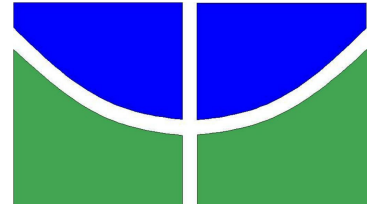


Universidade de Brasília  
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade – FACE  
Departamento de Economia

Programa de Pós-Graduação em Economia



MESTRADO EM GESTÃO ECONÔMICA DO MEIO AMBIENTE

CIDADES MENORES APRESENTAM MAIS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO QUE AS GRANDES?  
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

PRISCILA BRAGA SANTIAGO

BRASÍLIA –DF

2012

PRISCILA BRAGA SANTIAGO

CIDADES MENORES APRESENTAM MAIS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO QUE AS GRANDES?

UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia, Gestão Econômica do Meio Ambiente, da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação – FACE, Departamento de Economia, Universidade de Brasília – UnB.

**Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição**

BRASÍLIA – DF

2012

PRISCILA BRAGA SANTIAGO

CIDADES MENORES APRESENTAM MAIS BENEFÍCIOS AMBIENTAIS DO QUE AS GRANDES?  
UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Zuchi da Conceição – Orientador

Prof. Dr. Jorge Madeira Nogueira – Examinador interno

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Torres - Examinador interno

BRASÍLIA – DF

2012

Aos meus pais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte desse trabalho e me agregaram valor durante o mestrado. Em especial agradeço aos meus pais, por me amarem, me apoiarem e acreditarem em mim incondicionalmente; ao Alfredo por ter me ajudado a realizar os testes estatísticos e por ter me dado força quando eu estava quase desistindo; ao Dr. Sandro Melin e à minha prima, Dra. Luciana Campos, por eu estar viva; e ao Professor Jorge que é responsável, direta ou indiretamente, por todo meu conhecimento sobre a teoria e a prática da economia.

*“The real voyage of discovery consists not in seeking new landscapes, but in having new eyes.”*

*(Marcel Proust)*

## **RESUMO**

O objetivo desta dissertação é explorar a relação entre aglomerados econômicos, tamanho das cidades e externalidades ambientais negativas. Portanto, contribui-se para esclarecer a controvérsia sobre o tamanho ótimo das cidades, a qual está concentrada na realidade das nações desenvolvidas. Enfatiza-se dimensões ambientais relacionadas a este debate, focando em aglomerações urbanas de países em desenvolvimento. Em ordem para fazer isto, testa-se a hipótese de que cidades pequenas apresentam indicadores de qualidade ambiental melhores do que grandes centros urbanos. A tentativa de rejeitar esta hipótese se baseia em dados de mais de 600 cidades do estado de São Paulo, Brasil, incluindo a capital do estado, São Paulo, uma das maiores cidades no mundo, com mais de 11 milhões de habitantes. Usa-se técnicas de análise multivariada de clusters e análise de fatores com diversos indicadores ambientais – para qualidade da água, eliminação e controle de resíduos sólidos – e um indicador de qualidade de vida agregado, similar ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). O resultado do trabalho rejeita a hipótese de que cidades pequenas em uma realidade de país em desenvolvimento sejam mais ambientalmente sustentáveis do que cidades grandes.

JEL: Q5, Q53, R1, R11

Palavras chave: externalidades ambientais, tamanho das cidades, economias de aglomeração, economia do meio ambiente

## **ABSTRACT**

The objective of this essay is to explore the relationship between economics of agglomeration, city sizes and negative environmental externalities. Therefore, we contribute to illuminate the controversy on optimal city size, which has been much more concentrated on the reality of developed nations. We emphasize environmental dimensions related to this debate focusing on developing country urban agglomerations. In order to do so we test the hypothesis that smaller cities present better environmental quality indicators than bigger urban centres. Our tentative of rejecting this hypothesis was based upon data on more than 600 cities in the state of São Paulo, Brazil, including its capital city of São Paulo, one of the largest cities in the world with more than 11 million inhabitants. We used cluster and factorial techniques for a multivariable analysis with several environmental indicators - for water qualities and solid waste disposal and management – and an aggregated quality of life indicator very similar to the Human Development Indicator (HDI). Our results reject the hypothesis that smaller cities in a developing country reality are more environmentally sustainable than bigger cities.

JEL Codes: Q5, Q53, R1, R11

Key words: environmental externalities, city sizes, economics of agglomeration, environmental economics

## Sumário

<b>Capítulo 1: Introdução .....</b>	<b>10</b>
1.1. Formulação do Problema .....	10
1.2. Justificativa .....	11
1.3. Objetivo.....	13
1.4. Estrutura da Dissertação .....	13
<b>Capítulo 2: Economia Espacial e Regional.....</b>	<b>14</b>
2.1. Conceitos relevantes .....	14
2.1.1. Economia Espacial .....	14
2.1.2. Economia Regional.....	15
2.1.3. Região .....	16
2.2. A economia clássica e o espaço .....	17
2.3. As teorias de localização e ocupação do espaço .....	18
2.3.1. Von Thünen .....	18
2.3.2. Weber – teoria de localização da indústria .....	22
2.3.3. Lösh – ordem espacial .....	24
2.3.4. Perroux – Pólos de Crescimento.....	26
2.3.5. Nova Economia Geográfica (NEG) .....	28
<b>Capítulo 3: Cidades, economias de aglomeração, externalidades e meio ambiente.....</b>	<b>31</b>
3.1. O porquê das cidades existirem .....	31
3.1.1. Economias de aglomeração .....	32
3.1.2. Deseconomias de aglomeração: as externalidades negativas .....	34
3.2. Aglomeração e meio ambiente.....	36
3.3. O tamanho ótimo das cidades.....	38
3.3.1. Are compact cities environmentally friendly? (Carl Gaigne Riou and Jacques-François Thiesse - 2011).....	40
<b>Capítulo 4: Métodos e Procedimentos .....</b>	<b>42</b>
4.1. Área de estudo: o Estado de São Paulo e seus municípios .....	42
4.2. Indicadores: caracterização e fonte de dados.....	43
4.2.1. Os tipos de indicadores ambientais.....	44



4.3. Método estatístico: análises de agrupamento (cluster) e fatorial.....	51
4.3.1. Análise de agrupamento (cluster).....	51
4.3.2. Análise fatorial - construção de um indicador de qualidade municipal (IQM) .....	52
<b>Capítulo 5: Resultados e Análises.....</b>	<b>54</b>
5.1. Análise de Cluster - Resultados e Análises .....	54
5.2. Análise de Fatorial - Indicador de Qualidade Municipal.....	87
<b>Conclusão .....</b>	<b>97</b>
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>99</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>106</b>

## Capítulo 1: Introdução

A população mundial urbana crescerá de 2,86 bilhões em 2000 para cerca de 5 bilhões em 2030. Deste incremento estima-se que os países de alta renda participem apenas com 28 milhões de pessoas. Estudos do Programa das Nações Unidas para Assentamentos Urbanos apontam que a taxa mundial de crescimento urbano é de 1,8% a.a., enquanto a referente às regiões rurais é de 0,1% a.a. (UN-HABITAT, 2005).

Considerando a expansão das áreas urbanas e o aumento da população nesses espaços, surgem questões relacionadas a definição de uma melhor forma de organização e desenvolvimento desses centros. Para especialistas do Banco Mundial (2009a) um dos elementos fundamentais na estratégia de desenvolvimento é o apoio aos governos locais e o desenvolvimento de cidades verdes, iniciativas destinadas a preparar o espaço urbano para os impactos ambientais do presente e do futuro. Já pesquisadores das ONU destacam que as cidades não são apenas os *loci* de produção, mas também são os *loci* de impactos mais importantes da globalização e, portanto, os locais de mudança e expectativas para o futuro. Menosprezar áreas urbanas pode inadvertidamente colocar o futuro social, ambiental e econômico dos países em risco.

Existe um consenso entre formuladores de políticas públicas e instituições que cidades menores são mais adequadas para manter a qualidade ambiental dos centros urbanos. Desta forma, pode-se concluir que cidades grandes são não desejáveis do ponto de vista ambiental e que a organização espacial que se percebe é a pior possível para a sustentabilidade. A aglomeração urbana aumenta a emissão de gases de efeito estufa, mas por outro lado diminui a emissão decorrente do transporte de comércio entre cidades.

A análise econômica tradicional defende que o tamanho da cidade está diretamente relacionado à disponibilidade de recursos. Ao mesmo tempo a teoria de economia urbana sugere que à medida que as cidades crescem os benefícios da aglomeração diminuem e as deseconomias crescem rapidamente. Entretanto, estudos recentes, como o desenvolvido por Au e Henderson (2006), desenvolvidos para cidades americanas e asiáticas sugerem que a organização em grandes cidades é mais adequada para a promoção da conservação ambiental. A argumentação se baseia no fato de que tais cidades, por possuírem maior concentração de renda, destinam um volume maior de recursos para o tratamento da questão ambiental. A clara diferença das condições regionais induz a seguinte pergunta: seria o fato verificado no Brasil? Desta forma, este trabalho busca avaliar, para o Brasil, especificamente para o estado de São Paulo, se existe uma relação direta entre tamanho de um município e a qualidade ambiental.

### **1.1. Formulação do Problema**

O mundo está cada vez mais urbano e as cidades cada vez maiores. As cidades consideradas grandes vem aumentando tanto no tamanho quanto em número no território brasileiro. O aumento da densidade populacional e intensificação da atividade econômica geram efeitos indesejáveis ao bem estar da população e do meio ambiente. Os efeitos mais evidentes são os congestionamentos e a poluição do ar, mas não são os únicos efeitos negativos da aglomeração populacional.

Análises espaciais e ambientais são minoria em economia, sendo delegadas outras ciências como geografia, agricultura, biologia, engenharia e arquitetura. Hotelling (1929) foi provavelmente um dos primeiros a introduzir a variável espacial à análise econômica. Porém, mesmo quando considerando a dimensão espacial os economistas o fazem dando ênfase a questões relacionadas à indústria, energia, telecomunicações e transportes.

Por que não pensar espacialmente acerca da disponibilidade de recursos naturais e da gestão do meio ambiente? Esta é uma preocupação que tomou destaque recentemente entre os economistas. Um dos primeiros trabalhos tratando espacialmente a variação da poluição em áreas urbanas foi apresentado em 1967 por Ridker e Henning.

Atentos ao desenvolvimento urbano e as questões ambientais Gaigne e Thisse (2011) desenvolveram o trabalho "Are compact cities environmentally friendly?". Para a análise os autores utilizaram o sistema de transportes para mensurar o custo ambiental e financeiro de grandes e pequenas cidades. O transporte foi escolhido dado que, segundo estudos, a movimentação de pessoas e *commodities* é responsável por cerca de 30% do total das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, desse volume, 80% são originários de carros particulares. Considerando que a eficiência energética não é suficiente para solucionar o problema de poluição e de danos ambientais ao meio ambiente, os autores advogam que a redução das distâncias percorridas reduz a emissão de gases. Os autores concluem, com o modelo desenvolvido, que cidades grandes e policêntricas são mais eficientes em termos ambientais que cidades compactas.

Tendo como provocação o trabalho de Gaigne e Thisse (2011) e as diversidades observadas em países em desenvolvimento, especialmente o Brasil este trabalho se propõe a testar a hipótese de que cidades compactas apresentam melhor qualidade ambiental que os grandes centros urbanos. Diferentemente do apresentado pelos autores, este trabalho considerou outros impactos ambientais que não a poluição do ar. Para tanto o uso de indicadores ambientais se mostra mais adequado por possibilitar uma análise ampla, mas facilmente compreendida. Dado a ausência de dados para o país e a baixa confiabilidade dos existentes, optou-se por avaliar a hipótese apenas para as cidades do estado de São Paulo.

## **1.2. Justificativa**

As aglomerações urbanas nada mais são que a concentração espacial das atividades econômicas em cidades. Uma razão para que elas ocorram é a existência de retornos crescentes de escala, conhecidos como economias de aglomeração. Evidências indicam que existem tanto economias de urbanização, associadas ao tamanho das cidades, quanto economias de localização, associadas ao *cluster* industrial (STRANGE, 2008). A existência de cidades pode ser dita um fenômeno mundial que foi tomando importância maior com o desenvolvimento econômico da sociedade. Um fator fundamental para essa nova estrutura organizacional foi a divisão do trabalho e especialização de atividades (FUJITA e THISSE, 2002).

Aglomeração espacial da atividade econômica e crescimento econômico são processos difíceis de serem separados. A emergência e domínio da concentração espacial da vida econômica é um dos fatos apontados por Kuznets como um dos determinantes do crescimento econômico. A correlação entre atividade econômica e aglomeração foi relatada por diversos autores, entre eles Hohenberg e Lees (1985), Henderson (1988) e

Fujita e Thisse (1996), principalmente no que se refere à estreita relação entre indústria e adensamento populacional (BALDWIN, FORSLID, MARTINS, OTTAVIANO e ROBERT-NICOUD 2003).

Fujita, Krugman e Venables (2002) destacam que apesar da importância econômica da organização espacial este tema vem sendo desprezado pela maioria dos economistas. Quando estes o fazem utilizam os modelos locacionais criados por Von Thuner (1826), orientados para a explicação da ocupação da terra em regiões urbanas. Mesmo reconhecendo a importância e a eficiência em analisar o uso da terra que circunda a cidade que o modelo dos anéis de Thuner tem, Fujita, Krugman e Venables (2002) afirmam que esse possui grandes limitações, pois toma o tamanho da conurbação urbana como um variável exógena.

Além das economias de aglomerações provenientes do adensamento populacional (aumento da densidade populacional) é preciso lembrar que o adensamento populacional traz consigo problemas inerentes como, por exemplo, congestionamento, desgastes ambientais, bem como questões sociais, por exemplo, a existência de favelas e guetos que acabam agravando os problemas das sociedades urbanas (BANCO MUNDIAL, 2009a).

O relatório sobre o desenvolvimento mundial do Banco Mundial, A Geografia Econômica em Transformação (2009b), destaca que a produção se concentra em grandes cidades, províncias avançadas e países ricos. Afirma ainda que metade da produção mundial está concentrada em 1,5% do território mundial e que, no caso do Brasil, 15% do território produz mais da metade do PIB. O relatório discute as experiências de urbanização e integração regional entre os diversos países e a importância dessa concentração para o modo de produção, porém este não aborda as questões ambientais. Afirma que a especialização da produção e a redução dos custos de transporte que viabilizam as grandes cidades podem apresentar um custo ambiental, mas que esses não são foco da análise daquele Relatório do Banco Mundial.

Até a década de 1960 os economistas pouco, ou nada, se preocupavam com a questão ambiental. Foram desenvolvidos muitos modelos complexos de equilíbrio geral, mas nenhum deles incorporava a questão ambiental em suas premissas. Essa abordagem nos sugere que o sistema econômico é auto-suficiente, ou seja, não opera trocas de matéria ou energia com o meio ambiente. Para Mueller (2007), essa é uma hipótese implícita de dívidas gratuitas da natureza que faz parte tanto da economia neoclássica quanto da marxista, em seus ramos convencionais.

A partir do final da década de 1960 surgiram e firmaram-se correntes de pensamento da economia do meio ambiente. Os fatores que mais contribuíram para essa transformação foram a acentuada poluição nas economias industrializadas (pós II Guerra Mundial), os choques do petróleo da década de 1970 e a publicação das projeções catastróficas do Clube de Roma em 1972 (MUELLER, 2007).

Os economistas que se dedicam a compreensão da interface economia meio ambiente tem buscado definir políticas mais amplas que analisem a sensibilidade ambiental no tocante as atividades econômicas (ESTY e CORNELIUS, 2001). Apesar do crescimento da preocupação ambiental entre economistas há ainda aqueles que argumentam que questões ambientais devem ser mantidas fora do âmbito de decisões e considerações econômicas.

Considerando o exposto, a inegável relação entre meio ambiente e economia, além da existência de políticas públicas orientadas a incentivar a desconcentração urbana este trabalho se justifica pela necessidade de se

avaliar a sustentabilidade da expansão das aglomerações urbanas. A relevância da análise está na necessidade de se garantir que as decisões tomadas acerca dos planos de desenvolvimento econômico levem em consideração o impacto ambiental. Assim, a análise é útil como insumo na tomada de decisão de planejadores de políticas públicas para que se maximize o bem estar da sociedade.

### **1.3. Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo avaliar a hipótese de que cidades maiores são melhores organizações espaciais no que se refere a qualidade ambiental desfrutada pela população. Assim, a pergunta que se pretende responder, para o estado de São Paulo, é a seguinte: Cidades menores apresentam mais benefícios ambientais do que as grandes?

Para tanto, propõe-se o uso da análise multivariada de clusters e de fatores de modo a identificar a relação entre o tamanho das cidades e o nível de qualidade das variáveis selecionadas. Possibilitando, desta forma, uma comparação entre municípios grandes e pequenos no que se refere à qualidade ambiental. Para que tal análise seja possibilitada, indicadores ambientais serão utilizados como medida de qualidade.

### **1.4. Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos. Os capítulos são apresentados em uma ordem que permita a construção do conhecimento necessário para a solução do questionamento que intitula esta dissertação. Esta introdução tem por finalidade apresentar o contexto, a motivação, a problemática e o objetivo do estudo.

O capítulo 2 apresenta a abordagem econômica do espaço, sua origem, principais conceitos, evolução e algumas das principais teorias desenvolvidas. O capítulo 3 apresenta uma revisão bibliográfica sobre a existência de aglomerações urbanas, suas origens, benefícios e malefícios, além de evidenciar a grande correlação entre os estudos espaciais e ambientais.

O capítulo 4 apresenta, por sua vez, o objeto de estudo – municípios do estado de São Paulo -, os indicadores ambientais utilizados neste trabalho, bem como a fonte dos dados, e a metodologia utilizada para a análise dos resultados ambientais apresentados para cada um dos municípios, a saber: análise de cluster e de fatores.

O capítulo 5 descreve os resultados obtidos e as análises pertinentes a fim de viabilizar a solução da proposta apresentada como motivadora deste trabalho. São descritos os resultados obtidos para as duas técnicas empregadas e as dificuldades encontradas em cada uma das simulações. Por fim, a conclusão analisa os resultados a luz da teoria econômica, regional e ambiental. Nesta seção são apresentadas, ainda, sugestões para trabalhos futuros.

## Capítulo 2: Economia Espacial e Regional

A economia espacial e a regional fornecem elementos substanciais para o entendimento dos processos de consolidação das atividades e da forma de ocupação nas regiões. A concentração do capital e a aglomeração das atividades econômicas em poucas localizações geográficas distribuídas de forma heterogênea são problemas centrais da Economia Espacial e Regional. Desta forma, podemos considerar que problemas de desenvolvimento, planejamento e meio ambiente são, também, problemas de localização.

Apesar de sua grande relevância para a atividade econômica a dimensão espacial foi, de fato, incorporada ao arcabouço econômico depois de uma revolução promovida pela escola econômica alemã que defendeu a aplicação adaptada das leis econômicas à realidade dos países e regiões de forma a fornecer interpretações econômicas mais adequadas. Membros da Escola Histórica Alemã como Wilhelm Roscher e A. Schäffle se dedicaram, na segunda metade do século XIX, à enumeração dos fatores locais peculiares a cada país, em cada época, e que explicariam as vantagens comparativas de um país ou região para que ali se localizassem atividades produtivas (PONSARD, 1958).

### **2.1. Conceitos relevantes**

#### 2.1.1. Economia Espacial

A economia espacial se refere à análise das questões: “o que” está “onde” e “por quê” (HOOVER, 1970). A economia espacial avalia os tipos específicos de atividade econômica, sua localização em relação a outras atividades. Desta forma, os principais questionamentos feitos pela economia espacial são relativos à proximidade, concentração e semelhanças da distribuição geográfica da atividade econômica.

Friedmann (1963) afirma que a análise espacial pode ser dividida em duas vertentes: análise locacional (urbana) e análise regional. A análise locacional teria um viés microeconômico e se utilizaria de conceitos como preços relativos, custos mínimos, eficiência alocativa e maximização da utilidade. Já a análise regional seria macroeconômica. Os aspectos avaliados seriam, de forma geral, agregados econômicos, avaliados para uma região representativa que estabelece relações com outras regiões.

Boudeville (1966) apresenta de forma bastante interessante como podem ser realizadas análises micro e macroeconômicas considerando o espaço. Para esse autor as análises possuem, de fato, dois sentidos: horizontal e vertical. A análise horizontal – descrição - define as regiões como: homogêneas, polarizadas ou planejadas. Já a análise vertical é feita de forma micro ou macroeconômica. O Quadro 1, apresentado por Boudeville, resume as possibilidades de análise.

Descrição	Análise Microeconômica	Análise Macroeconômica
região homogênea	existência de mercados presentes e potenciais	estudo da distribuição regional do trabalho
região polarizada	estudo das relações entre firmas e suas subsidiárias	regiões sobre influência de diferentes metrópoles
região planejada	programação linear para firmas	desenvolvimento de bacias hidrográficas

**Quadro1: possibilidades de análise regional**

Fonte: BOUDEVILLE, 1966

Fujita, Krugman e Venables (2002), em conformidade com o apresentado anteriormente, afirma que as economias urbana (locacional) e a regional tratam o mesmo assunto, mas foram modeladas de forma diferenciada. O autor afirma que a economia urbana se desenvolveu como parte da economia convencional e, por isso, é marcada por uma análise meticulosa e matematizada, mas extremamente isolada. Não foram considerados, por exemplo, assuntos como a escolha da localização das cidades e as relações estabelecidas com outras cidades. Já a economia regional se preocupou com a inter-relação entre os espaços e o impacto dessas na economia agregada, perdendo o foco, em muitos casos, da maximização apresentada pela abordagem clássica.

### 2.1.2. Economia Regional

*“No fully satisfactory way of classifying regional studies was found... Regional studies tend to deal with many features and often involve the use of several academic disciplines. Thus no general system of classification can be expect to provide self-contained categories; there is inevitable spillover.”*

Dubey, 1970, p. 25

De fato, as definições para a Economia Regional são várias, bem como as definições de suas variáveis fundamentais. Apesar de envolver muitas áreas de estudo, esta vertente da economia pode ser bem diferenciada das demais áreas do conhecimento dadas suas preocupações e hipóteses básicas.

O próprio Dubey (1970), posteriormente, define a ciência da seguinte forma: “É o estudo da diferenciação e inter-relação de áreas em um universo, onde os recursos estão distribuídos desigualmente e são imperfeitamente móveis, com ênfase particular na aplicação ao planejamento dos investimentos em capital social básico, para mitigar os problemas sociais criados por essas circunstâncias”.

Para Meyer (1963) a Economia Regional é o estudo, do ponto de vista econômico, das diferentes relações das áreas em um universo heterogêneo no que se refere à distribuição de recursos. Já Isard (1975) defende

que a Economia Regional é a ciência que busca responder à seguinte pergunta: Por que as coisas estão onde estão? O foco seria, portanto, na localização, na área urbana, na disponibilidade de recursos, nas rotas de transportes e em seus sistemas. Assim, podemos entender, segundo as palavras de Isard, que:

*“Regional science, obviously, is about regions. But a region is not a merely an arbitrarily demarcated area; rather, it is an area that is meaningful because of one or more problems associated with it which we as regional scientists want to examine and help solve.”*

Isard, 1975, p. 01

### 2.1.3. Região

O principal conceito para a análise regional é o de região. Desde o início dos estudos de economia regional, várias definições e abordagens foram apresentadas, desde definições abstratas até as extremamente rígidas. Porém, não há, até o momento, consenso entre os estudiosos.

Para Ferreira (1989) a região nada mais é do que uma simplificação seletiva do espaço que, por definição, é uma variável contínua. Desta forma, a definição de uma região é um simples exercício acadêmico, ou seja, abstrata. Isso porque a definição de região, para esse autor, está intimamente relacionada ao problema em análise. A definição de região pode ser tanto um conceito abstrato quanto concreto, ou seja, uma formulação mista. A região, seja um conceito, seja uma realidade concreta, desaparece num passe de mágica e deixa como resíduo um conjunto de pontos no espaço. Esse enfoque é bastante promissor para o desenvolvimento do conceito de região.

Os dois conceitos se complementam. Isso porque um tem por objetivo a praticidade enquanto o outro tem por fim a especulação pura dos que pretendem o bem estar da sociedade. O autor chama atenção, entretanto, que o conceito de região deve ser dinâmico para acompanhar a evolução da sociedade e da economia.

Tendo isso em mente, Ferreira (1989) destaca o conceito de região desenvolvido por Perroux e Boudeville. Esses autores desenvolveram um conceito de espaço econômico, destinado ao estudo das inter-relações e interdependências em um sistema integrado. O espaço econômico apresentado pelos autores é abstrato, não pode ser representado geograficamente. Assim, as regiões são segmentadas desta forma:

- a) Região econômica definida por um plano de ação;
- b) Região econômica como um campo de forças; e
- c) Região econômica como um agregador homogêneo.

A região homogênea é constituída por elementos que apresentam semelhanças em sua constituição. Já a região polarizada destaca-se pela presença de pontos de atração e repulsão sendo, basicamente, um espaço heterogêneo. Por fim, a região como plano de ação refere-se a um espaço totalmente correlacionado de forma que suas ações não podem ser tomadas isoladamente sem que tenham efeito sobre as outras.

Para Meyer (1963) , os conceitos apresentados até aqui são apenas variações do critério de homogeneidade. Para ele a questão é a definição do tipo de grupamento que se deseja. Sendo assim, a delimitação de regiões está intimamente ligada às características selecionadas pelo estudioso para a análise em questão.



Isso posto, utilizaremos, neste trabalho, um conceito bastante simples apresentado por Lösch (1954) e capaz de atender às definições anteriores. Para esse autor o termo região é utilizado para descrever um monte de lugares de forma que, dois espaços pertencem à mesma região se apresentam características comuns.

Observe que, desta forma, uma região não existe independentemente (não é uma representação geográfica pura). Entretanto, depende da definição de um questionamento e das características avaliadas em tal. Além disso, uma região só existe se houver tanto espaços homogêneos como heterogêneos que definirão as distintas regiões e suas disparidades.

## **2.2. A economia clássica<sup>1</sup> e o espaço**

*“The difficulties of the problem depend chiefly on variations in the area of space, and the period of time over which the market in question extends; the influence of time being more fundamental than that of space”.*

*Alfred Marshall, 1936 apud Isard, 1956, p.24*

É com este trecho da obra de Marshall que Isard (1956) começa sua análise sobre o tratamento espacial dado à economia pela escola clássica. O autor apresenta o seguinte questionamento: “Quem pode negar o aspecto espacial no desenvolvimento econômico: todos os processos econômicos existem no espaço, bem como ao longo do tempo?”. O autor conclui que, na verdade, os dois aspectos – espaço e tempo - são fundamentais para a análise econômica, mas que, infelizmente, os teóricos intensificaram seus estudos com base no tempo e replicaram o julgamento incorreto apresentado por Marshall.

O motivo básico para a falta de cuidado com a variável espacial, ainda segundo Isard, é que a modelagem de mercados perfeitamente competitivos acabou simplificando demasiadamente a análise econômica por adotar a equalização dos preços. Desta forma, custos como os de transporte e outros relacionados ao movimento do mercado foram assumidos como zero. Assim, a economia passou a ser vista pontualmente e todas as forças espaciais foram desprezadas.

De fato, os economistas clássicos desenvolveram suas análises considerando a distribuição da produção e dos fatores produtivos ao longo do tempo. Mais do que isso, desenvolveram as teorias econômicas como leis gerais que poderiam e deveriam ser replicadas nos mais diversos cenários sem considerar, entretanto, as particularidades apresentadas em cada região. Para esses autores questões como localização, disponibilidade de recursos e meio ambiente são variáveis exógenas, dadas ao sistema, e que não deveriam fazer parte da modelagem e análise econômicas.

---

<sup>1</sup> Para efeito deste trabalho serão considerados clássicos todos autores que trabalham o tempo como variável fundamental da análise econômica. Nesse grupo estão, por exemplo, Alfred Marshall, Ricardo, Keynes, Pigou, Walras e John S. Mill.

Apesar de identificarmos a lacuna deixada pelos economistas clássicos, devemos considerar que eles retrataram as preocupações e realidades de seu tempo. A questão espacial era menos relevante a época dada a grande oferta do recurso. Além disso, as relações espaciais eram menos dinâmicas do que as observadas atualmente em um mundo globalizado e interligado. Em um mundo centralizado, como o observado pelos clássicos, e de grandes custos de deslocamento, a questão de mobilidade espacial parecia menos relevante que a temporal.

Isard (1956) afirma que, de fato, apenas o foco é diferente. Os economistas clássicos deram pouca importância ao espaço, pois estavam ocupados com questões como investimento, emprego, comércio, preços, balança de pagamentos, entre outros. Tinham foco no comportamento do mercado, do consumidor e do governo. Já os economistas regionais se preocupam com todas aquelas questões, mas as avaliam considerando o impacto do espaço em seu comportamento.

### **2.3. As teorias de localização e ocupação do espaço**

As teorias de localização surgiram na Alemanha no século XIX e, como foi dito anteriormente, refletiam as preocupações de seu tempo. Naquela época a Alemanha era dependente, subdesenvolvida, agrária e feudal. Além disso, estava econômica e socialmente dividida (FERREIRA, 1989). A cisão espacial e social impunha limites ao desenvolvimento econômico alemão, fato que demandou de seus estudiosos explicações e soluções.

Isard (1956) afirma que o primeiro economista a tentar desenvolver uma teoria geral da localização foi Alfred Weber em seu Capítulo VII "Manufacturing Industry Within the Economics System". Porém, o pai da teoria locacional é, de fato, Von Thünen, pois "foi esse que, a frente de seu tempo, fez significativos progressos na formulação de uma análise espacial" (ISARD, 1956).

Para Isard (1956), apesar de não desenvolver uma teoria generalista, von Thünen apresentou os elementos essenciais da teoria da localização e uso do solo em seu trabalho. O autor afirma, ainda, que a ciência econômica sofreu muito por haver negligenciado por tanto tempo os métodos propostos por Von Thünen. Esta seção tem por objetivo apresentar as teorias a fim de identificar suas contribuições para as atuais teorias de ocupação espacial. É preciso destacar, entretanto, que não serão esgotados todos os aspectos dessas teorias. O que se segue é uma síntese da obra dos principais autores<sup>2</sup>.

#### 2.3.1. Von Thünen

Antes de apresentar a teoria desenvolvida por Von Thünen é preciso destacar que sua hipótese inicial é diferente da dos demais autores. Enquanto os outros autores buscaram identificar a melhor localização para uma indústria, Von Thünen buscou avaliar o custo de oportunidade da utilização do solo e, assim, responder a seguinte pergunta: o que deve ser produzido neste lugar? Desta forma, em "O Estado Isolado" Von Thünen apresenta a formalização de seu estudo sobre áreas de abastecimento.

A modelagem apresentada tem por objetivo determinar a maximização da renda da terra em diferentes localidades em condições de mercado e considerando os custos de transporte (FERREIRA,1989 e

CAVALCANTE, 2007.). É importante ter em mente que, como o próprio título revela, a área analisada não estabelece relações com outras áreas adjacentes. Em outras palavras, não há troca de fatores produtivos ou bens finais. O que existe é um local central (mercado) onde é negociada a produção das áreas agrícolas que circundam o centro comercial. A terra é o fator predominante nas análises. Relacionados à utilização da terra existem elementos tecnológicos e econômicos. Os primeiros estão relacionados ao modo de uso da terra (tecnologia de produção), enquanto os fatores econômicos estão relacionados ao custo de oportunidade: lance da terra (preço) e custo de transporte.

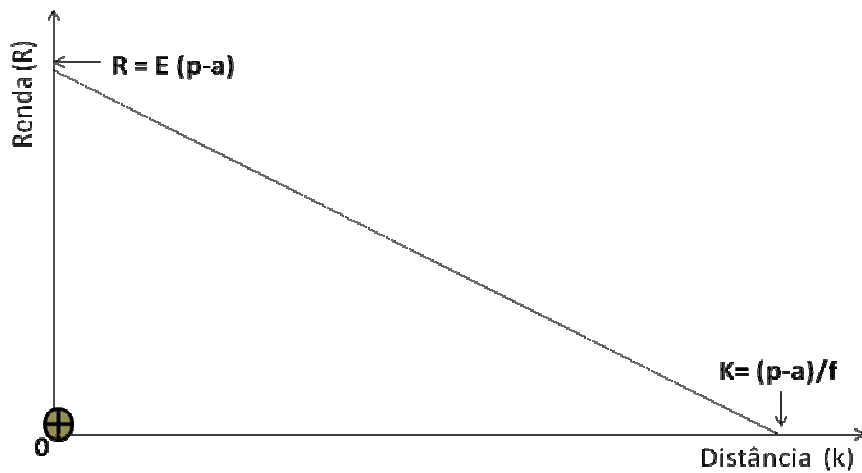
A idéia da renda econômica da terra é simples, bastante intuitiva e obedece à Lei da Oferta e Demanda da Teoria Econômica Clássica. Considerando a reduzida oferta de terra nas regiões centrais, o preço pago por ela é superior ao necessário para a simples manutenção da atividade no espaço. Ou seja, paga-se um adicional (renda econômica) para se usufruir de um bem escasso. Dado que esta escassez tem origem na localização, denomina-se a renda econômica de “renda de localização”.

Posto isso, para Ferreira (1989) o modelo proposto por Von Thünen pode ser definido como um jogo de forças de atração e repulsão. Nesse jogo, o custo do transporte é um fator de atração (quanto maior, maior a tendência da atividade se localizar mais próxima ao centro), enquanto a terra é um fator de repulsão (quanto mais distante, menor o custo de oportunidade). As hipóteses adotadas pelo autor são:

- i. A fertilidade da terra é uniforme;
- ii. A qualidade do transporte é uniforme;
- iii. A renda da terra diminui na medida em que aumenta a distância do centro (gradiente de concentração); e
- iv. As glebas são diferenciadas conforme: a localização em relação ao mercado e o preço (lance da terra).

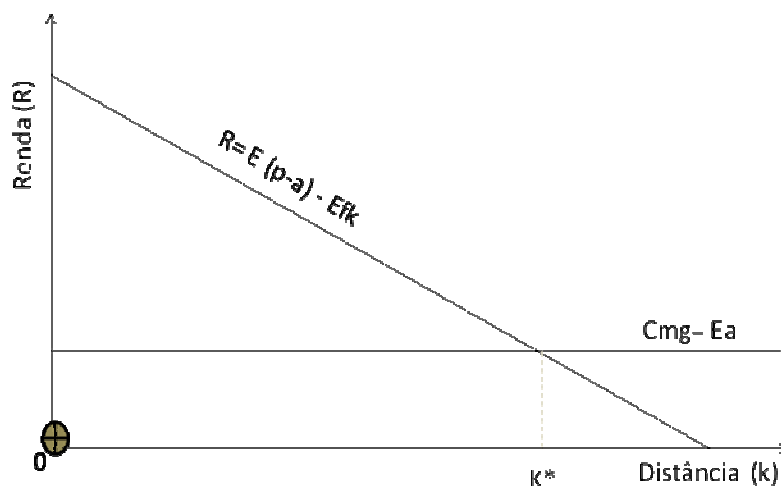
Como apresentado anteriormente o fator principal na análise de Von Thünen é a terra. O que se busca definir é qual o melhor uso da terra, ou seja, qual a cultura apresenta vantagens relativas no uso de determinada faixa de terra. A determinação do posicionamento das culturas dependerá do lance da terra, da produtividade da cultura e dos custos de transporte.

Podemos considerar que, no modelo apresentado por Von Thünen, a terra é administrada por um único agente econômico que tem por objetivo a maximização da sua renda. Esta está relacionada à proximidade do mercado. Assim, quanto mais próxima ao centro maior a renda da terra. O ganho marginal de cada unidade de terra é chamado Gradiente de Renda da Terra, formalmente temos:  $R = E(p-a) - Efk$ . A figura 1 é a representação esquemática do Gradiente de Renda da Terra de Von Thünen.



**Figura 1 - Gradiente de Renda da Terra**

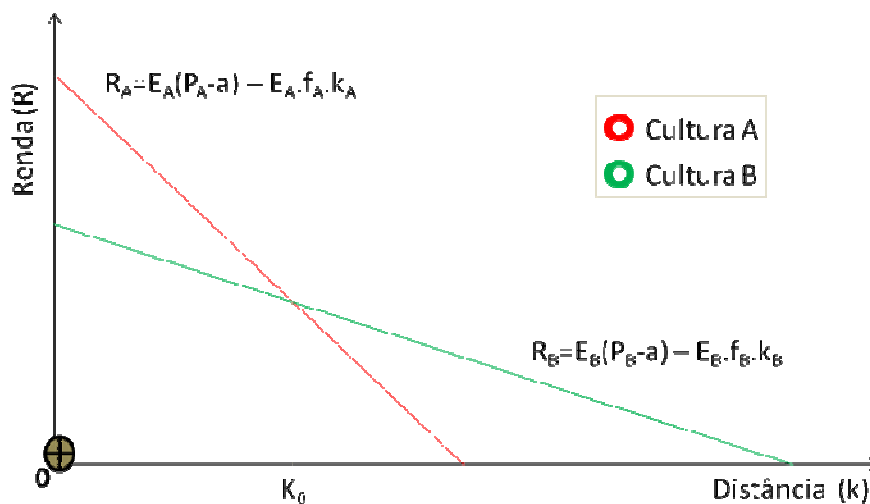
Para se determinar o lucro do agente é necessário considerar o custo. Por simplicidade utilizaremos neste resumo um custo marginal constante e igual à  $Ea$ . Nessas condições, o lucro é maximizado quando a receita marginal e o custo marginal se igualam. O ponto  $k^*$ , Figura 2, é o ponto ótimo para o lucro da atividade.



**Figura 2 - Igualdade entre Receita Marginal e Custo Marginal**

Até aqui o problema apresentado por Von Thünen é basicamente um problema de maximização de receita. Porém, a inclusão de outras culturas (indústrias) torna o problema mais sofisticado e dá origem aos Anéis de Von Thünen. Vejamos.

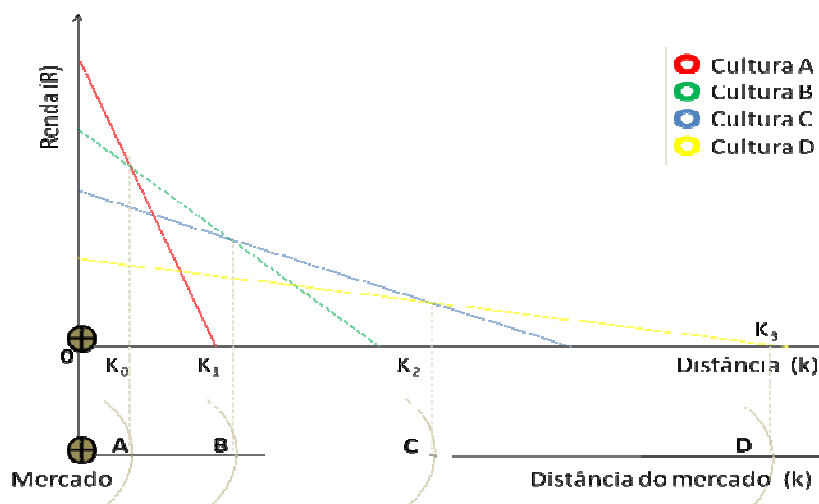
Quando é considerada a produção de duas culturas é necessário determinar a posição de cada uma delas no espaço disponível para a agricultura de forma a otimizar o uso da terra. O posicionamento de cada cultura será determinado por seu gradiente de renda. Este, como visto anteriormente, depende da produtividade da cultura, do preço da unidade de produto e do frete. A figura 3 mostra geometricamente a formação dos anéis de Von Thünen.



**Figura 3 - Formação dos Anéis de Von Thünen**

Como pode ser visto na figura 3, a delimitação da área correspondente a cada cultura ocorre no ponto onde as duas curvas de Receita Marginal da Terra se encontram. Observe que, ainda no caso da figura 3, a cultura A é mais rentável até o ponto  $K_0$ , depois desse ponto a cultura B apresenta vantagens comparativas para a produção a essa distância do centro de consumo. Utilizando essa divisão é possível maximizar o uso do solo.

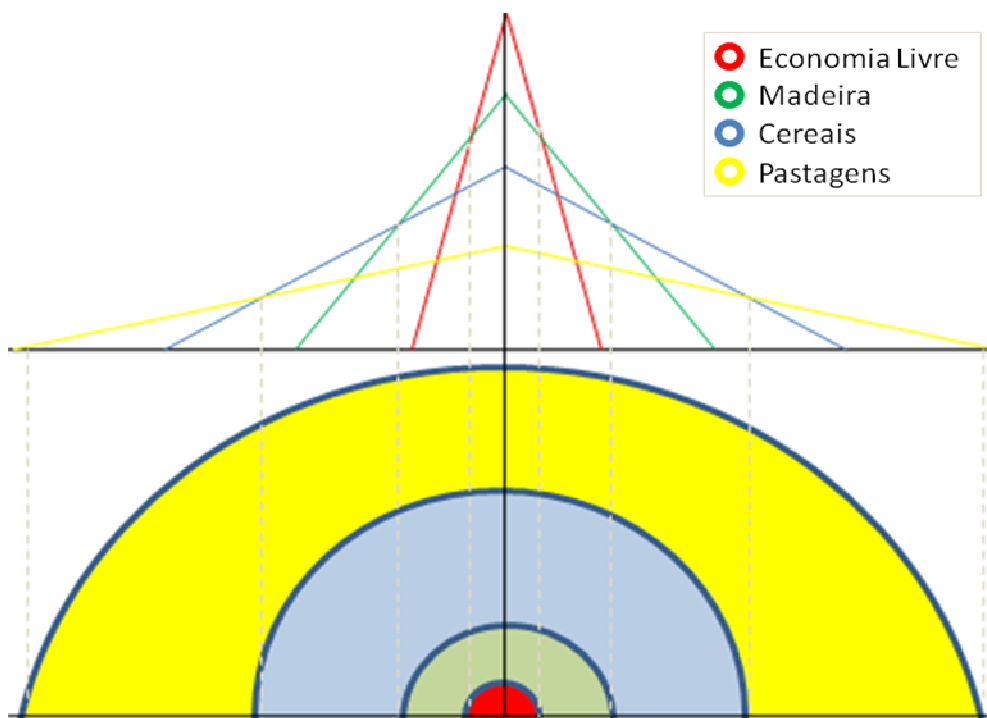
É importante avaliar que a inclinação da curva de receita marginal da terra será maior para custos mais elevados de transporte por unidade produzida e por unidade de distância percorrida. A inclinação será, ainda, influenciada pela taxa marginal de substituição dos fatores de produção. A figura 4 exemplifica a formação dos anéis de Von Thünen com mais de duas culturas e permite identificar as diferentes curvas de renda marginal da terra. A figura 4 permite, ainda, visualizar a segmentação do espaço em um plano.



**Figura 4 - Anéis de Von Thünen para quatro culturas**

A renda da terra diminui na medida em que a distância do centro e o frete aumentam. Desta forma, a distribuição das culturas no espaço depende das vantagens comparativas apresentadas por elas. Assim, Von Thünen chegou a seguinte conclusão: a área mais próxima dos centros comerciais seriam ocupadas pela

produção de produtos perecíveis como hortaliças e leite, dada a dificuldade e custo do frete. Essa área foi chamada por ele de economia livre. As demais culturas se distribuiriam eficientemente no espaço geográfico. Na análise apresentada pelo autor a segunda cultura mais próxima seria a produção de madeira. O resultado é bastante coerente com a realidade vivida na época, pois a madeira era fonte de energia. Cereais e pecuária seriam os anéis mais distantes. A figura 5 ilustra a distribuição produtiva apresentada por Von Thünen.



**Figura 5 - Localização das culturas – Von Thünen**

Apesar de apresentar um resultado estático o autor assumiu que caso houvesse avanços no sistema de transporte as relações poderiam ser flexionadas e até serem completamente invertidas.

Cavalcante (2007) afirma que embora as conclusões pareçam óbvias tendo em vista as premissas estabelecidas, o modelo de von Thünen demonstrou formalmente que, mesmo admitindo-se condições homogêneas no território, a produção agrícola não seria uniformemente distribuída em função dos diferentes custos de transporte assumidos. Essa formalização foi a principal contribuição de Von Thünen, como já afirmava Isard (1956).

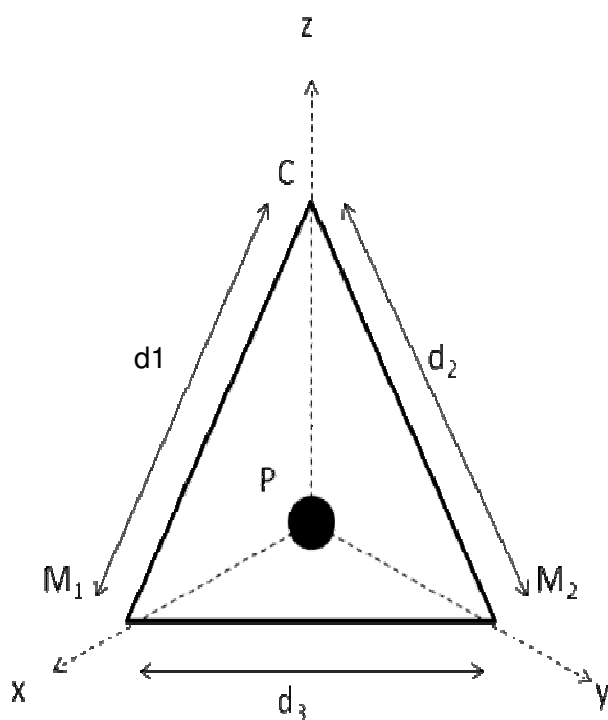
### 2.3.2. Weber – teoria de localização da indústria

Alfred Weber foi o primeiro a desenvolver uma teoria geral da localização. Após 80 anos da publicação do trabalho seminal de Von Thünen, Weber publicou, em 1909, o “Über den Standort der Industrien”. Nessa obra, Weber busca esclarecer e prever um padrão de localização da indústria de forma generalizada (Cavalcante, 2007).

A formulação weberiana é pontual. A oferta de matérias primas é infinitamente elásticas ao preço e localizadas em um ponto específico do espaço, bem como os mercados consumidores e a mão-de-obra. O objetivo da teoria weberiana é responder a esta pergunta: qual a melhor localização para uma indústria dados a fonte de insumos e o centro de consumo? A escolha locacional é, portanto, decidir pela instalação da indústria perto do centro consumidor ou das matérias primas.

Sobre os fatores locacionais, Ferreira (1989) afirma que são benefícios que uma atividade econômica obtém quando se localiza em um determinado ponto do espaço. O autor explica que na formulação weberiana existem fatores gerais (insumos, transporte e mão-de-obra) e fatores específicos (matérias primas perecíveis, umidade do ar que influencia a produção) que agem de forma a aglomerar ou desaglomerar.

Weber, então, estudou o modo de se determinar o ponto de custos mínimos de transporte para a indústria, considerando a ação dos fatores de atração e repulsão exercidos pelos fatores específicos. Para tanto, Weber utilizou como recurso a formulação dos triângulos locacionais. Os pontos onde se localizam centro consumidor e matérias primas funcionam como forças físicas (Figura 6).



Onde:

- C: centro consumidor
- M<sub>1</sub>: fonte de matéria prima 1
- M<sub>2</sub>: fonte de matéria prima 2
- P: ponto de custo mínimo de matérias primas e bem final
- d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub> e d<sub>3</sub> são as distâncias
- x, y e z são os vetores que representam as forças de atração

**Figura 6 - Triângulo Locacional**

Como pode ser observado na figura 6, cada um dos fatores exerce uma força de atração em sua direção. Essa força é proporcional ao peso (volume total bruto) do produto a ser transportado. O ponto ótimo é aquele que apresenta a menor tonelagem total a ser transportada<sup>3</sup>. Desta forma, a indústria se localizará mais perto da fonte de matéria prima se o bem final for mais leve do que a matéria prima – indústria orientada para a

<sup>3</sup> Tonelagem total líquida: considera a tonelagem de matérias primas e bens finais transportados pela distância (tonelada/distância). A análise por tonelada-quilômetro daria ao modelo uma análise mais sofisticada.

matéria prima. Caso bem final seja mais pesado, a planta produtiva se localizará nas proximidades do centro consumidor – indústria orientada ao mercado (FERREIRA, 1989 e CAVALCANTE, 2007). Porém, quando há a distribuição dos fatores em mais de três pontos no espaço a proposta é de utilização de um polígono locacional.

Apesar de bastante interessante, a análise apresentada por Weber se aplica às indústrias de base e, como uma formulação basicamente neoclássica, não considera as interações entre as demais áreas e suas atividades econômicas. A maior contribuição do autor é, provavelmente, a identificação de forças de aglomeração e de desaglomeração.

### 2.3.3. Lösch – ordem espacial

*"Impressed by the accidental way in which states are created and smashed, we are looking out for the more natural and lasting spatial order of things. Geographical and cultural regions, however, are from economic point of view just an artificial units of reference. True enough, they all are of some economic relevance, but this does not alter their essentially non-economic nature (...).*

*Even if we already knew the characteristics of economics regions their counterparts in the world of reality would be likely to differ more from each other than from an ideal picture. Hence studying the ideal region is both the only way to learn about the essential, and the first step towards investigating the actual structure of any real economics region. So we shall deal first with the theoretical nature of such regions and second with their actual existence".*

August Lösch, 1963, p. 01

August Lösch (1963) inicia sua obra *The Nature of Economic Regions* fazendo o que ele chama de uma generalização radical que será flexibilizada com o desenvolvimento da teoria. O autor assume que existe uma planície com distribuição homogênea de matérias primas e, ainda, que não existe nenhuma outra forma de diferenciação espacial, sejam políticas ou regionais. Além disso, só existem fazendas auto-suficientes dispersas na área.

Lösch propôs um modelo de equilíbrio geral do espaço que devia servir de orientação básica para um planejamento e ocupação do espaço mais eficiente. Ao contrário de seus antecessores este autor considerava que a escolha locacional deveria buscar o maior lucro possível e não o menor custo (SERRANO e CONCEIÇÃO, s/d).

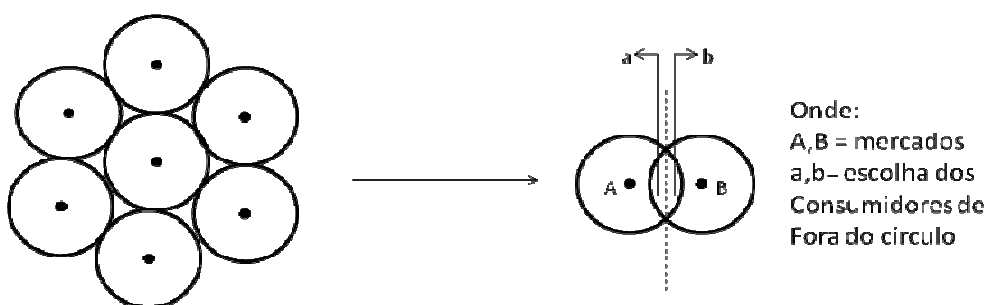
As questões que Lösch busca responder são: (i) como diferenças espaciais podem surgir de uma situação inicial de homogeneidade?; (ii) se um dos fazendeiros resolver produzir mais do que precisa para sua subsistência, ele conseguiria vender esse excedente?; e (iii) caso fosse possível vender a produção excedente, o fazendeiro seria favorecido com economias de escala? Lösch considera que a curva de



demanda dos fazendeiros é similar e tem comportamento de demanda por um bem comum<sup>4</sup>. Então, para que seja possível e vantajoso produzir um excedente e vendê-lo, o custo de produção acrescido do custo de transporte não pode ser superior à disposição a pagar do mercado em questão.

Assim, segundo a teoria de Lössch só é possível vender o excesso de sua produção caso o produtor mantenha vantagem comparativa mesmo considerando o custo de transporte de seu produto. A área do mercado será definida pelo custo de transporte envolvido na comercialização. O mercado existirá até o ponto em que o custo do transporte acrescido ao custo do produto for tão elevado que não compensará ao fazendeiro visinho comprar a produção excedente do outro fazendeiro. Ou seja, o mercado será definido no ponto de indiferença entre comprar e produzir para o fazendeiro visinho ao produtor de excedente.

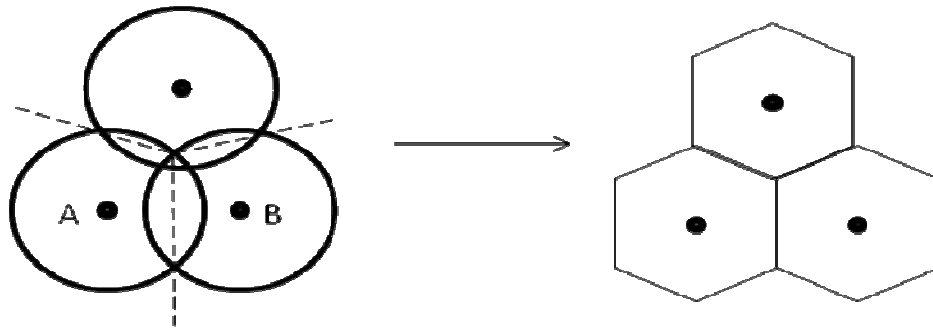
Apesar da representação da área com o Cone de Lössch, o próprio autor afirma que a representação geométrica ideal para a área de um mercado não é um círculo. Isso porque, todas as fazendas podem, em tese, produzir excedentes. Assim, o limite das áreas seria o ponto de tangência entre as áreas circulares. O resultado desses encontros tangenciais seria a exclusão de parte dos consumidores do mercado. Desta forma, para maximizar o lucro e garantir oferta para todos os consumidores potenciais a solução seria expandir o raio da área de atuação. Porém, com isso, haveria superposição das áreas de mercado (Figura 7). Nesse caso, os consumidores optariam por comprar na área mais próxima, maximizando seu excedente.



**Figura 7 - Áreas de Mercado Circulares**

Para resolver o problema da exclusão de consumidores e para maximizar os lucros, Lössch propõe que as áreas de mercado devem ter formato hexagonal (Figura 8). Isso porque essa estrutura permite o maior volume de vendas possível, maximização do lucro e cobertura de todos os possíveis consumidores com a menor distância possível (FERREIRA, 1989). Nesse caso, para que uma das firmas aumentasse seu raio de atuação seria necessário que outra perdesse mercado. Existiria, assim, um equilíbrio estável na configuração dos mercados e na ocupação espacial. A situação ótima seria, portanto, um ótimo de Pareto.

<sup>4</sup> Bem normal: a quantidade demandada do bem aumenta se o preço dele diminuir.



**Figura 8 - Transição das Áreas de Mercado Circulares para as Hexagonais**

Ao dispor os hexágonos em uma área ampla e em torno de um hexágono central, Lössch identificou que há a formação de seis setores que concentram as áreas de produção. Apesar da formação desses corredores, não há escassez de produtos em nenhuma região, mas sim o desenvolvimento de um melhor sistema de transporte o que acaba gerando ganhos aos produtores. Para Alves, Martins e Madruga (2001) essa constatação é a principal contribuição de Lössch. Com ela o autor mostra que, mesmo em um espaço de dotação inicial homogênea, a racionalidade econômica dos agentes conduz a uma distribuição e uso heterogêneo do solo. Ou seja, a ocupação racional do espaço é não-homogênea.

Com base no apresentado, é desenvolvida a teoria sobre Sistemas de Cidades (LOPES, 1987). O modelo desenvolvido considera não apenas a minimização dos custos, mas também a maximização dos lucros. O modelo desenvolvido considera, portanto, a existência de uma competição entre as cidades, introduzindo à teoria locacional a noção de inter-relação entre os centros. Lössch afirma, concluindo sua obra principal, que existem, de fato, 3 tipos de regiões econômicas: áreas de mercado, “belts” (áreas de produção especializada) e sistemas regionais. Assim, podemos perceber que a teoria apresentada por Lössch marca a transição de análises pontuais para outras mais integradas.

#### 2.3.4. Perroux – Pólos de Crescimento

Françoise Perroux (1964) desenvolveu sua obra partindo do pressuposto de que o crescimento de nenhuma economia se dá em conformidade com os modelos de equilíbrio estático ou circuito estacionário. Para o autor, a variação da estrutura [desenvolvimento] consiste no aparecimento e desaparecimento de indústrias e na forma com que essas produzem. Foi tendo isso em pauta e considerando mercados imperfeitos<sup>5</sup> que Perroux desenvolveu a teoria dos Pólos de Crescimento e introduziu uma análise dinâmica à teoria locacional.

A primeira inovação apresentada por Perroux é referente à noção de distância e espaço econômicos. O autor descarta o conceito de espaço euclidiano e assume o espaço econômico como unidade de medida, ou seja, custos e preços. Assim, o espaço é um conceito abstrato de forma que existirão tantos espaços quantas

<sup>5</sup> Monopólio, monopsonio, oligopólio, oligopsonio, concorrência monopolística e suas combinações.

forem as possíveis inter-relações econômicas (PERROUX, 1964). Nessa concepção, o autor define que as empresas têm três espaços econômicos (além de o seu espaço vulgar: físico):

- (i) Conteúdo de um plano: independente de seu espaço vulgar, o espaço econômico da empresa é o conjunto de relações que ela estabelece com seus fornecedores e clientes;
- (ii) Campo de forças: o espaço econômico é constituído por centros/pólos que exercem forças centrífugas e centrípetas. Assim todos os centros são, ao mesmo tempo, pólos de atração e de repulsão. Mais do que isso, todos os centros exercem suas forças sobre outros centros e sofrem com as forças destes; e
- (iii) Conjunto homogêneo: seria o espaço monetário *gold standard* funcionando sem resistências ou atritos, ou seja, um mercado quase perfeito.

Como pode ser visto, o espaço econômico é caracterizado por um equilíbrio instável, dado que as relações definidoras podem mudar a qualquer momento, redefinindo o espaço. Assim, a representação cartográfica é inviável e uma mera ilusão.

A análise de Perroux de complexos industriais não está definida segundo aspectos paretianos, mas é baseada em três elementos:

- i. uma indústria-chave que tem a propriedade de, mediante o aumento do seu volume de produção e de compra de serviços produtivos, aumentar o volume de produção e compra de serviços de outras indústrias. A primeira indústria é chamada motriz e a segunda é chamada indústria movida. Ou seja, a indústria chave é aquela que tem a capacidade de gerar na economia um crescimento de volume de produção muito maior do que sua própria capacidade produtiva;
- ii. um regime não concorrencial do complexo que gera instabilidade por ser uma combinação de forças oligopolísticas. A ação instabilizadora de cada um desses regimes isoladamente considerado é fator de crescimento quando, no longo prazo, a empresa dominante eleva a produtividade da indústria e realiza uma acumulação de capital superior ao observado em uma situação de concorrência perfeita; e
- iii. um fato de concentração territorial é que num pólo industrial geograficamente concentrado, registram-se efeitos de intensificação das atividades econômicas devidos à proximidade. A concentração industrial urbana cria mercados consumidores diferenciados e progressivos. Surgem e encadeiam-se necessidades coletivas como, por exemplo, habitação, transporte, serviços públicos. Dependendo do poder do pólo ele modifica não apenas a sua região, mas toda a economia nacional.

Independentemente de ser motriz ou movida as firmas têm como objetivo a maximização do lucro. Na situação descrita por Perroux duas firmas tomam suas decisões baseadas não apenas no preço, mas

também nas quantidades<sup>6</sup> transacionadas e na técnica da outra firma. Isso significa que existem economias de escala nessa indústria.

Economias de escala acarretam, segundo Baldwin e Krugman (2004), retornos crescentes de escala para o país ou região. Isso porque elas sustentam fornecedores especializados, oferecem um mercado comum de trabalho e propiciam vazamentos de conhecimentos. Assim, o lucro não é mais definido individualmente, mas induzido pelo volume de produção e compra de outras empresas, revelando a inter-relação econômica entre elas e impulsionado toda a economia (PERROUX, 1964).

O pólo de desenvolvimento é, portanto, uma unidade econômica motriz ou um conjunto formado por várias dessas unidades que exercem efeitos de expansão, para cima e para baixo, sobre outras unidades que com ela estão em relação. Para Perroux a noção de pólo só tem valor a partir do momento em que se torna instrumento de análise e meio de ação de política, ou seja, o mesmo só pode ser entendido como uma visão abstrata de espaço, ou melhor, um espaço econômico (RIPPEL e LIMA, 2009).

Nas palavras de Perroux (1964) “para além dos efeitos assinalados, a unidade motriz gera efeitos de aglomeração: reúne atividades complementares que dão lugar a conjunturas cumulativas de ganhos e custos de localização. A realização de meios de transporte e comunicação, entre as unidades aglomeradas, efeitos de junção: aumenta cumulativamente a oferta e a procura, alarga o campo de possibilidades dos produtos locais. Os efeitos de aglomeração e junção provocam o aparecimento de novas atividades”.

Perroux destaca que o crescimento gera desequilíbrios e que, por isso, são necessárias modificações institucionais de modo a reordenar a economia. Isso porque crescimento e desenvolvimento de uma economia só são conseguidos com a organização consciente dos meios de propagação dos pólos de desenvolvimento.

Posto isso, podemos considerar que a grande contribuição de Perroux foi analisar o crescimento econômico não sob a ótica do mercado, mas sob a ótica da economia e de suas inter-relações. Considerando a existência de heterogeneidades o autor desenvolveu sua teoria baseado nas estruturas reais da economia, sua mutabilidade e a interdependência dos agentes econômicos.

### 2.3.5. Nova Economia Geográfica (NEG)

Pode-se afirmar que a NEG foi criada por três autores: Fujita, Krugman e Venables (2002). Temas como a cidade isolada de von Thünen, as hierarquias urbanas à Lösch e Christaller e as relações inter-regionais por meio de matrizes de insumo-produto foram repensados por esses autores e tratados usando modelos de equilíbrio geral com competição monopolística à Dixit e Stiglitz (RUIZ, 2003 e OTTAVIANO e THISSE, 2004a).

---

<sup>6</sup> A estrutura decisória apresentada por Perroux é bastante semelhante ao que ocorre em um oligopólio de Stackelberg. Esse é um modelo de concorrência imperfeita, baseado em jogos seqüenciais em que a firma líder toma sua decisão quanto a quantidade a ser produzida enquanto a seguidora, após o movimento da líder, define o preço.

Apesar de reconhecerem a importância dos trabalhos tradicionais da economia regional, esses autores afirmam que tais estudos apresentam serias limitações e problemas teóricos consideráveis (Fujita, 1999). Como exemplos desses problemas temos que o modelo de von Thünen assume a concentração da produção industrial em um único centro urbano, mas não explica as relações entre essa cidade e as outras cidades que a cercam. A falha seria, portanto, a falta de uma teoria geral (RUIZ, 2003).

Para Ottaviano e Thisse (2004b) o principal legado da teoria locacional pode ser resumido em cinco pontos:

1. O espaço econômico é o resultado do *trade-off* entre as várias formas de retornos crescentes e os diferentes tipos de custo de mobilidade;
2. Concorrência de preços, custos elevados de transporte e custo da terra promovem a dispersão da produção e do consumo;
3. Empresas são como *cluster* em regiões metropolitanas quando vendem seus produtos diferenciados e o custo de transporte é baixo;
4. As cidades oferecem grande variedade de bens finais e mercado de trabalho especializado e, por isso, são atraentes para trabalhadores e consumidores; e
5. A aglomeração é o resultado do processo cumulativo envolvendo a oferta e a demanda.

Assim, o espaço econômico é resultado dos movimentos de aglomeração e dispersão. Ainda segundo Ottaviano e Thisse (2004a), todos esses elementos estão presentes na análise da NEG. Sendo assim, o que há de novo na NEG não são os temas, mas a abordagem dos mesmos. O mérito da NEG é, portanto, o tratamento dado na forma de equilíbrio geral – o máximo que se observava até então eram análises de equilíbrio parcial. Com isso o estudo do espaço teria saído da periferia para o *mainstream* da teoria econômica.

A publicação do livro “The Spatial Economics” marca tanto o novo tratamento dado aos temas espaciais em economia quanto sua maior visibilidade no meio acadêmico. O trabalho apresenta a síntese dos argumentos propostos pela NEG e seu modelo geral: baseado na lógica microeconômica (RUIZ, 2003).

Os modelos desenvolvidos pelos estudiosos da NEG são uma expansão do modelo apresentado por Krugman, em 1991, e tem por base a existência de dois setores econômicos sendo um moderno e o outro tradicional. O modelo básico tem dois eixos. O primeiro focado no consumidor considera a alocação da renda disponível (demanda), enquanto o segundo está relacionado à teoria das firmas e na forma com que as firmas definem sua curva de oferta (FUJITA e THISSE, 1996 e RUIZ, 2003). Vale destacar que a modelagem considera plena mobilidade de mão-de-obra e que o custo de transporte são arcados por consumidores e firmas.

As decisões são tomadas num jogo simultâneo e têm como objetivo maximizar os benefícios (utilidade para os consumidores e lucro para as firmas). Considerando a alocação eficiente dos fatores todos os mercados envolvidos estão em equilíbrio de oferta e demanda, configurado como um equilíbrio estável. Para tal, é

considerado que existe perfeita mobilidade das firmas, tecnologias homogêneas e ausência de economias externas às firmas.

Os estudos apresentados pela NEG são bastante criticados por suas simplificações necessárias a formulação de uma teoria geral. Porém, sua contribuição é válida a teoria econômica e útil na explicação dos fenômenos econômicos envolvendo a ocupação ou não ocupação de determinadas áreas.

### Capítulo 3: Cidades, economias de aglomeração, externalidades e meio ambiente

*“Though ‘cities’ have existed in one form or another close on 7.000 years, the past two centuries, 1750-1950, have witnessed an unprecedented urbanization of people and economic activity in areas affected by the industrial revolution.”*

Eric Lampard, 1955, p.01

O processo de concentração urbana não é recente, mas sua intensificação nos últimos anos é impressionante (ROSENTHAL e STRANGE, 2004). Estudos estimam que em 1800 a população urbana concentrada em cidades com mais de 100 mil habitantes no mundo era de menos de 2% da total. Em 1850, a proporção teria passado para 2,3%, em 1900, para 5,5%. Dados do Banco Mundial afirmam que atualmente mais de 50% da população mundial é urbana.

Considerando este acelerado processo de urbanização, principalmente nos países em desenvolvimento, instituições internacionais como o Banco Mundial (BM) e as Nações Unidas (ONU) indicam, para esses países, duas situações graves que complicam a estratégia urbana: (i) quase 80% da área urbana apresentam alto nível de desigualdades social e (ii) má gestão ambiental e gerenciamento de riscos que podem intensificar desastres naturais e influenciar na mudança climática.

Com base na importância dos centros urbanos, de seus efeitos sobre a atividade produtiva e na vida da população este capítulo tem por objetivo responder às seguintes questões: (i) por que as cidades existem?; (ii) quais são os limites da expansão de uma cidade?; e (iii) qual a relação entre a aglomeração e o meio ambiente?

A fim de responder a tais questões serão apresentadas inicialmente as razões de empresas e pessoas se agruparem em cidades. Em seguida, serão apresentadas as vantagens e desvantagens da aglomeração e da vida em conjunto, considerando o *trade-off* entre cidades pequenas e grandes centros urbanos, será apresentada a discussão acerca do tamanho ótimo das cidades. Por fim, a relação entre aglomeração e meio ambiente será explorada.

#### **3.1. O porquê das cidades existirem**

Para Lampard (1955) é difícil fazer uma generalização sobre a história das cidades [ e de como elas se formaram]. A dificuldade é devida ao fato de que as cidades variam conforme o tempo, a função e a localidade. Apesar disso, é possível identificar alguns pontos que caracterizam a vida em cidades: aumento da eficiência econômica, otimização das condições de trabalho, fornecimento de serviços públicos e acesso ao mercado.

A justificativa mais simples para a formação das cidades, segundo Duranton e Puga (2004), é a indivisibilidade de alguns bens e serviços. Para se ter uma idéia, considere a construção de um sistema de

saneamento básico<sup>7</sup>. O fornecimento desse serviço público requer muito investimento e os custos fixos são elevados. Poucos indivíduos teriam incentivos para construir tal sistema para uso próprio. Ao se ter uma comunidade de 10.000 pessoas a construção do sistema passa a ser mais vantajosa e demandar uma menor contrapartida de cada usuário.

Glaeser e Kohlhase (2003), em seu trabalho “Cities, Regions and the Decline of Transport Costs”, questiona qual o benefício de se viver próximo das outras pessoas e das indústrias, ou seja, de se aglomerar. O próprio autor responde que o benefício é a possibilidade de comprar bens que são produzidos localmente, ou seja, o mercado. Esse é também um argumento para a aglomeração das indústrias.

As cidades produzem uma cesta de bens que não é possível em áreas isoladas. Como apresentado por Mills (1967 apud Henderson, 1974a), mesmo a cidade mais simples é capaz de produzir bens para consumo interno e exportação, habitação e transporte. Assim, segundo esse autor a aglomeração em cidades ocorreria devido às economias de escala. Estas seriam provenientes tanto da redução dos custos na produção (transporte, insumos, mão-de-obra qualificada, serviços públicos) quanto pela existência de um grande mercado cativo.

Já para Smith (1904 apud LAMPARD, 1955) as cidades são fruto da divisão do trabalho ocorrida nas áreas afetadas pela revolução industrial. Para o autor, o desenvolvimento de tecnologias criou espaço para a especialização do trabalho o que mudou a estrutura e o funcionamento das atividades econômicas. A especialização garantiu uma maior eficiência na alocação dos recursos e promoveu, dessa forma, um *link* entre aglomeração e progresso econômico (LAMPARD, 1955).

Sendo assim, é possível perceber que não há uma razão para a existência das cidades, mas várias. As vantagens e desvantagens de se aglomerar são perceptíveis para todos os agentes econômicos, firmas ou consumidores. Desta forma, serão apresentadas na seqüência as economias de aglomeração.

### 3.1.1. Economias de aglomeração

Segundo Thisse (2011) há consenso de que a economia espacial pode ser considerada como o produto de um *trade-off* entre diferentes tipos de economias de escala na produção e o custo da mobilidade de bens, pessoas e informação. Embora venha sendo repetidamente redescoberto, este *trade-off* está no centro da geografia econômica desde o trabalho dos primeiros teóricos locacionais como Lösch e Perroux. Isso sugere que a localização das atividades econômicas é o resultado de um complicado equilíbrio de forças que puxam e empurram consumidores e empresas em direções opostas.

Um dos principais pilares da economia é a crença de que pessoas [e firmas] reagem a incentivos (GLAESER, 2007). Considerando a importância das motivações para a existência das aglomerações, esta seção tem como objetivo apresentar quais são as principais vantagens da concentração – forças de atração - de indústrias e pessoas em determinada região. A questão é compreender o porquê da distribuição heterogênea da atividade econômica no espaço e, mais do que isso, compreender a razão para a estabilidade dessas aglomerações.

---

<sup>7</sup> O exemplo foi modificado para melhor se ajustar a realidade brasileira. O exemplo original era a construção de uma pista para patinação no gelo.



Na literatura econômica são encontrados diversos conceitos sobre as vantagens econômicas, o que significa que o agrupamento das atividades econômicas – indústria, habitação e serviços públicos- apresenta, de fato, vários tipos de economias de escala, as quais não existiriam isoladamente. O ponto é que a aglomeração gera situações ganhador-ganhador para todos os agentes envolvidos (VERHOEF e NIJKAMP, 2003).

Ainda no que se refere à escala, as economias de aglomeração são divididas em economias internas, economias externas à firma (mas internas à indústria) e economias externas à indústria. Richardson (1975) as apresenta da seguinte forma:

- a) Economias internas: indústrias que operam em condições de custos decrescentes tenderá a haver aglomeração dentro de unidades de produção sujeitas a restrições impostas por custos de frete crescentes em amplas áreas do mercado e pelos efeitos de deseconomias externas;
- b) Economias externas às firmas e internas às indústrias: são as vantagens obtidas para diferentes firmas de uma mesma indústria. Estão relacionadas à aquisição de matérias primas, facilidades de recursos não-transportáveis, acesso a serviços públicos em maior escala e melhor qualidade, desenvolvimento de um *pool* de mão-de-obra especializada, crescimento de indústrias auxiliares, desenvolvimento de mercados especializados para os produtos dessa indústria; e
- c) Economias externas à indústria: são lucros provenientes de firmas em todas as indústrias como resultado do aumento no tamanho econômico total em um dado local, ou seja, economias de urbanização. Compreendem o acesso a um mercado maior, desenvolvimento de um *pool* de mão-de-obra maior e mais diversificado, presença de facilidades comerciais, bancárias e financeiras, economias ligadas ao transporte (tanto de carga quanto o de passageiros), economias de comunicação, energia etc.

É interessante observar que economias de escala, principalmente as internas, têm papel fundamental na estabilidade da configuração espacial de uma determinada região. Ao criarem barreiras à entrada de outras firmas, os ganhos de escala tendem a cristalizar a localização e a atuação das firmas já instaladas.

Os custos de transporte de bens, desde as primeiras teorias sobre a localização das firmas (Von Thünen, Weber, Lösch, Perroux), são um dos fatores mais relevantes na tomada de decisão quanto à localização de determinada planta produtiva ou indústria e da permanência desta em tal local. Altos custos de transporte de mercadorias tendem a estimular a dispersão espacial proporcionando às fábricas certo grau de proteção – reserva de mercado se for considerado que, como apresentado por Lösch, os consumidores tendem a comprar do vendedor mais próximo para reduzirem os custos de transporte. Em contrapartida, a redução dos custos de movimentação tendem a estimular a aglomeração (Richardson, 1975).

O desenvolvimento de novas tecnologias de transporte de cargas – principalmente os contêineres – e a mudança do perfil do bem movimentado fez com que os custos de transporte perdessem, em parte, sua importância para a definição da localização da indústria (GLAESER e KAHN, 2004). Isso não significa dizer que o custo de movimentação deixou de ser importante para as aglomerações, exatamente o contrário. Como afirmado por Richardson (1975) e corroborado por Glaeser e Kahn (2004) e Rosenthal e Strange (2001) os custos de transporte são fundamentais para a aglomeração, mas a sua participação mudou de foco. Os testes estatísticos desenvolvidos por Rosenthal e Strange mostram que, apesar da redução na

participação no processo decisório, transporte e dotação inicial de fatores são parte essencial na manutenção da estabilidade de aglomerações.

Glaeser (1999) afirma que apesar de o custo de movimentação de bens ter se reduzido significativamente, o custo de movimentação de pessoas (trabalhadores) continua muito elevado. O fato é particularmente importante se for considerada a atual característica das atividades produtivas: baseada em serviços. Já na década de 1950, Lampard afirmava que o desenvolvimento da economia e as modificações tecnológicas fizeram com que a principal função das cidades fosse prover serviços. Rosenthal e Strange (2001) afirmam que as cidades facilitam o contato de pessoas e, com isso, a troca de conhecimentos. A produção de conhecimento em massa e a especialização concentrada nas aglomerações urbanas fizeram com que a produtividade e a renda (salários) aumentassem significativamente nessas áreas (ROSENTHAL e STRANGE, 2001). A especialização das pessoas fez com que os movimentos pendulares – de casa para o trabalho e do trabalho para casa – se tornassem cada vez mais importantes e os rendimentos mais elevados tornaram o custo de transporte de pessoas elevado com a utilização dos automóveis particulares (HENDERSON, 1974a, HENDERSON, 1974b e GLAESER, LAPORTA, LOPEZ e SHLEIFER, 2004).

A especialização da indústria e dos trabalhadores afeta, diretamente, a demanda por serviços públicos como saúde, segurança e saneamento. Uma das principais discussões no debate sobre a urbanização está focada na quantidade e qualidade dos serviços demandados ou fornecidos para a população urbana ser superior àquela relativa a regiões menos urbanizadas quando comparada com base na renda, retomando a questão da indivisibilidade desses serviços. A elasticidade renda da demanda por bens públicos é positiva e maior nas áreas que apresentam maior grau de urbanização. Essa elasticidade de renda positiva reflete a disponibilidade a pagar dos residentes por taxas e contribuições que podem financiar o fornecimento dos serviços (LINN, 1982).

As cidades, principalmente as maiores, oferecem vantagens diversas das economias de escala para as firmas. As facilidades para as pessoas, baseadas nos ganhos de escala para os cidadãos, como moradia, saúde e educação fizeram com que, segundo Lampard (1955) as cidades se tornassem a escolha racional dos agentes econômicos. Apesar de as cidades apresentarem diversas vantagens – forças de atração ou forças centrípetas – como moradia, educação, salários, mercado e facilidade de serviços públicos, elas possuem também diversos fatores de repulsão – forças centrífugas (VERHOEF e NIJKAMP, 2003). Estas forças de dispersão são tão importantes quanto as de aglomeração para a determinação do tamanho e eficiência de uma aglomeração urbana e serão apresentadas na seqüência.

### 3.1.2. Deseconomias de aglomeração: as externalidades negativas

Deve-se admitir que a vida em cidades não apresenta apenas benefícios positivos, mas também diversas desvantagens. Congestionamento, poluição, condições de saúde precárias para os pobres (poor health conditions) e a criminalidade são exemplos de fenômenos que ocorrem nas cidades modernas (VERHOEF e NIJKAMP, 2003). Antes de passarmos às principais formas de desaglomeração é importante destacar que elas têm efeito ou sobre a função de produção das firmas ou sobre a função de utilidade da população. No primeiro caso elas aumentam o custo de produção dos bens e, no segundo, elas reduzem a utilidade da vida em cidades.

Um dos primeiros efeitos perceptíveis da aglomeração é o aumento do lance da terra. O fenômeno é observado desde a formulação da primeira teoria locacional por Von Thünen, quando este observou que o custo de oportunidade das culturas era fundamental para a distribuição dessas no espaço. O aumento da demanda por residências faz com que o aluguel cobrado seja maior – obedecendo à Lei de Oferta e Demanda para bens comuns.

Edward Glaeser apresenta uma série de estudos sobre o aumento do lance da terra nas cidades<sup>8</sup>. O que se percebe, segundo os estudos, é que o preço das casas reflete o aumento da renda e das economias de aglomeração. Rosenthal e Strange (2001) afirmam que o preço das residências está mais relacionado com a oferta de serviços públicos como saúde, educação e lazer do que com a proximidade dos centros urbanos.

Cabe avaliar que, tais estudos são aplicados às cidades americanas as quais possuem uma configuração distinta das brasileiras. Nas cidades americanas a população mais pobre está concentrada nas áreas centrais, enquanto a mais rica está em áreas afastadas – subúrbios. Para Glaeser *et al* (2004) essa distribuição está relacionada à qualidade e aos custos de transporte, além da elasticidade renda da terra. A população mais pobre faz uso do transporte público devido ao seu menor custo e tende a morar mais perto dada a lentidão do serviço de transporte. Já a população de renda mais alta possui carros e mora em regiões mais afastadas com maior espaço.

Essa configuração pode ser entendida como uma não priorização do transporte coletivo, o que nos leva à próxima diseconomia de aglomeração: os congestionamentos. Os congestionamentos nos centros urbanos afetam o custo das firmas e o bem-estar das famílias. Eles são uma espécie de entrave ao comércio, pois eles restringem o acesso aos bens e serviços do mercado, aumentando os custos destes. Para Himanen, Perrels e Lee-Gosselin (2005) os congestionamentos não são algo novo, mas atualmente são potencializados pelo acelerado crescimento de renda nas aglomerações urbanas e de políticas públicas voltadas ao consumo que desincentivam o uso de transporte público pela população de alta renda.

O uso do transporte particular para deslocamentos pendulares é ineficiente. Apesar do tempo gasto no percurso, os ônibus são os veículos mais eficientes, considerando o volume de passageiros transportados e a ocupação do espaço viário. Enquanto os automóveis ocupam 60% do espaço viário e transportam 20% dos passageiros, os ônibus ocupam 25% do espaço viário e transportam 70% dos passageiros (CNT, 2012). Assim, os congestionamentos não são apenas resultado da aglomeração, mas da falta de políticas públicas adequadas para organizar a vida em comunidade.

Outro reflexo do aumento da renda e do uso de veículos particulares é o aumento da poluição. Estudos mostram que a movimentação de pessoas e commodities é responsável por cerca de 30% do total das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, desse volume, 80% são originários de carros particulares (THISSE, 2002). A intensificação do comércio, dos serviços e do uso de automóveis tende a piorar a qualidade do ar e agravar a questão de saúde pública nas grandes cidades.

---

<sup>8</sup> Why have housing prices gone up? (GLAESER e GYOURKO, 2005); Urban Growth and housing supply (GLAESER, GYOURKO e SAKS, 2006); Housing dynamics (GLAESER e GYOURKO, 2006); Arbitrage in housing markets (GLAESER e GYOURKO, 2007); e Housing supply and housing bubbles (GLAESER, GYOURKO e SAIZ 2008).

A saúde pública, impactada pelos altos níveis de poluição do ar, é também prejudicada por outras externalidades negativas da aglomeração urbana. A gestão inadequada dos resíduos sólidos – percebida nas principais cidades brasileiras -, a deficiência em saneamento básico e o uso inadequado do solo são fatores que potencializam a contaminação do solo e da água.

O que se percebe do exposto é que essas e outras deseconomias de aglomeração são, de fato, externalidades. A definição de externalidades como sendo um efeito não precificado da ação de um agente econômico sobre a atividade de outro faz com que certas externalidades sejam mais relevantes nas cidades do que em qualquer outro lugar, tanto absoluta quanto relativamente (VERHOEF e NIJKAMP, 2003).

O fato da não precificação das externalidades e de suas influências indiretas é o que faz tão complexo o estudo das forças de atração e repulsão das cidades. Na presença de externalidades a curva de custo social é deslocada da curva de custo privado, pois esta não incorpora parte dos gastos, ou benefícios, oriundos da externalidade em questão. As externalidades envolvidas no processo de aglomeração por seu volume e relevância social devem ser consideradas objeto de intervenção governamental, isso porque se deve considerar o seus custos e o benefícios (TISDELL, 1991).

As externalidades são provavelmente a forma mais comum e de fácil identificação das falhas de mercado. A questão da intervenção do governo nas falhas de mercado foi bastante discutida por Pigou (1920) e Coase (1960). A organização do mercado e a definição de direitos de propriedade são questões fundamentais para a decisão e avaliação das intervenções governamentais (VERHOEF e NIJKAMP, 2003). Vale destacar que, para Nijkamp, as intervenções sobre as externalidades devem ser consideradas em conjunto com a forma de urbanização de cada centro urbano dado que a estrutura da cidade potencializa as externalidades e vice-versa.

Considerando as características e comportamentos apresentados pelas aglomerações urbanas, podemos afirmar que há presença de diversas falhas de mercado, e por não haver igualdade entre custos e benefícios marginais, os mercados não são eficientes em prover os bens envolvidos. Desta forma a intervenção governamental via políticas e instituições se faz necessária, a fim de garantir uma alocação ótima dos recursos naturais disponíveis, dado que o preço não é capaz de revelar a escassez do fator em questão (TISDEL, 1991).

É claro que na medida em que as cidades vão se tornando maiores os benefícios marginais da aglomeração tendem a diminuir enquanto as deseconomias geradas por ela crescem rapidamente. Eventualmente, se a cidade tornar-se exageradamente grande de forma que as deseconomias superem os benefícios as atividades serão forçadas a se transferir para outras localidades (WHEELER, 2003). A questão é que, como custos privados e sociais não se igualam as cidades podem operar em escalas superiores à ótima.

### **3.2. Aglomeração e meio ambiente**

Analisando a economia regional percebe-se que ela possui uma ampla abordagem para fenômenos espaciais que incluem geografia, planejamento, arquitetura, ciência política e assim por diante. É evidente que nesse contexto as questões ambientais encontram um nicho natural (NIJKAMP, 1999). Como apresentado na seção anterior a atividade humana concentrada – firmas e famílias – tem efeitos severos sobre a qualidade do meio ambiente. É preciso ter atenção, em conformidade com o defendido por Mueller

(2007), que o sistema econômico não deve ser visto como um sistema fechado em que o meio ambiente é uma variável exógena, mas sim como um sistema integrado no qual há trocas constantes entre o meio ambiente e as atividades econômicas. E, por isso, torna-se fundamental a incorporação da variável ambiental à análise econômica do espaço.

A preocupação das teorias locacionais é identificar a localização ótima para a atividade econômica considerando custos e bem estar. Dessa forma, há a tentativa de igualar custos sociais e privados com a adoção de mecanismos de internalização de externalidades (NIJKAMP, 1999). Pode-se afirmar que o reconhecimento da questão ambiental na economia locacional e urbana está presente em (i) princípio do poluidor pagador (MARKUSEN, 1999); (ii) internalização dos custos ambientais nos preços dos imóveis - preços hedônicos-(MEYER, 1999); e (iii) adoção de sistemas de pedágios urbanos (BANISTER, 1999), entre outros.

Avaliando o exposto anteriormente sobre as economias e deseconomias de aglomeração é possível perceber as conexões analíticas entre os fenômenos espaciais e ambientais. Tais relações podem ser feitas diretamente com a natureza e os recursos naturais, mas também pode se mostrar mais complexa com interações estruturas com efeitos no tempo e no espaço. A relação entre economias de aglomeração e meio ambiente é determinada basicamente por um fato: ambas tem como palco o espaço.

A natureza das interações depende tanto do ecossistema quanto das ações humanas e das políticas espaço-ambientais. É fato que políticas ambientais têm efeito direto sobre o desenvolvimento urbano e regional, enquanto as políticas de desenvolvimento tem efeito imediato sobre a qualidade ambiental (NIJKAMP, 1999).

Nijkamp (1999) afirma que espaço e meio ambiente são como gêmeos e o que ocorre em um afeta o outro. A relação mais perceptível entre meio ambiente e espaço são as externalidades – encargos não precificados – que são transmitidas do meio ambiente para o espaço. De fato, pode-se afirmar que as externalidades são a materialização de *spillovers* espaciais. Esses *spillovers* podem se manifestar na forma de poluição do ar, da água e do solo. Por outro lado, todas as atividades relacionadas com o espaço – habitação, transporte, desenvolvimento industrial etc – estão conectadas com as mudanças ambientais.

Considerando o apresentado até este ponto, Nijkamp (1999) apresenta algumas observações sobre as relações diretas entre meio ambiente e espaço geográfico:

- i. O espaço é o mercado físico das externalidades ambientais. A relação é válida tanto para questões locais – poluição do solo – quanto para globais – efeito estufa;
- ii. O espaço é naturalmente heterogêneo, assim as externalidades ambientais e seus impactos sobre a ocupação são, também, distribuídos de forma irregular; e
- iii. Espaço e meio ambiente são recursos escassos. O uso de um implica no consumo do outros [bens complementares] de forma que a preservação de um exige a boa gestão do outro.

Um dos maiores problemas encontrados na junção entre a economia espacial e a ambiental é o caráter de não precificação das externalidades. Na verdade, segundo BELLIA (1996), este é o grande problema das análises ambientais: grande parte do problema nessa área [ambiental] é que não estamos acostumados a pensar em ambiente limpo como um bem econômico normal.

Uma questão bastante interessante e debatida anteriormente sobre os benefícios das aglomerações é a questão da indivisibilidade. Neste sentido, serviços públicos só seriam viáveis em cidades dado seu elevado custo de manutenção. Para BELLIA (1996) os serviços ambientais podem ser entendidos nessa mesma análise. Porém, diferentemente dos demais serviços públicos o meio ambiente é um bem de luxo – demandado conforme o aumento da renda – e seu pagamento é feito por toda a sociedade.

*“(...) os bens ambientais tem preço e só podem ser adquiridos coletivamente, resta saber a quem caberá o ônus e o bônus da proteção ambiental (...). Neste sentido, Turow (op.cit.) afirma que temos que compartilhar um ambiente comum com um conjunto de custos também comum, as despesas com o ambiente inevitavelmente terminam elevando a renda real de classes de renda que tem o ambiente limpo como item prioritários em sua agenda de aquisições [ mais ricos ] , e reduzem a renda real daqueles que tem que ajudar a pagar por um meio sadio mas que ao qual não atribuem grande valor [ mais pobres](...)”*

BELLIA, 1996, p.40

Desta forma, podemos concluir que o fornecimento e a manutenção do meio ambiente estão, diretamente, relacionados com a escala de aglomeração e, assim, com o espaço que ocupa. A questão é a precificação e a distribuição dos direitos de propriedade.

No que se refere aos estudos recentes sobre o meio ambiente e economia, o que é observado é que a muitos tem por objetivo valorar o meio ambiente (para métodos de valoração ver JOHASEN, 1995; HANLEY e SPASH, 1993; MOTTA, 1997; NOGUEIRA, MEDEIROS e ARRUDA, 1998). Apesar de muitos dos estudos de valoração ambiental desconsiderarem a questão espacial – o que é um erro dado que as relações ocorrem em um local específico – Nijkamp (1999) afirma que tais estudos são o desenvolvimento da análise de políticas públicas vez que procedem uma análise custo-benefício.

Apesar dos avanços e das tentativas de se fazer um link consistente entre espaço e meio ambiente as duas óticas são, ainda, trabalhadas de formas distintas na maioria dos casos. Muito se fala sobre sustentabilidade, mas é necessário compreender que sustentabilidade urbana não é apenas fazer cidades mais eficientes em termos do uso de seus recursos naturais, mas sim cidades com maior custo-benefício. O objetivo é prover qualidade de vida oferecendo habitação confortável, oportunidades de emprego, vasta gama de serviços públicos, alta qualidade de meio ambiente, além de segurança (BANISTER, 1999).

### **3.3. O tamanho ótimo das cidades**

As cidades estão cada vez maiores e a tendência verificada é a de se intensificar a formação de megalópoles. Há, então, a necessidade de se entender a relação dessas grandes conurbações urbanas e a economia. Para isso, é fundamental compreender porque essas cidades são cada vez maiores. Como foi apresentado, a aglomeração urbana apresenta vantagens – forças de atração – e desvantagens – forças de desaglomeração. É o equilíbrio dessas forças o que define o tamanho ótimo das cidades.

Segundo a teoria desenvolvida por Lösch o tamanho da cidade estaria diretamente relacionado ao tamanho de seu mercado e de seus produtos. Já o tamanho do mercado estaria limitado pelas economias de escala e pelos custos de transporte das mercadorias. É de se esperar que exista uma relação positiva entre

crescimento e tamanho da cidade e dos mercados, nos quais incrementos nos retornos de escala podem gerar especialização, aumento de capital humano e externalidades positivas. (WHEELER, 2003).

Os rendimentos dos trabalhadores são maiores em cidades grandes quando comparados ao percebido em cidades menores (ALONSO, 1970; FUCHS, 1967; HOCH, 1972; IZRAELI, 1973). Para compreender, então, o tamanho das cidades SEGAL (1976) desenvolveu seu estudo com objetivo de identificar a existência de economias de escala no rendimento nas concentrações urbanas. Segal (1976) afirma que o melhor modelo para análises sobre as diferenças entre cidades é o agregado, baseado no teorema de agregação de Hicks. Com base no modelo de produção agregada é que se responderá a questão relativa ao rendimento de trabalhadores em cidades de tamanhos diferentes. Com base nesse modelo o autor chegou às seguintes explicações para a renda dos trabalhadores das cidades:

- a) a relação capital/trabalho aumenta com o tamanho da cidade. Salários mais altos compensam as deseconomias;
- b) retornos crescentes de escala existem no tamanho da cidade ; e
- c) [e mais provável] pequenas e grandes cidades apresentam a mesma função de produção (os mesmos coeficientes para capital e trabalho), mas há um efeito multiplicador conforme o tipo de cidade.

Segal (1976) verificou, entretanto, que quanto à produtividade não há diferença entre retorno de escala quanto ao tamanho das cidades, o que ocorre são ganhos do efeito aglomeração. Apesar de afirmar que o tamanho das cidades é impulsionado pelos ganhos de aglomeração, o estudo não os mensurou. Não foram consideradas outras externalidades que não os ganhos de escala. Assim, apesar da relevância do estudo ele pouco nos ajuda a entender as forças que interagem e definem o tamanho de uma cidade.

Thisse (2011) afirma que a proposta de Henderson (1974b) sobre o tamanho ótimo das cidades é a mais refinada ao descrever como surgiram os diferentes tipos e tamanhos de cidade, bem como a hierarquia entre elas. Na explicação de Henderson, em cada cidade aparece novamente a tensão entre duas forças. De um lado estão as economias externas associadas ao agrupamento de empresas no centro da cidade. De outro lado, existem as deseconomias geradas pela necessidade de se deslocar ao centro de uma cidade maior ou menor.

Assim, em equilíbrio, cada cidade possui um tamanho bem definido, que depende do tipo de empresa que ela acomoda. Como as cidades variam em sua composição industrial, elas têm tamanhos diferentes porque as indústrias diferem nas economias externas que elas conseguem produzir e, com isso, as facilidades oferecidas nessas cidades também se diferem (THISSE, 2011).

O trabalho desenvolvido por Henderson (1974 b) é, de fato, uma maximização das funções de produção e utilidade de uma cidade representativa. Incluindo elementos como importação de recursos naturais, mão-de-obra, salários, poluição (quantitativa), economias de escala e tributos de internalização das externalidades – precificação - o autor chega a uma conclusão bastante distinta daquela defendida pela análise econômica tradicional.

*O problema de Henderson (1974b)*: firmas produzem e exportam bens em uma cidade. A produção precisa da importação de um recurso poluente que gera externalidades negativas para outras firmas e famílias da cidade. Qual seria o impacto da precificação da poluição, ou seja, qual o efeito no tamanho da cidade se o consumo do insumo poluidor fosse desincentivado?

*A conclusão de Henderson (1974b)*: a precificação das externalidades promoverá uma reordenação da produção (realocação dos fatores de produção). Dentro da cidade haverá redução do consumo do bem poluidor e da produção do bem que o utiliza como insumo, mas aumento da produção de outros bens internamente. A redução da poluição e a produção de outros bens mais do que compensariam a redução da produção do poluidor. Assim, o bem estar dos moradores aumentaria e, por isso, a imigração aumentaria promovendo aumento no tamanho da cidade.

A proposição de Henderson (1974b) é oposta a idéia de que as grandes cidades são maiores do que deveriam ser. Ao incorporar a internalização das externalidades negativas o resultado obtido foi um aumento de qualidade de vida e, como reflexo, o incentivo a residência de novos moradores. Apesar de destoar da análise tradicional, as idéias de Henderson (1974b) vem ganhando adeptos nos últimos anos. Glaeser (2007) e Thisse (2011) são dois deles. Esses autores apresentam trabalhos que defendem que a melhor alocação dos recursos é obtida em grandes aglomerações. Porém, o que nos interessa nesses trabalhos é o fato de que ambos argumentam que ganhos financeiros e alocativos, mas também em termos ambientais para a cidade.

Considerando que a hipótese a ser testada neste trabalho é a de que cidades maiores apresentam maiores benefícios ambientais que as pequenas, o trabalho motivador será apresentado resumidamente em seqüência.

### 3.3.1. Are compact cities environmentally friendly?

Gaigne e Thisse (2011) afirmam que quando consideramos que a estrutura das cidades pode ser do tipo monocêntrica ou policêntrica fica mais evidente a relação existente entre densidade e desempenho ambiental. Isso porque mudanças na densidade populacional afetam os rendimentos e salários de forma que firmas e trabalhadores são incentivados a realocar recursos em um novo padrão de aglomeração. Assim, o que se objetiva no trabalho é mostrar que políticas de incentivo a descentralização das cidades são eficientes (descentralização dentro da própria cidade com a criação de pólos), pois reduzem a poluição e aumentam o bem estar social. Para desenvolver essa análise foi usado o sistema de transportes para se ter uma mensuração do custo ambiental e financeiro de grandes e pequenas cidades.

Os autores afirmam que o problema das análises tradicionais feitas sobre o tamanho ótimo das cidades é que os modelos apresentam duas falhas substanciais: (1) a localização das firmas e das pessoas é utilizada como dada, variável exógena quando na verdade é endógena e determinada por preços, salários e retornos determinados pelo mercado; e (2) a análise feita para cidades individualmente (cidade por cidade) sem considerar a mobilidade espacial dos fatores de produção. Tomando em conta esses dois fatores o trabalho defende a idéia de que cidades policêntricas são mais eficientes do ponto de vista ambiental se comparadas com cidades compactas.



Este é o diferencial do trabalho apresentado: a mobilidade dos fatores. Gaigne e Thise (2011) buscam no trabalho o efeito do aumento de densidade populacional sobre o meio ambiente quando tanto firmas quanto trabalhadores podem se movimentar livremente entre cidades (ou dentro de uma cidade policêntrica). O transporte utilizado nesta locomoção é encarado como uma das grandes falhas de mercado e gerador de perda de peso morto para a sociedade associada a essa imperfeição.

A análise feita considera a existência de um *trade-off*: de um lado a aglomeração diminui a poluição pelo transporte de mercadorias entre cidades, de outro lado a aglomeração aumenta a poluição pelo aumento de distancia para deslocamento das pessoas até seus trabalhos. Os dois são afetados pela densidade populacional e pelo nível de renda das aglomerações que são influenciados pelo efeito aglomeração.

O modelo apresentado no artigo considera: duas cidades, mobilidade dos fatores, três bens primários (trabalho, terra e numerário), distancia entre cidades (ou centros) e uma indústria. Além disso, o modelo permite que a cidade seja do tipo monocêntrica ou policêntrica. O resultado encontrado pelos autores é, como dito anteriormente, que cidades grandes e policêntricas são mais “verdes” do que as cidades compactas.

## Capítulo 4: Métodos e Procedimentos

Análise econômica convencional sugere que o tamanho da cidade está diretamente relacionado com a disponibilidade de recursos. Ao mesmo tempo, a teoria urbana sugere que na medida em que a cidade cresce os benefícios de aglomeração diminuem e as deseconomias crescem rapidamente, ou seja, que os benefícios líquidos<sup>9</sup> das aglomerações são decrescentes. Assim, eventualmente as deseconomias superam os benefícios e as atividades serão forçadas a deslocar, afetando o tamanho da cidade (WHEELER, 2003; GLAESER, 1999).

A questão da definição do tamanho ótimo de uma cidade é muito mais complexa do que um jogo de forças físicas, como o trabalhado por Weber para a localização de uma indústria. As forças envolvidas influenciam-se apresentando tanto efeitos diretos quanto indiretos. Efeitos esses dispersos por toda a região. É por isso, segundo Wheeler (2003), que as análises devem ser feitas em toda a área metropolitana, ou seja, considerando-se tanto o centro quanto as regiões mais afastadas da aglomeração urbana.

É consenso que a qualidade ambiental afeta a qualidade da vida em cidades e, com isso, afeta a função de utilidade das famílias, sendo, desta forma, uma variável relevante na escolha do município de residência famílias. Sendo assim, os estudos relativos às aglomerações urbanas devem considerar não apenas os fatores de atração, mas os vários fatores de repulsão percebidos nas aglomerações urbanas.

Como afirmado anteriormente, o principal objetivo desta dissertação é responder à seguinte pergunta: Cidades menores apresentam mais benefícios ambientais do que as grandes? Dentro dessa perspectiva, com motivação nos estudos de Henderson (1974b), Gaigne e Thisse (2011), procurou-se desenvolver uma análise multicritério a fim de verificar se os residentes dos municípios de maior porte usufruem de qualidade ambiental inferior a observada em municípios menores.

Como objeto de análise foi selecionado o estado de São Paulo. A escolha de São Paulo não foi aleatória, mas, sim, orientada pela existência de dados ambientais disponibilizados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e, ainda, pela relevância econômica desse estado para o país. Este capítulo tem por objetivo apresentar a área de estudo – o Estado de São Paulo e seus municípios -, as variáveis consideradas – indicadores de qualidade ambiental- e o método selecionado para a análise.

### **4.1. Área de estudo: o Estado de São Paulo e seus municípios<sup>10</sup>**

O estado de São Paulo está localizado na região Sudeste do Brasil, possui 248 mil km<sup>2</sup> de área e 41, 2 milhões de habitantes. O PIB<sup>11</sup> do estado é o maior do país e, em 2009, atingiu R\$ 1,08 bilhão (mais de 30% do PIB nacional). A produção estadual é composta da seguinte forma: agronegócio (6,5%), indústria (46,3%) e serviços (47,2%). A população é majoritariamente urbana (84%) e com PIB *per capita* de R\$ 26 mil reais (ano).

O estado está dividido administrativamente em 645 municípios e possui três regiões metropolitanas, a saber: São Paulo, Campinas e Baixada Santista. O maior município em termos populacionais é a capital, São Paulo,

---

<sup>9</sup> Benefícios líquidos= economias de aglomeração – deseconomias de aglomeração.

<sup>10</sup> Os dados são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE. Dados acessados entre janeiro e maio de 2012.

<sup>11</sup> Produto Interno Bruto

mas em relação à extensão o destaque é para Iguapé que possui 1.981 km<sup>2</sup> de área e 28 mil habitantes. A Tabela 1 apresenta um ranking dos maiores e menores municípios de São Paulo em termos de extensão e populacionais.

A principal bacia hidrográfica do estado é a do Rio Paraná. Os rios dessa bacia apresentam o maior aproveitamento hidroelétrico do país. As principais Usinas Hidroelétricas do estado são: Promissão, Ibitinga, Bariri, Barra Bonita, Chavantes, Três Irmãos, Estreito e Camargo (Governo do Estado de São Paulo, 2012).

O território do Estado é formado por uma planície litorânea estreita, limitada pela serra do Mar, e de planaltos e depressões no resto do território. São Paulo apresenta pequenas regiões de mangues no litoral, trechos preservados de Mata Atlântica na Serra do Mar e floresta tropical no resto do território.

**Tabela 1 - Ranking dos Municípios do Estado de São Paulo**

Área		População	
Município	km <sup>2</sup>	Município	habitantes
<b>Maiores</b>			
Iguape	1.981	São Paulo	11.253.503
Itapeva	1.827	Guarulhos	1.221.979
Itapetininga	1.792	Campinas	1.080.113
Eldorado	1.657	São Bernardo do Campo	765.463
Capão Bonito	1.641	Santo André	676.407
Rancharia	1.585	Osasco	666.740
Barretos	1.564	São José dos Campos	629.921
Teodoro Sampaio	1.557	Ribeirão Preto	604.682
São Paulo	1.523	Sorocaba	586.625
Botucatu	1.483	Santos	419.400
<b>Menores</b>			
Águas de São Pedro	4	Borá	805
São Caetano do Sul	15	Nova Castilho	1.125
Poá	17	Uru	1.251
Jandira	18	Santa Salete	1.447
Taboão da Serra	20	Trabiju	1.544
Ferraz de Vasconcelos	30	Fernão	1.563
Diadema	31	União Paulista	1.599
Vargem Grande Paulista	34	Santana da Ponte Pensa	1.641
Nova Guataporanga	34	Dirce Reis	1.689
Várzea Paulista	35	Vitória Brasil	1.737

Fonte: IBGE, 2010

#### **4.2. Indicadores: caracterização e fonte de dados**

Indicador é uma ferramenta que permite identificar a realidade de uma dada situação, sendo capaz de sintetizar as informações (CAMPOS *et al*, 2007). Dessa forma, os indicadores são instrumentos bastante úteis para a avaliação de uma realidade no tempo e no espaço. Neste trabalho foram utilizados tanto

indicadores de qualidade de vida quanto indicadores ambientais. Os indicadores ambientais são eficientes no propósito de revelar de forma quantitativa e qualitativa o resultado de determinadas ações humanas sobre o meio ambiente (externalidades), já os de qualidade de vida são uma medida de ganho de utilidade para as famílias. Os indicadores devem ser simples e de fácil compreensão, isso porque um indicador muito complexo para sua elaboração e sua interpretação podem representar custo tão alto que inviabilize sua operação. Neste sentido, o indicador perderia sua eficiência quanto à capacidade de síntese de uma realidade complexa.

#### 4.2.1. Os tipos de indicadores ambientais

A Agência Ambiental Européia (EEA) classifica os indicadores ambientais em tipos, a saber: indicadores descritivos, de desempenho, de eficiência e de bem-estar. Segue uma breve explicação de cada um dos tipos apresentada pela agência européia<sup>12</sup>.

- i) Indicadores descritivos relacionados a força motriz, a pressão, estado, impacto e resposta;
- ii) Indicadores de desempenho: comparam a situação atual com uma desejada ou meta estipulada. Eles podem medir a distância entre a qualidade ambiental observada e a ótima;
- iii) Indicadores de eficiência: relacionam as pressões ambientais com as atividades humanas (externalidades negativas). Essa eficiência pode ser medida em termos de recursos utilizados ou por emissões e resíduos produzidos;
- iv) Indicadores de bem estar: buscam uma medida de qualidade de vida, ou seja, levam em consideração aspectos necessariamente ambientais, mas que possam identificar o posicionamento de função de utilidade de um indivíduo.

4.2.1.1. Proporção de domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitários - coleta (descritivo): mede a oferta do serviço de coleta de esgotamento sanitário em resposta ao aumento populacional nas cidades e da demanda por uma destinação dos resíduos líquidos adequada a conservação da saúde humana. É um serviço público e fundamental para a saúde da população.

O indicador, que varia entre zero e um, é a razão entre número de domicílios atendidos pelo serviço de coleta de esgotos e o número total de residências na localidade. A distância entre o valor observado e 1 representa a proporção de domicílios que ainda tem como destinação final de seus resíduos sanitários fossas sépticas, leitos de rios e outros.

Os dados apresentados para este indicador são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e coletados no Censo de 2010. A Tabela 2 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

---

<sup>12</sup> Environmental indicators: Typology and overview. Technical report n° 25. 1999

**Tabela 2 - Coleta de Esgotamento Sanitário**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	%	Município	%
Caiuá	98,3%	Jumirim	7,3%
Iaras	98,1%	Olímpia	12,8%
Mirante do Paranapanema	98,0%	Potirendaba	19,3%
Sarapuí	98,0%	Santa Gertrudes	19,5%
Echaporã	97,9%	Rifaina	20,8%
Tejupá	97,9%	Caiabu	21,6%
Sales Oliveira	97,8%	Monte Mor	21,7%
Lourdes	97,7%	Coroados	21,8%
Álvares Florence	97,6%	Cesário Lange	23,6%
Pedrinhas Paulista	97,5%	Adamantina	24,1%

Fonte: IBGE, 2010

4.2.1.2. Tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado (descritivo): o indicador mede a proporção do resíduo coletado pela rede de esgoto e devidamente tratado antes de devolvido ao meio ambiente. O serviço de tratamento de esgoto é um serviço público que tem como finalidade prover tanto a saúde pública quanto a boa gestão dos recursos ambientais - principalmente evitar contaminação de água e solo.

O indicador, que varia entre zero e um, é a razão entre o volume de esgoto tratado em relação ao coletado pelo rede de esgotamento sanitário do município. A distância entre o valor observado e 1 representa a proporção de resíduos devolvidos ao meio ambiente sem tratamento adequado.

Os dados apresentados para este indicador são da Companhia de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (CETESB) e divulgados no Relatório de Qualidade de Águas Subterrâneas 2011. A Tabela 3 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 3 - Tratamento de Esgoto**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	%	Município	%
Santa Gertrudes	97,1%	Caiabu	39,7%
Guataparã	97,1%	Adamantina	39,7%
São João de Iracema	97,1%	Irapuru	39,7%
Nhandeara	97,1%	Piquerobi	39,7%
Nova Canaã Paulista	97,1%	Pradópolis	39,7%
Aparecida d'Oeste	97,1%	Oscar Bressane	39,7%
São João da Boa Vista	97,1%	Ferraz de Vasconcelos	39,7%
Marinópolis	97,1%	Ouroeste	39,7%
Serra Azul	97,1%	Marília	39,7%
Gavião Peixoto	97,1%	Sagres	39,7%

Fonte: CETESB, 2011a

4.2.1.3. Proporção de domicílios atendidos por rede de fornecimento de água encanada - distribuição (descritivo): o indicador mede a oferta do serviço de água encanada para os residentes e estabelecimentos do município. Como um indicador de resposta ele informa medidas tomadas pelo governo de forma a corrigir ou ajustar mudanças na qualidade da água que podem afetar a saúde da população.

O indicador, que varia entre zero e um, é a razão entre número de domicílios atendidos pelo serviço de água tratada e encanada e o número total de residências na localidade. A distância entre o valor observado e 1 representa a proporção de domicílios que ainda tem como fonte direta de água para sobrevivência e atividades econômicas lagos, rios (e nascentes), bicas, carros pipas e outros .

Os dados apresentados para este indicador são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e coletados no Censo de 2010. A Tabela 4 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 4 - Fornecimento de Água Encanada**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	%	Município	%
São Caetano do Sul	100,0%	Pedra Bela	22,7%
Águas de São Pedro	99,9%	Quadra	34,9%
Taboão da Serra	99,6%	Ibiúna	42,5%
Diadema	99,4%	Jarinu	44,6%
Jandira	99,4%	Natividade da Serra	45,5%
Mauá	99,3%	Nazaré Paulista	45,5%
Igaraçu do Tietê	99,3%	Vargem	47,4%
Barueri	99,3%	Monteiro Lobato	48,1%
Osasco	99,1%	Redenção da Serra	48,7%
São Paulo	99,1%	Pinhalzinho	52,2%

Fonte: IBGE, 2010

4.2.1.4. Proporção de domicílios atendidos por coleta regular de resíduos sólidos (descritivo): o indicador mede a proporção dos domicílios atendidos por coleta regular de lixo. Cabe destacar que o indicador não revela qual a periodicidade da coleta, mas apenas a existência da mesma. O serviço público, fundamental para a saúde pública, é uma demanda social originária da mudança de hábitos de consumo da população.

O indicador, que varia entre zero e um, é a razão entre número de domicílios atendidos pelo serviço de coleta regular de resíduos sólidos e o número total de residências. A distância entre o valor observado e 1 representa a proporção de domicílios que ainda são atendidos pelo serviço de limpeza urbana e que, desta forma, dão destinações diversas e individualmente aos seus resíduos.

Os dados apresentados para este indicador são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e coletados no censo de 2010. A Tabela 5 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 5 - Serviço de Coleta de Lixo**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	%	Município	%
São Caetano do Sul	100,0%	Caiuá	59,2%
Taboão da Serra	99,9%	Marabá Paulista	60,7%
Jandira	99,9%	Mirante do Paranapanema	62,1%
Barueri	99,9%	Iaras	65,6%
Santo André	99,9%	Nova Canaã Paulista	65,6%
Americana	99,9%	Cunha	66,1%
Várzea Paulista	99,9%	Euclides da Cunha Paulista	67,4%
Águas de São Pedro	99,9%	Tejupá	69,6%
Jundiá	99,8%	Murutinga do Sul	69,9%
São Bernardo do Campo	99,8%	Sandovalina	70,4%

Fonte: IBGE, 2010

4.2.1.5. Número de áreas contaminadas (descritivo): o indicador revela uso e gestão - inadequadas - do solo. O indicador quantifica o número de áreas contaminadas pelos seguintes usos: indústria, comércio, posto de combustível [principal contaminador], resíduos, acidentes, agricultura e outros usos diversos. Cabe, entretanto, destacar que o indicador só marca a existência da área contaminada e a fonte geradora. A extensão da área não é identificada e nem o grau severidade da contaminação. Assim, não é possível evidenciar a extensão das áreas contaminadas com a dimensão total do município.

O indicador registra o número absoluto de ocorrências de contaminação de áreas. O valor utilizado neste trabalho representa o número de áreas contaminadas atualmente. Do total de áreas registradas foram subtraídas aquelas já recuperadas.

Os dados apresentados para este indicador são da Companhia de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (CETESB) e divulgados/ atualizados no site da instituição onde é possível acompanhar o estágio do processo de investigação e recuperação do dano ambiental causado pela má gestão da ocupação e uso do solo. A Tabela 6 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 6 - Áreas Contaminadas**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	número	Município	número <sup>13</sup>
São Paulo	1.121	Caiuá	-
Campinas	110	Iaras	-
São Bernardo do Campo	89	Mirante do Paranapanema	-
Santo André	86	Echaporã	-
Guarulhos	83	Tejupá	-
Jundiaí	62	Sales Oliveira	-
Osasco	53	Lourdes	-
São José dos Campos	46	Sandovalina	-
São José do Rio Preto	44	Avai	-
Paulínia	41	Populina	-

Fonte: CETESB, 2011b.

4.2.1.6. Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos - IQR (desempenho): o índice, elaborado pela CETESB para todos os municípios via aplicação de um questionário padrão, tem por finalidade avaliar a qualidade dos tratamentos e destinação final aos resíduos sólidos produzidos pela sociedade e coletados pelo sistema de limpeza urbana de cada município.

Variando em um intervalo de zero a dez o indicador classifica as instalações de tratamento de resíduos sólidos ou de destinação final dos resíduos em adequadas, controladas e inadequadas (ver Tabela 7). A Tabela 8 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 7 - Classificação IQR**

IQR	Enquadramento
0,0 - 6,0	Inadequado
6,1 - 8,0	Controlado
8,1 - 10	Adequado

Fonte: CETESB, 2011c

<sup>13</sup> 275 municípios não registraram ocorrência de áreas contaminadas.



**Tabela 8 - Índice de Qualidade de Aterro de Resíduo**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	IQR <sup>14</sup>	Município	IQR
Tejupá	10,00	Vargem Grande Paulista	1,80
Brodowski	10,00	Presidente Prudente	2,00
Flórida	10,00	Engenheiro Coelho	4,70
Lagoinha	10,00	Jaú	4,70
Altinópolis	10,00	Dourado	5,00
Itapuá	10,00	Oriente	5,60
Três Fronteiras	10,00	Mirassolândia	5,80
Pongá	10,00	Santa Cruz da Esperança	6,10
Cunha	10,00	Taguaral	6,10
Duartina	10,00	São João de Iracema	6,10

Fonte: CETESB, 2011c

4.2.1.7. Produção diária de lixo (desempenho): o indicador que mede a tonelage de lixo produzida diariamente nos municípios revela o impacto do consumo sobre o meio ambiente. A externalidade gerada pela evolução do consumo e pelas modificações de hábito das populações é uma boa medida tanto de externalidades quanto de pressão e demanda sobre serviços públicos de limpeza urbana e tratamento de resíduos sólidos.

O indicador é expresso em termos absolutos, ou seja, o total de toneladas produzidos diariamente em cada um dos municípios. Por esta característica o resultado do indicador é influenciado por duas características básicas: o tamanho do município e o nível de renda (que afeta diretamente o consumo).

Os dados são computados e divulgados pela CETESB no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares (não é considerada a produção proveniente de atividade econômica). A Tabela 9 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 9 - Geração de Resíduos Sólidos**

Melhores Indicadores		Piores Indicadores	
Município	ton/dia	Município	ton/dia
São Paulo	6.000,00	Borá	0,30
Guarulhos	855,60	Fernão	0,30
Campinas	743,70	Nova Castilho	0,30
São Bernardo do Campo	526,70	Santa Salete	0,30
Santo André	471,70	Quadra	0,30
Osasco	466,50	Santana da Ponte Pensa	0,40
São José dos Campos	430,90	Uru	0,40
Ribeirão Preto	422,40	Arco-Íris	0,40
Sorocaba	406,20	Nova Canaã Paulista	0,40
Mauá	250,40	Santa Cruz da Esperança	0,50

Fonte: CETESB, 2011c

<sup>14</sup> 50 municípios registraram IQR igual a 10.

4.2.1.8. Produção diária de lixo por habitante (eficiência): assim como o indicador de produção diária, este indicador de eficiência revela os efeitos da atividade humana sobre o meio ambiente. Porém, neste caso é considerada a produção per capita de resíduos. Desta forma, o indicador não mais se configura como absoluto, mas, sim, como indicador relativo. Seu cálculo, baseado no indicador anterior é a razão entre a produção diária de lixo e a população total do município.

Os dados são originados do IBGE (população) e CETESB (produção de resíduos) e o cálculo percentual foi realizado para este estudo. A Tabela 10 evidencia os melhores e os piores resultados para os municípios do estado de São Paulo.

**Tabela 10 - Geração de Resíduos Sólidos (por habitante)**

Maiores Indicadores		Menores Indicadores	
Município	kg/dia/hab	Município	kg/dia/hab
Santa Rita d'Oeste	3,74	Santa Rita do Passa Quatro	0,03
Estrela do Norte	1,02	Quadra	0,09
Guarulhos	0,70	Estrela d'Oeste	0,10
Osasco	0,70	Pedra Bela	0,10
Ribeirão Preto	0,70	Paraibuna	0,12
Santo André	0,70	Ribeirão Grande	0,12
Sorocaba	0,69	Balbinos	0,14
Campinas	0,69	Ibiúna	0,14
São Bernardo do Campo	0,69	Caiuá	0,16
São José dos Campos	0,68	Guapiara	0,16

Fonte: IBGE, 2011 e CETESB, 2011c

#### 4.2.1.9. Índice de Desenvolvimento Municipal - IFDM Firjan (bem estar)

O índice de desenvolvimento municipal utilizado é o elaborado e divulgado pela FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro). O IFDM (Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal) é um acompanhamento anual dos 5.564 municípios brasileiros. São consideradas três áreas no estudo: emprego e renda, educação e saúde. O IFDM varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento da localidade.

O IFDM foi escolhido por ser um indicador de qualidade de vida que tem uma proposta de mensuração semelhante a utilizada para os países, o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano). Além de apresentar dados municipais, o indicador selecionado tem periodicidade anual, o que possibilita um acompanhamento bastante realista do desenvolvimento e das dificuldades encontradas pelos municípios. Cabe destacar que, dada a complexidade de realização dos cálculos e levantamento de dados, o índice publicado em 2011 é referente ao ano de 2009. A defasagem no tempo não é problema para este estudo, pois está compatível com o restante da base de dados utilizada.

### **4.3. Método estatístico: análises de agrupamento (*cluster*) e fatorial**

A análise multivariada é comumente utilizada em estudos tanto ambientais quanto espaciais (NIJKAMP, 1999). Isso se deve ao fato de a análise multivariada ser bastante útil na tomada de decisão quando são necessários vários critérios e indicadores - quantitativos e qualitativos - combinados de forma a fornecer uma ideia mais aproximada da realidade.

Cabe destacar que a análise multivariada não é uma ferramenta de maximização ou de definição de uma solução ótima. O objetivo é auxiliar na compreensão de uma realidade complexa como o é a que descreve a relação entre economia e meio ambiente em uma aglomeração urbana (MATSUHASHI, 1997).

Neste trabalho, considerando que o objetivo é responder a questão que dá nome a esta dissertação, a análise multivariada foi utilizada como ferramenta. As variáveis selecionadas, apresentadas anteriormente, são medidas de qualidade ambiental e de qualidade de vida que foram coletadas junto a órgãos de pesquisa tanto nacionais - IBGE - quanto estaduais - CETESB. Os dados considerados são válidos para 607 municípios do estado de São Paulo<sup>15</sup>. Dada a complexidade da análise foram utilizados dois métodos de análise multivariada, a saber: análise de *cluster* e análise fatorial. Toda a análise estatística utilizada e apresentada foi desenvolvida com os softwares STATISTICA 8 e Excel.

#### 4.3.1. Análise de agrupamento (*cluster*)

A análise de clusters é um conjunto de técnicas que tem por finalidade agrupar objetos considerando suas semelhanças e diferenças. A formação dos *clusters* garante que os objetos em seu interior sejam o mais homogêneos possível e, em relação ao exterior, o mais heterogêneo possível. O método não faz distinção entre variáveis dependentes e independente já que o objetivo é caracterizar os grupos (MALHOTRA, 2006). Essa modalidade de análise é particularmente eficiente quando o número de observações é tão grande que impede a análise dos eventos sem um agrupamento orientado. Desta forma, são criados grupos - clusters - que tornam os dados mais maleáveis e permitem seu estudo.

No caso da análise de clusters não há conhecimento prévio sobre a posição ou agrupamento das variáveis. A análise de clusters não é uma técnica classificatória, mas descritiva. Segundo Losekann (2008) não existe assunção sobre a existência e característica dos grupos, tampouco sobre a quantidade dos mesmos, pois os agrupamentos são feitos com base nas medidas de distância.

O processo de formação de clusters tem, basicamente, duas etapas: a estimação das medidas de similaridade e a adoção de uma técnica de formação dos grupos. Segundo Albuquerque (2005) existe um grande número de medidas de similaridade sendo que a escolha de qual usar depende da conveniência do pesquisador.

As técnicas de agrupamento podem ser divididas em dois grupos: hierárquicas e não-hierárquicas (CORMACK, 1971 apud ALBUQUERQUE, 2005):

---

<sup>15</sup> O estado possui 645 municípios, porém há ausência de dados de qualidade de tratamento de esgotamento sanitário para 38 deles.

a) Hierárquica: consiste em sucessivos agrupamentos ou sucessivas divisões de elementos. Nessa técnica os grupos são apresentados em árvores - dendogramas - que revelam a distância euclidiana entre os grupos formados. Nesse gráfico, cada ramo representa um elemento, enquanto a base é a representação de todos os elementos. Cabe destacar que nessa abordagem a definição do número de clusters é feita posteriormente e segue a distribuição das distâncias; e

b) Não-hierárquica: consiste em agrupar os elementos analisados em  $k$  grupos, em que  $k$  é a quantidade de grupos definida previamente. Como nem todos os valores de  $k$  são representativos, ou seja, é possível que se tenha mais grupos que os necessários, é preciso repetir a técnica várias vezes.

Para este trabalho optou-se por utilizar-se uma análise não-hierárquica. De fato, foi testada a metodologia hierárquica, mas esta foi insatisfatória para o objeto de estudo. Isso porque quando feita a clusterização dos municípios, o resultado foi a formação de 600 clusters, ou seja, a análise não foi capaz de agrupar os municípios de forma a facilitar a compreensão das realidades. Dessa forma, para a análise em questão foi utilizado o método *k-means* de agrupamento. Para a definição do número de clusters formados foi utilizado, como auxiliar, o método *vfold*. Na seqüência segue uma breve explicação sobre o método aplicado neste trabalho.

#### 4.3.1.1. K-means

O *k-means* é um método de análise não-hierárquico que, dado um número de agrupamentos previamente definidos ( $k$ ), calcula pontos que representam os centros desses clusters e que são distribuídos homogeneamente no conjunto de dados até que se encontre um equilíbrio estático - também chamada de análise centróide (HAIR, 2005).

Os centróides iniciais são formados pela definição de cada caso ao cluster de centro mais próximo. Com a inclusão de cada observação a média do cluster se modifica, mudando o centróide inicial. Um processo iterativo é utilizado para encontrar os centróides finais - definidores do cluster. A cada novo caso os dados são reagrupados conforme o centróide mais próximo e as médias são recalculadas. Isso se repete até que o número de iterações predeterminado tenha ocorrido (GUIDINI, s/d).

O objetivo desse método é garantir a distância mínima entre cada um dos elementos do grupo até seu centro - média. Isso garante que dentro de cada grupo os elementos sejam o mais homogêneo possível e, como consequência, o mais distintos possível dos elementos dos outros grupos. Este foi o método utilizado para fazer os agrupamentos desta dissertação. Para a definição do número de clusters a ser trabalhado foi utilizado o método *vfold* que computa qual o benefício marginal da inclusão de cada grupo adicional.

#### 4.3.2. Análise fatorial - construção de um indicador de qualidade municipal (IQM)

A análise fatorial é exploratória e é formada por um conjunto de técnicas estatísticas que têm como objetivo reduzir o número de variáveis iniciais com a menor perda possível de informações. A versão clássica determina os fatores ortogonais que descrevem de forma aproximada e sucessiva os fatores de resposta apresentados pela amostra (VICINI, 2005).

A análise fatorial é uma técnica que envolve a análise das inter-relações entre as variáveis, de forma que possam ser descritas de forma conveniente por categorias básicas, chamadas de fatores. Esses fatores

passam a ser uma nova variável, não observada, mas capaz de refletir à realidade de forma mais adequada. A análise feita dessa forma explica a covariância entre as variáveis utilizando-se de um modelo estatístico e pressupondo a existência de n variáveis não-observáveis e subjacentes aos dados (VICINI, 2005).

A aplicação dessa técnica permite a construção de uma matriz de cargas fatoriais que é capaz de explicar a correlação existente entre os fatores comuns. Para tanto, é utilizada a matriz de correlação dos indicadores iniciais do modelo que esta sendo estudado. Associados a matriz de correlação dos indicadores existem autovetores que fornecem o percentual da variância explicada pelos fatores de tal forma que a soma das variâncias dos fatores é igual à variância total do modelo. Assim, a escolha do número de fatores do modelo define a capacidade de explicação do mesmo.

Esta técnica foi utilizada para viabilizar a construção de um Indicador de Qualidade Municipal -IQM. Para tanto, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Soares (1999). O IQM calculado a partir das cargas fatoriais tem como objetivo resumir as informações sobre qualidade ambiental e de qualidade de vida para cada um dos 607 municípios estudados nesta dissertação. O indicador foi calculado da seguinte forma:

$$IQM_i = \sum_{j=1}^k \frac{\lambda_j}{tr(r)} F_{ji}$$

Onde:

$IQM_i$ : índice de qualidade do município i;

$\lambda_j$  : j-ésima raiz característica da matriz de correlação;

K: número de fatores escolhidos;

$F_{ji}$ : carga fatorial do município i; e

Tr (r): traço da matriz de correlação.

Após a criação do IQM foi feita uma normalização do mesmo para facilitar a comparação entre os municípios de forma que não existissem valores negativos. Na seqüência, para viabilizar a resposta da questão proposta nesta dissertação, foi realizada uma nova análise de clusters com os resultados obtidos com a criação do IQM. Utilizou-se, novamente, a técnica k-means a fim de agrupar os municípios que apresentassem um mesmo padrão de qualidade municipal quando considerados elementos ambientais e socioeconômicos. As particularidades de cada simulação, resultados e análises serão apresentados no próximo capítulo.

## Capítulo 5: Resultados e Análises

Neste capítulo serão apresentados os resultados e as análises pertinentes para que se possa responder à seguinte questão: Cidades menores apresentam mais benefícios ambientais do que as grandes? Para tanto, cada uma das técnicas apresentadas anteriormente foram aplicadas as seguintes variáveis<sup>16</sup>. No que diz respeito ao método, será apresentado inicialmente a análise pelo método de agrupamento *k-means* e, na seqüência, a análise fatorial com a criação de um Indicador de Qualidade Municipal.

1. Proporção dos domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitário - coleta;
2. Tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado;
3. Proporção dos domicílios atendidos por rede de fornecimento de água encanada;
4. Proporção de domicílios atendidos por coleta regular de resíduos sólidos;
5. Número de áreas contaminadas;
6. Índice de qualidade de aterro de resíduos;
7. Produção de lixo diária;
8. Produção diária de lixo por habitante; e
9. Índice de Desenvolvimento Municipal - IFDM.

### 5.1. Análise das variáveis individualmente e formação de clusters

Antes realizar as análises multivariada e fatorial, é interessante verificar a distribuição dos municípios paulistas segundo cada uma das variáveis selecionadas para este trabalho. A análise é importante por permitir identificar uma tendência de concentração, ou não, de municípios com tamanhos semelhantes em uma mesma faixa para os indicadores de qualidade e gestão ambiental. A análise será apresentada de duas formas: (i) gráfico de dispersão; e (ii) *clusterização* dos municípios para cada variável. Assim como para a análise multivariada, foi utilizado o método *vfold* para a definição do número de *cluster* e o *k-means* para a formação dos clusters.

#### 1. Proporção dos domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitário - coleta

Quando considerada a proporção dos domicílios atendidos por coleta de esgoto no estado de São Paulo é possível perceber, pelo Gráfico 1<sup>17</sup>, que não há uma correlação clara entre tamanho da cidade (população residente) e proporção de domicílios atendidos pelo serviço de coleta de esgoto. O que se percebe pelo gráfico de dispersão é que a maioria dos municípios (pequenos, médios e grandes) apresenta 70% ou mais

---

<sup>16</sup> Os dados utilizados estão disponíveis no Apêndice A desta dissertação

<sup>17</sup> O município de São Paulo foi retirado do gráfico para facilitar a visualização. O indicador para a cidade é de 94% dos municípios atendidos por coleta de esgotamento sanitário.

da população atendida pela coleta. Dentre os que apresentam proporção inferior a 70%, apenas 4 têm população entre mais de 200 mil habitantes.

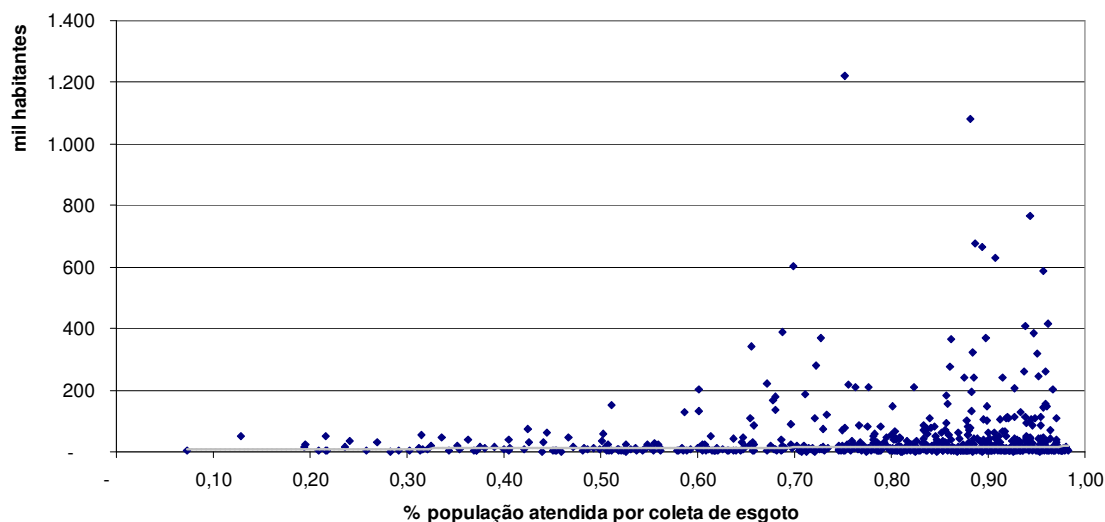


Gráfico 1: População atendida por coleta de esgoto

Fonte: Elaboração própria.

Ainda para a coleta de esgoto, a formação de *clusters* apresenta a formação de grupos bastante heterogêneos quanto ao tamanho das populações. Dentre os clusters formados, aquele com maior proporção de residências atendidas por coleta de esgoto é o *Cluster 2*, já o que agrupa os municípios com piores resultados para a variável é o *Cluster 1*. A cidade de São Paulo, a maior do estado, é parte do *Cluster 2*, o grupo conta ainda com outras 138 municípios, sendo que o menor deles é Marapoama com 2.633 municípios. A população média das cidades desse cluster é de 138.493 habitantes. A média revela que o *cluster*, apesar de compreender São Paulo, é formado por cidades de porte médio. Já o *Cluster 1* possui média populacional de 16.477 habitantes. A maior cidade do *cluster* é Ibitinga (53.158 habitantes) e a menor Paulistânia (1.779 habitantes). A Tabela 11 apresenta a síntese de dados para a formação de *clusters* da variável em questão.

Tabela 11: Melhor e pior cluster para a variável “coleta de esgotamento sanitário”

<b>Cluster com melhor classificação para rede de esgotamento sanitário (coleta): 2</b>	
Número de Municípios: 138	
Maior município do cluster:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
Menor Município do cluster:	Marapoama (2.633 habitantes)
População média:	138.493
<b>Cluster com pior classificação para rede de esgotamento sanitário (coleta): 1</b>	
Número de Municípios: 21	
Maior município do cluster:	Ibitinga (53.158 habitantes)
Menor Município do cluster:	Paulistânia (1.779 habitantes)
População média:	16.478

Fonte: Elaboração própria.

O que se percebe da análise da variável é que, quando considerada a proporção de residências atendidas pelo serviço de coleta de esgoto, não é possível fazer uma distinção entre municípios de maior e menor porte. Entretanto, é possível afirmar que das cidades acima de 200 mil habitantes apenas 4 fornecem menos de 70% de coleta de esgoto a seus residentes: Mogi das Cruzes, Bauru, São Carlos e Itaperi.

## 2. Tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado

Nenhum dos municípios estudados trata 100% do esgoto coletado. O índice de maior proporção de esgoto tratado é de 97% verificado em apenas 25 municípios do estado. O que se percebe, pelo Gráfico 2<sup>18</sup>, é que não é possível traçar uma linha de tendência para a variável. Entretanto, um fato chama a atenção: os municípios com população superior a 1 milhão de habitantes apresentam níveis muito baixos de tratamento de esgoto. O fato evidencia a ineficiência da gestão ambiental no que se refere ao tratamento do esgoto. Apesar de fornecer a coleta, como visto anteriormente, não há nas maiores cidades do estado um adequado tratamento para os resíduos sanitários coletados.

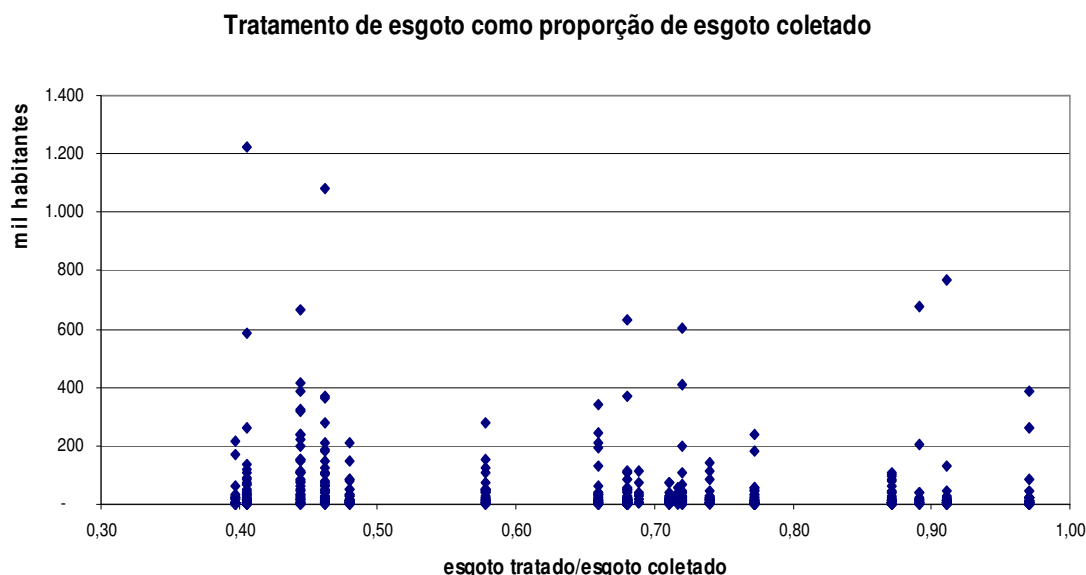


Gráfico 2: Tratamento do esgoto coletado

Fonte: Elaboração própria.

Apesar do baixo desempenho dos maiores municípios do estado quanto ao tratamento do esgoto sanitário, o *Cluster 4* que agrupa os municípios com melhor resultado concentra municípios médios e grandes. A média populacional do *cluster* 35 mil habitantes e a maior cidade é São Bernardo do Campo (765.463 habitantes). Além de Flora Rica, menor município do *cluster*, Suzado, Diadema e Santo André estão entre os 120 melhores resultados para a variável (ver Tabela 12). Os piores desempenhos quanto ao tratamento do esgoto sanitário são concentrados no *Cluster 1*. A população média do cluster é de 26.275 habitantes e

<sup>18</sup> O município de São Paulo foi retirado do gráfico para facilitar a visualização. O indicador para a cidade é de 74% de tratamento do esgoto coletado..



Borá, menor município do estado, compõe o *cluster*. É preciso destacar que a capital, São Paulo, não faz parte do cluster de melhor resultado, mas encontra-se no segundo melhor grupo, juntamente com Sumaré e Araçatuba.

Tabela 12: Melhor e pior cluster para a variável “tratamento de esgoto”

<b>Cluster com melhor classificação para rede de esgotamento sanitário (tratamento): 4</b>	
Número de Municípios:	120
Maior município do cluster:	São Bernardo do Campo (765.463 habitantes)
Menor Município do cluster:	Flora Rica (1.752 habitantes)
População média:	35.000
<b>Cluster com pior classificação para rede de esgotamento sanitário (tratamento): 1</b>	
Número de Municípios:	21
Maior município do cluster:	Ibitinga (53.158 habitantes)
Menor Município do cluster:	Bora (805 habitantes)
População média:	26.275
<b>São Paulo - cluster 9</b>	
% de tratamento de esgoto:	74% do esgoto coletado
outros municípios do cluster:	
Sumaré	(241.311 habitantes)
Araçatuba	(181.579 habitantes)
Itapetininga	(144.377 habitantes)
Nova Castilho	(1.125 habitantes)

Fonte: Elaboração própria.

O resultado das análises da variável revela um melhor desempenho para o indicador em questão para as cidades de tamanho médio. Nem as pequenas nem as grandes concentrações urbanas apresentaram bons resultados nessa análise. O resultado é bastante interessante, pois contradiz a hipótese de que por apresentarem mais rendas as grandes cidades possuem melhores sistemas de saneamento básico.

### 3. Proporção dos domicílios atendidos por rede de fornecimento de água encanada

A maior parte dos municípios do estado de São Paulo é capaz de fornecer água encanada para mais de 70% da sua população. Para os municípios que têm menos de 70% da população atendida pelo serviço, verifica-se, pelo Gráfico 3<sup>19</sup>, que são municípios de menor porte, com destaque para Pedra Bela que apresenta o pior resultado do estado com apenas 23% da população contando com o serviço de fornecimento de água encanada.

<sup>19</sup> O município de São Paulo foi retirado do gráfico para facilitar a visualização. O indicador para a cidade é de 99%.

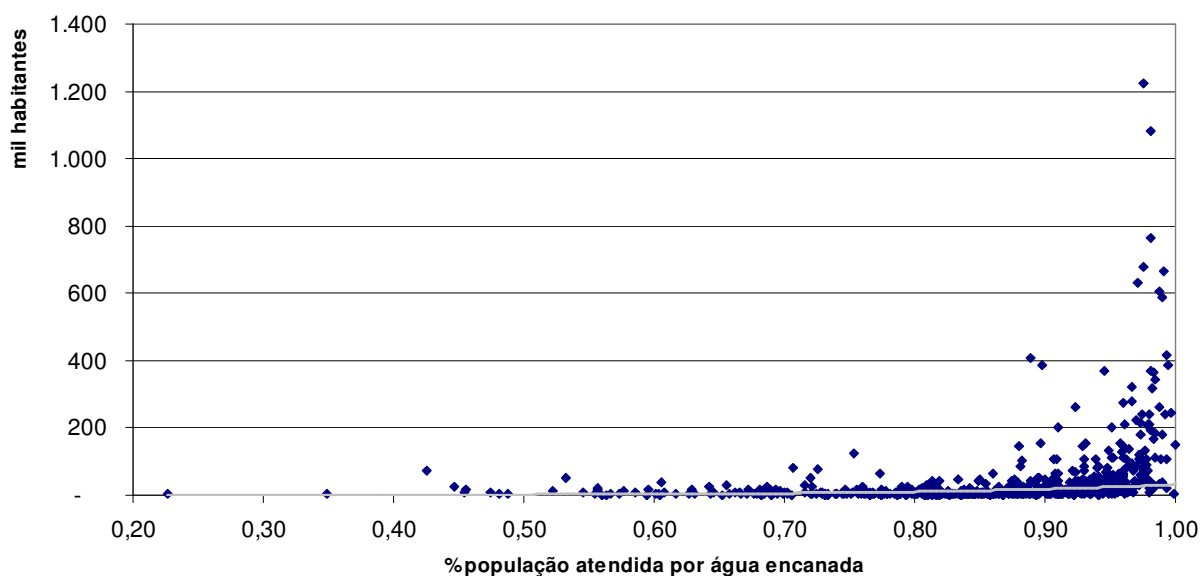


Gráfico 3: População atendida por água encanada

Fonte: Elaboração própria.

Dos municípios analisados, 3 tem 100% da população atendida por água encanada: São Caetano do Sul, Águas de São Pedro e Taboão da Serra. Esses e outros 71 municípios compõem o *Cluster 7*, que agrupa os municípios com melhor resultado para a variável. As cidades desse *cluster* têm, em média, 351.993 habitantes, definindo o grupo com concentrador de grandes e médias cidades. O maior município é São Paulo e o menor Águas de São Pedro (ver Tabela 13). O *Cluster 9* reúne as cidades com o penhor desempenho nesse indicador. As cidades do cluster, com população média de 15.996 habitantes, são, em sua maioria, de pequeno porte. A maior cidade, Ibiúna, tem apenas 71.217 habitantes

Tabela 13: Melhor e pior cluster para a variável “fornecimento de água encanada”

<b>Cluster com melhor classificação para fornecimento de água encanada: 7</b>	
Número de Municípios: 74	
Maior município do cluster:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
Menor Município do cluster:	Águas de São Pedro (2.707 habitantes)
População média:	351.993
<b>Cluster com pior classificação para fornecimento de água encanada: 9</b>	
Número de Municípios: 9	
Maior município do cluster:	Ibiúna(71.217 habitantes)
Menor Município do cluster:	Quadra (3.236 habitantes)
População média:	15.996

Fonte: Elaboração própria.

O bom resultado do desempenho dos municípios do estado para a variável não é suficiente para afirmar que todo o estado desfruta de um bom serviço de fornecimento de água para a população residente. Dos 607

municípios analisados, 59 tem menos de 70% de sua população beneficiada pelo serviço de fornecimento de água. Dessas, todas possuem menos de 75 mil habitantes, revelando que, nesta variável, o resultado insatisfatório é observado apenas para os municípios de pequeno porte.

#### 4. Proporção de domicílios atendidos por coleta regular de resíduos sólidos

Assim como o observado para a variável "fornecimento de água encanada", existe concentração dos resultados para a variável "domicílios atendidos por coleta de lixo" nas faixas de melhor resultado do indicador. Pelo Gráfico 4<sup>20</sup> é possível verificar que há uma tendência no estado quanto ao fornecimento do serviço em questão. Apenas 22% dos municípios do estado não tem sistema de coleta de resíduos sólidos que atenda, pelo menos, 90% da população residente. É possível verificar, ainda pelo gráfico, que a capacidade de coleta é verificada tanto em municípios de pequeno porte quanto nos de grande.

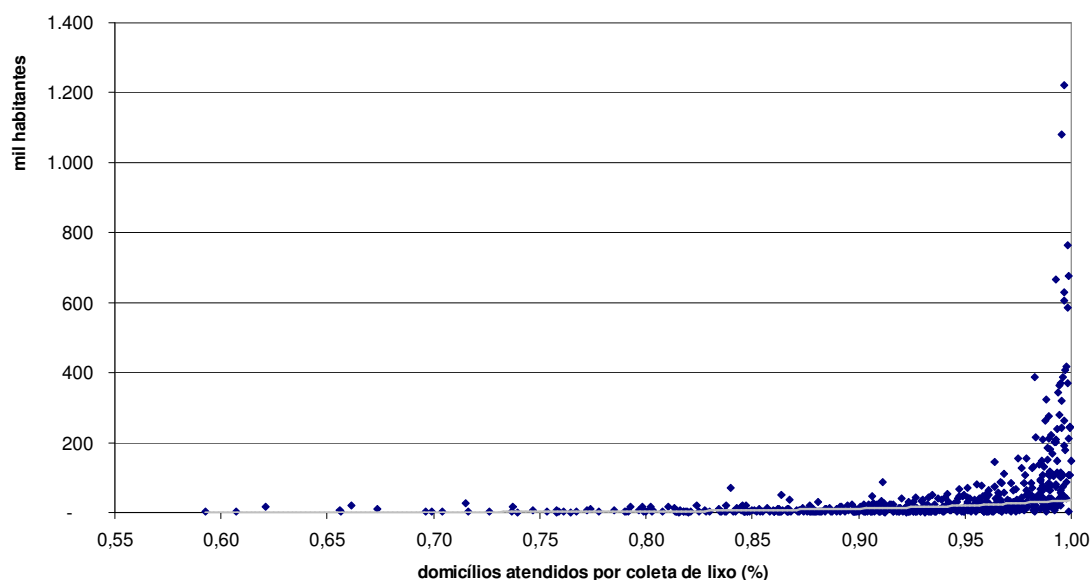


Gráfico 4: Domicílios atendidos por coleta de lixo

Fonte: Elaboração própria.

Quando realizada a análise de grupamentos, percebe-se que o *Cluster 7*, melhor classificado para a variável, concentra cidades que atendem entre 99% e 100% de seus domicílios com coleta de lixo. Dentre os municípios desse *cluster* estão São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo e Sorocaba. Apesar da menor cidade do *cluster* ter apenas 2.254 habitantes (Torre da Pedra), a população média dos municípios é de mais de 300 mil habitantes, revelando que o *cluster* é caracterizado pela presença de municípios de grande porte (ver Tabela 14). Já o grupamento de pior resultado para a variável foi o *Cluster 6*. Nesse grupo estão 16 municípios que têm, em média, 8.413 habitantes. A maior cidade do *cluster* é Santa Rita do Passa Quatro e a menor é Nova Castilho. Pelo apresentado, é perceptível que, assim como o *Cluster 7* é caracterizado por grandes municípios, o *Cluster 6* concentra pequenas aglomerações urbanas.

<sup>20</sup> O município de São Paulo foi retirado do gráfico para facilitar a visualização. O indicador para a cidade é de 100%.

Tabela 14: Melhor e pior cluster para a variável "coleta de lixo"

<b>Cluster com melhor classificação para coleta de lixo: 7</b>	
Número de Municípios:	104
Maior município do cluster:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
Menor Município do cluster:	Torre da Pedra (2.254 habitantes)
População média:	285.023
outras grandes e médias: Santo André, Sorocaba, Mauá, São Bernardo do Campo	

<b>Cluster com pior classificação para coleta de lixo: 6</b>	
Número de Municípios:	16
Maior município do cluster:	Santa Rita do Passa Quatro (26.478 habitantes)
Menor Município do cluster:	Nova Castilho (1.125 habitantes)
População média:	8.414

Fonte: Elaboração própria.

Do apresentado é possível concluir que, para a variável "coleta de lixo", é possível traçar um paralelo entre tamanho da cidade e fornecimento do serviço. O cluster de melhor resultado, apesar de apresentar pequenas cidades, tem em sua características grandes populações. Já o de pior resultado concentra cidades muito pequenas. Assim, para a variável isoladamente é possível verificar que, proporcionalmente, cidades maiores possuem melhor qualidade do serviço de gestão ambiental em questão.

### 5. Número de áreas contaminadas

O número de áreas contaminadas, como o esperado, guarda uma relação direta entre o tamanho da cidade e o número absoluto de ocorrências. Pelo Gráfico 5 é possível perceber que quanto maior a população do município, maior o número de áreas que sobrem algum tipo de contaminação em consequência do uso inadequado do solo. A cidade de São Paulo, não representada no Gráfico 5, é a que registra o maior número de registros (6.000), ou seja, cerca de uma área contaminada para cada 1.875 habitantes. É possível perceber pelo gráfico que, em sua maioria, os municípios do estado possuem menos de 20 registros de contaminação de área registrados.

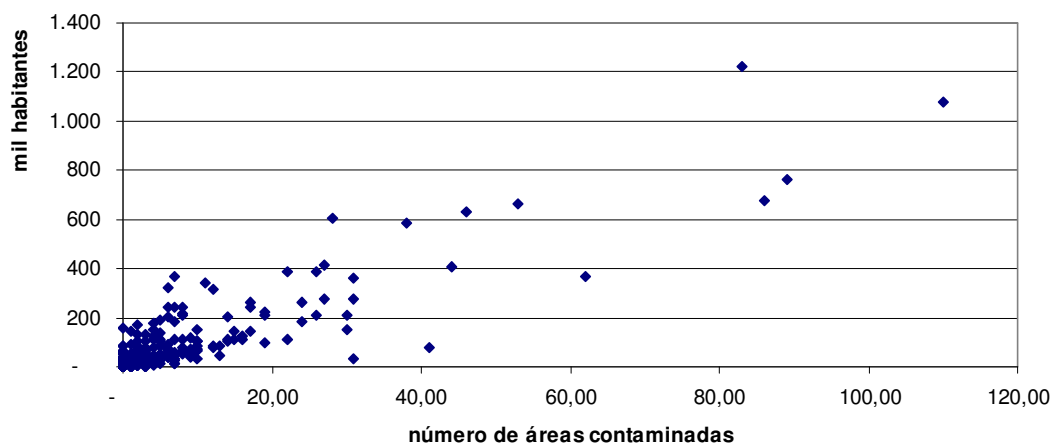


Gráfico 5: Áreas contaminadas

Fonte: Elaboração própria.

Dos 607 municípios, 275 não têm registro de áreas contaminadas junto a autoridade ambiental do estado de São Paulo. Todos estão agrupados no *Cluster 2* que concentra municípios com o melhor desempenho no quesito "áreas contaminadas" (Tabela 15). A população média dos municípios é de 9.507 habitantes, ou seja, o *cluster* é formado, basicamente por pequenos municípios. Já a maior ocorrência de áreas contaminadas é no município de São Paulo, como apresentado anteriormente. A capital fica isolada em um *cluster* quando realizada a análise de grupamento. O grupo que se forma na segunda posição quanto ao número de registros de contaminação do solo é o *Cluster 6*. Este cluster tem municípios com população média de mais de 800 mil habitantes, o que o caracteriza como concentrador de grandes áreas urbanas.

Tabela 15: Clusters com maior e menor ocorrência de "áreas contaminadas"

<b>Cluster com maior número de áreas contaminadas: 8</b>	
Número de Municípios:	1
Único município:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
<b>Segundo cluster com maior número de áreas contaminadas: 6</b>	
Número de Municípios:	5
Maior município do cluster:	Guarulhos (1.221.979 habitantes)
Menor Município do cluster:	Jundiaí (370.126 habitantes)
População média:	822.818
<b>Cluster com menor número de áreas contaminadas: 2</b>	
Número de Municípios:	275
Maior município do cluster:	Francisco Morato (154.472 habitantes)
Menor Município do cluster:	Bora (805 habitantes)
População média:	9.507

Fonte: Elaboração própria.

A análise da variável confirmou que, quanto maior o tamanho da cidade, maior a probabilidade de ocorrência de contaminações do solo originárias do uso inadequado do espaço. O resultado revela uma das principais externalidades das aglomerações urbanas, potencializado em locais onde não há gestão adequada do uso do solo e políticas de incentivo e educação para boas práticas de conservação e preservação do meio ambiente.

## 6. Índice de qualidade de aterro de resíduos - IQR

Além de coletar o lixo, é importante para a gestão ambiental dar uma destinação final adequada aos resíduos. Nesse sentido, a variável Índice de Qualidade do Resíduo (IQR) avalia a qualidade da destinação final e a classifica em inadequada, controlada e adequada, como apresentado anteriormente. Pelo Gráfico 6 é possível perceber que poucos municípios (sete) são classificados como tendo destinação final de seus resíduos inadequada ( $IQR < 6,0$ ). Entretanto, boa parte dos municípios encontra-se classificado como controlada a qualidade da destinação final (299). É possível perceber, ainda pelo Gráfico 6, não é possível verificar uma tendência entre tamanho da cidade e IQR.

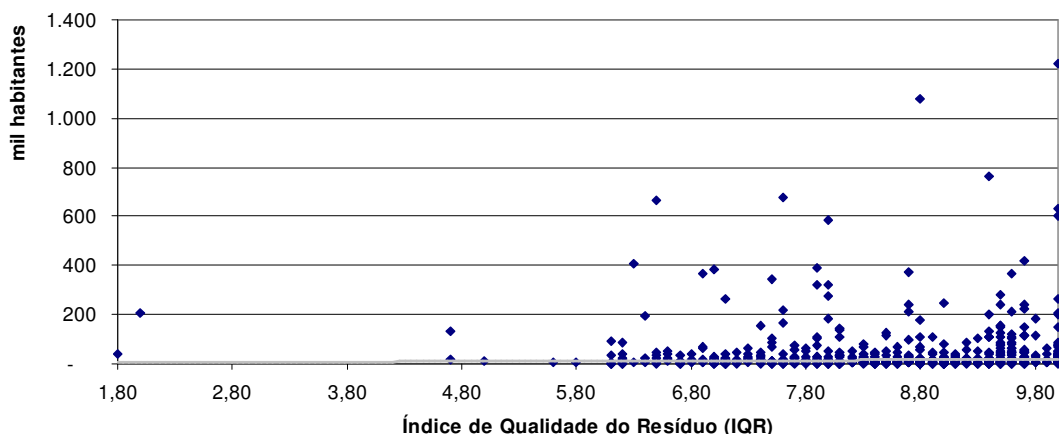


Gráfico 6: Índice de Qualidade do Resíduo

Fonte: Elaboração própria.

Quando realizada a clusterização para a variável IQR, tem-se que o melhor resultado é obtido pelos municípios do *Cluster 5*. Nesse grupo estão Guarulhos (maior município do *cluster*), São José dos Campos, Ribeirão Preto e Mauá, Tabela 16. Apesar da presença de grandes cidades, a população média dos municípios do cluster é de cerca de 77 mil habitantes, ou seja, o *cluster* é caracterizado por cidades de pequeno e médio porte. Já o *cluster* que agrupa as cidades com o pior desempenho para a variável é o *Cluster 3*, com apenas 5 municípios: Varge Grande Paulista, Presidente Prudente, Jaú, Engenheiro Coelho e Dourado. A população média registrada pelo grupo é de aproximadamente 80 mil habitantes, Tabela 5. É importante destacar que o município de São Paulo não encontra-se em nenhum dos *clusters* apresentados. A capital do estado está agrupada no Cluster 7, juntamente com São Bernardo do Campo, Piracicaba e Americana. Cabe destacar que, apesar de não estar no cluster de melhor resultado, o IQR de São Paulo é de 9,7, ou seja, considerado adequado.

Tabela 16: Melhor e pior cluster para a variável “IQR”

---

**Cluster com maior classificação para IQR: 5**

---

Número de Municípios: 85

Maior município do cluster: Guarulhos (1.221.979 habitantes)

Menor Município do cluster: Aspásia (1.809 habitantes)

População média: 77.129

outras grandes e médias: São José dos Campos, Ribeirão Preto, Mauá, Cotia

---

**Cluster com menor classificação para IQR: 3**

---

Número de Municípios: 5

Maior município do cluster: Presidente Prudente (207.610 habitantes)

Menor Município do cluster: Dourado (8.609 habitantes)

População média: 81.195

---

**São Paulo - cluster 7**

---

IQR: 9,5

outros municípios do cluster:

São Bernardo do Campo (765.463 habitantes)

Piracicaba (364.571 habitantes)

Americana (210.638 habitantes)

Franco da Rocha (131.604 habitantes)

---

Fonte: Elaboração própria.

Pelo apresentado, é possível perceber que não há a formação de grupos homogêneos nesta variável. Os grupos formados mesclam cidades grandes e pequenas registrando o mesmo índice de qualidade para destinação final de seus resíduos sólidos. Nesse sentido, não é possível definir uma relação direta e clara entre o tamanho da cidade e o nível de qualidade de gestão ambiental percebido no local, para os municípios do estado de São Paulo.

## 7. Produção de lixo diária

A variável "produção de lixo diária" é a que evidencia a maior relação entre tamanho da população e resultado ambiental negativo. Pelo Gráfico 7 é possível perceber a clara correlação entre tamanho do município e produção de lixo. A variável que apresenta o valor absoluto de geração de resíduos revela que quanto maior a cidade, maior a pressão gerada pela população no que se refere a demanda por serviços de coleta e tratamento de resíduos sólidos. É necessário considerar ainda que além do tamanho da população, contribuem o perfil de renda e consumo dos habitantes dos municípios.

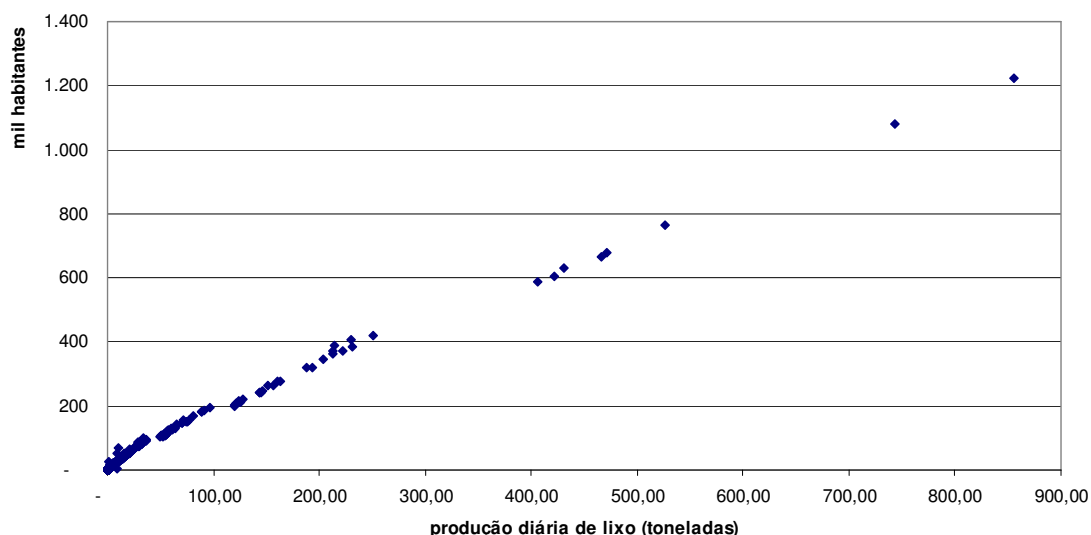


Gráfico 7: Produção diária de lixo (toneladas)

Fonte: Elaboração própria.

Quando realizada a clusterização dos municípios para a variável, o comportamento evidenciado pelo gráfico anterior é confirmado. A capital do estado, São Paulo, formou sozinha o *cluster* de maior produção diária de lixo. O segundo *cluster*, em termos de produção de resíduos foi o *Cluster 3* que tem população média de 778.991 habitantes e grupa cidades como Guarulhos e Sorocaba. A produção diária de lixo desses municípios é de 540 tonelada de lixo por dia. Já a média de geração de lixo do *Cluster 7*, de menor produção, é de apenas 2,52 toneladas. Nesse cluster encontram-se municípios com população média de cerca de 8 mil habitantes, ou seja, cidades de pequeno porte. A Tabela 17 sumariza os resultados para a variável.

Tabela 17: Clusters com maior e menor " produção de lixo"

<b>Cluster com maior produção de lixo diária: 1</b>	
Número de Municípios: 1	
Único município:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
<b>Segundo cluster com maior produção de lixo diária: 3</b>	
Número de Municípios: 8	
Maior município do cluster:	Guarulhos (1.221.979 habitantes)
Menor Município do cluster:	Sorocaba (586.625 habitantes)
População média:	778.991
<b>Cluster com menor produção de lixo diária: 7</b>	
Número de Municípios: 386	
Maior município do cluster:	Santa Rita do Passa Quatro (26.478 habitantes)
Menor Município do cluster:	Bora (805 habitantes)
População média:	7.832

Fonte: Elaboração própria.

O resultado da análise é coerente com o esperado, mostrando que municípios com maior população tendem a apresentar maior volume de resíduos sólidos produzidos originários de consumo das famílias. Essa produção significativa é uma das externalidades mais graves dos centros urbanos. A grande produção de



resíduos demanda do governo e demais instituições o desenvolvimento de um sistema de gestão de resíduos bastante eficiente, o que aumente o custo de implantação do mesmo. São necessários além de um bom sistema de coleta, um planejamento adequado para destinação final dos resíduos para que não haja ocorrência de contaminação do solo e da água nas áreas de depósito de resíduos.

## 8. Produção diária de lixo por habitante

A produção de lixo por habitante é um indicador que revela a pressão da sociedade por serviços de coleta e tratamento de lixo. Desta forma, uma maior produção de lixo conta negativamente para um bom desempenho ambiental do município. Pelo Gráfico 8<sup>21</sup> é possível verificar que existe correlação entre o tamanho da cidade e a produção de resíduos sólidos. Ainda pelo Gráfico 6 verifica-se que a maior parte dos municípios do estado registra produção de lixo por habitante abaixo de 400g por habitante por dia.

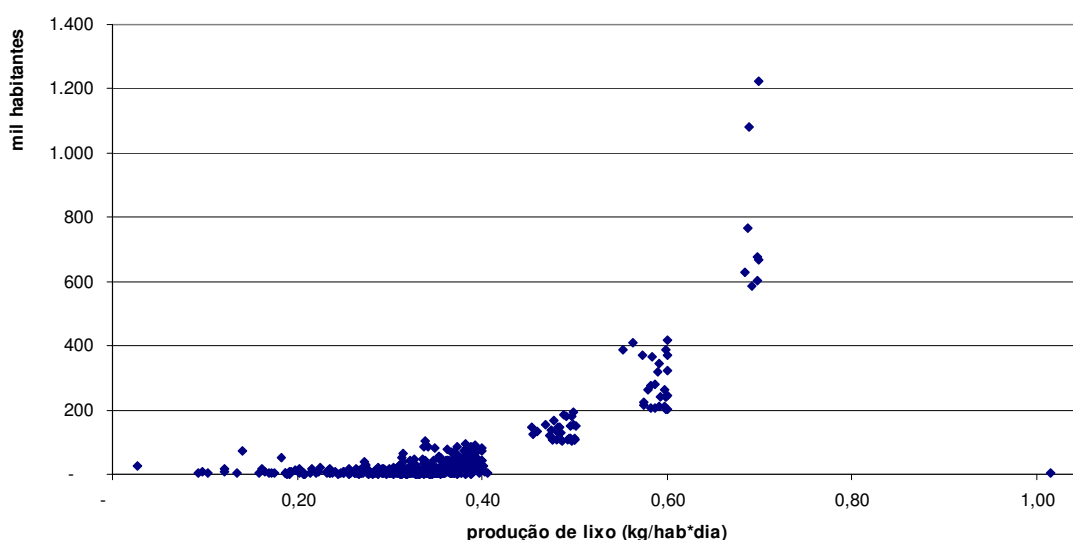


Gráfico 8: Produção de lixo por habitante

Fonte: Elaboração própria.

Quando realizada a análise de *clusters* para a variável "produção de lixo por habitante", o *Cluster 7* é o que registra a maior produção diária: 3,74kg por habitantes ao dia (Tabela 18). O *cluster* é formado por um único município que é Santa Rita d'Oeste. O segundo agrupamento quando avaliada a produção de lixo diária por habitante é o *Cluster 5*, que concentra 34 municípios com população média de 389.938 habitantes. O maior município do grupo é Guarulhos e o menor é Estrela do Norte. Apesar da presença de pequenos municípios, o *cluster* é caracterizado por municípios de médio e grande porte. O *cluster* que registra a menor produção de lixo por habitante é o *Cluster 6*. Com população média de pouco mais de 11 mil habitantes, os municípios desse *cluster* produzem, no máximo, 210g de resíduos sólidos por habitante. A capital, São Paulo, não faz parte de nenhum dos grupos apresentados até então. Inserida no *Cluster 8* (terceiro

---

<sup>21</sup> Foram retirados do gráfico os seguintes municípios para facilitar a visualização: (i) São Paulo por apresentar a maior população; e (ii) Santa Rita d'Oeste por apresentar a maior produção de lixo por habitante. A produção de resíduos para os dois municípios é de 0,53 kg/hab\* dia e 3,74 kg/hab\*dia, respectivamente.

grupamento com maior produção), a cidade produz 530g de lixo por habitante diariamente e tem produção de resíduos semelhante aos municípios São Caetano do Sul, Santa Bárbara d'Oeste e Bragança Paulista.

Tabela 18: Clusters com maior e menor produção de "lixo por habitante"

<b>Cluster com maior produção de lixo por habitante: 7</b>	
Número de Municípios:	1
Único município:	Santa Rita d'Oeste (2.543 habitantes)
<b>Segundo cluster com maior produção de lixo por habitante: 5</b>	
Número de Municípios:	34
Maior município do cluster:	Guarulhos (1.221.979 habitantes)
Menor Município do cluster:	Estrela do Norte (2.658 habitantes)
População média:	389.983
<b>Cluster com menor produção de lixo por habitante: 6</b>	
Número de Municípios:	30
Maior município do cluster:	Ibiúna (71.217 habitantes)
Menor Município do cluster:	Santa Salete (1.447 habitantes)
População média:	11.129
<b>São Paulo - cluster 7</b>	
Produção de lixo:	0,53 kg/hab*dia
outros municípios do cluster:	
	São Caetano do Sul (149.263 habitantes)
	Santa Bárbara d'Oeste (180.009 habitantes)
	Bragança Paulista (146.744 habitantes)

Fonte: Elaboração própria.

Do exposto é possível concluir que, diferentemente do esperado, a maior produção de lixo por habitante não é da maior cidade do estado. Apesar de haver relação entre tamanho e geração de lixo, esta variável está também relacionada ao rendimento dos habitantes e seu perfil de consumo. Entretanto, é preciso destacar que a cidade que possui a maior produção por habitante é pequena e possui baixo rendimento por habitante (para dados ver Apêndice A).

## 9. Índice de Desenvolvimento Municipal - IFDM

Para a avaliação do indicador que mede a qualidade de vida para os municípios do estado de São Paulo é interessante observar, pelo Gráfico 9, que há uma concentração dos maiores municípios do estado nas faixas de melhor resultado para o IFDM. Entretanto, verifica-se uma grande quantidade de municípios de pequeno porte entre aqueles que oferecem a melhor combinação ente: saúde, educação e renda. O melhor resultado da variável para o estado foi para os municípios de Barueri (240.749 habitantes), Paulínia (82.146 habitantes) e Araraquara (208.662 habitantes), todos com índice igual a 0,93.

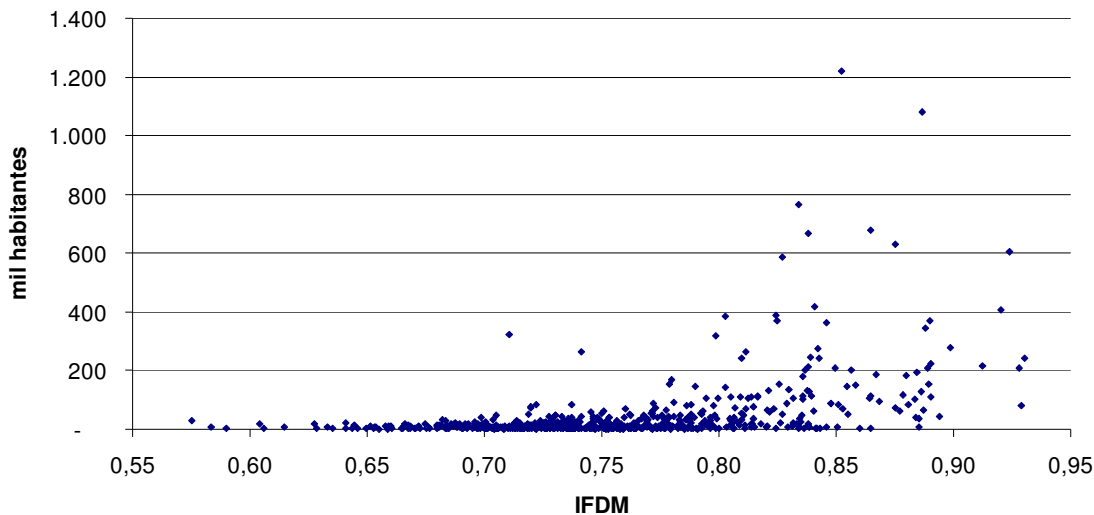


Gráfico 9: IFDM

Fonte: Elaboração própria.

A análise de clusters para a variável apresenta como melhor resultado o obtido pelos municípios do *Cluster 8*. Além dos municípios com melhor resultado, apresentados anteriormente, compõem o grupo, entre outros, São Paulo, Campinas, São José dos Campos e Santo André (Tabela 19). A população média registrada pelos municípios do grupamento é de mais de 490 mil habitantes indicando que, apesar da presença de municípios pequenos, o *cluster* é formado, em sua maioria, por grandes cidades. Já o *Cluster 9*, que engloba os municípios com o pior resultado para a análise (entre 0,58 e 0,65) tem população média de 9 mil habitantes, evidenciando a concentração de pequenos municípios no que se refere ao pior resultado para a variável em questão.

Tabela 19: Melhor e pior cluster para a variável "IFDM"

<b>Cluster com melhor classificação para IFDM: 8</b>	
Número de Municípios: 39	
Maior município do cluster:	São Paulo (11.253.503 habitantes)
Menor Município do cluster:	Marapoama (2.633 habitantes)
População média:	490.644
outras grandes: Campinas, São José dos Campos, Santo André	
<b>Cluster com pior classificação para IFDM: 9</b>	
Número de Municípios: 21	
Maior município do cluster:	Barrinha (28.496 habitantes)
Menor Município do cluster:	Flora Rica (1.752 habitantes)
População média:	9.004

Fonte: Elaboração própria.

O resultado da análise individual da variável revela que municípios com maior população apresentam melhores resultados no que se refere a renda, saúde e educação. O resultado era esperado, dado que esses são os principais fatores que incentivam a vida em cidades. Entretanto, é importante salientar que os melhores resultados foram obtidos por municípios de médio porte. O fato sugere que as aglomerações de

fato potencializam esses benefícios,mas não necessariamente a maior cidade apresenta os maiores benefícios possíveis em uma região.

## 5.2. Análise de Cluster - Resultados e Análises

Para a definição do número de clusters na análise de agrupamento foi aplicado o teste *vfold* . Foram consideradas as entradas de dados para as 9 variáveis consideradas e todos os 607 municípios do estado de São Paulo que são o escopo desta dissertação. O teste indicou que o número de clusters mais adequado para a análise dos dados é cinco (5).

Pelo Gráfico 10 é possível verificar o resultado do método para a definição do número ótimo de *clusters*. Deve-se considerar que quanto menor o número de *clusters* melhor, pois é possível agrupar as observações em grupos "tipos" bastante característicos. Uma análise com a existência de um único *cluster* indica que todos os elementos são homogêneos, enquanto uma análise em que o número de *cluster* é idêntico ao tamanho da amostra indica uma heterogeneidade completa.

O eixo vertical, *cluster cost*, do Gráfico 1 mede o custo marginal de cada um dos *clusters*. O ponto de decisão, definição do número de clusters, é quando a redução do custo para a adição de um novo cluster não é significativa - graficamente quando a inclinação da curva é reduzida.

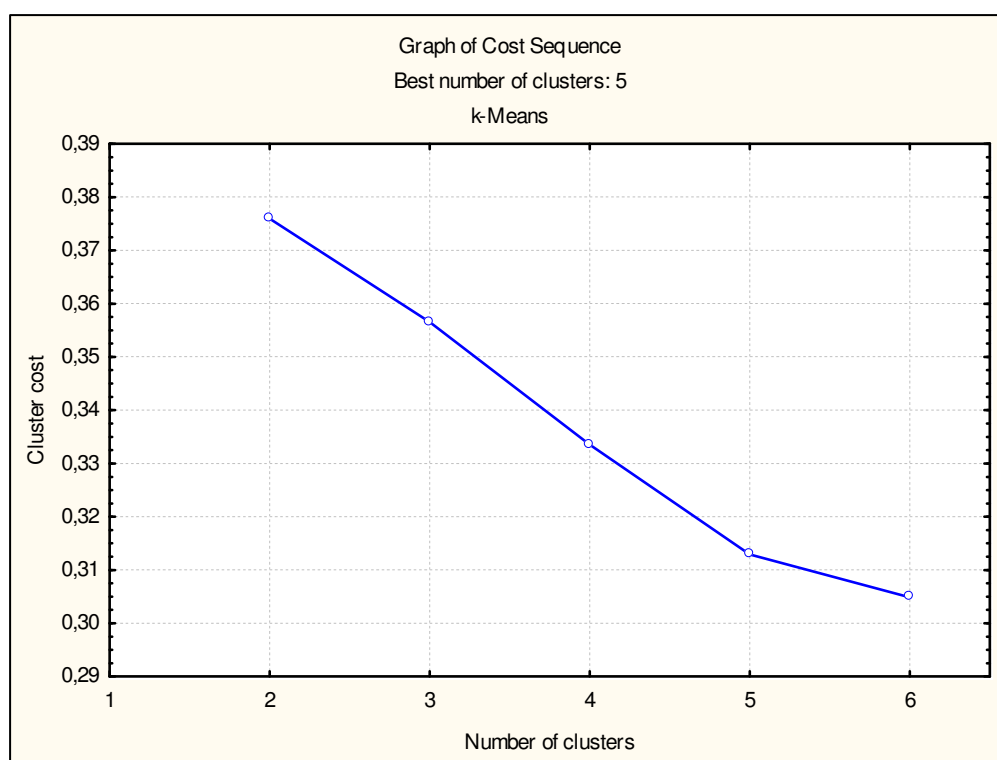


Gráfico 10: Definição do número de clusters

Fonte: Elaboração própria.

Após a definição do número de clusters com o auxílio do teste *vfold*, as análises de cluster, com base no método k-means, foram realizadas utilizando-se o software STATISTICA8. A Tabela 20 resume o resultado da análise com a caracterização dos clusters formados. O cluster número 3 é o que concentra o maior número de municípios - 183 - e o cluster 5 é o menor com apenas 72 municípios.

Na Tabela 20, são apresentadas as médias - centróides - para cada cluster e variável. Foram marcados os melhores resultados para cada uma das nove variáveis consideradas na análise. Percebe-se que nenhum dos clusters apresentou o melhor resultado em todos os pontos avaliados, fato que nos indica uma distribuição heterogênea das melhores práticas ambientais pelo estado de o Paulo, de forma que não é possível agrupar, em um mesmo cluster, todas as melhores condições de qualidade ambiental.

O cluster 2 foi o que apresentou o maior número de melhores médias dos avaliados. Os municípios que compõe este cluster possuem as melhores médias para os seguintes atributos: proporção de domicílios atendidos por água encanada, proporção dos domicílios atendidos por coleta regular de resíduos sólidos, IQR e IFDM. Por outro lado, o cluster 5 não apresentou resultado de destaque para nenhuma das variáveis avaliadas, configurando-se, desta forma, como o cluster que, na média, apresenta as piores condições de qualidade ambiental e econômico-social.

Para se compreender melhor a diferenciação dos grupos é importante avaliar o grau de dissimilaridade entre os clusters formados. A Tabela 21 mostra a distância entre cada um dos clusters, ou seja, mede quão diferentes os municípios que os compõe são quando consideradas as variáveis selecionadas. Note que a maior distância é percebida entre os grupamentos de números 1 e 2, indicando que a maior heterogeneidade ocorre entre esses dois grupamentos de municípios. Já a maior similaridade entre os grupos é marcada para os de números 1 e 3, mostrando a proximidade de qualidade ambiental entre as aglomerações elencadas nesses clusters.

**Tabela 21 - Distância Euclidiana entre os Centróides**

Distância Euclidiana entre os Centróides					
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Cluster 1	-	0,76	0,36	0,66	0,46
Cluster 2	0,76	-	0,50	0,42	0,69
Cluster 3	0,36	0,50	-	0,60	0,47
Cluster 4	0,66	0,42	0,60	-	0,58
Cluster 5	0,46	0,69	0,47	0,58	-

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 20 - Resultado da análise**

<b>Resultado da análise: média das variáveis para cada cluster, número de casos e participação de cada cluster na amostra</b>											
	Proporção dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta (%)	Tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado (%)	Proporção dos domicílios atendidos água encanada (%)	Proporção dos domicílios atendidos por coleta regular de resíduos sólidos (%)	Número de áreas contaminadas	IQR	Produção de Lixo diária (t/dia)	Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	IFDM	Numero de casos	Percentagem (%)
Cluster 1	0,84	0,82	0,80	0,86	0,42	8,28	2,78	0,31	0,72	134	22,08
Cluster 2	0,83	0,46	0,93	0,98	10,31	8,89	68,96	0,44	0,81	111	18,29
Cluster 3	0,86	0,74	0,92	0,95	10,23	8,28	62,47	0,41	0,78	183	30,15
Cluster 4	0,72	0,46	0,76	0,90	0,87	8,43	3,90	0,30	0,72	107	17,63
Cluster 5	0,47	0,74	0,84	0,91	0,99	8,53	4,80	0,32	0,74	72	11,86

Antes de passarmos à composição de cada cluster, é importante compreender a composição de cada um deles segundo as variáveis selecionadas. Para a variável " Proporção de domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitário - coleta", variável A, as simulações registraram que o maior desvio padrão foi verificado no cluster 4 - caudas mais longas - como pode ser observado no Gráfico 11. Isso significa que neste cluster há uma grande variância dos valores observados para esta variável. De fato, o menor registro para a variável A no cluster é de 0,21 (21% da população atendida por coleta de esgoto) enquanto a maior observação registrou 0,97. Isso indica uma grande heterogeneidade entre os municípios desse cluster no quesito coleta de esgoto.

Ainda sobre a variável A, os grupos 1,2 e 3 se mostram bastante similares tanto em relação as suas médias quanto em relação as distribuições. É possível observar, também, que o cluster mais diferente - em relação a média - é o cluster 5 que tem como média 0,43 enquanto a média da variável é 0,78.

A variável B (tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado) apresenta-se bastante disforme internamente. É possível observar, Gráfico 12, duas tendências bastante marcadas. Os clusters 2 e 4 possuem média bastante próximas entre si (0,46 e 0,45, respectivamente), mas significativamente distante da média do grupo que é de 0,65 e da média do cluster 1 - 0,82. Isso nos mostra que as cidades concentradas nos grupos 2 e 4 possuem nível de tratamento de esgoto inferior á média do estado. A maior variância para esta variável ocorre no cluster 5.

No que se refere à variável C - proporção de domicílios atendidos por rede de fornecimento de água encanada - percebe-se, pelo Gráfico 13, que o cluster menos homogêneo é o 4, apresentando desvio padrão de 0,13. A média apresentada pela variável, 0,85, é significativamente influenciada pelos resultados apresentados pelos clusters 2 e 3 que apresentam a maior proporção dos domicílios atendidos pelo fornecimento de água tratada, 0,93 e 0,92, em média, respectivamente.

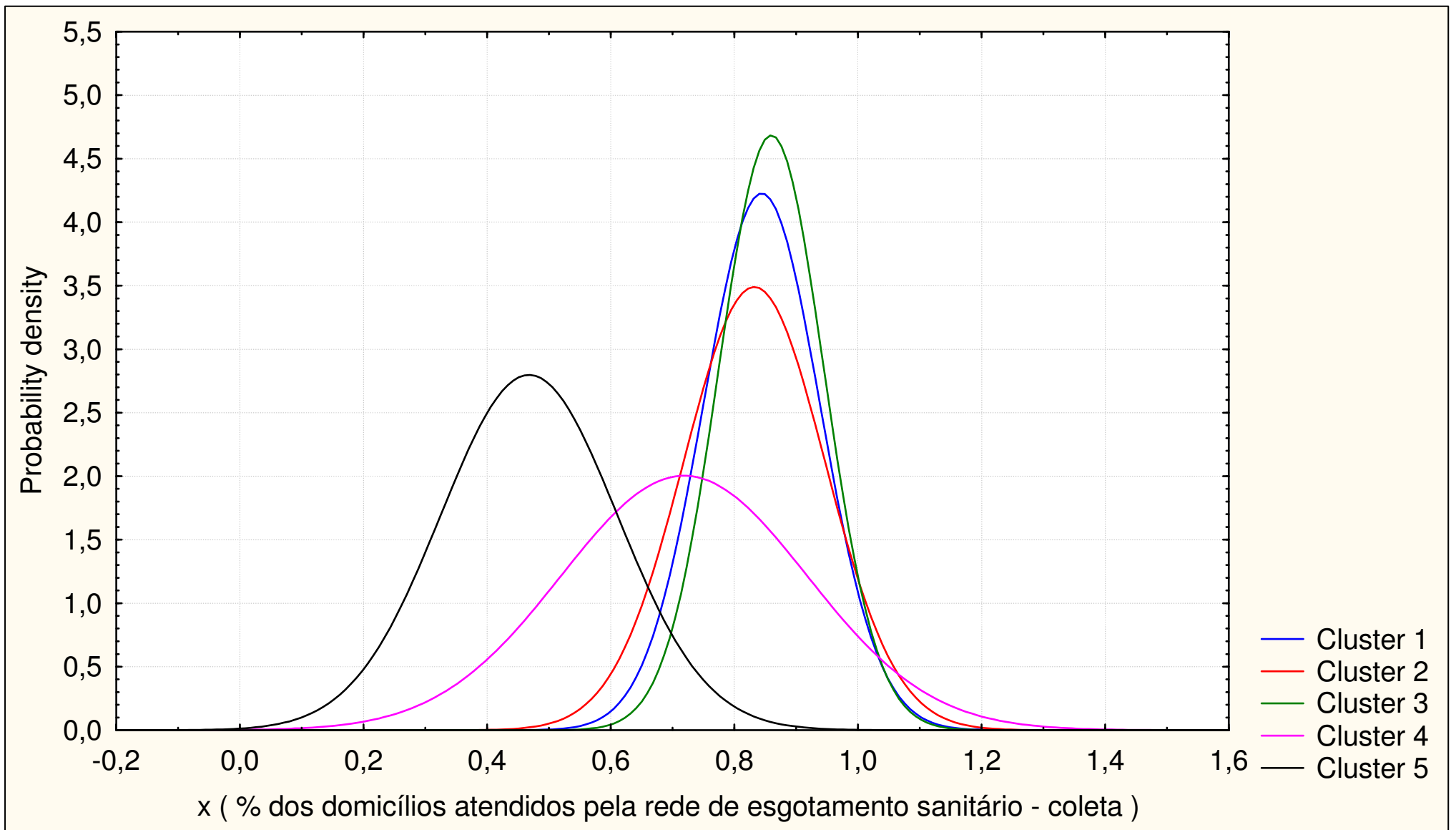


Gráfico 11: Distribuição dos Clusters " Proporção de domicílios atendidos por rede de esgotamento sanitário - coleta "

Fonte: Elaboração própria.



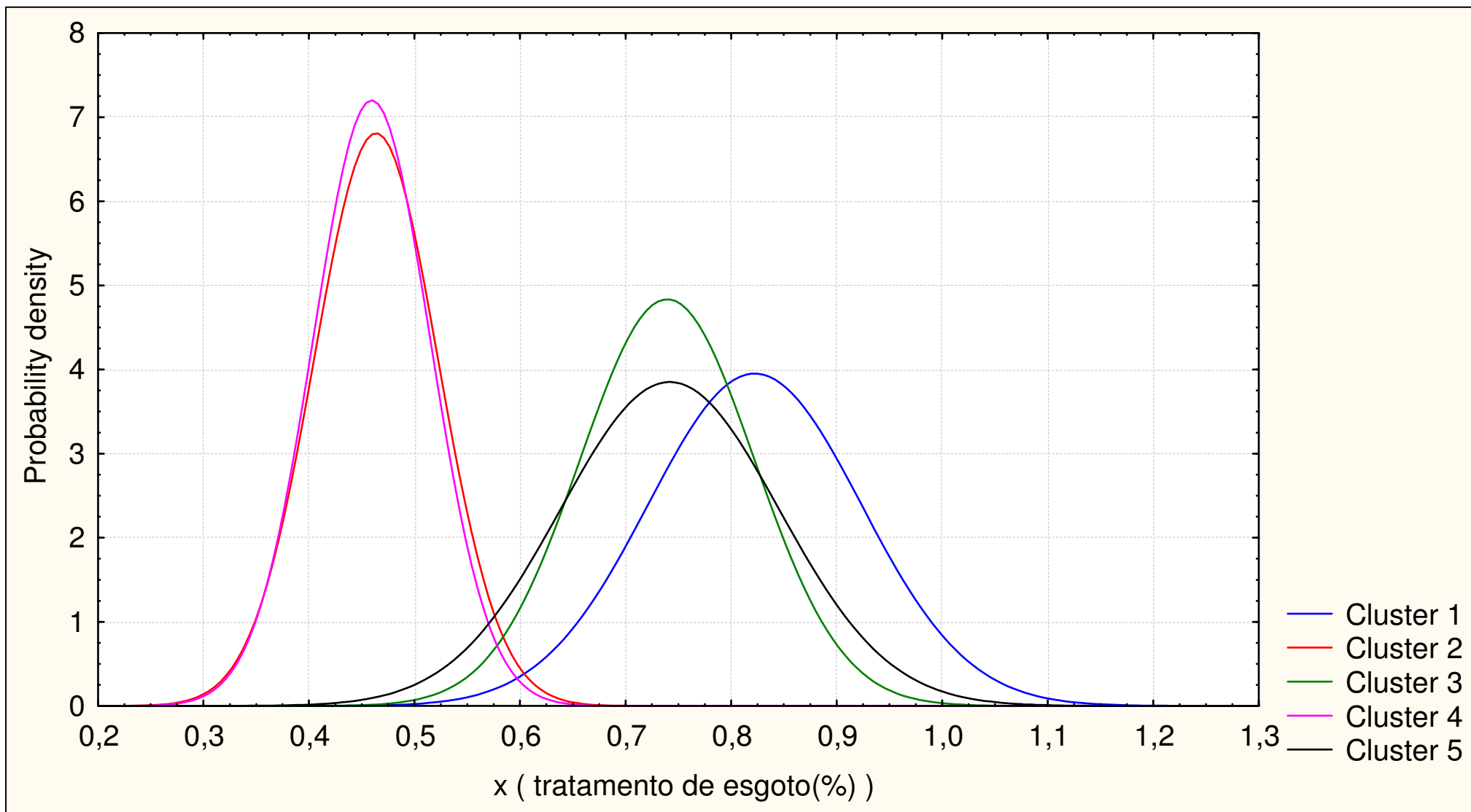


Gráfico 12: Distribuição dos Clusters "tratamento de esgoto como proporção do esgoto coletado"

Fonte: Elaboração própria.

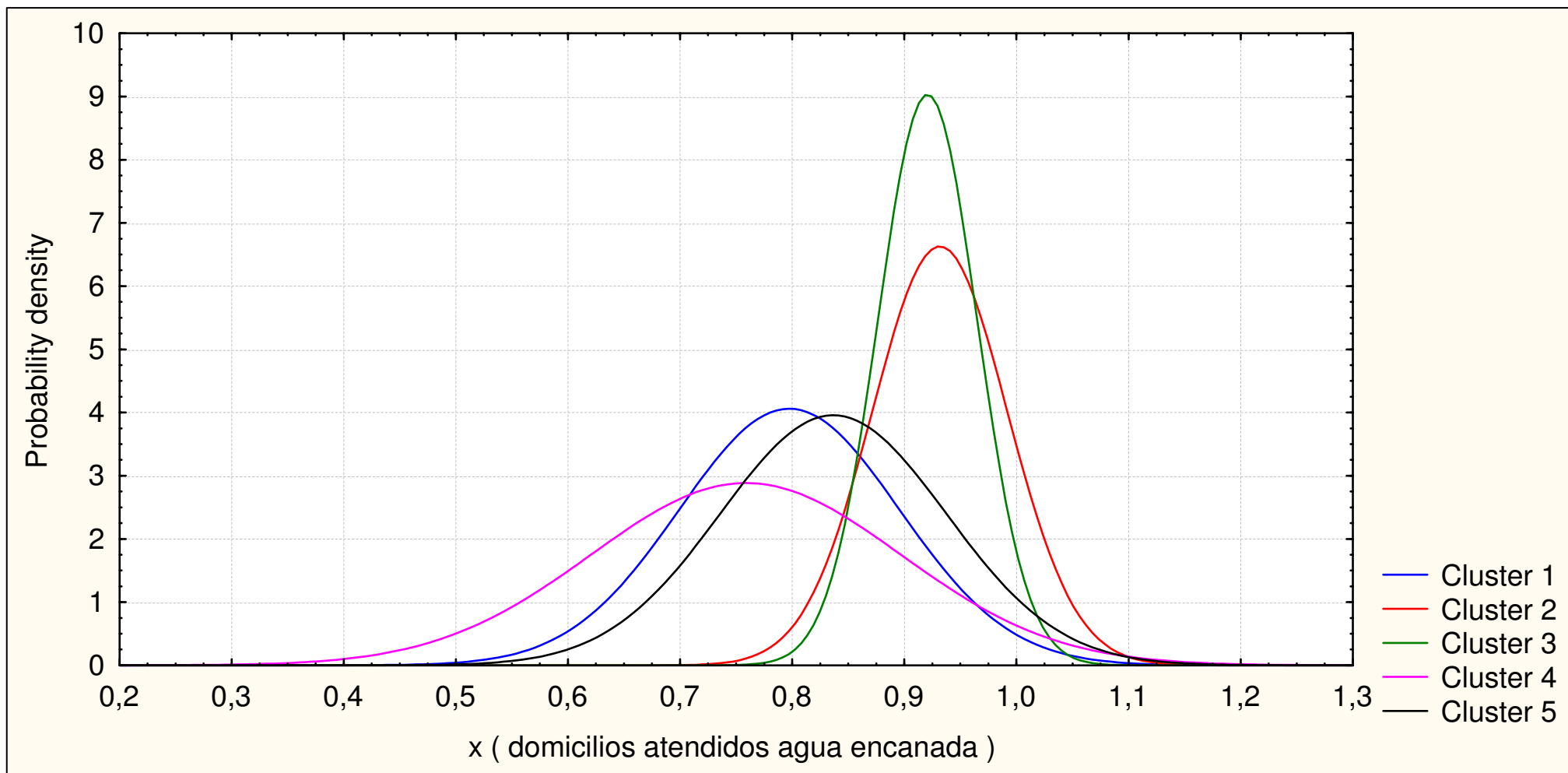


Gráfico 13: Distribuição dos Clusters " proporção de domicílios atendidos por rede de fornecimento de água encanada "

Fonte: Elaboração própria.

Segundo os dados coletados, cerca de 92%, em média, dos domicílios do estado de São Paulo são atendidos por coleta regular de resíduos sólidos - variável D. Dois clusters - 2 e 3 - apresentam média superior à média do estado, 0,98 e 0,95, respectivamente. Pelo Gráfico 14 é possível perceber que o cluster 2 é o mais homogêneo (menor variância interna), enquanto os clusters 1 e 4 apresentam grande heterogeneidade com desvio padrão de 0,07 e 0,06, respectivamente. Outro ponto interessante de ser observado é a distância entre os centróides. Os clusters 4 e 5 possuem média bem próxima - 0,89 e 0,90 -, mas o mesmo não acontece com os clusters 1, 2 e 3.

A variável E - número de áreas contaminadas - tem seu comportamento diretamente ligado ao tamanho - em área - do município e o tipo de atividade econômica desenvolvida. Pelo Gráfico 15 é possível perceber que existe uma significativa heterogeneidade entre os municípios. A variável apresentou, como média, o valor de 5,33, ou seja, as cidades têm, em média, 5 áreas contaminadas. Mas a média, nesse caso, não consegue descrever a realidade dos municípios. Por exemplo, o valor mínimo observado foi de zero, ou seja, nenhuma área de risco, mas o valor máximo foi de 1.121 áreas em um único município - cluster 3. Apesar da presença desse outlier e do significativo desvio padrão, a variável apresentou p-valor significativo - 0,006.

Uma situação bastante diversa da anterior é a observada para a variável F - Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos - que avalia a qualidade da destinação final dos resíduos sólidos municipais. O que se pode perceber pelo Gráfico 16 é que todos os clusters apresentam grande similaridade quando avaliados nessa variável. A média do estado é de 8,4 e todos os clusters se mantêm próximos a ela. Porém, é interessante observar que apesar de os clusters terem comportamentos semelhantes há significativa heterogeneidade interna em cada um deles. O maior desvio-padrão observado é do cluster 3 - 1,36 - que engloba municípios com IQR de 1,8 até 10.

Outra variável que apresenta grande heterogeneidade dentro dos clusters e a presença de *outliers* é a G - produção de lixo diária - Gráfico 17. Isso está relacionado ao tamanho do município em termos populacionais, ao tipo de atividade e aos padrões de consumo das famílias. A média do estado foi de 33,3 toneladas/dia, mas este volume não é observado como média em nenhum dos clusters formados. O cluster 1 apresenta a menor média - 2,7 toneladas/dia - enquanto o cluster 2 tem a maior média - 68,9 toneladas/dia. Porém, todos eles possuem variância interna significativa. Por exemplo, o cluster 3 que tem como média 62 toneladas/dia apresenta como valores máximos e mínimos de produção 6.000 e 0,4 toneladas/dia.

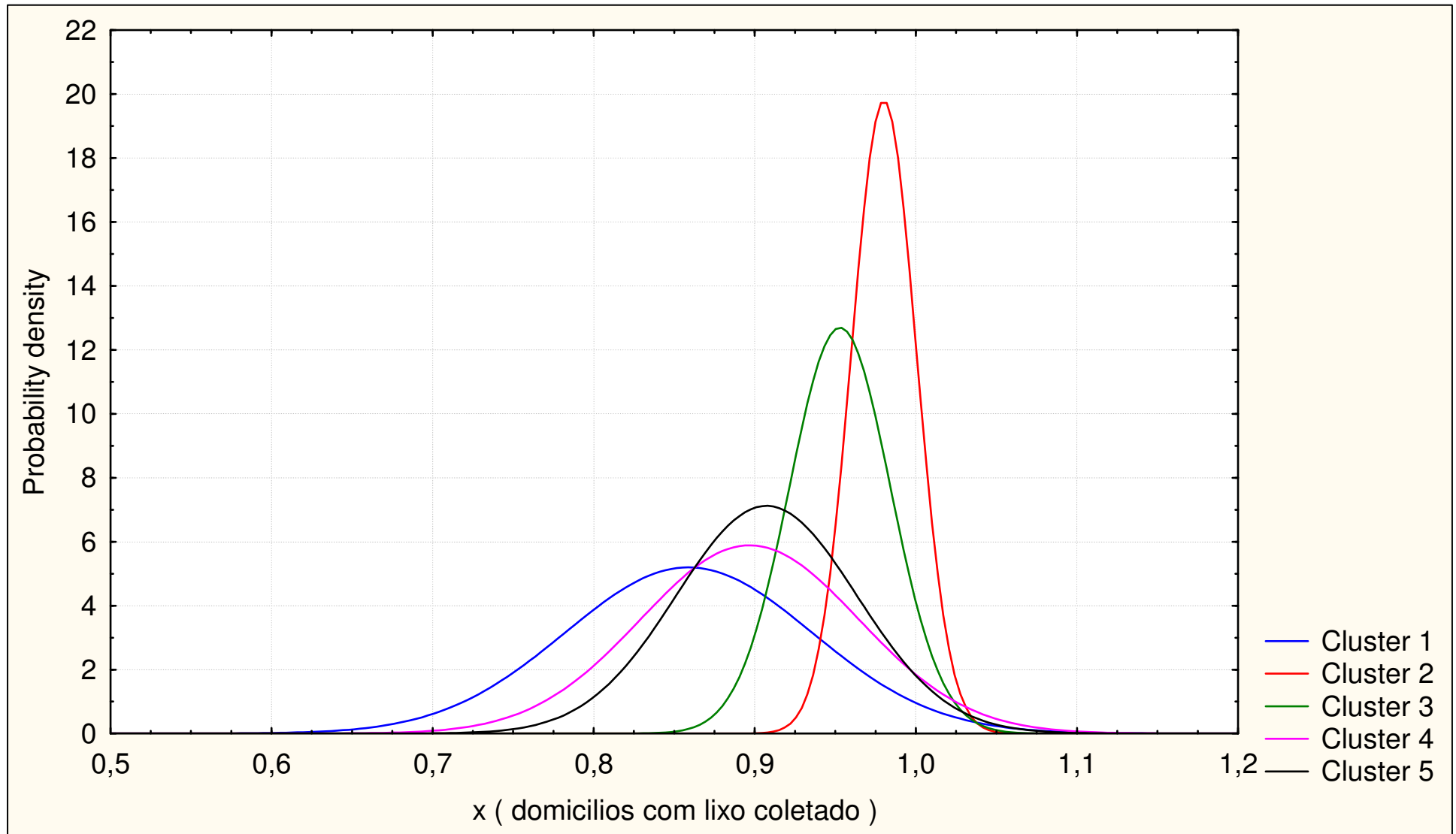


Gráfico 14: Distribuição dos Clusters " proporção de domicílios atendidos por coleta de lixo"

Fonte: Elaboração própria.

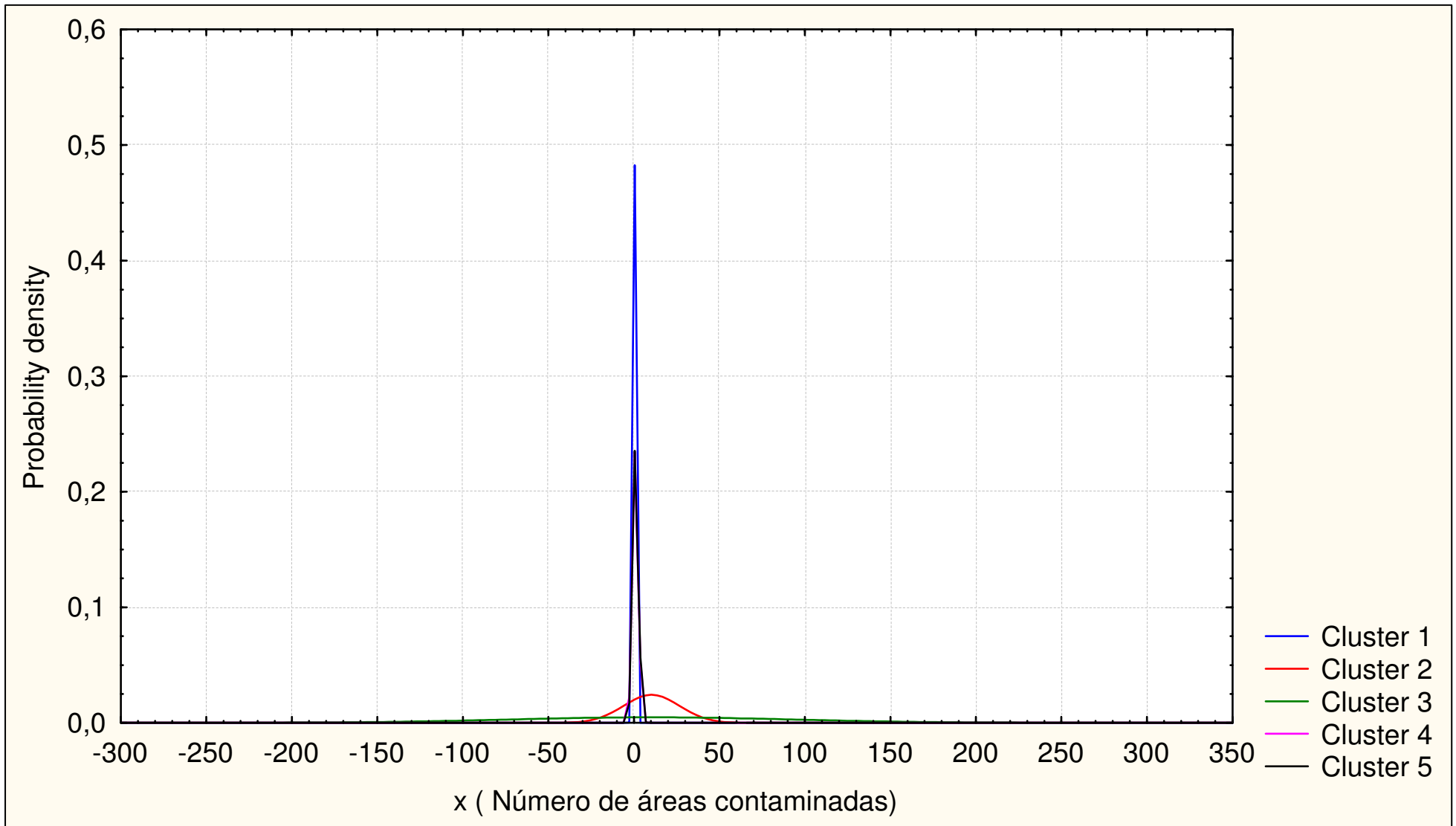


Gráfico 15: Distribuição dos Clusters " número de áreas contaminadas "

Fonte: Elaboração própria.

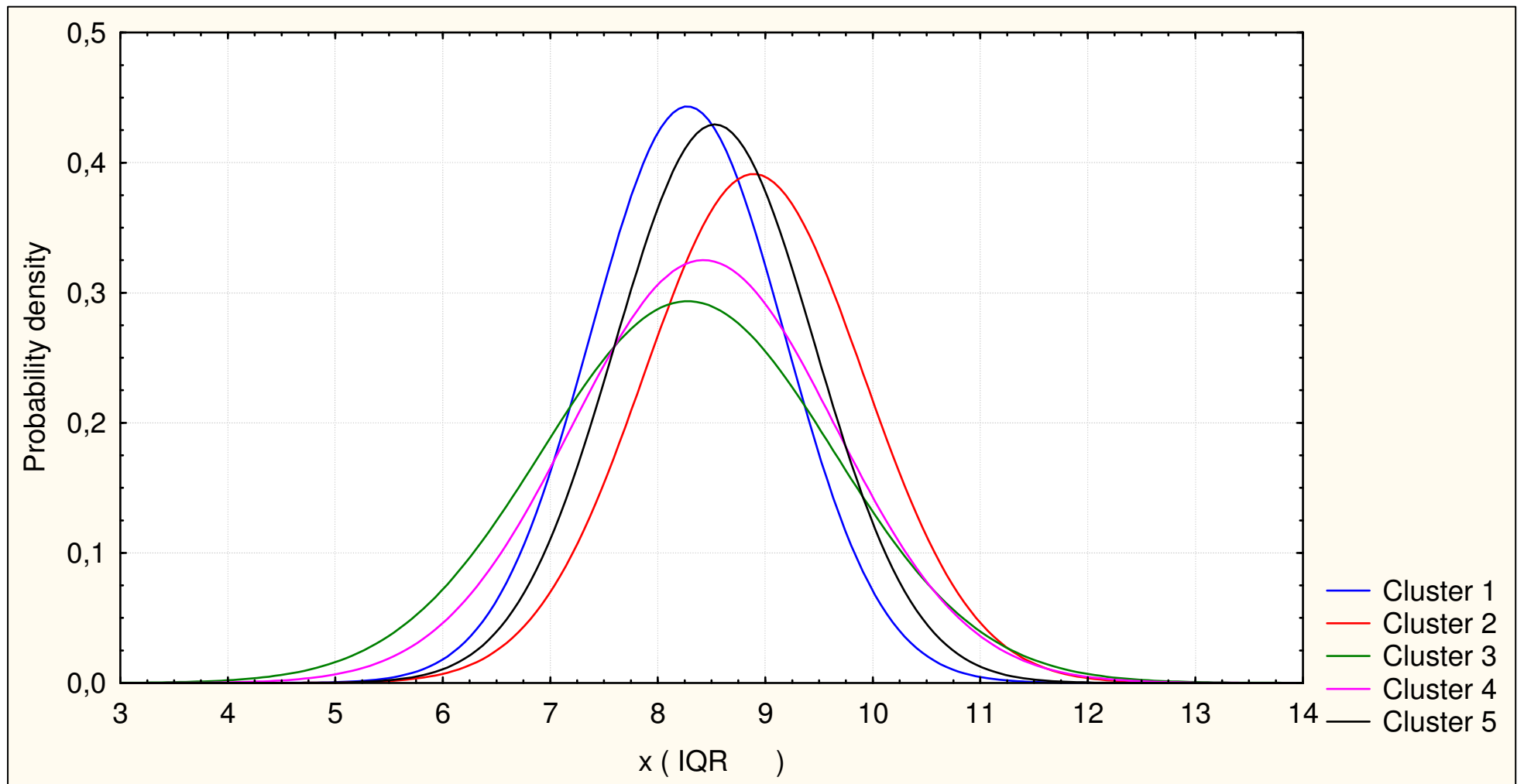


Gráfico 16: Distribuição dos Clusters " IQR"

Fonte: Elaboração própria.

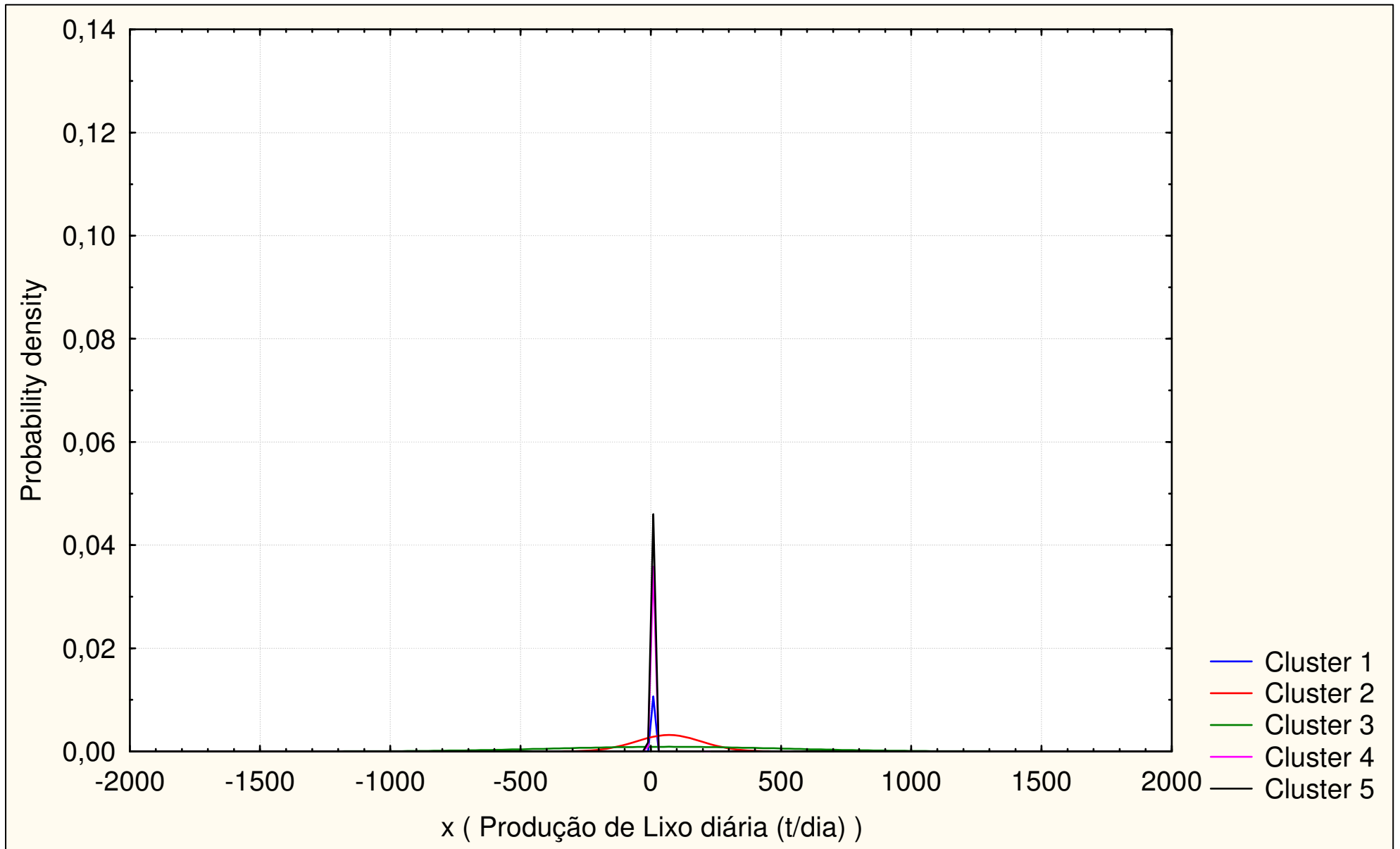


Gráfico 17: Distribuição dos Clusters " proporção de lixo diária "

Fonte: Elaboração própria.

A análise de distribuição da variável H - produção diária de lixo por habitante - revela, mais claramente, os padrões de consumo dos municípios e dos clusters por eles formado. Pelo Gráfico 18 é possível verificar que, para esta variável, a definição dos clusters está mais definida, com distância entre os centróides melhor delimitada - exceção para os clusters 1 e 4 que apresentam médias muito próximas. O cluster 2 é o que agrupa municípios caracterizados por uma maior produção de lixo por habitante, enquanto o cluster 4 apresenta a menor média. Entretanto, é válido observar a relevante variância observada em cada um dos clusters. Todos eles apresentam grande diferença entre seus mínimos e máximos, mas é o cluster 3 o que apresenta a maior variância. Para se ter ideia disso, o município do grupo 3 que produz a menor quantidade de lixo por habitante produz 0,17 kg/hab/dia, enquanto o que produz a maior quantidade de resíduos sólidos, no mesmo grupo, registrou 3,73 kg/hab/dia.

A última variável estudada - a única não ambiental - é o índice de desenvolvimento municipal (IFDM) - variável I - desenvolvido pela Firjan em similaridade com o Índice de Desenvolvimento Humano -IDH. Para esta variável, percebe-se pelo Gráfico 19 que os clusters se formaram de forma bastante heterogênea. A média do estado foi de 0,75. Cabe destacar que o estado apresenta uma boa qualidade de vida para a população segundo este indicador. Todos os clusters mantêm o índice acima de 0,7 (o máximo do indicador é 1), mas o cluster que apresenta o melhor resultado é o cluster 2 com média de 0,80. O mínimo observado para o estado foi registrado em um município do cluster 4 (0,57).



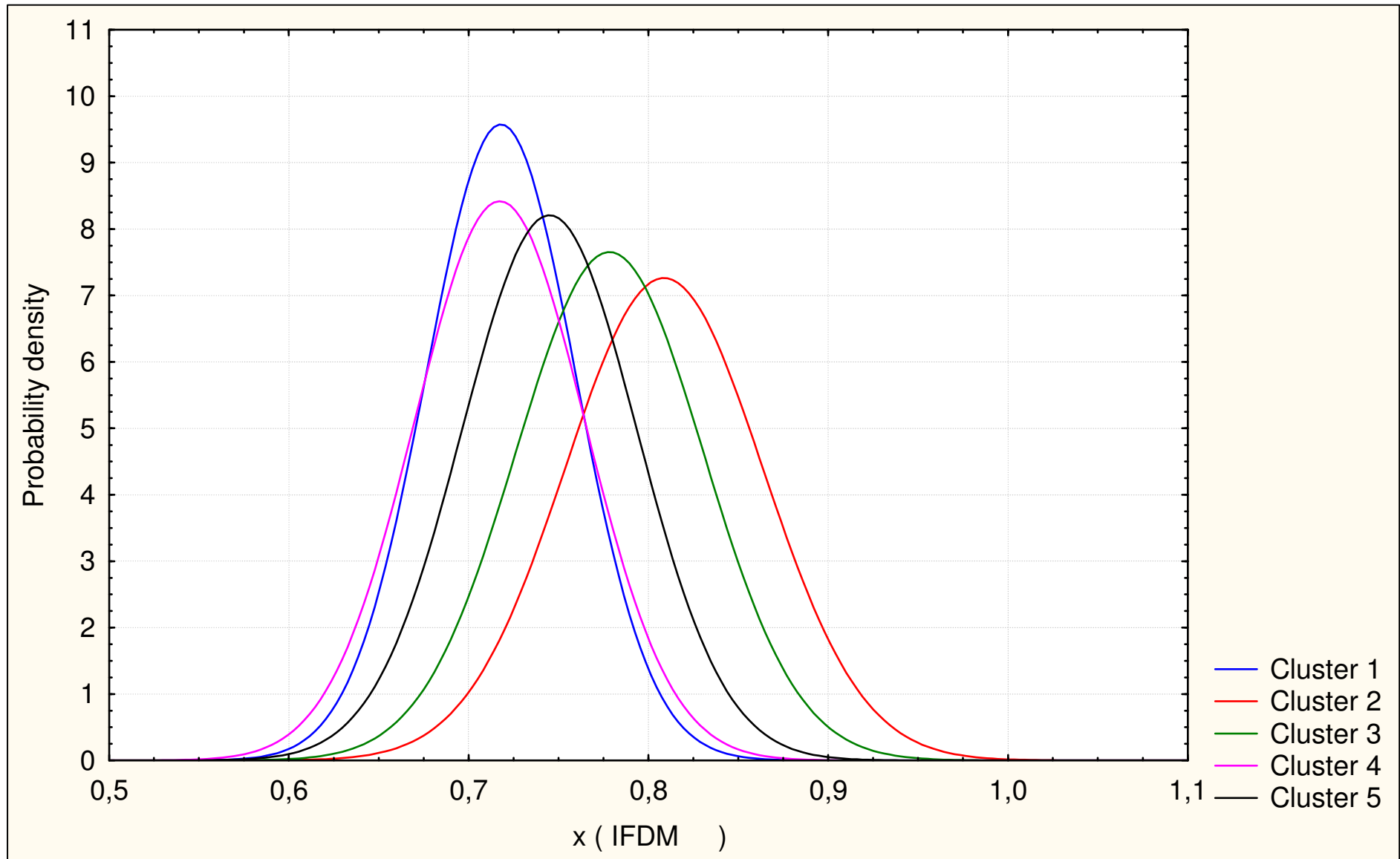


Gráfico 18: Distribuição dos Clusters " IFDM "

Fonte: Elaboração própria.

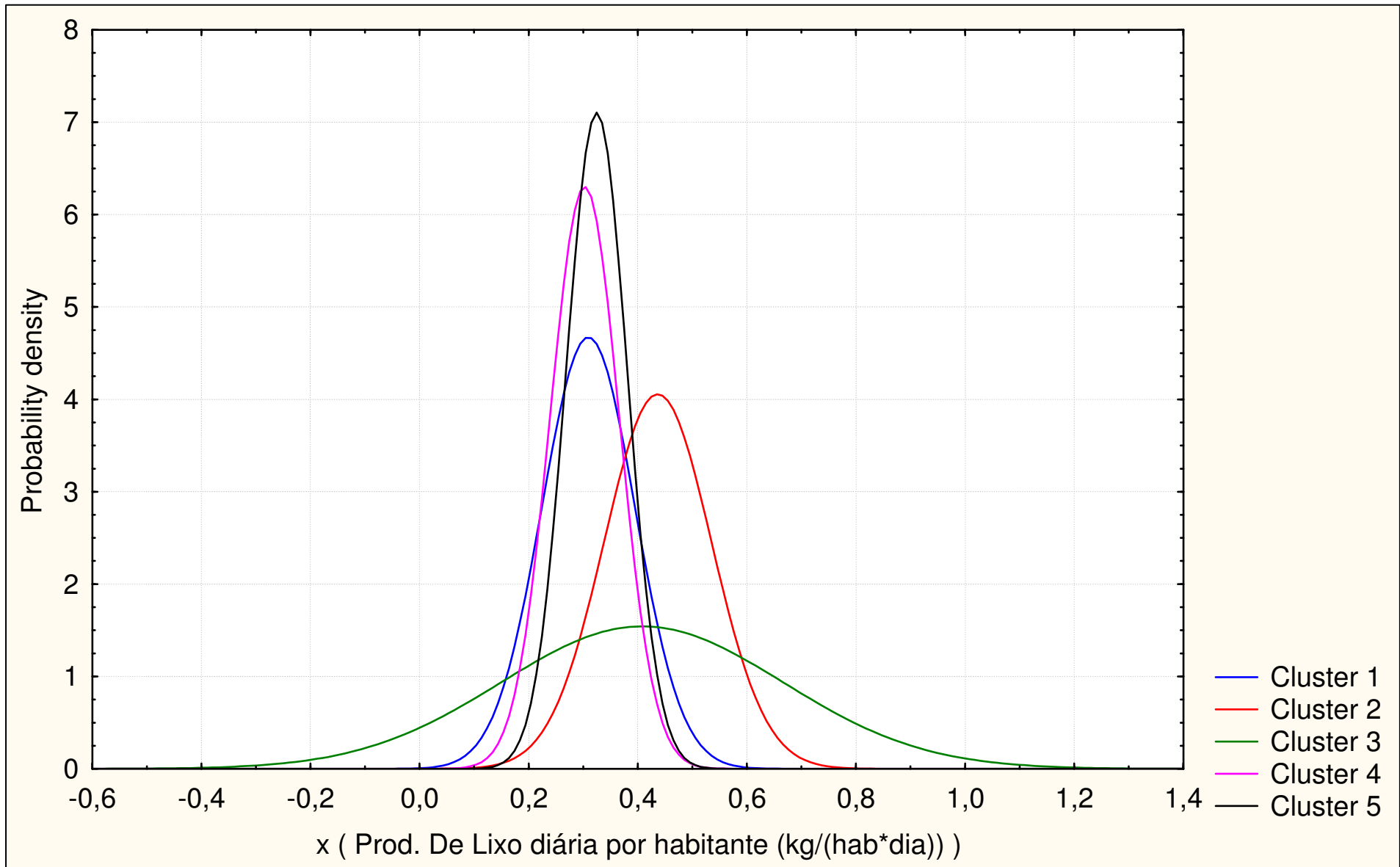


Gráfico 19: Distribuição dos Clusters " produção de lixo por habitante "

Fonte: Elaboração própria.

Avaliadas as características de cada cluster, para cada variável, é possível analisar a composição de cada agrupamento. A teoria econômica sugere que cidades menores possuem melhores resultados ambientais que as maiores e que estas se destacam, apenas, no que se refere a renda. Já os trabalhos de Henderson (1974b) e Thisse (2011) defendem que as maiores aglomerações apresentam ganhos inclusive ambientais. Assim, o que se deseja observar na composição dos clusters é se há uma maior concentração de municípios maiores - em termos de área e populacional<sup>22</sup> - nos clusters que evidenciam menor qualidade ambiental quando considerados as nova variáveis selecionadas. Passaremos, então, a composição de cada cluster.

O **cluster 1** é formado por 134 municípios e representa 22,08% dos municípios selecionados. A área total do cluster é de 50 mil km<sup>2</sup> e a população total é de 1,19 milhão de habitantes. A densidade média dos municípios integrantes do cluster é de 26,15 habitantes por km<sup>2</sup>. A população média de 39 mil habitantes revela que, neste cluster, existe uma concentração de municípios pequenos<sup>23</sup> - menos de 50 mil habitantes.

O município com maior população é São Roque com 79 mil habitantes e o menor é Nova Castilho com 1.125 habitantes. Em termos de extensão, o maior município é Teodoro Sampaio com 1.556 km<sup>2</sup> e o menor, com 34 km<sup>2</sup>, é Nova Guataporanga. A renda per capita<sup>24</sup> média para o cluster é de R\$ 552,00. A maior renda é observada no município Júlio Mesquita (R\$ 916,00) e a menor em Irapuã (R\$ 289,00). A Tabela 22 apresenta os 5 maiores e menores municípios deste cluster - ordenados em termos populacionais.

**Tabela 22 - Maiores e menores municípios do cluster 1**

Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Maiores</b>			
São Roque	307,55	78.821	256,28
Presidente Epitácio	1.281,78	41.318	32,23
Promissão	782,15	35.674	45,61
Biritiba-Mirim	316,72	28.575	90,22
Mirandópolis	918,27	27.483	29,93
<b>Menores</b>			
Nova Castilho	183,80	1.125	6,12
Santa Salete	79,17	1.447	18,28
União Paulista	79,15	1.599	20,20
Dirce Reis	88,40	1.689	19,11
Vitória Brasil	49,82	1.737	34,87

Fonte: Elaboração própria.

<sup>22</sup> Os dados aqui utilizados para área e população são originais do CENSO 2010 - IBGE.

<sup>23</sup> Para este trabalho foi considerada a seguinte classificação para os municípios (em termos populacionais):

Pequeno: menos de 50 mil habitantes;

Pequeno-médio: entre 50 mil e 100 mil habitantes;

Médio: entre 100 mil e 500 mil

Grande: 500 mil habitantes ou mais

<sup>24</sup> IBGE, 2010

O **cluster 2** representa 18,29% da amostra e possui 111 municípios em sua composição. A extensão média dos municípios é de 348 km<sup>2</sup>. O menor município deste cluster é Águas de São Pedro com 3,64 km<sup>2</sup> e o maior é Botucatu com 1.482 km<sup>2</sup>. Em termos populacionais o destaque é para a cidade de Guarulhos que apesar dos 318 km<sup>2</sup> de área, registra 1,2 milhão de habitantes. A renda per capita média registrada no cluster é de R\$ 615,00. O município que registrou a maior renda foi São Caetano do Sul (R\$ 1.613,00), enquanto a menor renda per capita registrada foi em Potim (R\$ 415,00).

A presença de Guarulhos neste cluster - um município grande - revela a heterogeneidade dentro do cluster no que se refere ao tamanho das cidades dele integrantes em termos populacionais. Este cluster registra, ainda, outros três grandes municípios - Campinas, Osasco e Sorocaba - e 39 municípios médios como, por exemplo, São Caetano do Sul, Mogi das Cruzes, Piracicaba e São Carlos. Ainda assim, os municípios pequenos representam 44% do cluster. A Tabela 23 apresenta os maiores e menores municípios, em termos populacionais, do cluster 2.

**Tabela 23 - Maiores e menores municípios do cluster 2**

Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Maiores</b>			
Guarulhos	318,01	1.221.979	3.842,53
Campinas	795,70	1.080.113	1.357,44
Osasco	64,94	666.740	10.267,81
Sorocaba	449,12	586.625	1.306,16
Mauá	62,29	417.064	6.695,20
<b>Menores</b>			
Águas de São Pedro	3,64	2.707	743,68
Santópolis do Aguapeí	127,55	4.277	33,53
Ipeúna	190,53	6.016	31,57
Lindóia	48,60	6.712	138,11
Saltinho	101,40	7.059	69,61

Fonte: Elaboração própria.

O **cluster 3** é o maior em número de municípios, 183, e é o que abriga a capital do estado de São Paulo, o município de São Paulo. As cidades que compõem o cluster somam 21 milhões de habitantes, 11 milhões só em São Paulo. A densidade demográfica média do grupamento é de 402 habitantes por km<sup>2</sup>. Apesar de sua grande participação em termos populacionais, São Paulo é, apenas, a quinta em termos de extensão, o mais extenso município desse cluster é Itapeva com 1.826 km<sup>2</sup> de área.

Além de São Paulo, o cluster tem outros quatro municípios com mais de 500 mil habitantes: São Bernardo do Campo, Santo André, São José dos Campos e Ribeirão Preto. Apesar da presença de São Paulo e de outras cidades médias e médias-pequenas não é possível afirmar que este cluster é marcado ou caracterizado por reunir grandes aglomerações populacionais. O menor município registrado neste cluster é Uru que possui 1.251 habitantes e densidade populacional de 8,48 habitantes por km<sup>2</sup> de área. Considerando a renda per capita, percebe-se pelos dados do IBGE que a renda média do cluster é de R\$ 667,00. O município com maior renda per capita é Santana de Parnaíba (R\$ 1.575,00) e o de menor renda é Canitar (R\$ 432,00). São

Paulo possui a terceira maior renda per capita do estado (R\$1.180,00). Na Tabela 24 estão listados os maiores e menores municípios do cluster 3.

**Tabela 24 - Maiores e menores municípios do cluster 3**

Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Maiores</b>			
São Paulo	1.522,99	11.253.503	7.389,10
São Bernardo do Campo	406,18	765.463	1.884,54
Santo André	174,84	676.407	3.868,72
São José dos Campos	1.099,61	629.921	572,86
Ribeirão Preto	650,37	604.682	929,76
<b>Menores</b>			
Uru	147,58	1.251	8,48
Trabiju	63,38	1.544	24,36
Guarani d'Oeste	84,53	1.970	23,30
Dolcinópolis	78,14	2.096	26,82
Lourdes	113,83	2.128	18,69

Fonte: Elaboração própria.

O **cluster 4** é concentrador de municípios pequenos e pequenos-médios. O maior município em termos populacionais é Campo Limpo Paulista com 74.074 habitantes. A população total das cidades compreendidas neste cluster é de 1,3 milhão de habitantes e a densidade populacional média registrada é 50 habitantes por km<sup>2</sup>. Em termos de área o maior município é Capão Bonito - 1.641 km<sup>2</sup> - e o menor é Holambra - 64 km<sup>2</sup>.

Apesar de ser o menor município, em extensão, do cluster, Holambra possui a maior renda per capita do grupo (R\$ 1.019,00). A menor renda registrada no grupo foi a percebida pela população de Areias (R\$ 375,00), enquanto a renda per capita média do grupo foi de R\$ 565,54. Com 805 habitantes Borá é o menor município do cluster a apresenta renda média superior a do cluster (R\$ 581,00). Tabela 25 estão listados os maiores e menores municípios do cluster 4.

**Tabela 25 - Maiores e menores municípios do cluster 4**

Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Maiores</b>			
Campo Limpo Paulista	80,05	74.074	925,37
Ibiúna	1.059,69	71.217	67,21
Tupã	629,11	63.476	100,90
Piedade	745,54	52.143	69,94
Santa Isabel	361,49	50.453	139,57
<b>Menores</b>			
Borá	118,67	805	6,78
Fernão	100,30	1.563	15,58
Santana da Ponte Pensa	129,91	1.641	12,63
Santa Cruz da Esperança	147,82	1.953	13,21
Cruzália	149,17	2.274	15,24

Fonte: Elaboração própria.

O **cluster 5**, a exemplo do cluster 1, é marcado pela concentração de municípios de pequeno porte. Dos 107 municípios que formam este cluster, apenas 3 possuem mais de 50 mil habitantes, são eles: Penápolis (58.510), Ibitinga (53.158), Olímpia (50.024). O menor município do cluster 5 é Paulistânia, com 1.779 habitantes. Em termos de extensão territorial o maior município registrado no grupamento 5 é Itaí com 1.112 km<sup>2</sup> e o menor é Canas (53 km<sup>2</sup>).

A renda média per capita dos municípios é R\$ 607,79. A maior renda per capita registrada foi no município de Santa Cruz da Conceição (R\$ 902,00), e a menor foi em Canas (R\$ 409,00). A maior densidade demográfica é percebida para o município de Santa Gertrudes (221,45 habitantes por km<sup>2</sup>), enquanto a menor é identificada em Paulistânia (6,93 habitantes por km<sup>2</sup>). A Tabela 26 apresenta os maiores e menores municípios do cluster 5.

**Tabela 26 - Maiores e menores municípios do cluster 5**

Municípios	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Maiores</b>			
Penápolis	708,50	58.510	82,58
Ibitinga	688,68	53.158	77,19
Olímpia	803,51	50.024	62,26
Monte Mor	240,79	48.949	203,29
São Joaquim da Barra	412,27	46.512	112,82
<b>Menores</b>			
Paulistânia	256,55	1.779	6,93
São João de Iracema	177,91	1.780	10,01
Aspásia	69,39	1.809	26,07
Turmalina	147,36	1.978	13,42
Monções	104,49	2.132	20,40

Fonte: Elaboração própria.

Isso posto, é possível verificar que não há a formação de um cluster concentrador de municípios grandes e com indicadores de baixa qualidade ambiental. Na verdade, o que se pode observar foi a formação de clusters bastante heterogêneos no que se refere ao tamanho das populações. Com exceção dos clusters 1 e 5, os clusters apresentam grande variabilidade de cidades quando considerados população, área, densidade e renda.

No que se refere à qualidade ambiental dentro de cada cluster é possível verificar que os dois clusters concentradores de municípios menores não apresentam muitas vantagens ambientais para as variáveis selecionadas em relação aos outros clusters. O cluster 1 apresenta a melhor média de tratamento de esgotamento sanitário, o menor número de áreas contaminadas e a menor produção diária de resíduos sólidos, já o cluster 5 não se destaca em nenhuma das variáveis apresentadas.

Com base no apresentado dos resultados, percebe-se que a análise de clusters não é suficiente para responder à questão motivadora desta dissertação. Foi possível verificar que não há uma clara diferenciação entre grandes e pequenas aglomerações urbanas no que se refere aos indicadores ambientais selecionados, mas não é possível ordenar os clusters quanto à qualidade ambiental para que se possa analisar se a presença de uma grande cidade prejudica o desempenho do cluster. Para que se possa ordenar os índices de qualidade para os municípios e seus clusters, foi construído um indicador de qualidade ambiental e socioeconômica dos municípios estudados com ajuda do método Análise Fatorial. Os resultados encontrados são apresentados na próxima seção.

## **5.2. Análise de Fatorial - Indicador de Qualidade Municipal**

Como apresentado no capítulo 4, foi desenvolvido um Indicador de Qualidade Municipal - IQM - para que se possa comparar a qualidade ambiental usufruída pelos residentes em cada um dos municípios sem desconsiderar a qualidade de vida apresentada em cada um deles. A análise de fatores foi a ferramenta utilizada para a composição do IQM.

O IQM foi estruturado conforme a seguinte fórmula (apresentada anteriormente):

$$IQM_i = \sum_{j=1}^k \frac{\lambda_j}{tr(r)} F_{ji}$$

Onde:

IQM<sub>i</sub>: índice de qualidade do município i;

$\lambda_j$  : j-ésima raiz característica da matriz de correlação;

K: número de fatores escolhidos;

F<sub>ji</sub>: carga fatorial do município i; e

tr (r): traço da matriz de correlação.

Serão apresentadas na seqüência cada um dos resultados da análise fatorial que possibilitaram a construção desse indicador. Para que se faça uso da análise fatorial é necessário que as variáveis selecionadas sejam correlacionadas, ou seja, que apresentem coeficiente de correlação diferente de zero. A Tabela 23 apresenta a matriz de correlação quando testadas todas as variáveis para todos os 607 municípios. Note que, apesar da correlação existir, ela é muito baixa em alguns casos como, por exemplo, entre IQR e proporção dos domicílios atendidos por água encanada. A existência correlações de baixa monta não inviabiliza a aplicação do método para a construção do IQM.

Verificada a factibilidade de aplicação da análise fatorial foi necessário definir o número de fatores que seriam utilizados para a construção no IQM. Essa definição é muito importante para a análise fatorial. Isso porque o objetivo nessa abordagem é reduzir o número de variáveis da base de dados com a criação de um número menor de variáveis não observáveis. A definição do número de fatores, segundo o critério de Kaiser, depende do número de variáveis, observações e da correlação entre as variáveis. Para se definir, neste critério, é avaliado a grau de explicação dos autovalores. Para o tamanho da amostra deste estudo os autovalores devem ser maiores que 0,7. Assim, para este estudo foram utilizados 5 fatores tem poder de explicação de 81,3% (Gráfico 20).

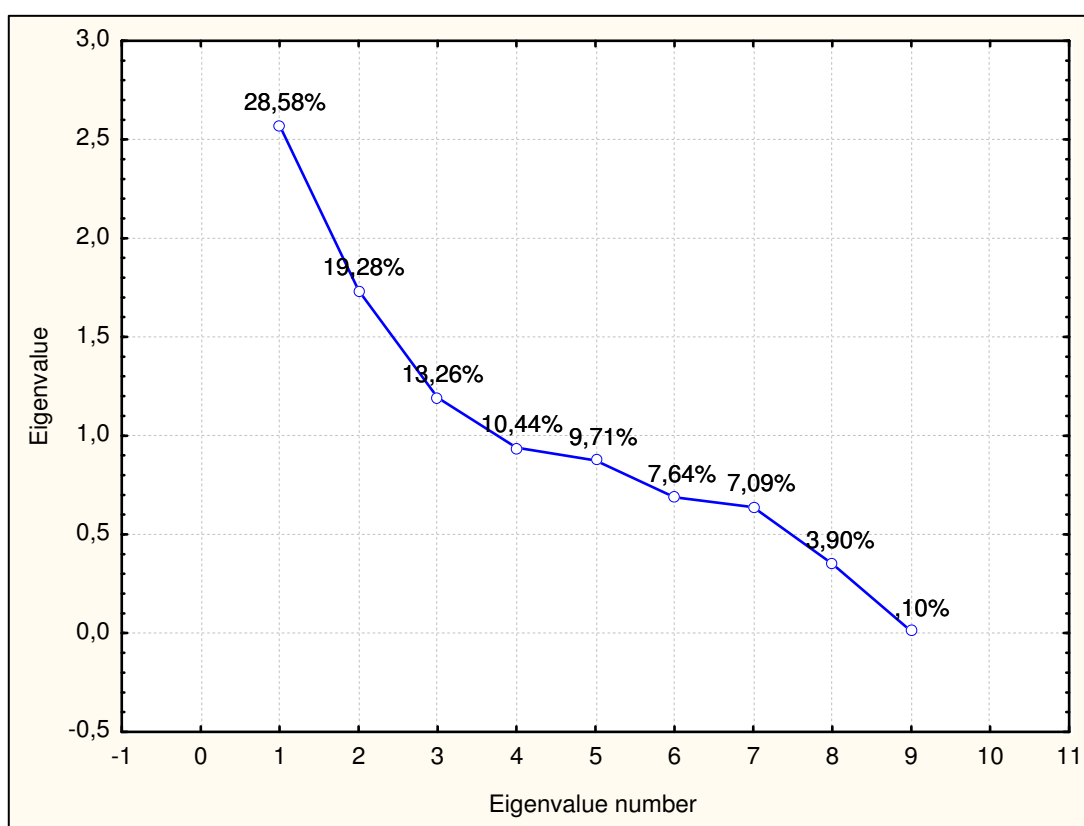


Gráfico 20: Definição do número de fatores

Fonte: Elaboração própria.



As Tabelas 27 e 28 apresentam os autovalores para cada um dos possíveis fatores. Note que se fosse utilizado um único fator a variância total seria de 28,57%. Na medida em que se aumenta o número de fatores a capacidade de explicação da realidade aumenta de forma decrescente. Para a construção do IQM, como afirmado anteriormente, utilizaram-se 5 fatores.

**Tabela 28 - Autovalores da matriz de correlação**

Ordem	Autovalor	%variância total	autovalor cumulativo	%cumulativa
1	2,571859	28,57622	2,571859	28,5762
2	1,735561	19,28402	4,307421	47,8602
3	1,193215	13,25795	5,500636	61,1182
4	0,939315	10,43683	6,439951	71,5550
5	0,874287	9,71430	7,314238	81,2693
6	0,687799	7,64221	8,002037	88,9115
7	0,637935	7,08816	8,639971	95,9997
8	0,351294	3,90326	8,991265	99,9029
9	0,008735	0,09706	9,000000	100,0000

Fonte: Elaboração própria.

Com base no apresentado e nas observações foram gerados, pelo software STATISTICA 8, as cargas fatoriais. De posse desses e do traço (soma da diagonal principal da matriz de correlação) igual a nove foi possível calcular o valor do IQM para cada um dos municípios. O resultado obtido, porém não permitia a comparação entre os indicadores, porque havia índices negativos. Para que fosse possível proceder a comparação os IQMs foram normalizados, gerando um novo valor para estes. O IQM normalizado será o empregado na análise de clusters.

O IQM varia de zero a cem. O máximo - 100 - registra a melhor qualidade ambiental considerando as variáveis selecionadas. Quando a análise foi feita com as nove variáveis selecionadas neste estudo o maior IQM encontrado foi de 60,76. Isso indica que a qualidade ambiental dos municípios do estado de São Paulo é, pelo menos, 40% menor que o ótimo.

Para a análise de clusters dos IQM foi utilizado o método *k-means* e para a definição do número de clusters a técnica empregada foi *vfold*. Neste contexto, foram selecionados 5 clusters. A síntese da análise de grupamento está na Tabela 29.

**Tabela 29 - Síntese da análise de cluster para IQM de São Paulo**

	Média	Desvio-Padrão	Variância
Cluster 1	20,35212	1,021186	1,042821
Cluster 2	23,35535	0,752538	0,566314
Cluster 3	15,85087	1,535629	2,358156
Cluster 4	26,02202	1,519792	2,309768
Cluster 5	60,76073	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 27 - Matriz de correlação**

	IFDM	% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	domicílios atendidos água encanada	tratamento de esgoto(%)	Número de áreas contaminadas (AC - AR)	Produção de Lixo diária (t/dia)	domicílios com lixo coletado	Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	IQR
IFDM	1,00000	0,06984	0,40132	-0,11708	0,17951	0,20363	0,41096	0,31316	0,07906
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,06984	1,00000	0,11954	0,06031	0,06147	0,06314	0,09591	0,09293	- 0,02951
domicílios atendidos água encanada	0,40132	0,11954	1,00000	0,01054	0,10164	0,12361	0,60859	0,39797	- 0,00477
tratamento de esgoto(%)	-0,11708	0,06031	0,01054	1,00000	-0,00969	-0,01661	-0,20499	-0,00625	- 0,13160
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	0,17951	0,06147	0,10164	-0,00969	1,00000	0,99046	0,10647	0,10955	0,05114
Produção de Lixo diária (t/dia)	0,20363	0,06314	0,12361	-0,01661	0,99046	1,00000	0,12547	0,14553	0,04858
domicílios com lixo coletado	0,41096	0,09591	0,60859	-0,20499	0,10647	0,12547	1,00000	0,33626	0,07337
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,31316	0,09293	0,39797	-0,00625	0,10955	0,14553	0,33626	1,00000	0,01998
IQR	0,07906	-0,02951	-0,00477	-0,13160	0,05114	0,04858	0,07337	0,01998	1,00000
Means	0,75586	0,78002	0,85698	0,65824	5,33278	33,31301	0,92183	0,36301	8,44629
Std.Dev.	0,06077	0,17762	0,11295	0,17168	46,42565	253,12042	0,06917	0,16648	1,16119

Fonte: Elaboração própria.

Como pode ser observado Tabela 25, o cluster que apresenta o melhor IQM é o de número 5. Na seqüência temos os clusters 4, 2, 1 e 3. O cluster que apresentou a maior variância foi o de número 3. Quando considerada a heterogeneidade entre os clusters - distância de seus centróides- observa-se que a maior distância é a referente aos clusters 5 e 3 - Tabela 30. O fato era esperado já que esses são o melhor e o pior cluster da análise, respectivamente.

**Tabela 30 - Distância entre os clusters**

	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
Cluster 1	0,00000	9,01942	20,26120	32,1478	1632,856
Cluster 2	3,00324	0,00000	56,31721	7,1111	1399,162
Cluster 3	4,50124	7,50448	0,00000	103,4523	2016,895
Cluster 4	5,66991	2,66667	10,17115	0,0000	1206,778
Cluster 5	40,40861	37,40538	44,90985	34,7387	0,000

Fonte: Elaboração própria.

Apresentados os resultados, é preciso avaliar a composição de cada cluster. O cluster 5 é formado por um único município: São Paulo. O resultado contradiz ao esperado pela teoria econômica tradicional que afirma que aglomerações urbanas maiores apresentam indicadores de qualidade ambientais menores. A posição no ranking de IQM não se sustenta quando são retiradas das análises as variáveis Número de Áreas Contaminadas e Produção de lixo diária, mas São Paulo continua entre os municípios com melhor IQM (posição 22). A Tabela 31 apresenta os resultados obtidos para o município de São Paulo.

**Tabela 31 - Resultado dos indicadores para o município de São Paulo**

São Paulo (IQM = 60,76)	
IFDM	0,89
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,94
domicílios atendidos água encanada	0,99
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,74
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	1.121,00
Produção de Lixo diária (t/dia)	6.000,00
domicílios com lixo coletado	1,00
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,53
IQR	9,50
Final classification Calculated cluster number	3
Distance to centroid Distance to centroid	1,46
Área (km <sup>2</sup> )	1.522,99
População total (hab)	11.253.503
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	7.389,10
Renda per capita (R\$)	1.180,00

Fonte: Elaboração própria.

O segundo cluster melhor classificado é o de número 4. Este grupamento é formado por 147 municípios. O maior município em termos populacionais é Guarulhos e o menor é Flora Rica. Além de Guarulhos estão neste cluster outras grandes cidades do estado de São Paulo: Campinas, São Bernardo do Campo, Santo

André, São José dos Campos, Ribeirão Preto e Sorocaba. Cabe destacar que, dentro do cluster, o melhor resultado é o de Santa Rita do Oeste (39,29). A Tabela 32 revela os indicadores de qualidade que deram a Santa Rita do Oeste a melhor classificação dentro de seu cluster. O pior resultado do grupo foi o de Álvares Florence (24,70). A Tabela 33 apresenta os resultados desse município.

**Tabela 32 - Resultado dos indicadores para Santa Rita do Oeste**

Santa Rita d'Oeste (IQM= 39,29)	
IFDM	0,78
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,90
domicílios atendidos água encanada	0,91
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,97
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	-
Produção de Lixo diária (t/dia)	9,50
domicílios com lixo coletado	0,94
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	3,74
IQR	8,50
Final classification Calculated cluster number	3
Distance to centroid Distance to centroid	0,99
Área (km <sup>2</sup> )	210,27
População total (hab)	2.543
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	12,09
Renda per capita (R\$)	609,00

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 33 - Resultado dos indicadores para Álvares Florence**

Álvares Florence (IQM= 24,70)	
IFDM	0,72
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,98
domicílios atendidos água encanada	0,68
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,68
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	1,00
Produção de Lixo diária (t/dia)	1,10
domicílios com lixo coletado	0,72
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,28
IQR	9,10
Final classification Calculated cluster number	1
Distance to centroid Distance to centroid	0,49
Área (km <sup>2</sup> )	361,84
População total (hab)	3.897
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	10,77
Renda per capita (R\$)	553,00

Fonte: Elaboração própria.

O terceiro cluster em termos de IQM é o de número 2, com 235 municípios. O melhor IQM do grupo foi registrado para o município Monte Castelo (24,66) e o pior para o município Pirassununga (21,89). O maior município deste cluster é Osasco (666 mil habitantes) e tem IQM de 24,44, ou seja, ocupa a posição 19 no

ranking do cluster. A Tabela 34 e a Tabela 35 mostram os indicadores ambientais de Monte Castelo e Pirassununga, respectivamente.

**Tabela 34 - Resultado dos indicadores para Monte Castelo**

Monte Castelo (IQM = 24,66)	
IFDM	0,73
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,82
domicílios atendidos água encanada	0,81
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,91
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	-
Produção de Lixo diária (t/dia)	1,30
domicílios com lixo coletado	0,81
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,32
IQR	7,80
Final classification Calculated cluster number	1
Distance to centroid Distance to centroid	0,20
Área (km <sup>2</sup> )	233,16
População total (hab)	4.063
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	17,43
Renda per capita (R\$)	569,00

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 35 - Resultado dos indicadores para Pirassununga**

Pirassununga (IQM = 24,44)	
IFDM	0,82
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,96
domicílios atendidos água encanada	0,95
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,41
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	6,00
Produção de Lixo diária (t/dia)	25,70
domicílios com lixo coletado	0,95
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,37
IQR	6,90
Final classification Calculated cluster number	2
Distance to centroid Distance to centroid	0,31
Área (km <sup>2</sup> )	726,94
População total (hab)	70.081
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	96,41
Renda per capita (R\$)	889,00

Fonte: Elaboração própria.

O *cluster* classificado em penúltima posição quanto ao IQM é o número 1. Esse cluster é formado por 174 municípios todos com menos de 500 mil habitantes. O maior município deste grupamento é Mogi das Cruzes (387 mil habitantes) e o menor é Borá (805 habitantes). O melhor desempenho do IQM no cluster foi registrado no município Rio Grande da Serra (21,85), já a pior ocorrência foi em São Sebastião da Gramma

(18,12). Os resultados dos indicadores para o melhor e o pior município deste cluster estão nas Tabela 36 e Tabela 37 abaixo.

**Tabela 36 - Resultado dos indicadores para Rio Grande da Serra**

Rio Grande da Serra (IQM = 21,85)	
IFDM	0,74
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,80
domicílios atendidos água encanada	0,95
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,44
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	2,00
Produção de Lixo diária (t/dia)	17,60
domicílios com lixo coletado	0,99
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,40
IQR	9,70
Final classification Calculated cluster number	2
Distance to centroid Distance to centroid	0,22
Área (km2)	36,67
População total (hab)	43.974
Densidade (hab/km2)	1.199,15
Renda per capita (R\$)	507,00

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 37 - Resultado dos indicadores para São Sebastião da Grama**

São Sebastião da Grama (IQM = 18,12)	
IFDM	0,67
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,54
domicílios atendidos água encanada	0,69
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,58
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	-
Produção de Lixo diária (t/dia)	3,20
domicílios com lixo coletado	0,91
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,26
IQR	9,40
Final classification Calculated cluster number	4
Distance to centroid Distance to centroid	0,36
Área (km2)	252,18
População total (hab)	12.099
Densidade (hab/km2)	47,98
Renda per capita (R\$)	565,00

Fonte: Elaboração própria.

O *cluster* que apresentou o pior desempenho foi o número 3. Composto por 50 municípios este cluster concentra municípios que revelaram IQM variando entre 11,53 e 18,04. Patrocínio Paulista com 13.000 habitantes foi a melhor colocada no cluster e Redenção da Serra (3.873 habitantes) apresentou o pior

resultado no cluster e no estado. O cluster é formado por municípios pequenos e pequenos-médios. A maior cidade é Campo Limpo Paulista que apresentou IQM de 17,19. Os resultados para Patrocínio Paulista e Redenção da Serra seguem nas Tabela 38 e Tabela 39.

**Tabela 38 - Resultado dos indicadores para Patrocínio Paulista**

Patrocínio Paulista (IQM = 18,04)	
IFDM	0,73
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,38
domicílios atendidos água encanada	0,82
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,72
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	-
Produção de Lixo diária (t/dia)	4,20
domicílios com lixo coletado	0,92
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,32
IQR	8,90
Final classification Calculated cluster number	5
Distance to centroid Distance to centroid	0,13
Área (km <sup>2</sup> )	600,11
População total (hab)	13.000
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	21,66
Renda per capita (R\$)	558,00

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 39 - Resultado dos indicadores para Redenção da Serra**

Redenção da Serra (IQM = 11,53)	
IFDM	0,68
% dos domicílios atendidos pela rede de esgotamento sanitário - coleta	0,26
domicílios atendidos água encanada	0,49
tratamento de esgoto (% do coletado)	0,48
Número de áreas contaminadas (AC - AR)	-
Produção de Lixo diária (t/dia)	0,90
domicílios com lixo coletado	0,76
Prod. De Lixo diária por habitante (kg/(hab*dia))	0,23
IQR	6,70
Final classification Calculated cluster number	4
Distance to centroid Distance to centroid	0,74
Área (km <sup>2</sup> )	309,11
População total (hab)	3.873
Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	12,53
Renda per capita (R\$)	419,00

Fonte: Elaboração própria.

Considerando a formação dos clusters após a criação do IQM é possível perceber que, para os municípios do estado de São Paulo, **não é possível afirmar que cidades menores apresentam melhor qualidade ambiental que as grandes**. Além disso, mesmo com o fato de os dois piores clusters concentrarem

municípios pequenos não é possível afirmar que quanto maior a aglomeração urbana melhores os indicadores de qualidade ambiental.

Quando considerados os 20 municípios melhores colocados em termos de IQM percebe-se a presença de municípios de todos os portes e com diferentes níveis de renda per capita. O fato confirma que, para o estado de São Paulo e variáveis selecionadas, não é possível afirmar, categoricamente, que cidades menores proporcionam aos seus habitantes melhor qualidade ambiental (Tabela 40)..

**Tabela 40 - Ranking IQM - 20 municípios melhor colocados**

		IQM	Área (km <sup>2</sup> )	População total (hab)	Densidade (hab/km <sup>2</sup> )	Renda per capita (R\$)
1	São Paulo	60,76	1.522,99	11.253.503	7.389,10	1.180,00
2	Santa Rita d'Oeste	39,29	210,27	2.543	12,09	609,00
3	São Bernardo do Campo	31,87	406,18	765.463	1.884,54	984,00
4	Santo André	29,79	174,84	676.407	3.868,72	1.053,00
5	Diadema	28,92	30,65	386.089	12.596,70	601,00
6	São José dos Campos	28,68	1.099,61	629.921	572,86	984,00
7	Suzano	28,39	205,87	262.480	1.275,01	577,00
8	Cotia	27,87	323,89	201.150	621,04	923,00
9	Sumaré	27,65	153,03	241.311	1.576,86	695,00
10	Franco da Rocha	27,59	133,93	131.604	982,63	539,00
11	Alvinlândia	27,58	85,04	3.000	35,28	504,00
12	Santo Anastácio	27,50	552,55	20.475	37,06	610,00
13	Campinas	27,47	795,70	1.080.113	1.357,44	1.181,00
14	Ilha Solteira	27,40	659,38	25.064	38,01	916,00
15	Tatuí	27,39	524,16	107.326	204,76	693,00
16	Chavantes	27,37	188,21	12.114	64,36	596,00
17	Guaratinguetá	27,32	751,44	112.072	149,14	819,00
18	Júlio Mesquita	27,29	128,21	4.430	34,55	447,00
19	Assis	27,26	461,71	95.144	206,07	828,00
20	Jales	26,85	368,76	47.012	127,49	749,00

Fonte: Elaboração própria.



## Conclusão

É possível definir a economia como o estudo dos recursos relativamente escassos e da melhor forma de alocação entre eles. Partindo desse pressuposto, fica clara a necessidade de se considerar nas análises econômicas não apenas a variável temporal, mas também a espacial e, mais recentemente, a ambiental, dado que essas são, de fato, recursos relativamente escassos. Nesse contexto, considerando que a atual estrutura de organização das pessoas e das atividades produtivas é a urbana, é pertinente uma análise econômica acerca da ocupação do solo e de seus efeitos sobre a produção, a vida das pessoas e do meio ambiente.

Assim, esta dissertação discutiu a relação existente entre o tamanho das aglomerações urbanas e suas externalidades, em especial as ambientais. Análises espaciais e ambientais são pouco trabalhadas em economia, sendo delegadas outras ciências como geografia, agricultura, biologia, engenharia e arquitetura. Entretanto, como afirmado anteriormente, por se tratar de uma questão de melhor alocação de recursos - e de maximização de lucro e utilidade - a análise econômica é fundamental para se entender a dinâmica da sociedade atual.

A questão trabalhada neste trabalho não é a mesma que deu origem aos primeiros estudos acerca da aglomeração espacial. Os trabalhos seminais em economia regional buscavam entender os motivos para se viver e produzir em aglomerações urbanas. Já este trabalho buscou esclarecer a controvérsia sobre o tamanho ótimo das cidades quando consideradas as externalidades ambientais, focando na realidade dos países emergentes. Nesse sentido, usando como objeto de estudo o estado de São Paulo, buscou-se responder a seguinte questão: Cidades menores apresentam mais benefícios ambientais do que as grandes?

**O resultado dos testes realizados é que, para o Estado de São Paulo, não é possível afirmar que as cidades de menor tamanho proporcionam melhor qualidade ambiental para sua população.** O que se percebe, para a maioria dos municípios é a oferta de boas condições ambientais. Isso em grande parte está relacionada ao fato de o Estado de São Paulo ser o estado mais rico e o que possui a melhor e mais estruturada agência ambiental do país, a CETESB. Apesar de não ser possível afirmar que cidades menores possuem melhor qualidade ambiental, foi possível verificar que as maiores cidades e aquelas com maior renda são capazes de proporcionar a seus habitantes melhores condições de saneamento, tratamento de água e coleta de lixo. O fato corrobora a hipótese de que a escala das cidades possibilita o provimento de alguns serviços ditos indivisíveis, dentre eles serviços relacionados à boa gestão ambiental.

A análise realizada por variáveis, individualmente, revela que os maiores municípios do estado apresentam boas condições para suas populações. Nessa avaliação, quando realizada a clusterização para cada uma das nove variáveis trabalhadas, a cidade de São Paulo esteve classificada no melhor grupo para as seguintes variáveis: IFDM, fornecimento de água encanada, proporção de domicílios atendidos por coleta de esgoto e domicílios atendidos por coleta regular de lixo. Para as variáveis IQR e tratamento de esgoto a capital ficou classificada no segundo *cluster* melhor colocado. É importante salientar que São Paulo não foi a única grande cidade do estado a figurar entre os melhores resultados. Sobre os piores resultados por variável, com exceção das variáveis áreas contaminadas, produção diária de lixo e produção de lixo por habitante, os piores grupos eram concentradores de pequenos municípios.

A análise de clusters revelou que, apesar não ser possível a classificação dos resultados qualitativos, as grandes cidades do estado concentraram-se em clusters com bons resultados. Já a análise de fatores com a construção do índice de qualidade municipal revelou que as grandes cidades figuram, assim como a avaliação individual por variáveis, nos clusters de melhor desempenho. Mesmo não sendo possível afirmar categoricamente que as grandes cidades oferecem melhores condições ambientais e uma gestão mais adequada dos recursos ambientais, foi possível verificar que a qualidade ambiental desfrutada por seus habitantes não é inferior à observada em menores aglomerações urbanas.

Desta forma, o resultado obtido neste trabalho difere do consenso de que cidades compactas são melhores do ponto de vista ambiental, mas não é suficiente para validar a proposta apresentada por Henderson (1974b) e Thisse (2011) de que aglomerações urbanas maiores geram ganhos de escala ambientais. A única coisa que se pode afirmar é que, para o estado de São Paulo, a pergunta que dá nome a este trabalho tem como resposta: não.

A complexidade do assunto não permite que todo ele seja exaurido nesta dissertação. São necessários novos estudos sobre o tema e a consideração de outras variáveis não abordadas nesse trabalho. Entretanto, o trabalho contribuiu para reforçar a necessidade de se estudar a relação existente entre ocupação do solo e seus impactos ambientais, bem como de quantificar essa relação.

## Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, M.A. **Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis)**. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2005
- ALONSO, W. **The economics of urban size**. Papers of the Regional Science Association, 26, 67–83, 1970.
- ALVES, M. B.; MARTINS, A. N.; MADRUGA, P. **Modelos explicativos da localização das atividades no espaço**. Lisboa: Centro de Investigações Regionais e Urbanas, Série Didática, Documento de Trabalho n 4/2001.
- AU, C.; HENDERSON, J. Are Chinese cities too small? **The Review of Economic Studies**, v. 73, n. 3, p. 549-576, 2006
- BALDWIN, R.; FORSLID, R.; MARTIN, P.; OTTAVIANO, G.; ROBERT-NICOUD, F. **Economic Geography and Public Policy**. Princeton: Princeton University Press, 2003
- BALDWIN, R., KRUGMAN, P. "Agglomeration, integration and tax harmonisation," **European Economic Review**, Elsevier, vol. 48(1), pages 1-23, February, 2004.
- BANCO MUNDIAL. **Cidades Verdes: Cidades e Mudanças Climáticas no Brasil: Resultados Preliminares**, Disponível em: [http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1279658706544/Lynch\\_CidadesMudancasClimaticas.pdf](http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1279658706544/Lynch_CidadesMudancasClimaticas.pdf), 2009a.
- BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2009: A Geografia Econômica em Transformação**. São Paulo; Washington: Singular; Banco Mundial, 2009b.
- BANISTER, D. "Urban sustainability." Capítulo 38, Jeroen C.J.M. van den Bergh. **Handbook of Environmental Economics**. Reino Unido e Estados Unidos: Edward, 1999
- BELLIA, V. **Introdução à economia do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 1996
- BOUDEVILLE, J.R.. **Problems of regional economic planning**. Edinburgh, Edinburgh U.P. 1966.
- CAMPOS, L.S.; MELO, D.A.; MEURER, S.A. **A importância dos indicadores de desempenho ambiental nos sistemas de gestão ambiental (SGA)**. Curitiba, PR, 2007.
- CAVALCANTE, L.R.M.T. **Produção Teórica em Economia Regional: uma proposta de sistematização**. **Revista Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, 2009 Disponível em <http://www.revistaaber.com.br/index.php/aber/article/viewFile/1/3>, 2007.
- CETESB (São Paulo). **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2007-2009**. São Paulo: CETESB, 2011a.

CETESB (São Paulo). **Áreas contaminadas 2011**. Disponível em : <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/rela%E7%F5es-de-%E1%A1reas-contaminadas/4-rac=>, 2011b

CETESB (São Paulo).. **Inventário estadual de resíduos sólidos domiciliares 2010**. São Paulo: CETESB, 2011 c.

CNT. "Lei de Mobilidade Urbana". **Economia em Foco**. Disponível em: [www.cnt.org.br](http://www.cnt.org.br) , 13/02/2012.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost. **The Journal of Law and Economics**, v. 3, n. 1, p. 1, 1960

CORMACK, R. A review of classification. **Journal of the Royal Statistical Society** (Series A), v.134, p.321-367, 1971 *apud* ALBUQUERQUE, M.A. Estabilidade em análise de agrupamento (cluster analysis). Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco. Pernambuco, 2005

DUBEY, V. "The definition of regional economics". In: MCKEE, David L., et alii (eds.). **Regional economics: theory and practice**. New York: The Free Press, 1970.

DURANTON, G.; PUGA, D. Micro-foundations of urban agglomeration economies. **Handbook of regional and urban economics**, Elsevier. 2004.

EEA - European Environmental Agency. **Environmental indicators: Typology and overview**. Technical report nº 25. 1999

ESTY, D.C. & CORNELIUS, P. **Environmental Performance Measurement: The Global Report 2001–2002**. New York: Oxford University Press, 2001.

FERREIRA, C. M. C. As "Teorias da Localização e a Organização Espacial da Economia". In: HADDAD, Paulo Roberto (Org.). **Economia Regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB/Etene, 1989.

FRIEDMANN, J. **Regional Planning as a Field of Study**. Journal of the American Institute of Planners Vol. 29, Iss. 3, 1963

FUCHS, V. R. 1967. "INTRODUCTION to "Differentials in Hourly Earnings by Region and City Size, 1959", NBER Chapters, in: **Differentials in Hourly Earnings by Region and City Size**, National Bureau of Economic Research, Inc . 1959, pp: 1-5.

FUJITA, M., THISSE, J. Economics of Agglomeration. **Journal of the Japanese and International Economies**, Elsevier, vol. 10(4), pages 339-378, December, 1996.

FUJITA, M., THISSE, J. **Economics of Agglomeration: cities, industrial location, and regional growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. **Economia Espacial: Urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo**. Tradução. São Paulo, Editora Futura, 2002.

GAIGNÉ, C.; R. S.; THISSE, J.-F. **Are Compact Cities Environmentally Friendly?** CEPR Discussion Papers 8297, C.E.P.R. Discussion Papers, 2011.

- GLAESER, E. L.; GYOURKO, J. E.; SAIZ, A. Housing Supply and Housing Bubbles. **SSRN Electronic Journal**, 2008.
- GLAESER, E. L.; KOHLHASE, J.E. Cities, Regions and the Decline of Transport Costs. Cambridge, 2003. Disponível em <http://www.nber.org/papers/w9886>. Acesso em: 18 nov. 2012
- GLAESER, E. **The economics approach to cities**. Cambridge, 2007. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w13696>>. Acesso em: 18 nov. 2012
- GLAESER, E. **The Future of Urban Research: Non-market Interactions**. Manuscrito não publicado Glaeser, 1999
- GLAESER, E.; GYOURKO, J. **Arbitrage in housing markets**. Cambridge, 2007. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w13704>>. Acesso em: 18 nov. 2012
- GLAESER, E.; GYOURKO, J. **Housing dynamics**. Cambridge, 2006. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w12787>>. Acesso em: 18 nov. 2012
- GLAESER, E.; GYOURKO, J.; SAKS, R. Urban growth and housing supply. **Journal of Urban Economics**, n. 2062, 2006.
- GLAESER, E.; GYOURKO, J.; SAKS, R. **Why have housing prices gone up?** Cambridge, 2005. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w11129>>. Acesso em: 18 nov. 2012
- GLAESER, E.; KAHN, M. Sprawl and urban growth. **Handbook of regional and urban economics**, v. IV, 2004.
- GLAESER, E. L. Learning in Cities. **Journal of Urban Economics**, Elsevier, vol. 46(2), pages 254-277, September, 1999.
- GLAESER, E. L.; GYOURKO, J.; SAKS, R. E. Urban growth and housing supply. **Journal of Economic Geography**, Oxford University Press, vol. 6(1), pages 71-89, January, 2006.
- GLAESER, E. L.; LA PORTA, R.; LOPEZ-DE-SILANES, F.; SHLEIFER, A.. **Do Institutions Cause Growth?**, Journal of Economic Growth, Springer, vol. 9(3), pages 271-303, 09, 2004.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/> Dados acessados entre janeiro e maio de 2012.
- GUIDINI, M.B. et all. **Aplicação do k-means cluster para classificar estilos gerenciais**. Disponível em: <http://www.contextus.ufc.br/index.php/contextus/article/view/137>. Acesso em fevereiro de 2012.
- HAIR, J. F. Anderson *et al.* **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre, 2005.
- HANLEY, N. & SPASH, C.. **Cost-Benefit Analysis and the Environment**, Edward Elgar, Cheltenham. Mishan E, 1993.
- HENDERSON, J. The sizes and types of cities. **The American Economic Review**, n. 75, 1974a.
- HENDERSON, J. Optimum city size: the external diseconomy question. **The Journal of Political Economy**, v. 82, n. 2, p. 373-388, 1974b.

- HENDERSON, J. V. **Urban development: Theory, Fact, and Illusion**. New York: Oxford University. pp. 1-242., 1988.
- HIMANEN, V.; PERRELS, A.; LEE-GOSSELIN, M. (eds.). **Sustainability and the interactions between external effects of transport**. A special issue section of the Journal of Transport Geography 2005-No.1, 2005.
- HOCH, I. **Income and City Size**. Urban Studies, 9, pp. 299-328, 1972.
- HOHENBERG, P. M.; LEES, L. H. **The Making of Urban Europe 1000- 1950**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1985.
- HOOVER, E. M. The partial equilibrium approach. In **Spatial economic theory**. New York: The Free Press, 1970.
- HOTELLING, H. **Stability in Competition**. Economic Journal, 39, pp. 41-57. 1929.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. **Estados**. Disponível em : <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp> . Dados acessados entre janeiro e maio de 2012
- ISARD, W. **Location and Space Economy**. New York, John Wiley & Sons. 1956.
- ISARD, W. **Introduction to Regional Science**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1975.
- IZRAELI, O. **Differentials in nominal wages and prices between cities**. University of Chicago, 1973
- JOHANSEN, S. A Statistical Analysis of Cointegration for I(2) Variables. *Econometric Theory*, Cambridge University Press, vol. 11(01), pages 25-59, February, 1995.
- KRUGMAN, P. **Increasing Returns and Economic Geography**. Journal of Political Economy, vol 99(3): 1991, p. 483-499.
- KRUGMAN, P. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.
- KRUGMAN, P. R. & VENABLES, A. J. Globalization and the inequality of nations. **Quarterly Journal of Economics** 60, 1995, p. 857-880.
- LAMPARD, E. E. The history of cities in the economically advanced areas. **Economic Development and Cultural Change**, 1955.
- LINN, J.F. The Costs of Urbanization in Developing Countries. **Economic Development and. Cultural Change** 30. 1982, p. 625-648
- LOPES, A. S. Desenvolvimento Regional - Problemática, Teoria, Modelos. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.
- LÖSCH, A. The Economics of Location. Yale University Press, New Haven. 1954

LÖSCH, A. The Nature of Economic Regions. **Southern Economic Journal**, vol. 29, Aug., 1963

LOSEKANN, V.L. **Classificação setorial das empresas brasileiras: uma aplicação de análise de cluster**. Dissertação apresentada no curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Administração, Área de concentração em Estratégia e Competitividade. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2008

MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre, 2006

MARSHALL, A. Principles of Economics, 1963 *apud* ISARD, W. **Location and Space Economy**. New York, John Wiley & Sons. 1956.

MARKUSEN, J.R. "Location choice, environmental quality and public policy." **Handbook of Environmental Economics**. Reino Unido e Estados Unidos: Edward Elgar, 1999.

MATSUHASHI, K. **Application of multi-criteria analysis to urban land-use planning**. Laxenburg, 1997. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/wop/iasawp/ir97091.html>>. Acesso em: 18 nov. 2012

MEYER, D. R. "World cities as financial centres". In F.-C. Lo & Y. M. Yeung (Eds.). **Globalization and the world of large cities**. Tokyo: United Nations University Press, 1998.

MEYER, W.B. "Land use and environmental quality." Capítulo 37, Jeroen C.J.M. van den Bergh. **Handbook of Environmental Economics**. Reino Unido e Estados Unidos: Edward Elgar, 1999.

MILLS, E.S. Na Aggregative Modelo f Resource Allocation in an Metropolitan Área, 1967 *apud* HENDERSON, J. Optimum city size: the external diseconomy question. *The Journal of Political Economy*, v. 82, n. 2, p. 373-388, 1974a.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica dos recursos naturais**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1997

MUELLER, C.C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**. Brasília: Editora Universidade de Brasília: FINATEC, 2007.

NELSON, R. R. R: Urban, Rural and Regional Economics. **Journal of Economic Literature**, v. 34, p. 2136-2141, 18 fev. 1966.

NIJKAMP, P. "Environment and regional economics." Capítulo 35, Jeroen C.J.M. van den Bergh. **Handbook of Environmental Economics**. Reino Unido e Estados Unidos: Edward Elgar, 1999.

NOGUEIRA, J M; MEDEIROS, M A. A. e ARRUDA, F. "Valoração Econômica do Meio Ambiente: Ciência ou Empiricismo?" **50ª Reunião Anual da SBPC**. Natal, Rio Grande do Norte, julho de 1998.

OTTAVIANO, G. e THISSE, J. **New Economic Geography: what about the N?**Louvain, 2004a. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=660124](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=660124)>. Acesso em: 18 nov. 2012

OTTAVIANO, G. e THISSE, J. Agglomeration and economic geography. **Handbook of regional and urban economics**, n. November, p. 1-45, 2004b.

- PERROUX, F. **A economia do século XX**. Lisboa, 1964
- PIGOU, A. **The Economics of Welfare**. London, Macmillan, 1920.
- PONSARD, Claude. **Histoire des théories économiques spatiales**. Paris: Armand Colin, 1958.
- RICHARDSON, M.. **The relevance of Growth**. Center Strategies to Latin America. *Economic Geography*, v. 51, Apr. 1975.
- RIDKER, R.G. & HENNING, J.A. **The Determinants of residential property values with special reference to air pollution**. *The Review of Economics and Statistics* 49, Maio. 1967.
- RIPPEL, Ricardo & LIMA, Jandir Ferreira de. **Pólos de crescimento econômico: notas sobre o caso do Estado do Paraná**. *Revista REDES*, Santa Cruz do Sul, vol 14, n. 1, jan/abr. 2009.
- ROSENTHAL, S. S. & STRANGE, W. C. **Geography, Industrial Organization, and Agglomeration**. *The Review of Economics and Statistics*, MIT Press, vol. 85(2), May, 2004, p. 377-393.
- ROSENTHAL, S. S.; STRANGE, W. C. The Determinants of Agglomeration. **Journal of Urban Economics**, v. 50, n. 2, p. 191-229, set. 2001.
- RUIZ, R.M. **A nova geografia econômica: um barco com lanterna na popa?** Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2003
- SEGAL, D. Are there returns to scale in city size? **The Review of Economics and Statistics**, v. 58, n. 3, p. 339-350, 1976.
- SERRANO, A.L.M., CONCEIÇÃO, P.H.Z. **Teoria da localização de Christaller e Losch**. Apresentação. Artigo não publicado e disponibilizado gentilmente pelos autores.
- SOARES, A. C. L. G. et al. Índice de desenvolvimento municipal: hierarquização dos municípios do Ceará no ano de 1997. **Paraná Desenvolvimento**, n. 97, p. 71-89, 1999.
- THISSE, F. **Handbook of Regional and Urban Economics: Cities, Industrial Location and Geography**. Edited by Henderson and Thisse. Cambridge University Press, Cambridge. 2002.
- THISSE, J.F. Geografia Econômica. IN CRUZ, B. O.; FURTADO, B.A.; MONASTEIRO, L. RODRIGUES JUNIOR, W. et al. **Economia Regional e Urbana: Teoria e Métodos com Ênfase no Brasil**. Brasília: IPEA, 2011.
- TISDELL, C.A. **Economics of Environmental Conservation**. Economics for Environmental e Ecological Management. Department of Economics. Queensland, Australia. Elsevier, 1991.
- UN-HABITAT, United Nations Humam Settlements Programme. **Anual Report, 2005**. Nairobi, Kenya, 2005.
- VERHOEF, E T. & NIJKAMP, P. **Externalities in the Urban Economy**. Tinbergen Institute Discussion Papers 03-078/3, Tinbergen Institute, 2003.



VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Apresentada como monografia de especialização na Universidade Federal de Santa Maria -RS. Santa Maria, 2005.

VON THÜNEN, J. H. Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie. Hamburg: Perthes, 1826. Translation: **The isolated state**. Oxford: Pergammon Press, 1966.

WHEELER, C. H. Evidence on Agglomeration Economies, Diseconomies, and Growth. **Journal of Applied Econometrics**, v. 18, n. 1, p. 79-104, jan. 2003.

## **Apêndices**

Apêndice A: Banco de dados para os municípios do estado de São Paulo.

Apêndice B: Gráficos de dispersão e análise por variável.

