

Índice Municipal de distribuição de serviço de coleta de resíduos sólidos (IDSRS) para o município de Paragominas (PA).

Alessandra Santos de Souza¹
Jossiele de Costa Fernandes²
Wilnalia Souza Garcia³
Ismael Matos da Silva⁴

RESUMO: O objetivo da pesquisa foi determinar e analisar o Índice Municipal de Distribuição do Serviço de Coleta de Resíduos Sólidos (IDSRS) em Paragominas, com base na aplicação de 430 questionários em 31 bairros. Por meio da análise de componentes principais extraíram-se dois componentes, o social e o de infraestrutura e coleta de resíduos, contendo 75,76% da variância original. Por meio da análise de *cluster* foram determinados quatro *clusters* de bairros, identificando-se que a variável renda foi determinante para a diferença no atendimento dos serviços de coleta entre os bairros.

Palavras-chave: Índice. Resíduo. Domiciliar.

Introdução:

Estudos sobre a construção de índices de distribuição do serviço de coleta de resíduos sólidos em nível de município são poucos e o em diante da incipiência de arcabouço teórico-metodológico, as estatísticas socioambientais, consideradas sob a ótica da análise multivariada de dados, tornam-se ferramentas importantes no auxílio à construção de políticas municipais adaptadas à população e que possam subsidiar a alocação mais eficiente de recursos públicos.

Criar sistemas de indicadores socioambientais implica, de certa forma, na democratização de informações de interesse social, levando-se em conta sua utilidade como instrumento de cidadania ao informar a qualidade de vida e do ambiente à população, reforçando a legitimidade dos próprios indicadores na construção do conhecimento, na tomada de consciência sobre a realidade ambiental e permitindo o melhor controle dos recursos públicos (SILVA, CÂNDIDO e RAMALHO, 2012; POLAZ e TEIXEIRA, 2008).

Por conta disso, o esforço do estudo se concentrou na tentativa de se determinar o Índice de Distribuição do Serviço de Coleta de Resíduos Sólidos, cuja sigla adotou-se IDSRS, para a cidade de Paragominas, no estado do Pará, esperando por meio dos resultados obtidos fornecer subsídios para a reorientação de políticas e ações, mais equitativas, dos serviços de coleta de resíduos sólidos no município.

¹ Engenheira Ambiental - ale_santos2008@hotmail.com

² Engenheira Ambiental – jossielecosta@hotmail.com

³ Mestre em ciências Florestais – UFRA- wngarcia@hotmail.com

⁴ Doutor em Ciências Agrárias – UFRA – imds21@yahoo.com

Considerando-se que o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares é essencial a qualquer população, por conta dos riscos de impactos socioambientais que a disposição inadequada deles pode causar, o estudo fez uma análise exploratória em nível de bairro, abrangendo variáveis relacionadas à coleta de resíduo domiciliar, por meio das estatísticas uni e multivariadas, visando construir o IDSRS, por bairros.

O presente estudo mescla conceitos de indicador de Kayano e Caldas (2002), Ferreira e Amado (2010) e Fidalgo (2003). Para Kayano e Caldas os indicadores descrevem aspectos da realidade, ou a relação entre vários desses aspectos, e assim pode-se comparar indicadores de diferentes locais. Ferreira e Amado (2010), afirmam que os indicadores permitem mensurar modificações nas características de um sistema e mostram mudanças e tendências. E por último, Fidalgo (2003) acrescenta que o indicador ambiental fornece informações relevantes sobre variáveis, ou sobre as relações entre elas e as atividades humanas que afetam ou são afetadas pelo ambiente.

Este estudo se apoia em Fidalgo (2003) e Kayano e Caldas (2002), quanto ao uso de pesos ponderados nos índices, que são variáveis agregadas sintetizando um conjunto de aspectos da realidade e podem representar fenômenos mais complexos, como a distribuição do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares de um município. Se as variáveis ou indicadores tiverem pesos conforme a contribuição dessas variáveis ao índice, vieses da sub ou superestimação de resultados podem ser reduzidos, bem como será facilitada a análise do fenômeno em questão.

Neste contexto o objetivo do estudo foi a determinação de índices por bairros que evidenciem a existência de *clusters* de municípios e o padrão de distribuição dos serviços de coleta, como ferramenta ao poder público de Paragominas para reorientar políticas e ações mais equitativas quanto à gestão da coleta de resíduos sólidos domiciliares no município.

A pesquisa foi estruturada em mais quatro seções, além desta introdução, seguindo-se a metodologia, que descreve o instrumental analítico da construção dos índices e a determinação da amostra; posteriormente, os resultados e discussão, passando a seguir para as considerações finais e, na última seção apresenta-se o referencial bibliográfico utilizado

Metodologia:

Área de estudo e dados utilizados

A área de estudo foi o município de Paragominas, situado a nordeste do Estado do Pará (02° 59' 45" S, 47° 21' 10" W), distante 320 km da capital (Belém), no sentido Belém-Brasília. A população da cidade é estimada em 97.877 habitantes com crescimento populacional também

Revista Gestão em Conhecimento - Volume 01 – Número 01 - Jan/Jun (2018), n 113-130

estimado em 2,82% ao ano conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, (2015).

Os dados utilizados foram de origem primária, obtidos por meio de questionários aplicados junto a uma amostra de 430 famílias, respeitando os critérios de amostragem definidos em Cochran (1965), resumidos na fórmula a seguir:

$$n = \frac{\alpha^2 p \cdot q \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + \alpha^2 p \cdot q}$$

Em que:

N: é o tamanho da população de Paragominas;

n: é o tamanho da amostra;

α^2 : é o nível de confiança escolhido (95%), em número de desvios, ou seja, 1,96;

p: é a proporção das características pesquisadas no universo;

q: é a proporção do universo que não possui a característica e

e^2 : é o erro de estimação permitido (5%).

Com base no tamanho da população e obedecendo ao nível de confiança de 95%, foram aplicados 430 questionários distribuídos entre 31 bairros. A amostragem estratificada foi possível por meio da Secretaria Municipal de Saúde de Paragominas, que forneceu dados sobre a quantidade de moradores por bairros. No total de questionários aplicados adicionou-se a porcentagem de 10% de extras, para o caso de eventuais perdas.

Este estudo analisou o serviço de coleta de resíduos em relação à disposição final, pois se considerou a opinião da população assistida pelo serviço, uma vez que o dever da população para com os resíduos sólidos domiciliares concerne à sua disposição ao serviço de coleta municipal, tendo cessada essa responsabilidade a partir daí, conforme o art. 28 da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Aspectos diretamente relacionados ao sistema de coleta de resíduos sólidos foram investigados e analisados, assim como indicadores indiretos, mas que podem ser os fatores que alterem a distribuição do serviço no município. Desse modo, o conteúdo dos questionários considerou tópicos sobre o serviço de coleta dos resíduos sólidos com base no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001) do Instituto Brasileiro de Administração Municipal. Já os tópicos sobre o aspecto socioeconômico tiveram como referência o IBGE (2015). A aplicação dos questionários ocorreu aleatoriamente e buscou-se, no momento da coleta, cobrir toda a extensão dos bairros.

Métodos de Análise

Ao considerar as especificidades de um município, deve-se quantificar e destacar o nível de importância relativa de cada dimensão e variável, ainda mais quando objetiva-se conduzir políticas e ações sustentáveis. Dessa forma, as escolhas atrelam-se a critérios adequados, estabelecidos por sistemas de apoio à decisão, como as estatísticas multivariadas que podem ser aplicadas nas mais diversas finalidades, mesmo quando não se dispõe de antemão de um modelo teórico rigorosamente estruturado a respeito das relações entre as variáveis (SILVA, CÂNDIDO e MARTINS, 2009; BARBOSA, 2009; BAKKE, LEITE e SILVA, 2008).

Nesse sentido, foram empregadas as análises descritiva das variáveis; de componentes principais (ACP); de *cluster* (AC); de variância multivariada (MANOVA) e, de variância a um fator (ANOVA *One Way*). Entre as variáveis relacionadas à coleta de resíduos sólidos domiciliares estão: pavimentação das vias públicas (P); frequência de coleta (F); outros destinos dos resíduos (O); anos de instrução formal (E); renda familiar média (R); e doenças associadas (D).

Usou-se a estatística descritiva para verificar o comportamento dos dados e dos pressupostos necessários às técnicas subsequentes, porque é importante observar as variáveis antes dos métodos multivariados para que haja melhor compreensão dos resultados (VICINI, 2005). A estatística descritiva desta pesquisa conta com a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação (CV), que é o desvio-padrão em porcentagem de média, para verificar a dispersão das variáveis em relação à média. Quanto mais próximo o CV estiver de zero maior é a homogeneidade dos dados, menor a variação devida ao acaso (LIMA *et al*, 2004).

Para determinar o índice de distribuição do serviço de coleta de resíduos sólidos (IDSRS) usou-se a análise de componentes principais (ACP) que objetiva representar um grupo de variáveis iniciais por meio de um conjunto menor de variáveis hipotéticas (HAIR JR *et al*, 2005). Os primeiros componentes principais podem substituir as variáveis originais em outros métodos estatísticos caso expliquem uma parcela substancial da variância original (HOWE, HARGREAVES e HUTTLY, 2008).

A especificação do modelo da ACP segue Maroco (2003), Reis (2001), e Clemente (1989), os quais afirmam que as componentes principais são p combinações lineares independentes obtidas de p variáveis originais correlacionadas por meio da abordagem algébrica. Neste estudo, o conjunto original conteve as seis variáveis: F, O, P, R, E, e D; que resultaram em dois componentes principais. Submeteram-se as novas componentes à rotação

ortogonal Varimax, pois permite que elas relacionem-se mais claramente com as variáveis melhorando a interpretação (SILVEIRA, SILVA e SILVEIRA, 2008).

As componentes podem formar índices que sintetizam as informações originais (GIARDI *et al*, 2010). Os pesos obtidos da ACP, que traduzem a importância de cada variável original, e os *scores* fatoriais dos bairros em cada componente, substituíram as observações originais, reduzindo a super ou subestimação dos índices gerados. A fim de evitar que altos *scores* negativos elevassem a magnitude dos índices associados a eles, realizou-se a padronização consoante Silveira, Silva e Silveira (2008). Ao efetuar o produto entre esses *scores* e as respectivas variâncias dos componentes, obteve-se o índice municipal de distribuição do serviço de coleta de resíduos sólidos (IDSRS), equação 1:

$$IDSRS_j = FP_{j1} * Var_1 + FP_{j2} * Var_2 + \dots + FP_{jn} * Var_n \quad (1)$$

Em que FP_{j1} à FP_{jn} correspondem aos *scores* padronizados do bairro j , do primeiro componente ao componente n , sendo que $j \in \{1, \dots, 31\}$, pois foram analisados 31 bairros; e $n < 6$, pois menos de seis componentes foram extraídos. A Var_1 a Var_n referem-se às variâncias do componente um ao n . Para facilitar a análise dos bairros, os *scores* foram usados na análise de *Cluster*, para identificar conglomerados de bairros homogêneos entre si e heterogêneos, quanto aos componentes extraídos na ACP.

A análise de *cluster* (AC) destinou-se a reconhecer agrupamentos naturais entre unidades de amostragem por intermédio da classificação e reunião de objetos semelhantes em um mesmo grupo, proporcionando uma ou várias partições na massa de dados, baseado em algum critério de seleção predeterminado. O método procura maximizar tanto a homogeneidade dentro dos grupos quanto a heterogeneidade dentre os grupos (ALBUQUERQUE, 2005; LIMA *et al*, 2010; SARTORIO, 2008).

Adotou-se como medida de dissimilaridade a distância euclidiana quadrada (D_{ij}^2) entre os bairros, que é o somatório da diferença entre suas distâncias (FREITAS, PAZ e NICOLA, 2007). Usou-se como método aglomerativo hierárquico o de ligações completas que considera a distância máxima, definida pelo objeto mais distante entre os bairros. Nesse sentido, os bairros mais parecidos são os mais próximos (VICINI, 2005).

Empregou-se o dendograma na escolha do número de *clusters* submetidos nos métodos MANOVA e ANOVA *One Way*. A análise de variância multivariada (MANOVA) avalia simultaneamente diferenças de grupos em múltiplas variáveis dependentes, possibilitando-se verificar a influência da interação das variáveis independentes nas variáveis dependentes

(VASCONCELOS, 2007). Com os *scores* fatoriais de cada bairro, observaram-se quais deles eram semelhantes para se agruparem. Utilizou-se a MANOVA para confirmar, ou não, a formação de *clusters* de bairros realmente semelhantes ou diferentes entre si (SARTORIO, 2008).

Já a análise de variância a um fator (ANOVA *One Way*) divide a variância total do conjunto de dados em partes para que se possam determinar as fontes de variação (VIEIRA e RIBAS, 2011). A ANOVA *One Way* pode confirmar os resultados obtidos nas técnicas multivariadas (VICINI, 2005). Desse modo, Sartorio (2008) argumenta que quando a técnica objetiva auxiliar tomadas de decisão deve-se aplicar o teste multivariado e, em caso de diferenças significativas, realizar testes univariados para identificar as variáveis que mais contribuem para a diferenciação.

Assim, fez-se o uso da ANOVA *One Way* para detectar as componentes que provocaram as diferenças entre os *clusters*. Realizou-se todas essas análises no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) 20, e por meio das ferramentas estatísticas do *Microsoft Office Excel*.

Resultados e discussão:

Na análise do comportamento estatístico das variáveis segundo o coeficiente de variação, considerando a amostra de 430 questionários aplicados, as observações da variável frequência de coleta (F) variaram 47,32% em relação à sua média, as de outros destinos (O) variaram 47,65%, as de pavimentação das vias (P) variaram 35,71%, as de anos de instrução formal (E) variaram 54%, as de doenças associadas (D) variaram 63,46% e as de renda familiar média (R) variaram 106,55%.

Essa alta variabilidade dos dados mostra as disparidades entre informações nos diversos locais da cidade, o que dá subsídios para investigar a distribuição do serviço de coleta de resíduos sólidos dentro do município de Paragominas. Essa dispersão das observações pode interferir negativamente na aderência dos dados aos métodos estatísticos desta pesquisa. Nesse caso, fez-se a padronização das variáveis antes da ACP para resolver ou minimizar os problemas de relacionamento entre elas, porque se eliminam as diferenças das escalas de medida.

Para determinar o índice de distribuição do serviço de coleta por bairros com a ACP, agregaram-se as 430 observações em 31, correspondendo ao total de bairros analisados, fazendo-se a média das observações para cada variável. A exploração de variáveis padronizadas resultou na combinação: F, O, P, R, E, e D. As variáveis descartadas não atenderam às

Revista Gestão em Conhecimento - Volume 01 – Número 01 - Jan/Jun (2018), n 113-130

especificações de análise das matrizes de correlação, anti-imagem e comunalidades consoante Field (2009) e Rodrigues (2002).

Ainda nos resultados da ACP, obteve-se o teste Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) de adequação global do modelo, conforme Tabela 1. O valor de 0,806 indicou que houve correlações significativas entre o conjunto de variáveis conforme Freitas, Paz e Nicola (2007) e Vasconcelos (2007). O modelo proposto explicou 75,76% da variância original, com seleção dos dois primeiros componentes com autovalores acima de um, e logo puderam substituir as seis variáveis originais nos métodos seguintes segundo Kaiser *apud* Lima *et al* (2010) e Silva (2008).

Tabela 1 - Testes de adequação geral do modelo (AGM)

Medida de Adequação Amostral Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)		0,806
Esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado aproximado	77,205
	Graus de liberdade	15
	Significância	0,000

Fonte: Dados da pesquisa

Com a rotação Varimax, o primeiro componente principal (CP₁) e o segundo componente principal (CP₂) concentraram, respectivamente, 39% e 36,75% de toda a variância original, restando 24,25% de variância não explicada pelo modelo deste estudo. Geraram-se para cada bairro dois componentes, em que o CP₁ é mais fortemente relacionado às variáveis: instrução formal (0,92), renda (0,79) e doenças (-0,63). Já o CP₂ relaciona-se melhor à pavimentação (0,93), aos outros destinos para os resíduos sólidos (-0,73) e à frequência de coleta (0,66), apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Matriz de componentes para as variáveis padronizadas.

Matriz de Componentes Rodados^a		
Variáveis Padronizadas (Z)	Componentes	
	CP ₁	CP ₂
ZP	-0,027	0,931
ZF	0,551	0,661
ZO	-0,400	-0,735
ZE	0,920	-0,010
ZR	0,794	0,328
ZD	-0,632	-0,503

Método de extração: Análise de Componentes Principais

Método de Rotação: Varimax com Normalização de Kaiser.

a. A rotação convergiu em 3 iterações.

Fonte: Dados da pesquisa

Ao observar os pesos das variáveis, nota-se que altos valores de instrução formal e renda tiveram forte impacto no CP₁, porque pequena parte da população de Paragominas possui elevada escolaridade e renda. O mesmo não pode ser dito das doenças associadas aos resíduos sólidos, devido a grande maioria da população não ser acometida por qualquer uma delas, mesmo raramente, por isso essa variável foi pouco influente no CP₁.

Quanto ao CP₂, a pavimentação das vias públicas foi a variável mais influente, o que se deve a má distribuição de ruas asfaltadas no município. Já as variáveis “outros destinos” e “frequência de coleta” apresentaram menor importância para CP₂, pois a maior parcela da população manteve o mesmo comportamento para ambas as variáveis, a maioria prefere não dispor inadequadamente seus resíduos e é assistida por poucos dias de coleta.

Os anos de instrução formal, a renda familiar e as doenças associadas indicam a condição social da população, por conta disso, CP₁ representou o componente social. Já pavimentação das vias, outros destinos dos resíduos e frequência de coleta, referentes ao CP₂, representaram o componente de infraestrutura e coleta de resíduos sólidos. Os dois componentes formaram o Índice de Distribuição do Serviço de Coleta de Resíduos Sólidos (IDSRS). A possibilidade de interpretação dos componentes também foi um critério de afirmação do modelo proposto de acordo com Rodrigues (2002).

Depois de calculados os IDSRS dos 31 bairros conforme a equação 1, obteve-se a média, que foi usada como medida de comparação. Calcularam-se os desvios do IDSRS dos bairros em relação ao IDSRS médio e converteram-nos em porcentagem indicando quanto cada bairro está acima ou abaixo da média, ressaltando que a média indica as condições mínimas estabelecidas na PNRS. Os valores assim estimados são mostrados na Tabela 3.

Observou-se 17 bairros abaixo da média do IDSRS municipal médio, sendo eles: Aragão; Jaderlândia; Jardim Atlântico; Laércio Cabeline; Nova Esperança; Novo Horizonte; Ouro Preto; Paraíso; Promissão III; Sidlândia; Setor XII; Juscelino Kubitschek; Nagibão I, II e III; Camboatã; e Setor Industrial. E 14 acima, entre eles: Centro; Flamboyant; Jardim Bela Vista; Morada do Sol; Nova Conquista; Olga Moreira; Promissão I e II; Vila Rica; Parque IV; Cidade Nova; Uraim I e II; e Angelim. Estes locais caracterizam-se por apresentarem baixo nível de escolaridade e renda, bem como serviço de coleta deficiente, com duas a três coletas máximas por semana.

Ao ranquear os bairros pela porcentagem de desvio em relação ao IDSRS médio, (tabela 3) destaca-se o Uraim I e o Flamboyant na melhor colocação e o Ouro Preto na última posição.

Tabela 3 - Ranking dos bairros segundo os desvios deles do IDSRS médio

Posição	Bairro	Desv. IDSRS (%)	Posição	Bairro	Desv. IDSRS (%)
1°	Uraim I	28	14°	Promissão III	-3
	Flamboyant	28	15°	Setor XII	-4
2°	Promissão I	27	16°	Aragão	-5
3°	Centro	26	17°	Laércio Cabeline	-6
4°	Olga Moreira	20	18°	Juscelino Kubitschek	-7
5°	Angelim	17	19°	Jaderlândia	-8
6°	Morada do Sol	13	20°	Setor Industrial	-10
7°	Cidade Nova	12	21°	Nagibão I	-12
8°	Jardim Bela Vista	11		Paraíso	-12
9°	Promissão II	9	22°	Nova Esperança	-15
10°	Uraim II	5		Novo Horizonte	-15
11°	Vila Rica	3	23°	Sidlândia	-17
	Parque IV	3	24°	Nagibão II	-20
12°	Nova Conquista	0,3	25°	Nagibão III	-31
13°	Jardim Atlântico	-0,4	26°	Ouro Preto	-36
14°	Camboatã	-3			

Fonte: Dados da pesquisa

Os bairros abaixo da média do IDSRS (54,84%) são atendidos com frequência igual ou menor que duas vezes por semana em relação aos 14 bairros acima no *ranking*, com frequência de coleta de no mínimo três vezes por semana. Portanto, notou-se desvios com relação a distribuição dos serviços de coleta, principalmente quando se observa que as disparidades estão vinculadas a aspectos sociais e de infraestrutura do município, pois os que recebem o serviço com menor frequência são os bairros mais pobres e menos estruturados, em contraste com os 14 bairros com mais escolaridade, renda e vias pavimentadas.

Tratar de diferenças entre cada bairro pode gerar resultados complicados e pouco práticos. Então, por meio da análise de *cluster* identificaram-se grupos de bairros por distribuição do serviço de coleta e observaram-se quais deles eram semelhantes quanto aos componentes social e de infraestrutura e coleta de resíduos. Com o auxílio do dendograma, optou-se por quatro *clusters*, em razão de a decisão sobre a quantidade de agrupamentos a constarem na análise ser do pesquisador (VICINI, 2005).

Nesse sentido, 19 bairros compõem o *cluster* I: Aragão, Jaderlândia, Jardim Atlântico, Laércio Cabeline, Nova Conquista, Nova Esperança, Novo Horizonte, Paraíso, Promissão III, Sidlândia, Vila Rica, Setor XII, Parque IV, Juscelino Kubitschek, Nagibão I e II, Uraim II, Camboatã, e Setor Industrial. O *cluster* II é formado por nove bairros: Centro, Jardim Bela Vista, Morada do Sol, Olga Moreira, Promissão I e II, Cidade Nova, Uraim I, e Angelim. O bairro Flamboyant é o *cluster* III. E por último, o *cluster* IV contendo os bairros Ouro Preto e Nagibão III.

Antes de conferir se há diferenças significativas entre os *clusters* em relação aos componentes social e de infraestrutura e coleta de resíduos, aplicaram-se os testes de normalidade Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk nos resíduos de CP₁ e de CP₂, conforme a Tabela 4. Ambos os testes não foram significativos ao nível de 5% e mostrou que os resíduos dos dois componentes são confiáveis (VICINI *et al.*, 2006; PONTES, 2005). Portanto, CP₁ e CP₂ puderam ser submetidos à MANOVA e à ANOVA *One Way*.

Tabela 4 - Teste de Normalidade com os resíduos dos componentes

Resíduo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	g.l	Significância	Estatística	g.l	Significância
CP ₁	0,091	31	0,200*	0,978	31	0,741
CP ₂	0,112	31	0,200*	0,953	31	0,186

*Esse é o limite inferior da verdadeira significância.

a. Correção de significância de Liliefors.

Fonte: Dados da pesquisa

O teste F da MANOVA (Tabela 5) foi significativo a 1% nos dois componentes, sendo esse teste corroborado pelos testes de significância de Pillai, Hotelling e de Wilks, todos significativos também a 1%, o que confirmou que houve diferenças significativas entre os *clusters* quanto aos componentes social e de infraestrutura e coleta de resíduos. Como o teste F da ANOVA *One Way* foi significativo a 1% constatou-se então, a consistência dessas diferenças entre os *clusters* em relação aos componentes analisados.

Tabela 5 - Estatística F da MANOVA dos componentes CP₁ e CP₂ da análise.

MANOVA dos componentes						
Variável	SS Hipótese	SS Erro	MS Hipótese	MS Erro	F	Significância do F
CP ₁	13,78883	10,26038	4,59628	0,38001	12,09501	0,000
CP ₂	19,22499	8,86471	6,40833	0,32832	19,5184	0,000

Efeito. 4 *Clusters* ; Teste F Univariado com (3; 27) g.l.

(SS) Soma dos Quadrados; (MS) Quadrado Médio.

Fonte: Dados da pesquisa

Com a aplicação da Anova *One Way*, pode-se identificar em que consistem as diferenças entre os *clusters*, ou seja, quais características dos componentes definem as diferenças entre os *clusters* definidos na pesquisa, o que implica dizer em quais características sociais, de infraestrutura e distribuição de coleta os bairros de Paragominas diferem entre si, o que permitirá estruturar políticas locais de atendimento aos serviços de coleta mais equitativas em relação aos componentes analisados.

A análise das médias permite caracterizar os bairros que pertencem a cada *cluster* segundo as características intrínsecas em cada componente, lembrando que valores negativos das médias padronizadas indicam bairros cujos componentes (social e de infraestrutura e coleta) situam-se abaixo do valor médio obtido para o município, ou seja, baixo nível de escolaridade e renda, infraestrutura e serviço de coleta.

Relativamente às médias, conforme a Tabela 6, tem-se o perfil dos *clusters* I (Aragão; Jaderlândia; Jardim Atlântico; Laércio Cabeline; Nova Conquista; Nova Esperança; Novo Horizonte; Paraíso; Promissão III; Sidlândia; Vila Rica; Setor XII; Parque IV; Juscelino Kubitschek; Nagibão I; Nagibão II; Uraim II; Camboatã e Setor Industrial) e *cluster* IV (Ouro Preto e Nagibão III), apresentaram sinal negativo em ambos os componentes, indicando que em 21 bairros (67,74%) os níveis de renda, escolaridade, distribuição de serviço de coleta e infraestrutura de pavimentação são deficitários gerando dentre outras consequências, maiores índices de doenças associadas a má disposição e maior tempo de espera pela coleta do lixo.

De fato, nos bairros do *cluster* I, o nível de escolaridade apresentou média de instrução formal entre cinco a nove anos e renda de no máximo três salários mínimos e ainda, mais ocorrências de doenças, com mais de 80% de registro dentro do *cluster*. O *cluster* IV, por sua vez possui uma população com média de menos de seis anos de instrução, com renda de cerca de dois salários mínimos no máximo, e com o maior acometimento de doenças, 100% de registros de ocorrências no *cluster*, ou seja, em todas as famílias entrevistadas na pesquisa, houve pelo menos um caso de doença relacionada à má disposição e acúmulo de resíduos sólidos.

Nesses *clusters* foram observados os mais baixos níveis de cobertura de pavimentação e disposição inadequada de resíduos. A frequência máxima de coleta é de três dias para os bairros do *cluster* I e dois dias para os bairros do *cluster* IV. Modo geral, esses bairros são mais

periféricos, em sua maioria são provenientes de invasões, portanto não planejados, concentrando as parcelas mais pobres da população de Paragominas.

Os valores observados na Tabela 6, para o *cluster* II (Centro; Jardim Bela Vista; Morada do Sol; Olga Moreira; Promissão I; Promissão II; Cidade Nova; Angelim e Uraim I) são opostos, quando comparados aos *clusters* I e IV, pois as médias dos valores padronizados para ambos os componentes foram positivas, indicando que os nove bairros (29,03%) concentram a parte da população melhor assistida pelos serviços de coleta, possuem maiores níveis de escolaridade e renda e têm melhores condições de pavimentação.

A população do *cluster* II apresentou média de 11,5 anos de escolaridade, para o bairro do Uraim I e, por outro lado, média de aproximadamente seis anos para o bairro Cidade Nova. A população do grupo possui renda entre dois e cinco salários mínimos, em média. As ocorrências de doenças relacionadas aos resíduos neste grupo foram menores que os valores observados nos *clusters* I e IV.

Com relação à infraestrutura de pavimentação e serviços de coleta os bairros do *cluster* II estão localizados no centro do desenvolvimento da urbanização planejada do município, concentrando o comércio e setores de serviço como bancos, escolas e clínicas, por isso, apresenta a maior cobertura de vias asfaltadas, com registro de mais de 90%. A disposição e coleta do lixo é a que conta com maiores frequências em todo o município, com cerca de quatro dias por semana, em média.

O *cluster* III, que compreende o bairro Flamboyant, apresentou média positiva para o componente um (escolaridade, renda e doença), porém negativa para o componente dois (infraestrutura de pavimentação e coleta de resíduos). Um dos fatores para o componente social ser elevado no bairro Flamboyant (média dos valores padronizados de 4,02), é a concentração de famílias com melhores postos de trabalho e, portanto, maior renda e média de anos de instrução em torno de 17 anos, enquanto que a média dos outros bairros não alcança 12 anos e, por isso, a educação é preponderante para que haja tamanha disparidade entre este bairro e os demais.

Outro fator é que o bairro possui população, majoritariamente, de rendas mais altas e próximas, ou seja, a maioria das pessoas do bairro possui maior renda em relação à média de Paragominas. A ocorrência de doenças relacionadas aos resíduos nesse *cluster* foi a menor do município 44,4% dos registros feitos dentro do bairro. Esses fatos mostram que a população do Flamboyant, como um todo, possui um padrão social elevado em relação ao restante.

Por outro lado, o valor médio negativo para o componente dois consiste no fato de que o bairro apresentou as menores proporções de ruas asfaltadas. Porém, mesmo assim, o bairro registrou mais de três dias de coleta de resíduos sólidos e sua população foi a que menos destinou os resíduos inadequadamente.

Assim, o Flamboyant encontra-se em situação impar quanto ao aspecto da infraestrutura e coleta de resíduos, já que enfrenta problemas com a infraestrutura de pavimentação, mas quase não há práticas de disposição inadequada dos resíduos por parte da população do lugar, o que também pode ser creditado ao grau de escolaridade da população do bairro. O Flamboyant possui no mínimo três dias de coleta, contradizendo as informações dadas pelo poder público de que bairros sem pavimentação possuem até dois dias de coleta.

A baixa cobertura de asfaltamento do bairro deve-se ao fato de a construtora responsável pela infraestrutura do Flamboyant não ter completado as obras do local, o que pode contribuir para explicar o valor negativo do componente quanto a infraestrutura de pavimentação, pois foi a variável de maior peso no componente. Entretanto a frequência de coleta de resíduos de três dias não foi tão baixa quanto se previa para um bairro com pouca pavimentação, sendo que o mínimo admissível é de dois dias de coleta semanal.

Tabela 6 - Média dos *clusters* de acordo com cada componente

Cluster	Quantidade de Bairros	Média	
		CP. Social	CP. infraestrutura e coleta de resíduo
1	19	-0,25	-0,31
2	9	0,28	1,15
3	1	4,02	-0,80
4	2	-0,90	-1,82

Fonte: Dados

As disparidades observadas para o componente social e o componente de infraestrutura e coleta entre os *clusters* analisados permitem inferir que, principalmente, a distribuição da coleta ocorre mais em função da renda do que da pavimentação e demais variáveis que compuseram os componentes, fato evidenciado no caso do bairro Flamboyant, que se mostrou deficitário em pavimentação, porém o lixo era coletado, no mínimo, a cada três dias por semana. Por outro lado, bairros dos *clusters* I e IV, com melhores condições de pavimentação eram assistidos com no máximo dois e três dias de coleta por semana. As figuras 1A e 1B mostram, com base nos

valores médios padronizados da tabela 6, a discrepância de posicionamento dos *clusters* em cada componente.

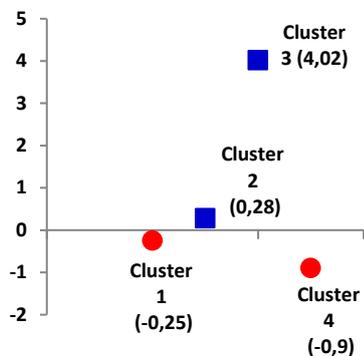


Figura 2A. Disparidades do componente social entre os *clusters* de bairros de Paragominas.

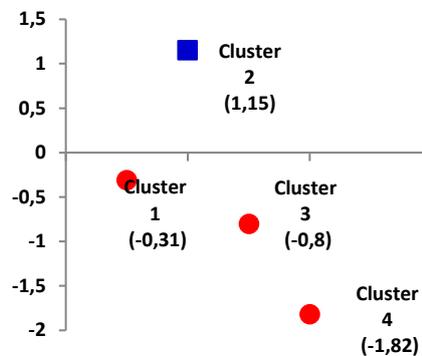


Figura 2B. Disparidades do componente infraestrutura e coleta de resíduo entre os *clusters* de bairros de Paragominas.

A percepção das disparidades da distribuição dos serviços relacionados aos resíduos sólidos pode ser constatada a partir de sua trajetória, cujo ponto de partida seria o centro do município, figura 2, em que a sua cobertura regular vai diminuindo na medida em que um *cluster*, ou um bairro se afasta do ponto central. A população mais carente, em geral, está nessa periferia e assim, é a mais prejudicada com a distribuição irregular do serviço de coleta. Já a população de melhor condição social é também a melhor assistida quanto à prestação do serviço de coleta dos resíduos sólidos domiciliares.

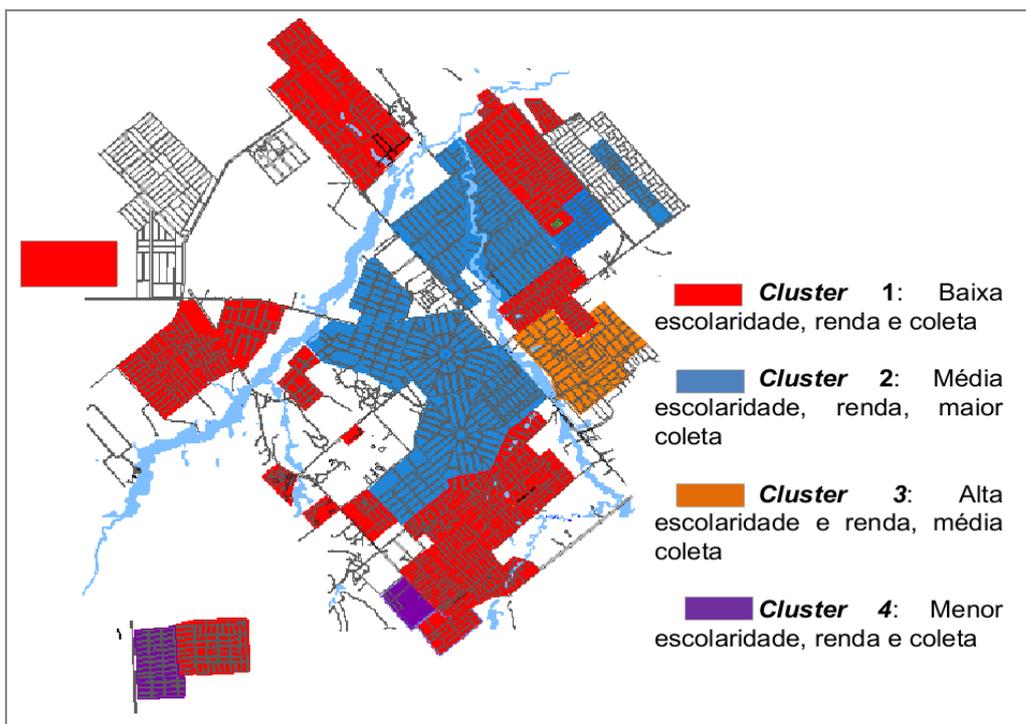


Figura 2 - Mapa da distribuição do serviço de coleta entre os *clusters*.

Fonte: Agência de Saneamento de Paragominas (SANEPAR) adaptado por SILVA (2013).

Por meio desses resultados nota-se que as políticas públicas adotadas no município mostraram-se fracas quanto ao cumprimento dos objetivos, tanto da Política Nacional de Resíduos Sólidos quanto do Código Ambiental Municipal, em relação à distribuição regular, universal e homogênea dos serviços de coleta de resíduos, já que as políticas municipais mostraram aparente viés no sentido de privilegiar a população de maior renda.

A gestão desigual da distribuição da coleta de lixo afetou 21 bairros de Paragominas (*clusters* I e IV), que apresentaram fatores relacionados à oferta do serviço de coleta incipiente e que influenciou diretamente no bem estar e na qualidade de vida das pessoas.

Nesse sentido, medidas destinadas a cada *cluster* devem ser específicas, em que, aqueles que se encontram nas piores condições (*clusters* I e IV) obtenham prioridade. Para esses *clusters*, as medidas devem ser direcionadas para ambos os componentes estudados, o social e o de infraestrutura e serviço de coleta, no sentido de aportar maiores investimentos por parte do poder público em políticas de educação, acesso a renda e pavimentação de vias públicas.

A abrangência espacial local deste estudo permitiu verificar as carências existentes em cada agrupamento de bairro, o que permite o desenvolvimento de políticas públicas que possam atender, de maneira eficiente, as necessidades de cada um deles, reduzindo-se às (as)

disparidades existentes dentro do município. Portanto, os resultados desta pesquisa podem subsidiar ações voltadas aos aspectos sociais e de infraestrutura e coleta de resíduos, e assim evidencia-se a importância deste trabalho que trata, em suma, da identificação de problemas de distribuição de serviço de coleta com o fim de subsidiar projetos e ações mais localizadas em Paragominas.

A pesquisa exploratória realizada em Paragominas, cujo objetivo fundamental foi analisar um dos serviços essenciais a qualquer população, a coleta de resíduos sólidos, em escala municipal com vistas a tornar explícitas as diferenças de distribuição do serviço de coleta, conferiu a esta pesquisa o caráter inédito.

Esse trabalho também contribui com as discussões a cerca do tema, com o uso das estatísticas multivariadas como ferramentas de apoio a decisão e demonstra a importância da participação e envolvimento da população em pesquisa com potencial para trazer retornos significativos para a sociedade paragominense como um todo.

Conclusão:

Os resultados obtidos, por meio do conjunto de métodos adotados, permitiram inferir que houve viés de renda na distribuição de coleta de resíduos sólidos em Paragominas, principalmente quando se comparou os *clusters* III (Flamboyant), I e IV, em que as condições de pavimentação são próximas, porém a distribuição é desigual, pois enquanto os bairros dos *clusters* I e IV, mais pobres, recebem até duas coletas por semana, em média, o bairro Flamboyant, *cluster* III, recebe no mínimo três, apesar das condições desfavoráveis da pavimentação.

Dado o caráter segmentado dos resultados, muito em função da Anova *One Way*, que permitiu a diferenciação dos componentes entre os *clusters*, sugere-se que as políticas públicas locais voltadas para o município não devem ser generalizadas e sim particularizadas, de acordo com as peculiaridades e carências de cada local. O município de Paragominas é heterogêneo em relação a distribuição de renda e às variáveis relacionadas ao serviço de coleta, e no caso, cada *cluster* deve receber tratamento diferenciado dos demais.

Os bairros dos *clusters* I e IV devem ser alvos prioritários de ações voltadas a contornar a situação dos fatores social e de infraestrutura e coleta de resíduos, a fim de garantir que haja a igualdade, universalidade e regularidade na prestação dos serviços de coleta de resíduos.

Referências:

- ALBUQUERQUE, M. A. Estabilidade em análise de agrupamento (*cluster analysis*). Dissertação (Mestrado em Biometria). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p.64, 2005.
- BAKKE, H. A.; LEITE, A. S. M.; SILVA, L. B. Estatística multivariada: aplicação da análise fatorial na engenharia de produção. Ponta Grossa: Revista Gestão Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, v. 04, n. 04: p. 01-14, 2008.
- BARBOSA, F. F. Índice de Qualidade Socioambiental para o Estado de Minas Gerais. 107 f. Dissertação (Mestrado em Economia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Disponível em: < http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/45/TDE-2010-07-20T084555Z-2476/Publico/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 16/04/2013.
- CLEMENTE, C. Pesquisas de Variáveis Múltiplas. Curitiba: Scentia etlabour. Coleção Didática, p. 204, 1989.
- COCHRAN, W. G. Técnicas de amostragem. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, p. 555, 1965.
- FERREIRA, D. M.; AMADO, R. F. Levantamento e análise de indicadores de sustentabilidade ecológica para propostas urbanísticas. INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção, v. 2, n. 6, p. 63-72, 2010. Disponível em<http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Julh/271-735-1-PB.pdf>. Acesso em: Acesso em: 16 de abril de 2013.
- FIDALGO, E. C. C. Critérios para a análise de métodos e indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de planejamentos ambientais. 276 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000303237>>. Acesso em: 16 de abril de 2013.
- FIELD, A. Descobrimo a estatística usando o SPSS. Porto Alegre: Artmed, 688p, 2 ed, 2009.
- FREITAS, C. A.; PAZ, M. V.; NICOLA, D. S. Analisando a modernização da agropecuária gaúcha: uma aplicação de análise fatorial e *cluster*. Porto Alegre: Revista *Análise Econômica da Faculdade de Ciências Econômicas*, UFRGS, p. 31, 2007.
- GIARDI, N. S.; CARVALHO, C. L.; FARAH, J. M.; ARAÚJO, J. F.; DER MAAS, L. W; CAMPOS, L. A. B. Construção do índice de escassez de profissionais de saúde para apoio à Política Nacional de Promoção da Segurança Assistencial em Saúde. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.
- HAIR JR, J. F; ANDERSON, R. E; TATHAM, R. L; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, p. 593, 2005.
- KAYANO, J; CALDAS, E. L. Indicador para Diálogo. In: CACCIA- BAVA, Silvio, PAULICS, V., SPINK, P. Novos contornos da gestão local: conceitos em construção. São Paulo, Programa de Gestão Pública e Cidadania, FGV-EAESP, 2002.
- HOWE, L. D; HARGREAVES J. R; HUTTLY S. R. A. Issues in the construction of wealth indices for the measurement of socio-economic position in low-income countries. *Emerging Themes in Epidemiology* 2008; 5:3. Disponível em<<http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1742-7622-5-3.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2013.
- LIMA, F. J. L. AMANAJÁS, J. C.; GUEDES, R. V. S.; SILVA, E. M. Análise de componente principal e de agrupamento para estudo de ventos para a geração de energia eólica na região do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio grande do Norte, Brasil. *Ambi-Agua*, Taubaté, v.5, n.2, p.188-201, 2010.
- LIMA, L. L.; NUNES, G. H.; NETO, F.B. Coeficientes de variação de algumas características do meloeiro: uma proposta de classificação. *Hortic. bras*, v. 22, n. 1, 2004.
- MAROCO, J. Análise Estatística com utilização do SPSS. Lisboa: Ed. Sílabo. 2003.

- POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores de sustentabilidade como ferramenta para a gestão municipal de resíduos sólidos. Brasília: IV Encontro Nacional da Anppas, 2008. Disponível em <<http://www.cepam.sp.gov.br/arquivos/artigos/Sustentabilidade-ResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2013.
- PONTES, A. C. F. Análise de variância multivariada com a utilização de testes não-paramétricos e componentes principais baseados em matrizes de postos. Tese (Doutorado em Agronomia) Piracicaba-Universidade de São Paulo, 2005.
- REIS, E. Estatística multivariada aplicada. Lisboa: Ed. Sílabo, 2001.
- RODRIGUES, M. C. P. Potencial de desenvolvimento dos municípios fluminenses: uma metodologia alternativa ao IQM, com base na análise fatorial exploratória e na análise de *clusters*. São Paulo: Caderno de Pesquisas em Administração, v. 9, n 1, 2002.
- SARTORIO, S. D. Aplicações de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Piracicaba-Universidade de São Paulo, 2008.
- SILVA, N. R. R. Avaliação do nível de serviço de calçadas em cidade de porte médio, considerando a percepção de usuários e técnicos. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2008.
- SILVA, S. S. F.; CÂNDIDO G. A.; RAMALHO, A. M. C. Sistema de indicador de sustentabilidade pressão-estado-impacto-resposta na análise das condições ambientais resultantes dos resíduos sólidos urbanos: um estudo no município de Cuité-PB. *Qualit@s Revista Eletrônica*, v.13, n. 2, 2012.
- SILVA, S. S. F.; CÂNDIDO G. A.; MARTINS, M. F. Método de construção do índice de desenvolvimento local sustentável: uma proposta metodológica e aplicada. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.11, n.1, p.55-72, 2009.
- SILVEIRA, B. C.; SILVA, R. G. SILVEIRA, A. O. A. Índice relativo de qualidade de vida no estado do Amazonas: Uma aplicação da análise fatorial. XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, administração e Sociologia Rural, 2008.
- VASCONCELOS, L. C. Análise de sistemas TD&E com base em indicadores objetivos e subjetivos: Características de cursos e crenças de treinados. 125p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- VIEIRA, P. R. C.; RIBAS, J. R. Análise Multivariada com o uso do SPSS. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.
- VICINI, L. Análise multivariada da teoria à prática. Caderno Didático. Santa Maria: UFSM, CCNE, p. 215, 2005.
- VICINI, L.; SOUZA, A. M.; GUTH, P. L.; BAYER, F. M.; MARCHEZAN. A. produção agrícola: uma síntese mediante técnicas estatísticas. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 2006.

ABSTRACT: The aim of the research was to determine and analyze the Municipal Distribution Index of the Solid Waste Collection Service (IDSRS) in Paragominas, based on the application of 430 forms in 31 neighborhoods. Through of the analysis of principal components, two components were extracted: social and infrastructure and waste collection, containing 75.76% of the original variance. Through cluster analysis, four clusters of neighborhoods were determined, identifying that the income variable was determinant for the difference in the attendance of the collection services between the neighborhoods.

Keywords: Index. Residue. Household.

Recebido em 10/10/2017

Parecer dado em 08/12/2017