

CLASSIFICAÇÃO MULTIVARIADA DE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS APLICADA AOS MUNICÍPIOS DA BAIXADA FLUMINENSE, RJ, COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.

José Homero Pinheiro Soares¹; Otto Corrêa Rotunno Filho²; Luís Alberto Arend Filho³;
Rodrigo Costa Gonçalves⁴; Lício Caetano do Rego Monteiro⁵ & Mariana de Araújo Abadalad⁶

Resumo - A gestão hídrica sustentável não pode prescindir de instrumentos que permitam associar variáveis que aprofundem a compreensão dos fenômenos relacionados ao desenvolvimento da qualidade do meio ambiente. Essa associação refere-se, no sentido “lato”, à combinação de variáveis econômicas, sanitárias, demográficas, entre outras, de maneira a serem definidos indicadores de qualidade socioambiental. Este trabalho analisa um conjunto de cinquenta variáveis socioeconômicas levantadas a partir do censo demográfico de 1991 para os municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Nilópolis e São João de Meriti, Rio de Janeiro, com intuito de selecionar aquelas efetivamente mais representativas do desenvolvimento da região. A técnica de seleção utilizada denomina-se análise das componentes principais (ACP). O grupo inicial de variáveis foi alocado nos seguintes blocos temáticos: demografia, escolaridade, habitação, renda e saneamento. Após a seleção, o conjunto original ficou reduzido a 4 indicadores. Uma classificação multivariada foi conduzida na seqüência, utilizando-se o método das k-médias, de maneira a se estabelecer grupos similares no interior de cada município estudado, onde foram identificados 4 estratos socioeconômicos.

¹ COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-8819; Fax.: (21) 2270-4799; hpsoares@zipmail.com.br

² COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-7842; Fax.: (21) 562-7836; otto@hidro.ufrj.br

³ COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-7842; Fax.: (21) 562-7836; pet@hidro.ufrj.br

⁴ COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-7842; Fax.: (21) 562-7836; pet@hidro.ufrj.br

⁵ COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-7842; Fax.: (21) 562-7836; pet@hidro.ufrj.br

⁶ COPPE/UFRJ; Rec. Hídricos – Programa. de Eng. Civil; Laboratório. de Hidrologia, Núcleo de Hidrologia Estratégica e Ciências Atmosféricas, Bloco I, Centro de Tecnologia, Ilha do Fundão; CEP: 21945-970; Caixa postal: 68.540; Rio de Janeiro; RJ; Brasil; Tel.: (21) 2562-7842; Fax.: (21) 562-7836; pet@hidro.ufrj.br

Abstract - The sustainable water resources management should consider techniques that allow to establish the relation among indicators to deepen the knowledge concerning the development of environmental quality. The establishment of relationships refers to the possibility of combining economics, demographics, sanitarian variables, among others, to define social and environmental spatial framework. This work analyses a set of fifty social and environmental variables gathered by the Brazilian demographic census carried out in 1991 for the cities of Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu and São João de Meriti at Baixada Fluminense, state of Rio de Janeiro. The main objective was to select the most representative variables of the region. The technique used is called principal component analysis (PCA). The first set of indicators was discriminated accordingly to the following five thematic group: demography, school level, housing, sanitation, income. After conducting the procedure of selection starting from the initial set of variables, the problem was reduced to four indicators. Following, it was performed a multivariate classification using the k-means method in order to define similar groups inside the studied cities, when social and economic classes were defined.

Palavras-chave - gestão de recursos hídricos; indicadores socioeconômicos; classificação multivariada.

INTRODUÇÃO

Uma das principais razões para a degradação hídrica e ambiental constatada especialmente nos aglomerados urbanos brasileiros está ligada à falta de um planejamento capaz de orientar o uso e ocupação de seu solo. As cidades funcionam como pólos cosmopolitas atraindo massas de trabalhadores não qualificados ou semiquilificados e não conseguem atender às demandas por infra-estrutura, serviços, educação e empregos geradas por estes novos cidadãos urbanos. Assim, crescem as deficiências por serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, gestão adequada dos resíduos sólidos, moradias e, principalmente, empregos e salários. A dinâmica de crescimento urbano nos municípios da Baixada Fluminense ocorre, historicamente, seguindo o padrão descrito acima. Já ao final do século XVII a região representava importante papel no escoamento da produção açucareira em função da utilização de sua rede hidrográfica como via de transporte. À época do ciclo do ouro, século XVIII, as hidrovias da região mantinham um papel fundamental para o escoamento da produção, proveniente de Minas Gerais, até o porto do Rio de Janeiro. Ainda no século XVIII, até meados do século XIX, a mudança da economia da região em direção à cultura do café e sua expansão em direção à Baixada Fluminense deu novo impulso ao

crescimento local. À época, foram executadas obras de infra-estrutura comercial, construção de pontes, abertura de caminhos, limpeza de rios, além de surgirem os primeiros núcleos urbanos como Iguaçú, Porto das Caixas e Magé. Ao final do século XIX, a existência de transporte ferroviário na região e a introdução de cultura de laranja garantiram seu crescimento econômico. Nas décadas de 20 e 30 do século XX, a difusão da cultura da laranja permitiu a alocação de investimentos públicos para a construção de estradas, da rodovia Washington Luiz, bem como para programas de saneamento e eletrificação de ferrovias. Tais melhorias estruturais favoreceram o desenvolvimento de novas atividades econômicas.

O declínio da região iniciou-se na década de 40 com o final do ciclo da laranja e início da II grande guerra. O processo de degradação do sítio urbano na baixada fluminense iniciou-se nos anos 50, quando as fazendas de cultivo de laranjas da região foram transformadas em loteamentos urbanos, além do início de uma intensa migração interna em direção à cidade do Rio de Janeiro. A expansão do parque industrial e da construção civil, especialmente no pós-guerra, valorizaram sobremaneira o solo urbano do Distrito Federal. Esse fenômeno impedia o acesso às moradias mais próximas dos locais de trabalho por parte de grande número de trabalhadores migrantes que ofereciam sua mão-de-obra na capital federal. Assim, a existência de transporte de massa em direção à baixada fluminense (ferrovias) favorecia o estabelecimento dos trabalhadores na região, o que criou as pré-condições para a explosão populacional daqueles sítios. A contínua ocupação de áreas próximas às ferrovias esgotou a disponibilidade de espaços urbanos, o que ocasionou a ocupação de sítios ainda mais periféricos desprovidos de quaisquer infra-estruturas, o que gerou, como consequência, maiores carências em função da ausência de planejamento e investimentos públicos. Hoje cabe à grande parte da população dos municípios da Baixada Fluminense, transformados em dormitórios de trabalhadores da cidade do Rio de Janeiro, condições extremamente precárias de moradia, pela insuficiência ou inexistência dos fundamentais equipamentos urbanos e comunitários, (SEDUR, 1990).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 1997) criou, no início dos anos 1990, alguns indicadores de bem estar humanos, que pretendem captar a qualidade de vida das populações. Os principais indicadores utilizados por aquele organismo são: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) e o Índice de Condições de Vida (ICV). Esses indicadores contemplam, em suas definições, não apenas características econômicas das populações, mas também aspectos relacionados às condições de vida, como, escolaridade, habitação, longevidade, renda e educação. As faixas de classificação socioeconômicas propostas pelo PNUD são:

$0 \leq \text{IDH-M} \leq 0,5$ – baixo desenvolvimento humano;

$0,5 \leq \text{IDH-M} \leq 0,85$ – médio desenvolvimento humano;

$0,85 \leq \text{IDH-M} \leq 1,0$ – alto desenvolvimento humano.

O resultados relacionados ao IDH-M para os municípios da Baixada Fluminense demonstraram que o desenvolvimento socioeconômico da região localiza-se na faixa de médio, sendo 0,767 para a cidade de Nilópolis, o mais elevado da região, e 0,648 para Nova Iguaçu.

Considerando-se o panorama urbano da Baixada Fluminense descrito anteriormente, este trabalho analisou os municípios de Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti, ali localizados, tomando-se como base as informações levantadas pelo censo demográfico de 1991 priorizando os temas saneamento e renda. A seleção das variáveis relacionadas à cada um dos temas foi realizada através da análise das componentes principais (ACP).

Na seqüência, foi realizada, para cada município estudado, uma classificação multivariada considerando-se os indicadores selecionados na etapa anterior, com objetivo de buscar grupos socioeconômicos diferenciados dentro das áreas estudadas.

Este estudo tem por objetivo conhecer os principais indicadores econômico-sanitários responsáveis pelo desenvolvimento da região, tendo como base as informações do censo demográfico de 1991, bem como algumas de suas distribuições espaciais para os municípios da Baixada Fluminense. Além deste aspecto, é parte integrante do presente trabalho a apresentação de uma classificação socioeconômica da área, avaliada a partir dos indicadores selecionados.

É importante ressaltar que os resultados ora apresentados serão cotejados com aqueles em fase de análise, levantados a partir do censo demográfico de 2000, avaliando-se os resultados de investimentos realizados na região, em especial pelo Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG), ao longo da década de 1990.

ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS - ACP

Segundo CHATFIELD e COLLINS (1995), a fim de se verificar as relações entre “p” variáveis correlacionadas em um conjunto inicial, é importante transformar a série original em uma nova série de variáveis não correlacionadas. A nova série é denominada componentes principais e a técnica de derivação consiste em se fazer combinações lineares entre as variáveis da série original. A série de componentes principais é originada em ordem decrescente de importância, de maneira que a primeira componente é responsável pela maior parte da variação dos dados originais.

A ACP é uma técnica que permite analisar os dados de forma a identificar quais deles incorporam as maiores informações sobre a variabilidade do fenômeno estudado. Segundo DILLON e GOLDSTEIN (1984), o objetivo da ACP é identificar quais variáveis explicam da melhor forma a variação dos dados originais através do menor número possível de variáveis. Após a transformação, são preservados o mesmo número de eixos originais, porém não mais correlacionados entre si.

Como citado anteriormente, as séries são derivadas a partir de combinações lineares das variáveis e, a primeira componente principal é dada pela seguinte relação:

$$PC(1) = a_{1,1} X_1 + a_{1,2} X_2 + a_{1,3} X_3 + \dots + a_{1,p} X_p \quad (1)$$

sendo $a_{1,j}$ a covariância entre as variáveis X_1 e X_j .

A equação (2) expressa a forma de se determinar as componentes principais.

$$(M - \Lambda I) Y = 0 \quad (2)$$

onde Λ é a matriz em que a diagonal principal é formada pelos autovalores da matriz M , I é a matriz identidade e Y é a matriz de autovetores. Assim, tem-se

$$M = Y \Lambda Y' \quad (3)$$

$$PC = Y' X \quad (4)$$

onde: PC - matriz de componentes principais

Y' - matriz transposta de Y e

X - matriz de dados originais.

Segundo DILLON e GOLDSTEIN (1984), a variância da matriz M é representada por seu traço, sendo este definido como a soma dos valores da diagonal principal de M , denotado pela Equação 5.

$$\text{Tr}(\Lambda) = \sum \lambda_{(\varphi)} \quad (5)$$

Ademais, os valores dessa diagonal representam as variâncias de cada uma das variáveis X_i . Assim, pode-se afirmar que a variância total das variáveis originais é a soma das variâncias das p componentes principais.

Considerando-se a Equação 3, verifica-se que a variância da matriz Λ é representada pela soma dos autovalores Λ_j individualmente,

Desta forma, conclui-se que a variância de cada componente principal PC_j é representada pelo autovalor Λ_j correspondente.

A partir da determinação do traço da matriz Λ , analisa-se a importância relativa de cada componente do sistema.

A análise das componentes principais foi utilizada neste estudo com objetivo de selecionar dentre as variáveis levantadas pelo censo demográfico de 1991, aquelas que melhor caracterizaram o desenvolvimento dos municípios da Baixada Fluminense.

Classificação Multivariada

O objetivo dessa técnica, também conhecida como análise de agrupamentos, consiste em se distinguir de um grupo primitivo de objetos, subgrupos que apresentem diferenças sistemáticas entre si.

BASSAB et al. (1990) afirmam que o procedimento metodológico básico a ser seguido em análise de agrupamentos pode ser decomposto nas seguintes etapas:

1. definição de objetivos, critérios, escolha de variáveis e objetos;
2. obtenção dos dados;
3. tratamento dos dados;
4. escolha de critérios de similaridade ou dissimilaridade (parecença);
5. adoção e execução de um algoritmo de análise de agrupamentos;
6. apresentação dos resultados;
7. avaliação e interpretação dos resultados.

DILLON e GOLDSTEIN (1984) descrevem as etapas a serem seguidas no processo de agrupamento e afirmam que, tipicamente, o marco inicial é implementado tomando-se p medidas sobre cada um dos n objetos primitivos, construindo-se uma matriz $n \times p$ de dados brutos. Essa matriz é padronizada, transformando-a em uma matriz $n \times n$ de similaridade ou distâncias, medidas entre os pares de objetos originais. A próxima etapa passa pela seleção de um algoritmo de agrupamento que define regras e parâmetros para reunião dos objetos em subgrupos, baseadas em critérios de similaridade entre os objetos primitivos. Esses critérios procuram minimizar a variância entre objetos de mesmo grupo (intra-grupos) e maximizar a variância dos objetos de diferentes grupos (inter-grupos). A etapa final consiste em se comparar os perfis dos k grupos constituídos em termos de suas médias ou outras características de interesse.

Distância Euclidiana

A construção de medidas que permitam decidir acerca das semelhanças e/ou diferenças entre objetos é fundamental na análise de agrupamentos. É importante observar que existem duas categorias de medidas que permitem alcançar esse objetivo: medidas de similaridade e dissimilaridade. Na primeira, quanto maior o valor observado, mais parecidos são os objetos. Esse é o caso do coeficiente de correlação. No caso em que o interesse recaia sobre a avaliação das diferenças, quanto maior o valor obtido, maior será a diferença entre os citados objetos. Esse é o caso da distância Euclidiana (BASSAB, 1990).

Considerando-se o vetor X de coordenadas reais (x_1, x_2, \dots, x_p) que descreve cada um dos n objetos a serem investigados acerca de suas semelhanças, a distância Euclidiana entre os objetos A e B é definida pela Equação 6 abaixo:

$$d(A,B) = \sum_1^p \{ [x_i(A) - x_i(B)]^2 \}^{1/2} \quad (6)$$

Métodos de Partição

A principal característica dos métodos de partição reside no fato de que objetos alocados inicialmente em determinado grupo podem ser transferidos para outro. O processo parte da hipótese de que o número final de agrupamentos k está estabelecido. De maneira geral os métodos de partição diferem pelos seguintes aspectos (BASSAB, 1990, DILLON e GOLDSMITH, 1984):

1. pela forma como os agrupamentos são iniciados;
2. como os objetos específicos são alocados em determinados grupos;
3. como os objetos, já agrupados, são transferidos aos outros agrupamentos.

BASSAB (1990) ressalta que as técnicas de partição são baseadas em duas premissas básicas: coesão interna e isolamento dos grupos, o que exige a prefixação de critérios que produzam medidas sobre a qualidade da partição produzida.

A seguir, será apresentada uma das técnicas de partição mais utilizadas em análise de agrupamentos denominada k- Médias e que foi empregada na classificação desenvolvida neste trabalho.

O Método das k-Médias

O método é utilizado quando se tem uma grande quantidade de objetos e está baseado no cálculo da diferença residual entre cada objeto pertencente ao agrupamento e o centro da partição, definido como a média das coordenadas dos membros do grupo. O método procura minimizar a distância intra-grupos e maximizar a extra-grupos a partir da combinação dos elementos (TEIXEIRA, 2001). A distância residual, ou erro da partição (HARTINGAN, 1975), é definida como o quadrado da distância Euclidiana de cada objeto do grupo ao centro desse e está apresentada na Equação 7 (BASSAB 1990).

$$SQRes(j) = \sum d^2 [o_i(j); o^*(j)] \quad \text{com } (1 \leq i \leq n_j) \quad (7)$$

Na Equação 7, d^2 é o quadrado da distância Euclidiana do objeto o_i ao centro $o^*(j)$, o qual é representado pela média das coordenadas dos membros do grupo j. BASSAB (1990) afirma que quanto menor for o somatório dos resíduos dos elementos do grupo considerado, mais homogêneos serão os elementos desse grupo e melhores as suas características como um todo.

DILLON e GOLDSMITH (1984) asseveram que o procedimento básico do método consiste na busca pela partição que minimiza o erro total, movendo-se cada indivíduo de um grupo para outro até que quaisquer mudanças adicionais de elementos individualmente não mais redundem em diminuições da dimensão do erro expresso pela somatória das distâncias residuais. Há uma série de sugestões acerca de qual o procedimento mais adequado em relação à partição inicial e seleção dos k primeiros centros dos agrupamentos. Os autores sintetizam os critérios mais usuais para esta seleção inicial como segue:

1. escolha dos k primeiros objetos do conjunto;
2. seleção dos k objetos que se apresentem mutuamente distantes;
3. seleção de um valor de k inicial maior do que aquele que se espera *a priori*, com formação de grupos cujos centros estariam espaçados de um desvio padrão de cada variável ou
4. seleção do valor de k e dos grupos correspondentes baseados em conhecimento anterior.

A primeira etapa do método consiste em se definir as k sementes iniciais, ou os k primeiros centros das partições. Calcula-se a seguir o erro residual (Equação 7) associado a essa combinação inicial. O processo iterativo continua movendo o próximo objeto para os diversos grupos, avaliando-se, em cada movimento, a redução ou não, do erro. O objeto é estabelecido no grupo onde a redução do erro associado é máxima.

A diminuição na soma de quadrados residual ao mover o objeto “ o ” pertencente ao grupo 1 para um grupo qualquer J é dada por (BASSAB, 1990):

$$L(o;J;1) = \frac{n(J)d^2[o,o^*(J)]}{n(J)+1} - \frac{n(1)d^2[(o,o^*(1))]}{n(1)-1} \quad (8)$$

onde $n(J)$ é o número de elementos do grupo J .

Ao transferir um objeto, havendo melhora na configuração do grupo como um todo, isto é, caso o valor de L seja negativo, mantém-se o objeto no grupo para o qual foi alocado e recalculam-se as médias dos aglomerados (centros) e os erros associados. O processo é finalizado quando nenhum ganho na distância residual é observado.

ESTUDO DE CASO

A análise multivariada conduzida neste estudo teve como base as informações levantadas pelo censo demográfico de 1991 (FIBGE, 1993). A base gráfica foi obtida junto ao Laboratório de Geoprocessamento da Fundação Oswaldo Cruz.

Foram analisados os municípios de Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti todos localizados na Baixada Fluminense e integrantes da Região Metropolitana do Rio de

Janeiro - RMRJ. É importante ressaltar que, à época do levantamento do censo demográfico base deste estudo, os municípios de Belford Roxo, Japeri e Queimados não estavam emancipados de seus municípios sede.

A seguir, são apresentadas algumas características socioeconômicas dos municípios da Baixada Fluminense. A Tabela 1 apresenta os dados referentes à população residente na região, discriminados por município.

Tabela 1. População da Baixada Fluminense.

Região Geográfica	População 1996	População 2000	Densidade Populacional
B. Fluminense	2.670.787	2.856.588	2.167,37
Belford Roxo	393.520	433.120	5.428,36
Duque de Caxias	712.370	770.865	1.659,25
Japeri	66.427	83.160	1.006,15
Nilópolis	155.190	153.572	8.016,66
Nova Iguaçu	801.036	915.366	1640,40
Queimados	108.531	121.688	1.564,09
S. J. de Meriti.	433.713	449.229	12.897,81

Fonte: IBGE, 2002.

Os serviços de saúde disponíveis à população residente na Baixada Fluminense são precários. A região dispõe de apenas 11,4% do total de hospitais credenciados ao Sistema Único de Saúde, 16,2% do total de internações em hospitais credenciados e 13,5% do total de unidades credenciadas (CIDE, 1997). Ainda segundo a mesma fonte, o índice médio de alfabetização dos moradores da Baixada Fluminense com 15 ou mais anos de idade é aproximadamente igual à média do estado e situa-se em torno de 90%. Esse percentual reduz-se a aproximadamente 50% quando consideradas faixas etárias superiores a 80 anos. Em relação aos mais jovens, o percentual de alfabetização é bastante elevado, podendo atingir os 95%.

Quanto aos rendimentos médios da região, MARTINS e PRATES (1997) afirmam que a Baixada Fluminense detém apenas 10% do total da renda familiar, apesar de apresentar aproximadamente 20% do total da população do estado. O rendimento médio do cidadão local está em torno de 1 salário mínimo. A média do estado é de 1,4 salários mínimos. Mais de 15% da população recebe vencimentos inferiores a meio salário mínimo. O percentual da população que recebe entre meio e dois salários mínimos é de 67%. Rendimentos superiores a dois salários eram

percebidos por aproximadamente 18,6% da população local, contra 32%, em média, da população do estado.

Informações levantadas pelo censo demográfico de 1991 (FIBGE, 1993) revelam que os percentuais de domicílios ligados à rede geral pública de esgotamento sanitário não alcançam 5% nos municípios de Belford Roxo, Japeri, Nilópolis, Nova Iguaçu e Queimados. Em Duque de Caxias, esse índice era de aproximadamente 30% e em São João de Meriti de 56%. O percentual de domicílios com fossa séptica na Baixada Fluminense varia entre 8%, em São João de Meriti, e 46% em Nova Iguaçu.

RESULTADOS E ANÁLISES

Como primeira aproximação, os dados contidos no censo demográfico de 1991 (FIBGE, 1993) permitiram a formação de quatro grandes blocos temáticos: demografia, escolaridade, habitação, renda e saneamento. Foram selecionadas, nesta etapa, cinquenta variáveis, base para o cálculo dos indicadores. Em seguida, foi realizada uma primeira análise das componentes principais para cada um dos temas. A seleção dos indicadores mais representativos foi decidida em função das duas primeiras componentes principais, que incorporam maior parte da variabilidade espacial e importância dos dados analisados. A primeira análise das componentes principais, conduzida por bloco temático, permitiu selecionar quatorze indicadores. A etapa seguinte consistiu em se efetuar uma segunda análise de componentes principais conduzida com todos os indicadores selecionados em bloco único.

A Tabela 2 apresenta a seleção final dos indicadores que foram utilizados como base para a análise de agrupamento conduzida na seqüência e suas respectivas componentes principais 1 e 2.

Os indicadores mostrados na Tabela 2 têm os seguintes significados:

RendaNomNorm - representa a renda nominal normalizada definida como a renda familiar levantada pelo IBGE normalizada com média igual a zero e desvio padrão 1;

IntCRede - representa o total de domicílios com canalização interna ligados à rede pública de água dividido pelo total de domicílios particulares permanentes;

RedEsg - representa o total de domicílios ligados à rede pública de esgotos dividido pelo total de domicílios particulares permanentes;

Fossas - total de domicílios com fossas sépticas dividido pelo total de domicílios particulares permanentes;

OutEsgotam - total de domicílios com outro tipo de esgotamento sanitário dividido pelo total de domicílios particulares permanentes;

ColRegLix - total de domicílios com coleta regular de lixo dividido pelo total de domicílios particulares permanentes.

Tabela 2. Indicadores: Seleção final

Indicadores	D. Caxias		Nilópolis		Nova Iguaçu		S.J. Meriti	
	Comp1	Comp2	Comp1	Comp2	Comp1	Comp2	Comp1	Comp2
RendaNomNorm	0,910	-0,385	0.982	-	0.918	0,381	0,959	-0,260
IntCRede	0,170	0,398	NS		0,149	0,459	-	0,157
RedeEsg	0,213	0,501	NS		NS		0,140	0,725
Fossas	NS		NS		0,196	0,546	NS	
OutEsgotament	NS		-	0,979	NS		NS	
ColRegLix	0,247	0,551	IS	IS	0,242	0,524	0,158	0,509

NS - Indicador não selecionado

IS – Indicador selecionado

As Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam a distribuição espacial de alguns dos indicadores selecionados para os quatro municípios estudados.

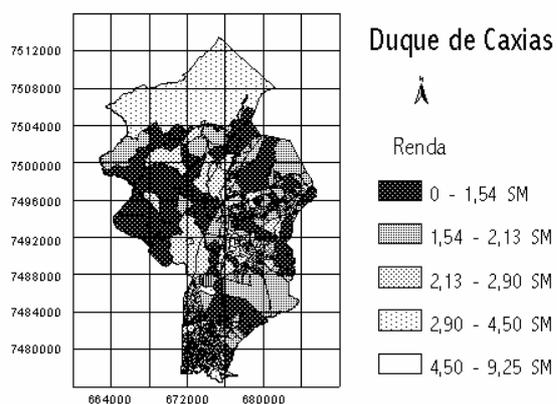


Figura 1: Duque de Caxias - Distribuição do indicador RendaNomNorm

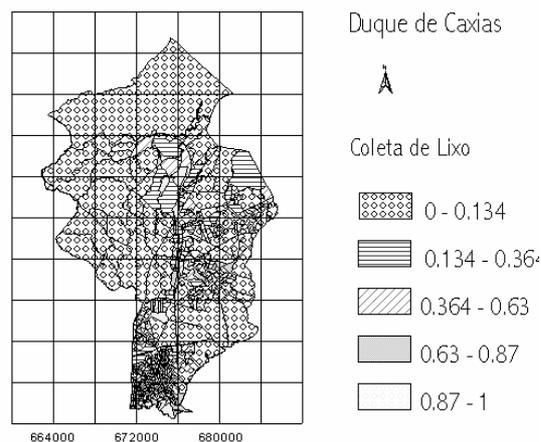


Figura 2: Duque de Caxias - Distribuição do indicador ColRegLix

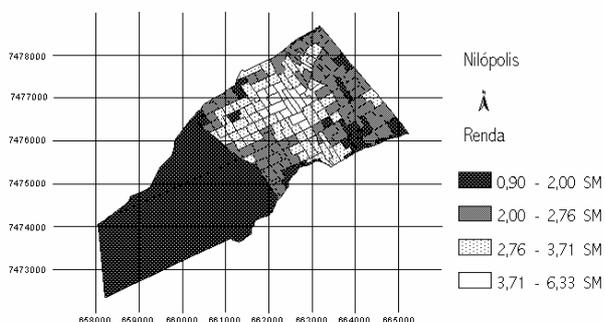


Figura 3: Nilópolis - Distribuição do indicador RendaNomNorm

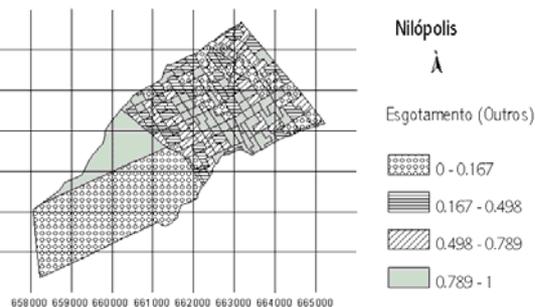


Figura 4: Nilópolis - Distribuição do indicador OutEsgotam

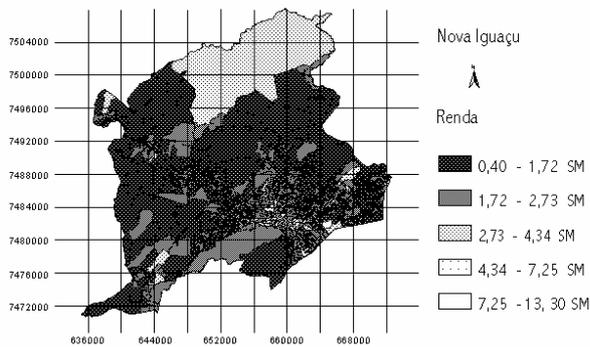


Figura 5: Nova Iguaçu - Distribuição do indicador RendaNomNorm

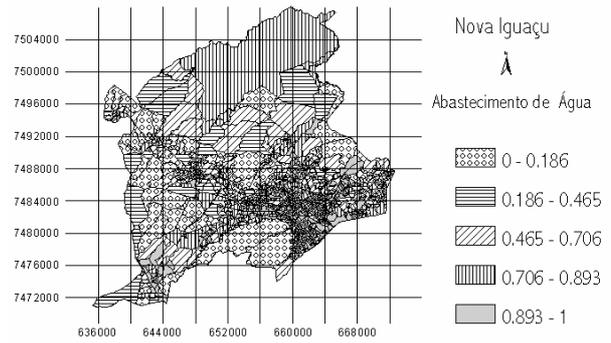


Figura 6: Nova Iguaçu - Distribuição espacial do indicador IntCRede

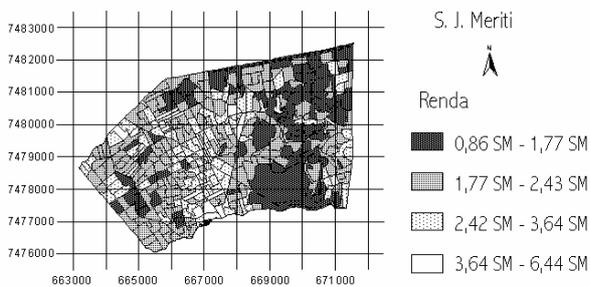


Figura 7: S. J. de Meriti - Distribuição do indicador RendaNomNorm

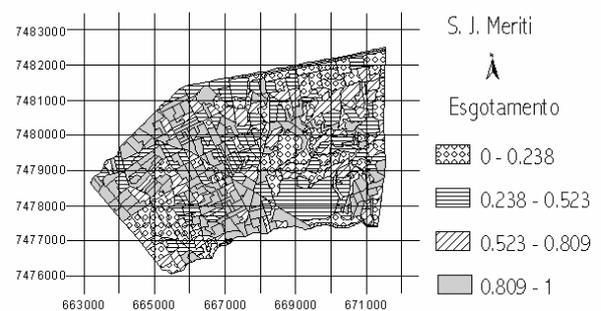


Figura 8: S. J. de Meriti - Distribuição do indicador RedEsg

A distribuição espacial do indicador de renda (RendaNomNorm) do município de Duque de Caxias, apresentada na Figura 1, mostra que aproximadamente 90% dos setores censitários pesquisados enquadram-se nas três primeiras faixas de renda (até 2,90 salários mínimos). A faixa de renda mais elevada, entre 4,50 a 9,25 salários mínimos, fica restrita a aproximadamente 10 setores situados ao sul do município. A menor faixa de salários recobre aproximadamente 30% do município.

A espacialização do indicador coleta de lixo (ColRegLix) no município de Duque de Caxias demonstra absoluta necessidade de implementação de um gerenciamento integrado de resíduos sólidos. A Figura 2 mostra que aproximadamente 85% dos setores censitários estudados no município apresentam percentuais de coleta inferiores a 15%, o que representa uma total inexistência da implementação de políticas públicas relacionadas à gestão de resíduos sólidos urbanos.

Quanto ao município de Nilópolis, observa-se, na distribuição do indicador de renda apresentado na Figura 3, que cerca de 16 setores censitários situam-se na faixa mais elevada de renda familiar, entre 3,71 e 6,33 salários mínimos, o que representa aproximadamente 11% dos setores pesquisados. No extremo oposto de rendimentos, verifica-se que em torno de 20% dos setores foram enquadrados na faixa até 2 salários mínimos. Quanto ao indicador OutEsgotam, representado por domicílios cujo esgotamento não era implementado por rede pública ou fossas sépticas, observa-se na Figura 4 que praticamente metade do município não contava com este tipo de serviço sanitário. Esta conclusão é ratificada ao se observar a extensa área municipal correspondente à faixa mais elevada do indicador.

Observa-se na Figura 5, através do indicador de renda do município de Nova Iguaçu, que a faixa de salários correspondente ao intervalo entre 0,40 e 1,72 salários mínimos está distribuída por aproximadamente 60% de toda a área do município. Do total de 1162 setores censitários, apenas 53 setores, enquadraram-se nas duas faixas de salários mais elevadas. Pode-se concluir, assim, que 95% dos setores percebem até 4,34 salários mínimos mensais no município de Nova Iguaçu.

Quanto ao abastecimento municipal de água do município de Nova Iguaçu, a Figura 6 mostra que os maiores índices abastecimento público de água encontram-se na região sudeste do município, com percentual de domicílios conectados à rede de abastecimento e com ligação interna de água situados na faixa entre 89% e 100%. Observa-se que porções significativas da área do município apresentam índices que variam entre 0% e 70% de abastecimento.

Observa-se, na Figura 7, indicador de renda do município de São João de Meriti, que apenas 8 setores censitários percebem renda entre 3,64 e 6,44 salários mínimos mensais, a faixa mais elevada do indicador. Este intervalo refere-se a aproximadamente 2,2% do total de setores pesquisados. A faixa mais baixa de salários, até 1,77 salários mínimos, encontra-se distribuída na sede do município preponderantemente. A Figura 7 mostra que a maioria absoluta dos setores estudados foram enquadrados nas duas faixas de renda mais baixas, entre 0 e 2,43 salários mínimos mensais.

A Figura 8 apresenta a distribuição espacial do indicador referente ao esgotamento sanitário realizado por rede pública no município de São João de Meriti. Nota-se uma carência efetiva deste serviço em extensas regiões do município, com índices inferiores a 50%. Os domicílios com percentuais mais elevados de coleta, acima de 81%, encontram-se na região centro-sul do município.

A classificação econômico-sanitária dos setores censitários dos quatro municípios estudados foi implementada, na seqüência, tendo como base os indicadores selecionados para cada um deles. Foi utilizado o pacote estatístico S-Plus (LUCENT, 1998). Foram definidas quatro classes socioeconômicas.

A Tabela 3 apresenta as médias das quatro classes socioeconômicas estabelecidas pela classificação multivariada para cada um dos municípios estudados.

Tabela 3: Médias dos indicadores das classes socioeconômicas dos municípios estudados segundo a classificação

Município	Classes	Renda*	Água	Esgotamento	Resíduos
	Alta	4,195	0,987	0,832	0,924
Duque de Caxias	Média	1,123	0,926	0,628	0,902
	Média Baixa	0,008	0,904	0,457	0,839
	Baixa	-0,593	0,440	0,017	0,152
	Alta	3,255	NS	0,062	0,999
Nilópolis	Média	1,467	NS	0,497	0,997
	Média Baixa	0,210	NS	0,587	0,977
	Baixa	-0,788	NS	0,500	0,854
	Alta	5,235	0,988	0,743	0,970
Nova Iguaçu	Média	1,702	0,978	0,865	0,936
	Média Baixa	0,106	0,919	0,710	0,727
	Baixa	-0,521	0,531	0,196	0,137
	Alta	3,970	0,995	0,868	0,993
São João de Meriti	Média	0,966	0,984	0,754	0,854
	Média Baixa	-0,095	0,952	0,555	0,721
	Baixa	-0,993	0,810	0,374	0,426

* Indicador normalizado: média = 0 e desvio padrão = 1

NS – Indicador não selecionado para o município

Observa-se, na Tabela 3, que as médias mais elevadas dos indicadores de renda e sanitários referem-se à classe socioeconômica alta. No extremo oposto encontram-se as médias da classe baixa. Entre ambos os extremos, encontram-se as classes média e média baixa.

As Figuras 9, 10, 11 e 12 apresentam a distribuição espacial dos quatro grupos estabelecidos para os municípios estudados.

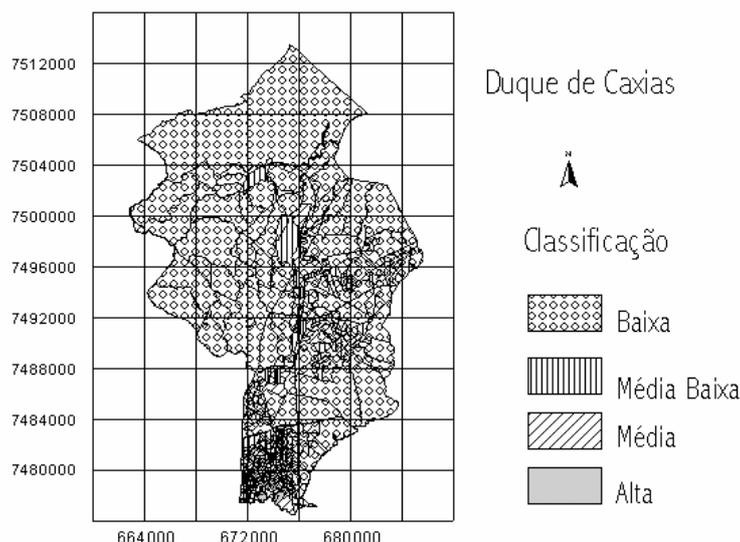


Figura 9: Município Duque de Caxias – Classificação Econômico-Sanitária

A observação da Figura 9 permite concluir que quase a totalidade dos setores foram enquadrados em classificação inferior a média. Apenas 2,3% dos setores enquadraram-se na classe socioeconômica alta.

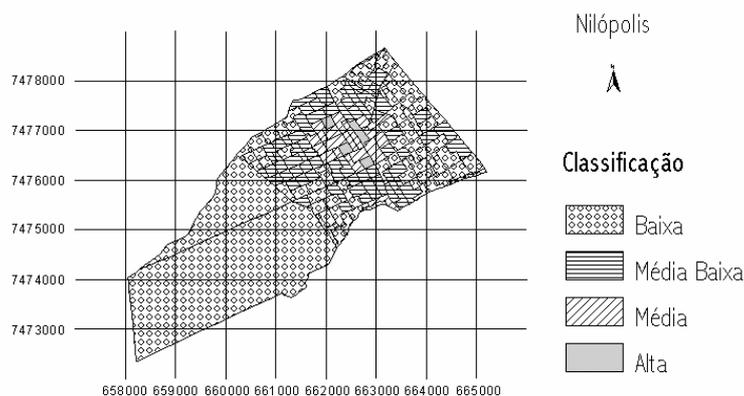


Figura 10: Município Nilópolis – Classificação Econômico-sanitária

A observação da Figura 10 permite concluir que aproximadamente 80% dos setores foram enquadrados nas classes socioeconômicas baixa ou média baixa. Apenas 22 dos 148 setores analisados foram incluídos nas classes alta e média alta.

Com relação à Figura 11, percebe-se que a cerca de 50% dos setores censitários do município de Nova Iguaçu enquadraram-se na classificação socioeconômica baixa com todas as carências nela representadas pelas médias estabelecidas na Tabela 4. Apenas 19 setores, cerca de 1,6% do total analisado, foram classificados como classe alta.

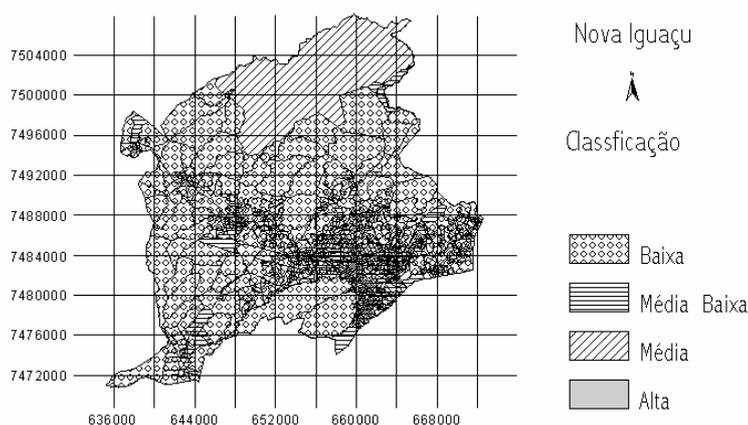


Figura 11: Município Nova Iguaçu – Classificação Econômico-sanitária

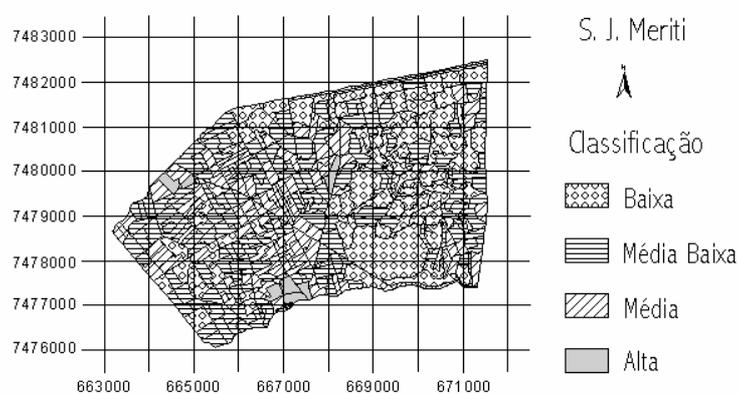


Figura 12: Município S. J. Meriti – Classificação Econômico-sanitária

A Figura 12 apresenta a distribuição espacial das classes socioeconômicas do município de São João de Meriti. Verifica-se que apenas 7 setores censitários, de um total de 353 setores analisados, enquadraram-se na classe alta, com os melhores indicadores de saneamento e renda. Pode-se concluir, portanto, que a maioria absoluta da área do município está classificada com parâmetros iguais ou inferiores àqueles referentes à classe média. Observa-se que aproximadamente 30% dos setores foram incluídos na faixa correspondente à classe baixa, com as maiores carências de serviços de saneamento e de renda.

CONCLUSÕES

Este trabalho desenvolveu uma classificação socioeconômica dos municípios de Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti, localizados na Baixada Fluminense. Foram utilizadas as informações levantadas pelo censo demográfico de 1991 como base para a realização de uma análise multivariada enfatizando o estudo de indicadores através do método das componentes principais.

Após a seleção qualitativa de 50 variáveis iniciais foi empregada, na seqüência, por duas vezes consecutivas, a técnica denominada análise das componentes principais como instrumento para a seleção dos principais indicadores relacionados ao desenvolvimento da região dando ênfase especial aos indicadores econômicos e sanitários. Foram selecionados para os municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu e São João de Meriti um total de 4 indicadores sendo um de renda familiar e três sanitários. Para o município de Nilópolis apenas dois indicadores sanitários e um econômico (renda familiar) foram selecionados. Após esta seleção procedeu-se à análise multivariada com intuito de agregar grupos de setores similares em termos socioeconômicos.

Após a formação dos agrupamentos observou-se, para os quatro municípios estudados, que os grupos com maior renda nominal familiar normalizada (RendaNomNorm) apresentavam os melhores indicadores de saneamento. No extremo oposto, observou-se que os grupos com os menores indicadores de renda apresentavam os piores indicadores de saneamento. Entre esses dois extremos, observou-se dois grupos com rendas familiares medianas e serviços públicos de infra – estrutura sanitária precários.

Observou-se uma insuficiência bastante acentuada em relação aos serviços de saneamento (água, coleta de esgoto e coleta de resíduos sólidos urbanos), por toda a extensão dos municípios estudados, independentemente dos rendimentos observados.

Finalmente, é importante ressaltar que este estudo pretende comparar dois momentos do desenvolvimento da Baixada Fluminense – entre os anos de 1991 e 2000 – intercalados por ações governamentais implementadas pelos governos locais e estadual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AFIF, A.A., CLARK, V., 1999, Computer Aided Multivariate Analysis. Second Edition. Chapman&Hall,
- 2) ARCVIEW / ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE INC, 1996, GIS, the Geographic Information System for Everyone – United States
- 3) BASSAB, W.O., MIAZAKI, E.S., ANDRADE, D.F., 1990, Introdução à Análise de Agrupamentos. 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. Instituto Militar de Engenharia, Universidade de São Paulo.
- 4) CHATFIELD, C., Collins, A.J., 1995, Introduction to Multivariate Analysis. Ed. Chapman & Hall.
- 5) CIDE, Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro, 1997. Baixada Fluminense. Aspectos sócio-demográficos Atividades Econômicas.
- 6) DILLON, W.R., Goldstein, M., 1984, Multivariate Analysis. John Wiley and Sons, Inc., United States.

- 7) FIBGE/Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. Censo demográfico de 1991 – Resultado do universo relativo às características da população e dos domicílios, Rio de Janeiro.
- 8) IBGE / Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2002. Resultados preliminares do Universo.
- 9) LUCENT TECHNOLOGIES, INC., 1998, *S-Plus 4.5*, Professional Release, United States.
- 10) MARTINS, L.G., PRATES, J.E., 1997, Perfil Orçamentário dos Municípios da Baixada Fluminense em 1997. Observatório de Políticas Urbanas e Gestão Municipal. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional, UFRJ.
- 11) PNUD, IPEA, IBGE e FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997, Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, Projeto Bra/97/007
- 12) SEDUR, 1990, Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano. Programa de Ação Integrada. Secretaria de Estado, Governo do Estado do Rio de Janeiro.
- 13) TEIXEIRA, A.L.F., 2001. Análise Espacial de Indicadores Socioeconômicos Aplicada à Gestão na Área de Saneamento. Tese M.Sc. COPPE/UFRJ.