



**47**

## **TEXTO PARA DISCUSSÃO**

**ÁREA, DENSIDADE E POPULAÇÃO:  
uma análise econômica  
das diferenças entre áreas  
urbanas e urbanizadas nos  
municípios do Espírito Santo**

# **Área, Densidade e População: uma análise econômica das diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas nos municípios do Espírito Santo**

Matheus Albergaria de Magalhães  
Victor Nunes Toscano  
Coordenação de Estudos Econômicos - CEE/IJSN  
Rodrigo Betim Bergamaschi  
Coordenação de Geoprocessamento - CGEO/IJSN

# **Instituto Jones dos Santos Neves**

TD – 47

## **Diretor Presidente**

José Edil Benedito

## **Diretora de Estudos e Pesquisas**

Denise Pereira Barros Nascimento

## **Coordenador de Estudos Econômicos - CEE/IJSN**

Magnus William de Castro

## **Coordenador de Geoprocessamento - CEE/IJSN**

Pablo Medeiros Jabor

## **Assessoria de Relacionamento Institucional**

### **Editoração**

Lastênio João Scopel

### **Capa**

Eugênio Geaquinto Herkenhoff

Foto da capa: Acervo IJSN

### **Bibliotecária**

Andreza Ferreira Tovar

Instituto Jones dos Santos Neves

Área, densidade e população: uma análise econômica das diferenças entre as áreas urbanas e urbanizadas nos municípios do Espírito Santo. Vitória, ES, 2012.

29f., il. tab. (Texto para discussão, 47)

1.Áreas Urbanas. 2.Economia Regional. 3.Densidade Demográfica. 4.Cidades. 5.Espírito Santo (Estado). I.Magalhães, Matheus Albergaria de. II.Toscano, Victor Nunes. III.Bergamaschi, Rodrigo Betim. IV.Título. V.Série.

# Sumário

## APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO .....	05
2. LITERATURA RELACIONADA .....	06
3. BASE DE DADOS.....	08
4. RESULTADOS .....	09
4.1. Análise Descritiva .....	09
4.2. Área, Densidade e População .....	17
4.3. Distribuições em Cauda Longa .....	21
5. ROBUSTEZ .....	22
5.1. Métodos Alternativos de Estimação .....	22
5.2. Testes de Hipóteses .....	24
6. CONCLUSÕES E AGENDA DE PESQUISA FUTURA .....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

# Apresentação

Existem consideráveis diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. Diferenças nestes moldes acabam tendo importantes consequências sobre diagnósticos socioeconômicos relacionados a essas localidades. Em particular, a utilização de conceitos alternativos de área pode vir a mudar o ordenamento dos municípios do estado em termos de tamanho. Por conta disto, o presente trabalho tem como objetivo verificar a ocorrência de diferenças quantitativas entre esses conceitos, assim como a possível existência de relações empíricas entre variáveis como área, densidade e população dos municípios espírito-santenses. Adicionalmente, busca-se testar a ocorrência da Lei de Zipf em um contexto distinto do usual, relacionado a essas áreas. Os resultados obtidos não apenas confirmam a ocorrência de significativas diferenças entre os conceitos alternativos de área considerados, assim como atestam a validade da Lei de Zipf apenas no caso de áreas urbanizadas. Esses resultados são importantes por chamarem atenção para a utilização de definições baseadas em critérios de ocupação efetiva do espaço (ao invés de critérios legais) no caso de análises socioeconômicas.

## 1. INTRODUÇÃO

Existem nítidas diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. No caso da capital do estado, Vitória, essas diferenças não são significativas, equivalendo a aproximadamente 12 km<sup>2</sup>, apenas. Entretanto, mesmo quando se consideram municípios próximos à capital, localizados na região Metropolitana, as diferenças passam a ser mais pronunciadas. No caso dos municípios de Vila Velha e Cariacica, diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas equivalem a 22 e 50 km<sup>2</sup>, respectivamente, chegando a alcançar mais de 200 km<sup>2</sup>, no caso do município de Guarapari.

Disparidades entre áreas urbanas e urbanizadas podem vir a ter importantes consequências em termos de planejamento urbano e regional. Por exemplo, no caso do ordenamento dos municípios por ordem de tamanho (medido a partir da área de cada localidade), ocorrem nítidas diferenças quando se consideram definições alternativas. Por outro lado, é importante ressaltar que, enquanto o conceito de área urbana reflete uma definição baseada em aspectos meramente legais, o conceito de área urbanizada tende a refletir padrões efetivos de ocupação do espaço urbano, podendo, por isso mesmo, representar uma medida mais adequada para a formulação e implementação de políticas públicas.

Em particular, a disponibilidade de dados referentes a áreas urbanas e urbanizadas de localidades espírito-santenses, obtidos a partir de técnicas de Geoprocessamento (Bergamaschi *et al.* 2010; Jabour de França e Bergamaschi 2011), pode permitir uma análise mais precisa do tema, possibilitando, ao mesmo tempo, a realização de análises multidisciplinares. Por conta disto, o objetivo do presente trabalho é verificar a ocorrência de disparidades entre áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo, assim como testar a ocorrência da Lei de Zipf (Zipf 1949) para essas áreas, em moldes semelhantes àqueles propostos recentemente por Rozenfeld *et al.* (2011), que utilizam definições econômicas (ao invés de legais) de cidades para verificar a adequação empírica da lei supracitada no caso de localidades dos Estados Unidos e Grã-Bretanha.

As vantagens de um empreendimento nestes moldes são basicamente duas: primeiro, conforme citado acima, pode-se atentar para a importância de conceitos que reflitam padrões efetivos de ocupação urbana. Segundo, há a possibilidade de se testar a lei de Zipf em um contexto distinto do usual, uma vez que o presente trabalho utiliza áreas urbanas e urbanizadas, ao invés de populações de municípios, conforme tem sido padrão em boa parte da literatura relacionada ao tema.<sup>1</sup> Em última instância, espera-se que, a partir deste esforço inicial, a pesquisa futura possa elaborar análises relacionadas a distintos contextos, com especial ênfase em localidades de outros estados brasileiros.

O trabalho está dividido da seguinte maneira: a segunda seção contém uma revisão parcial da literatura relacionada a distribuições em cauda longa em Economia, com ênfase na análise de questões urbanas, enquanto que a terceira seção descreve a base de dados empregada na análise subsequente. A quarta seção apresenta resultados relacionados às distribuições de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. A quinta seção contém resultados de testes de robustez. Finalmente, a sexta seção contém as principais conclusões do trabalho e fornece algumas sugestões de pesquisa futura sobre temas correlatos.

<sup>1</sup> Ver, a este respeito, Gabaix (1999), Ioannides e Overman (2003) e Soo (2005). Gabaix e Ioannides (2004) correspondem a uma resenha relacionada à aplicação dessas leis em Economia Urbana.

## 2. LITERATURA RELACIONADA

A presente seção do trabalho pretende apresentar uma revisão parcial da literatura relacionada ao tema. Especificamente, esta seção discute parte da evidência empírica disponível relacionada a distribuições em cauda longa, com ênfase em temas urbanos.

Nos últimos anos, ocorreram esforços relacionados a testar a adequação empírica das leis de Zipf e Pareto, especialmente no contexto de cidades, em consonância com a literatura internacional sobre o tema<sup>2</sup>. Por exemplo, Gabaix (1999) equivale a um estudo nesses moldes, onde o autor elabora um modelo que busca explicar a ocorrência da Lei de Zipf no contexto de cidades de diferentes países ao longo de distintos períodos históricos. Os resultados obtidos demonstram que explicações dessa lei podem ser reduzidas a explicações baseadas em uma lei mais simples, a de Gibrat<sup>3</sup>, ao mesmo tempo em que ressaltam os motivos pelos quais amostras contendo cidades menores tendem, em geral, a rejeitar a Lei de Zipf, uma vez que essas cidades apresentam variâncias mais altas que cidades maiores.

Ioannides e Overman (2003) testam a validade empírica da Lei de Zipf para áreas metropolitanas dos Estados Unidos ao longo do período compreendido entre os anos de 1900 e 1990. A partir da utilização de um método não-paramétrico, os autores conseguem calcular a média e variância das taxas de crescimento das cidades incluídas em sua amostra. Os resultados reportados demonstram que, em termos gerais, a Lei de Gibrat representa uma boa aproximação para o processo de crescimento das localidades analisadas. Adicionalmente, a Lei de Zipf apresenta uma adequação empírica razoavelmente boa no caso da ampla maioria das cidades analisadas, confirmando, em última instância, algumas das previsões do modelo de Gabaix (1999).

O estudo de Soo (2005) representa uma tentativa de teste da Lei de Zipf em um contexto internacional. No caso, o autor testa a validade empírica dessa lei a partir da utilização de uma base de dados relacionada a 73 países ao longo do período 1972-2001. Adicionalmente, utiliza mais de um método de estimação para o principal parâmetro de interesse da análise, como forma de verificar se modificações metodológicas podem gerar diferenças nos resultados obtidos. As evidências reportadas demonstram que ocorrem significativas diferenças nos padrões de hierarquia urbana verificados, de acordo com o continente considerado: países localizados na África, Ásia e América do Sul apresentam valores estimados que são, em média, inferiores àqueles reportados para países da Europa, América do Norte e Oceania. O autor conclui que resultados empíricos relacionados à Lei de Zipf tendem a depender tanto do método de estimação escolhido quanto do tamanho das amostras analisadas, assim como de considerações teóricas prévias.

Partindo de uma meta-análise envolvendo 515 estimativas de 29 estudos relacionados à Lei de Zipf, Nitsch (2005) conclui que, em média, essas estimativas tendem a ser superiores à unidade, um resultado que implicaria que as distribuições de cidades consideradas nos estudos analisados seriam mais simétricas do que previsto em um primeiro momento. O autor ainda atenta para a possibilidade

<sup>2</sup> A grande maioria das aplicações das leis de Zipf e Pareto está relacionada ao estudo de cidades e firmas, basicamente. Para definições relacionadas a essas leis, ver Gabaix (2008, 2009).

<sup>3</sup> De acordo com a lei de Gibrat, o fenômeno de expansão de cidades tende a seguir processos de crescimento similares, com esses processos exibindo um mesmo valor em termos de média e variância, por exemplo (Gabaix 1999, p.741).

de estimativas relacionadas a distribuições em cauda longa de cidades apresentarem coeficientes de menor magnitude no caso de estudos baseados em dados de populações de áreas metropolitanas (ao invés de cidades menores).

Interessados em analisar o fenômeno de expansão urbana (*urban sprawl*<sup>4</sup>) ocorrido em cidades norte americanas ao longo do período 1976-1992, Burchfield *et al.* (2006) utilizam dados de censoreamento remoto para acompanhar a evolução do uso do solo no país ao longo desse período. No caso, o fenômeno em questão é mensurado como o volume de terra não aproveitada que se encontra nas cercanias de um dado aglomerado urbano. Os autores reportam que, embora a expansão urbana não tenha aumentado consideravelmente ao longo do tempo, houve alto grau de heterogeneidade entre as áreas metropolitanas dos Estados Unidos. Em particular, fatores específicos como acesso a redes de água, temperaturas locais e nível do solo foram responsáveis pelas diferenças reportadas durante o período analisado.

Em Rozenfeld *et al.* (2011), os autores testam a ocorrência da Lei de Zipf levando em conta diferenças na definição de cidades e áreas urbanas. No caso, consideram definições de cidades pequenas e médias derivadas a partir de critérios econômicos, ao invés de legais ou administrativos. Para tanto, utilizam um algoritmo capaz de construir cidades (*City Clustering Algorithm, CCA*), que define cidades de baixo para cima (“*from the bottom up*”) a partir de microdados. Especificamente, de acordo com esse algoritmo, cidades são definidas como aglomerações de locais povoados que estejam conectados dentro de uma dada distância. Ao testarem a ocorrência da Lei de Zipf para as cidades construídas a partir desse método, os autores concluem que a lei supracitada tende a ser válida tanto para cidades (inclusive cidades pequenas), quanto para áreas, um resultado contrário a estudos que utilizam definições baseadas exclusivamente em critérios legais.

No caso brasileiro, Ruiz (2005) realiza um estudo comparando as estruturas urbanas do Brasil e Estados Unidos. Segundo o autor, a literatura relacionada à área de Economia Urbana tende a caracterizar países em desenvolvimento como aqueles que possuem estruturas urbanas concentradas e desiguais, ao mesmo tempo em que países desenvolvidos apresentam redes urbanas mais equilibradas. A partir da construção de indicadores de concentração urbana e estimativas de formas funcionais referentes às leis de Zipf e Pareto, o autor conclui que a distribuição de tamanho de cidades, no caso brasileiro, pode ser caracterizada como constituída por grandes centros urbanos, ao contrário do caso norte americano, onde cidades médias possuem maior importância relativa. Em termos de recomendações de políticas públicas, o autor sugere um maior investimento em regiões não metropolitanas, uma vez que, no Brasil, cidades médias não tiveram as mesmas oportunidades de crescimento que grandes cidades ao longo da história<sup>5</sup>.

Miranda e Badia (2006) testam a ocorrência da Lei de Zipf no contexto dos municípios de Minas Gerais ao longo do período compreendido entre os anos de 1920 e 2000. Basicamente, os autores querem checar a eventual ocorrência de padrões concentradores ao longo do processo de evolução das cidades mineiras durante o período analisado. Em termos gerais, os resultados obtidos confir

<sup>4</sup> Segundo Nechyba e Walsh (2004, p.178): “(...) *By sprawl, we will mean the tendency toward lower city densities as city footprints expand. Overall, it seems clear to us that Americans are better off than they were prior to the rise of sprawling cities, largely because urban sprawl has created opportunities for significantly higher levels of housing and land consumption for most households* (...)”.

<sup>5</sup> Sobre a importância das cidades médias brasileiras para os processos de crescimento populacional e redistribuição da população urbana ao longo do período 1970-1991, ver Andrade e Serra (1998).



mam a ocorrência desses padrões, com ênfase no crescimento da capital do estado, Belo Horizonte, ao longo do século XX.

Magalhães e Toscano (2010a) também buscam verificar a validade empírica das leis de Pareto e Zipf para os municípios do Espírito Santo ao longo do período 1999-2007. De acordo com os resultados reportados pelos autores, os tamanhos dos municípios espírito-santenses podem ser caracterizados a partir de uma distribuição em cauda longa. Ainda assim, a Lei de Zipf parece não ter validade empírica no caso desse conjunto de localidades, uma vez que os coeficientes estimados apontam para valores nitidamente distintos daquele preconizado por essa lei. Adicionalmente, constatam que quatro municípios da Região Metropolitana (Vitória, Vila Velha, Cariacica e Serra) respondem por uma parcela superior a 40% da população total do estado, um resultado que reforça um padrão de polarização populacional nessas localidades<sup>6</sup>.

Com base nas contribuições supracitadas, o presente trabalho buscará analisar empiricamente a distribuição de tamanhos dos municípios do estado do Espírito Santo, tanto a partir de suas respectivas áreas urbanas quanto urbanizadas, conforme descrito abaixo.

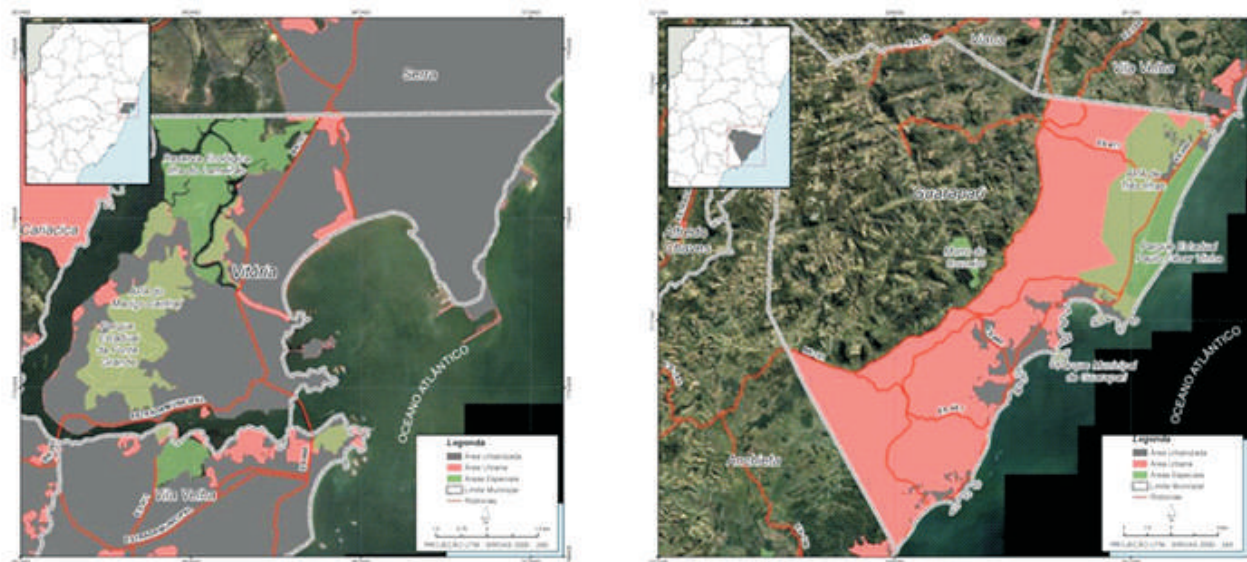
### 3. BASE DE DADOS

As variáveis utilizadas neste trabalho equivalem a medidas de áreas urbanas e urbanizadas (expressas em km<sup>2</sup>) dos 78 municípios do estado do Espírito Santo. A fonte de informações de áreas urbanas corresponde ao Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), um órgão estadual de pesquisas, sendo provenientes de ortofotos e informações oriundas de prefeituras municipais. As áreas urbanizadas, por sua vez, foram construídas a partir de ortofotos, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) e referentes ao ano de 2007. Adicionalmente, foram utilizadas estimativas de população dos municípios, obtidas a partir da Contagem Populacional do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2007.

Especificamente, as áreas urbanizadas dos municípios espírito-santenses foram construídas a partir da utilização conjunta das ortofotos e de programas de computador de geoprocessamento. A título de exemplo, são expostas na Figura 1, imagens correspondentes aos municípios de Vitória e Guarapari, assim como suas respectivas áreas urbanas (em laranja) e urbanizadas (em cinza):

<sup>6</sup> Magalhães e Toscano (2010b) testam a ocorrência da Lei de Zipf para uma carteira de investimentos previstos para o estado do Espírito Santo ao longo do período 2009-2014. Segundo os autores, embora os investimentos dessa carteira apresentem uma distribuição em cauda longa, a Lei de Zipf tende a ser confirmada apenas para alguns estratos específicos da amostra analisada.

Figura 1 - Imagens de Áreas Urbanas (Laranja) e Urbanizadas (Cinza) dos Municípios do Espírito Santo



Fonte: Bergamaschi *et al.* (2010, p.4-5).

Um ponto interessante a se notar a partir da inspeção destes mapas equivale às diferenças entre definições alternativas de área, que tendem a ser quase nulas no caso do município de Vitória (gráfico à esquerda), ao mesmo tempo em que alcançam valores consideráveis, no caso do município de Guarapari (gráfico à direita), por exemplo.

## 4. RESULTADOS

A presente seção encontra-se dividida em três partes. A primeira contém uma análise descritiva das áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo, com ênfase nas diferenças existentes em termos de extensão dessas localidades. A segunda apresenta uma análise entre as variáveis área, população e densidade, atentando para a possível existência de relações empíricas robustas. Finalmente, a terceira seção apresenta evidência econométrica relacionada à estimação de distribuições em cauda longa envolvendo definições alternativas de área.

### 4.1. Análise Descritiva

A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas relacionadas às áreas urbanas (segunda coluna) e urbanizadas (terceira coluna) dos municípios do Espírito Santo. A título de comparação de magnitudes, a quarta coluna expõe a razão entre essas áreas.

**Tabela 1 - Estatísticas Descritivas de Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**

Estatística	Área Urbana (1)	Área Urbanizada (2)	Razão (1)/(2)
Média	15,9	6,9	2,3
Mediana	3,4	1,9	1,8
Desvio padrão	37,9	15,4	2,5
Mínimo	0,5	0,3	1,8
Máximo	257,4	107,1	2,4

Fonte: Cálculos dos Autores.

Um primeiro resultado que pode ser observado a partir da inspeção da tabela equivale à maior magnitude das áreas urbanas dos municípios, quando comparadas às respectivas áreas urbanizadas, qualquer que seja a estatística descritiva considerada. Em média, a área urbana de um município no estado do Espírito Santo possui 15,9 km<sup>2</sup>, com essa extensão sendo reduzida para 6,9 km<sup>2</sup>, no caso de áreas urbanizadas, menos da metade do primeiro valor. Um resultado qualitativamente semelhante ocorre no caso de valores medianos, uma vez que, neste caso, as áreas urbanas estaduais apresentam uma extensão de 3,4 km<sup>2</sup>, ao passo que áreas urbanizadas apresentam 1,9 km<sup>2</sup>, apenas. As diferenças ficam mais nítidas quando da comparação de magnitudes, exposta pela razão disponível na última coluna da tabela. Neste caso, a maioria dos valores obtidos situa-se em torno de dois, o que permite concluir que, em termos agregados, o tamanho das áreas urbanas dos municípios do Espírito Santo equivale aproximadamente a duas vezes o tamanho das áreas urbanizadas.

A distinção entre definições alternativas de áreas fica ainda mais evidente quando são considerados os municípios referentes à Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) (Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica)<sup>7</sup>. A Tabela 2 apresenta a extensão total desse grupo de municípios, assim como daqueles não pertencentes ao conjunto em questão. Mais uma vez, faz-se uma comparação relativa de magnitudes, presente na terceira linha da tabela. Os resultados estão expostos na tabela a seguir:

<sup>7</sup> Vale a ressalva de que há diferenças entre os conceitos de “Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV)” e a microrregião administrativa denominada “Metropolitana”, em termos de abrangência dos municípios de cada grupo. Basicamente, enquanto a microrregião Metropolitana engloba os municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica, Viana, Fundão e Guarapari, a RMGV engloba os municípios de Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica, apenas.

**Tabela 2 - Extensão de Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo, Regiões Seleccionadas**

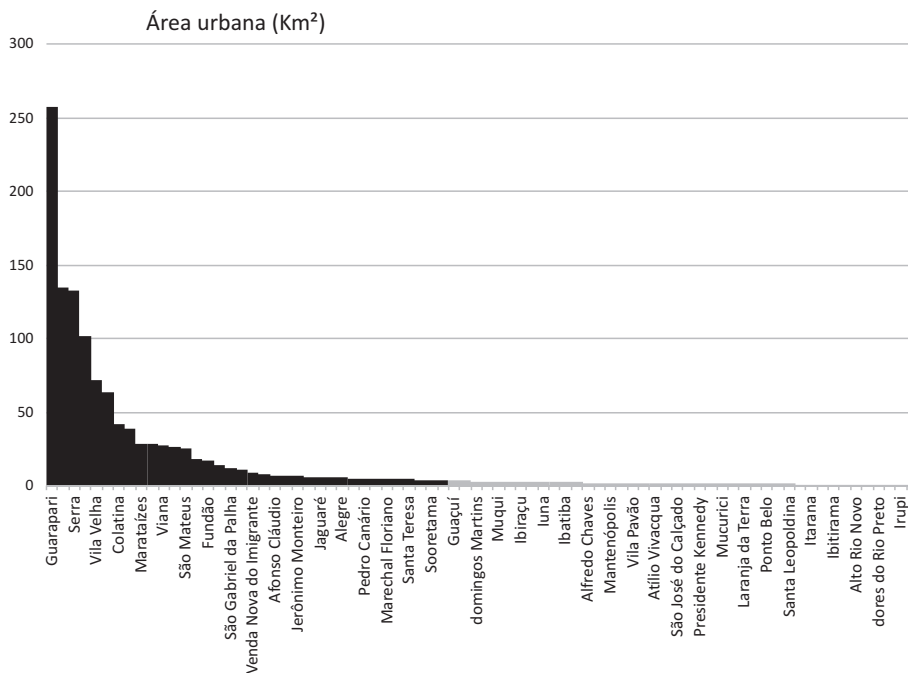
Região	Área Urbana	Área Urbanizada
RMGV (1)	369,83	254,84
Demais Municípios (2)	872,32	285,64
Razão (1)/(2)	0,42	0,89

Fonte: Cálculos dos Autores.

Os resultados descritos na tabela permitem concluir novamente que as extensões dos municípios, em termos de tamanho, tendem a ser nitidamente superiores no caso de áreas urbanas do que no caso de áreas urbanizadas. Também chama atenção o fato das áreas urbanizadas do conjunto de municípios pertencentes à RMGV terem aproximadamente o mesmo tamanho dos demais municípios, resultado evidenciado a partir da razão entre essas áreas, correspondente a 0,89. Por outro lado, no caso de áreas urbanas, essa razão equivale a apenas 0,42, resultado denotando um maior padrão de concentração, no caso, das áreas urbanas.

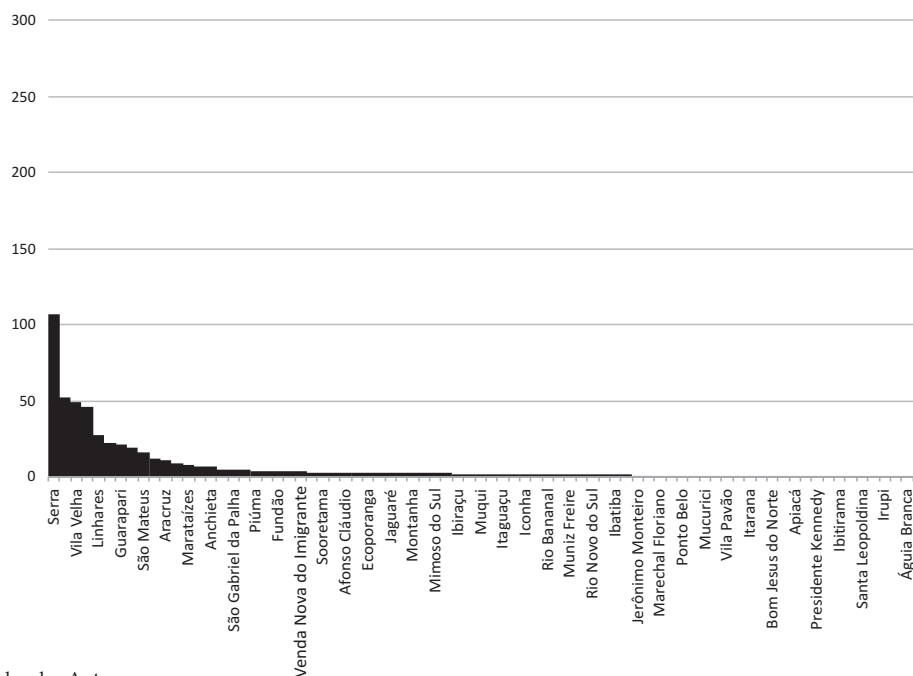
Buscando verificar a ocorrência de eventuais padrões de concentração de tamanho, os gráficos 1 e 2 apresentam os municípios do Espírito Santo dispostos em ordem decrescente de tamanho de área urbana (Gráfico 1) e urbanizada (Gráfico 2). Ambos os gráficos são disponibilizados na mesma escala, de forma a evidenciar possíveis diferenças decorrentes da utilização de definições alternativas de tamanho.

**Gráfico 01 - Histograma de Áreas Urbanas dos Municípios do Espírito Santo**



Fonte: Cálculos dos Autores.

**Gráfico 02 - Histograma de Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**  
Área urbanizada (Km<sup>2</sup>)



Fonte: Cálculos dos Autores.

Os resultados gráficos reportados demonstram que, embora ocorram padrões de concentração no caso de ambas as definições de tamanho, nota-se que esses padrões tendem a ser mais acentuados no caso de áreas urbanas, conforme demonstrado no primeiro gráfico. Em particular, neste caso, o município de Guarapari ocupa a primeira colocação no *ranking* estadual de tamanhos, com uma área urbana superior a 250 km<sup>2</sup>. No caso do tamanho medido via áreas urbanizadas, o município da Serra ocupa o primeiro lugar do *ranking*, com um tamanho em torno de 100 km<sup>2</sup>. No caso desta última definição de tamanho, Guarapari ocupa a sétima posição no *ranking*.

A Tabela 3 contém um *ranking* dos dez maiores municípios do Espírito Santo, de acordo com suas respectivas áreas urbanas e urbanizadas.

**Tabela 3 - Ranking de Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas nos Municípios do Espírito Santo**

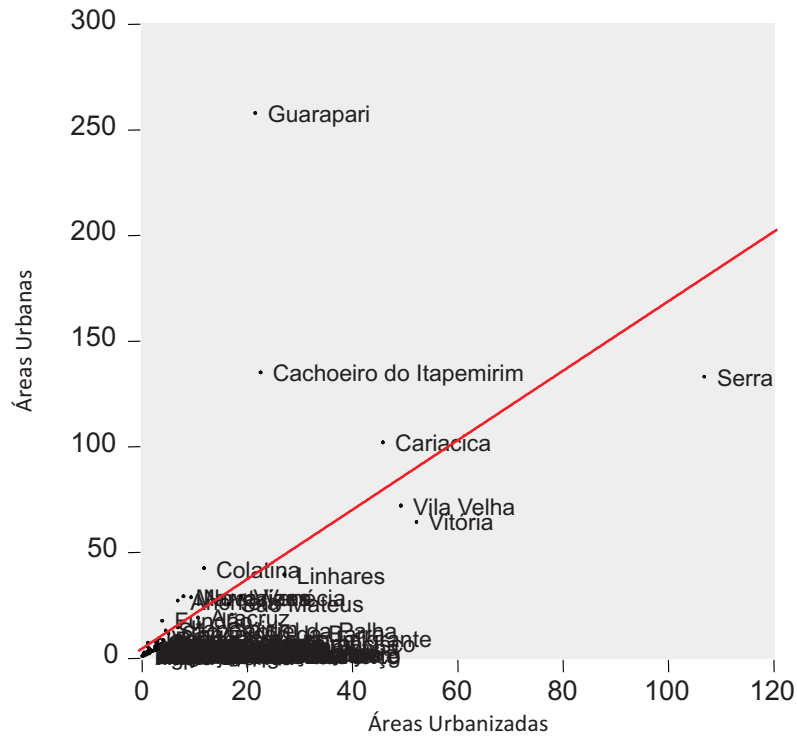
Posição	Áreas Urbanas	Extensão (km <sup>2</sup> )	Áreas Urbanizadas	Extensão (km <sup>2</sup> )
1	Guarapari	257,36	Serra	107,08
2	Cach. Itapemirim	134,71	Vitória	52,36
3	Serra	132,58	Vila Velha	49,37
4	Cariacica	101,6	Cariacica	46,03
5	Vila Velha	71,68	Linhares	27,27
6	Vitória	63,97	Cach. Itapemirim	22,78
7	Colatina	41,96	Guarapari	21,76
8	Linhares	39,02	Viana	19,03
9	Marataízes	28,72	São Mateus	16,69
10	Nova Venécia	28,25	Colatina	12,02

Fonte: Cálculos dos Autores.

De forma semelhante aos gráficos anteriores, a tabela ressalta as diferenças existentes entre definições alternativas de tamanho dos municípios. No caso de áreas urbanas, municípios como Guarapari, Cachoeiro do Itapemirim e Serra ocupam as primeiras colocações, com áreas equivalentes a 257,4; 134,7 e 132,6 km<sup>2</sup>, respectivamente. Por sua vez, os municípios de Serra, Vitória e Vila Velha ocupam as primeiras colocações no caso do *ranking* de áreas urbanizadas, com áreas equivalentes a 107,1; 52,4 e 49,4 km<sup>2</sup>, respectivamente.

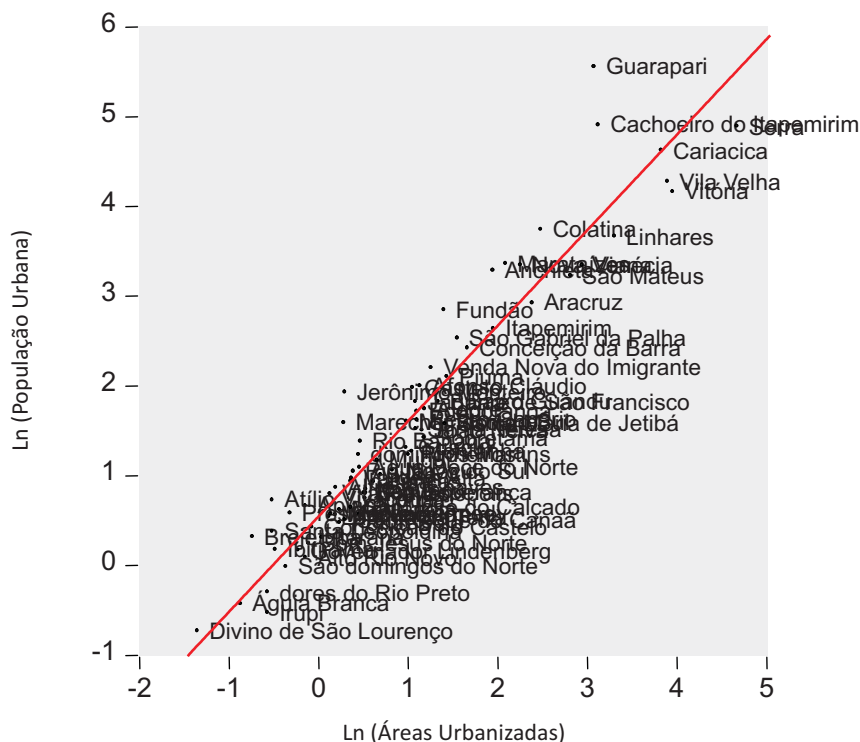
Em meio a este contexto, seria interessante tentar responder à seguinte questão: qual é a relação empírica existente entre áreas urbanas e urbanizadas, no caso dos municípios do Espírito Santo? Os gráficos 3 e 4 buscam responder esta questão, ao exporem as áreas urbanas (eixo vertical) e urbanizadas (eixo horizontal) dos municípios do estado. O primeiro gráfico expõe os valores originais de ambos os tipos de área, ao passo que o segundo expõe valores em escala logarítmica natural. Optou-se por uma exposição nesses moldes, de modo a se verificar a eventual ocorrência de distintos padrões nos dados. A título de comparação, ambos os diagramas apresentam uma reta de regressão obtida a partir do Método de Mínimos Quadrados Ordinários (M.M.Q.O.).

**Gráfico 03 - Diagrama de Dispersão entre Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo (Escala Original)**



Fonte: Cálculos dos Autores.

**Gráfico 04 - Diagrama de Dispersão entre Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo (Escala Logarítmica Natural)**



Fonte: Cálculos dos Autores.

O Gráfico 3 chama atenção para dois fatos. Primeiro, a ocorrência de alguns pontos isolados, que apresentam uma relação desproporcional entre as respectivas áreas urbana e urbanizada. Este parece ser o caso dos municípios de Guarapari, Cachoeiro do Itapemirim, Cariacica e Colatina, equivalentes a localidades onde a área urbana tem um peso maior do que a área urbanizada, assim como os municípios de Serra, Vitória, Vila Velha, Linhares, onde a área urbanizada aparenta ter maior relevância. De fato, esta última situação parece representar um diagnóstico adequado para a ampla maioria dos municípios do estado, resultado ressaltado pela disposição da nuvem de pontos situada abaixo da reta de regressão estimada.

No caso do Gráfico 4, os padrões citados acima permanecem, embora as diferenças sejam menores, dada a escolha de escala feita neste caso (dados dispostos em escala logarítmica natural). Em termos gerais, pode-se notar que municípios situados acima da reta de regressão tendem a apresentar uma área urbana superior a sua área urbanizada, com a recíproca sendo verdadeira no caso de municípios situados abaixo da mesma.

A Tabela 4 busca verificar quais são os municípios onde existem as maiores diferenças em termos de áreas urbana e urbanizada. Para tanto, são dispostas na tabela duas métricas alternativas que refletem essas diferenças: a distância euclidiana ( $d(\ell)$ ) e a fração de realocação ( $R_i$ ), cujas fórmulas são dadas pelas seguintes expressões:

$$d(\ell) \equiv \sqrt{\sum_i [\ln(A_i^{Urbana}) - \ln(A_i^{Urbanizada})]^2}$$

$$R_i \equiv \frac{|A_i^{Urbana} - A_i^{Urbanizada}|}{2\max(A_i^{Urbana}, A_i^{Urbanizada})}$$

Nas fórmulas acima, os termos  $A_i^{Urbana}$  e  $A_i^{Urbanizada}$  denotam as áreas urbana e urbanizada do “i-ésimo” município do estado, respectivamente. Em moldes semelhantes a Rozenfeld *et al.* (2011), a presente análise busca verificar a ocorrência de diferenças de magnitude entre definições alternativas de área dos municípios espírito-santenses, com as medidas supracitadas fornecendo estimativas dessas magnitudes. A Tabela 4 contém resultados referentes aos dez maiores e menores municípios em termos dessas magnitudes, ao passo que a Tabela 5 apresenta a média e mediana referentes a todos os municípios do estado:



**Tabela 4 - Ranking de Municípios do Espírito Santo**  
**Diferenças entre Áreas Urbanas e Urbanizadas (Distância Euclidiana e Fator de Realocação)**

Pos.	Município	$d(\ell)$	$R_i$
<b>Dez Maiores Diferenças</b>			
1	Guarapari	2,470	0,458
2	Cachoeiro Do Itapemirim	1,777	0,415
3	Jerônimo Monteiro	1,626	0,402
4	Fundão	1,437	0,381
5	Anchieta	1,333	0,368
6	Marechal Floriano	1,302	0,364
7	Marataízes	1,266	0,359
8	Colatina	1,250	0,357
9	Atílio Vivacqua	1,234	0,354
10	Nova Venécia	1,086	0,331
<b>Dez Menores Diferenças</b>			
69	Ibiraçu	0,221	0,099
70	Montanha	0,220	0,099
71	Pinheiros	0,219	0,098
72	Iconha	0,217	0,098
73	Serra	0,214	0,096
74	São Roque Do Canaã	0,207	0,093
75	Vitória	0,200	0,091
76	Santa Maria De Jetibá	0,157	0,073
77	Muniz Freire	0,102	0,049
78	Irupi	0,034	0,017

Fonte: Cálculos dos Autores.

**Tabela 5 - Média e Mediana da Distância Euclidiana e Fração de Realocação das Áreas Urbanas e Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**

	$d(\ell)$	$R_i$
Média	0,609	0,208
Mediana	0,500	0,197

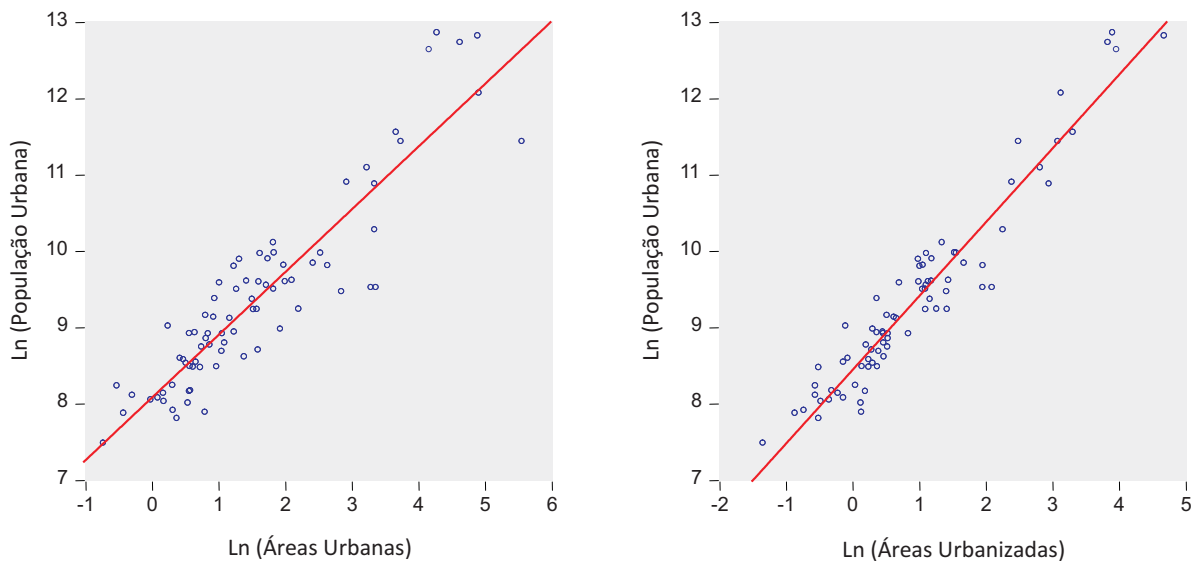
Fonte: Cálculos dos Autores.

A partir dos resultados expostos na tabela, pode-se concluir que os municípios nela contidos correspondem àqueles que apresentam tanto as maiores quanto as menores diferenças entre as respectivas áreas urbanas e urbanizadas. Em particular, municípios como Guarapari, Cachoeiro do Itapemirim, Jerônimo Monteiro e Fundão apresentam altos valores para ambos os indicadores considerados, o que permite caracterizá-los como localidades onde existem as maiores disparidades em termos das definições de área adotadas. A tabela ainda exhibe, em sua parte inferior, os dez municípios com as menores diferenças entre definições alternativas de tamanho. Interessante notar que, neste último caso, tanto os municípios de Serra quanto Vitória, pertencentes à Região Metropolitana, aparecem como aqueles com as menores diferenças.

Por outro lado, em termos de valores médios e medianos dessas estatísticas, nota-se que as distâncias média e mediana entre definições alternativas de área ficam no intervalo 0,5-0,6 km<sup>2</sup>, embora ocorram consideráveis diferenças no caso de municípios individuais, conforme citado acima. Em termos de fração de realocação, os resultados obtidos apontam para valores em torno de 0,2. Esse resultado implica que, em média, no caso dos municípios em análise, cerca de 20% de suas respectivas áreas deveriam ser realocadas de modo que tivessem o mesmo tamanho. Vale notar que, por exemplo, no caso extremo de um município como Guarapari, seria necessária uma realocação de quase 50% de sua área. Em última instância, ambos os resultados reforçam a existência de significativas diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do estado.

#### 4.2. Área, Densidade e População

Em consonância com a análise desenvolvida em Rozenfeld *et al.* (2011), a presente subseção do trabalho busca verificar a ocorrência de uma possível relação empírica entre área, população e densidade de localidades específicas, utilizando as definições alternativas de tamanho disponíveis para os municípios do Espírito Santo. O Gráfico 5 apresenta a relação entre área urbana e população urbana de cada município do Espírito Santo (gráfico à esquerda), assim como a relação entre área urbanizada e população (gráfico à direita). Mais uma vez, ambos os gráficos estão em escala logarítmica natural:

**Gráfico 05 - Diagramas de Dispersão: Área e População dos Municípios do Espírito Santo**


Fonte: Cálculos dos Autores.

À primeira vista, nota-se que, embora ocorra uma relação positiva tanto entre área urbana e população urbana quanto entre área urbanizada e população urbana, essa relação aparenta ser mais forte no segundo caso, fato denotado pela maior inclinação da reta de regressão estimada. Para qualificar este resultado, a Tabela 6 expõe resultados referentes a estimações econométricas envolvendo os dados de ambos os gráficos. Especificamente, optou-se por regredir o logaritmo da população urbana de cada município espírito-santense sobre uma medida específica de tamanho, a ser representada pela área urbana (segunda coluna da tabela) ou área urbanizada (terceira coluna). Todas as variáveis estão expressas em escala logarítmica natural, o que permite interpretar os coeficientes estimados como medidas de elasticidade. Essas estimativas estão dispostas abaixo:

**Tabela 6 - Relação entre População e Área dos Municípios do Espírito Santo**

Variável Dependente: $\ln(\text{População})$		
	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
Constante	8,092*** (0,079)	8,455*** (0,044)
$\ln(\text{Área})$	0,822*** (0,062)	0,967*** (0,037)
Obs	78	78
$R^2$ Ajustado	0,830	0,921

Fonte: Cálculos dos Autores.

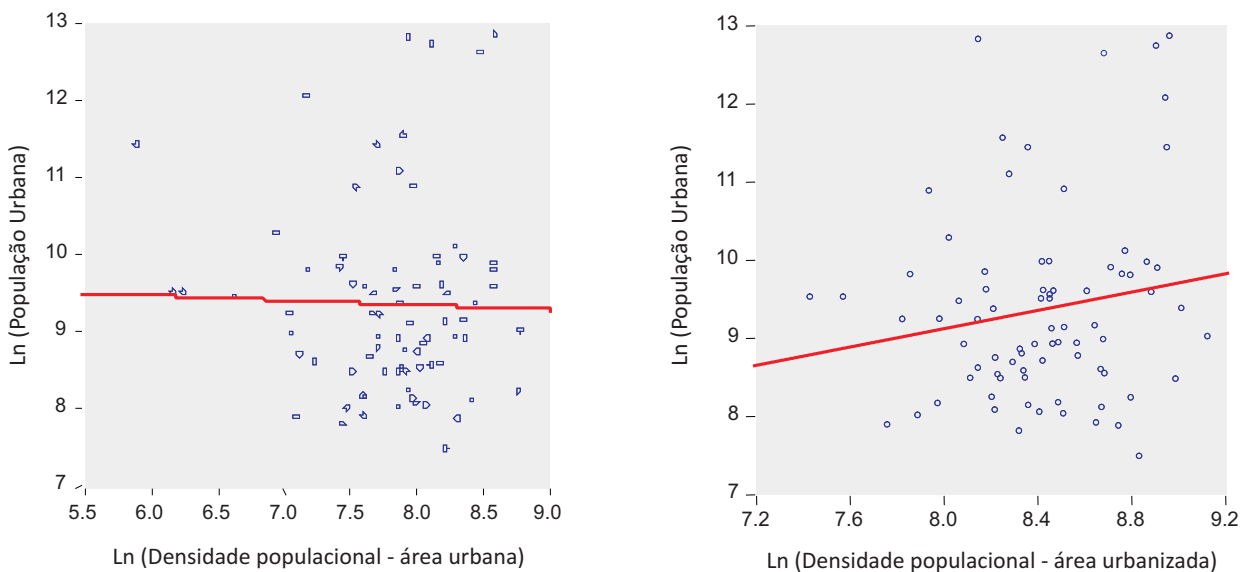
Notas: (a) Erros-padrão das estimativas reportadas entre parênteses. Esses erros foram calculados a partir do Método de White (White 1980).

(b) Os termos (\*), (\*\*) e (\*\*\*) denotam significância estatística dos coeficientes estimados aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

De fato, os resultados das regressões estimadas permitem constatar um maior grau de associação entre população e tamanho dos municípios no caso de áreas urbanizadas do que no caso de áreas urbanas, o que fica evidenciado tanto pelo valor dos coeficientes estimados (0,97 contra 0,82, respectivamente, com ambos sendo significativos a 1%) quanto pelo valor do coeficiente de determinação ajustado das especificações estimadas (0,92 contra 0,83, respectivamente). Em termos gerais, esses resultados apontam para a possível existência de um elo de ligação entre tamanho dos municípios (medido via área) e população urbana, resultado em consonância com aquele reportado originalmente por Rozenfeld *et al.* (2011). Entretanto, nota-se que, no caso de municípios do Espírito Santo, esse grau de associação tende a ser mais pronunciado no caso de áreas urbanizadas<sup>8</sup>.

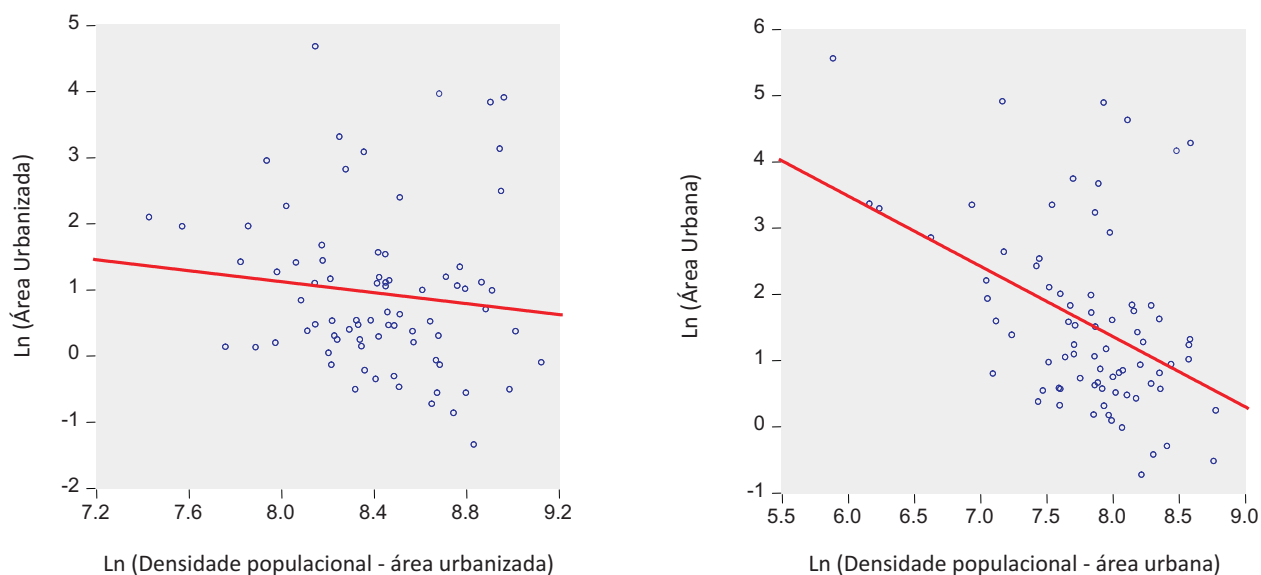
Outra importante questão a ser respondida no presente contexto equivale à possível existência de uma relação empírica robusta entre densidade populacional e tamanho ou população de uma localidade, questão também discutida por Rozenfeld *et al.* (2011). Por conta disso, os gráficos 6 e 7 equivalem a diagramas de dispersão relacionando medidas de densidade populacional e população (Gráfico 6), assim como medidas de densidade populacional e área (Gráfico 7):

**Gráfico 06 - Diagramas de Dispersão: População e Densidade Populacional dos Municípios do Espírito Santo**



Fonte: Cálculos dos Autores.

<sup>8</sup> Vale a ressalva de que, ao contrário de Rozenfeld *et al.* (2001), no caso do presente trabalho, é possível a realização de uma comparação entre áreas urbanas e urbanizadas das localidades analisadas

**Gráfico 07 - Diagramas de Dispersão: População e Área dos Municípios do Espírito Santo**


Fonte: Cálculos dos Autores.

No caso do Gráfico 6, os resultados contidos nos diagramas de dispersão apresentados demonstram não haver uma relação robusta entre as variáveis consideradas. Em particular, em termos gráficos, parece não haver uma relação entre densidade e tamanho dos municípios, qualquer que seja a medida considerada. Por outro lado, no caso do Gráfico 7, parece ocorrer uma relação negativa entre densidade populacional e tamanho dos municípios, com essa relação sendo mais forte no caso de áreas urbanizadas. Buscando verificar a ocorrência de padrões mais detalhados, a Tabela 7 expõe resultados de regressões envolvendo as variáveis de interesse:

**Tabela 7 -Relação entre Densidade, Área e População dos Municípios do Espírito Santo**

	$\ln(\text{Dens}) = a + b\ln(\text{Área})$		$\ln(\text{Dens}) = a + b\ln(\text{População})$	
	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
Constante	8,092*** (0,079)	8,455*** (0,044)	7,933*** (0,504)	7,988*** (0,294)
$\ln(\text{Área})$	-0,178*** (0,062)	-0,033 (0,037)	-0,013 (0,056)	0,046 (0,031)
Obs	78	78	78	78
R <sup>2</sup> Ajustado	0,178	0,001	-0,012	0,014

Fonte: Cálculos dos Autores.

Os resultados reportados demonstram que, de fato, não ocorrem padrões empíricos robustos entre as variáveis consideradas. No caso de especificações relacionando densidade e tamanho de municípios, embora os sinais dos coeficientes estimados sejam ambos negativos, denotando uma relação inversa, notam-se consideráveis diferenças em termos de magnitudes, uma vez que o coeficiente estimado para a especificação envolvendo áreas urbanas, além de significativo a 1%, equivale a uma

magnitude mais de cinco vezes superior ao coeficiente estimado para a especificação envolvendo áreas urbanizadas, que não se revela como estatisticamente significativo (-0,18 contra -0,03, respectivamente). No caso de especificações relacionando densidade e população, os coeficientes estimados, além de não terem significância estatística, apresentam sinais opostos (-0,01 contra 0,05, respectivamente), resultado que acentua a ausência de robustez dessas estimativas. Em termos gerais, esses resultados demonstram que, à primeira vista, não há uma relação estatisticamente significativa entre densidade e tamanho ou entre densidade e população para os municípios do Espírito Santo, no caso de áreas urbanas e urbanizadas ao longo do período analisado<sup>9</sup>.

### 4.3. Distribuições em Cauda Longa

Nesta subseção do trabalho são expostos resultados de estimações referentes a distribuições em cauda longa. O objetivo de um exercício nesses moldes equivale a verificar a possível ocorrência de padrões de concentração no caso de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios, nos moldes propostos pela literatura nacional relacionada ao tema (e.g., Ruiz 2005; Miranda e Badia 2006). Em particular, com base na análise gráfica anterior, quer-se saber se há diferenças estatisticamente significativas entre as distribuições de área dos municípios de acordo com a definição de tamanho empregada. Basicamente, quer-se estimar especificações da seguinte forma:

$$\ln(N(n_i)) = \ln A - \zeta \ln(n_i) + \varepsilon_i$$

No caso, o termo  $N(n_i)$  equivale à posição no *ranking* de cada município do estado, com  $n_i$  equivalendo a sua respectiva área (urbana ou urbanizada). O termo  $A$  equivale a uma constante a ser estimada, enquanto que  $\varepsilon_i$  equivale a um termo aleatório de erro, independente e identicamente distribuído (i.i.d.). Os resultados dessas estimações estão contidos na Tabela 8, que expõe estimativas referentes aos principais parâmetros de interesse da análise presente, assim como o coeficiente de determinação ajustado de cada especificação estimada<sup>10</sup>:

**Tabela 8 - Coeficientes Estimados para Distribuições em Cauda Longa, Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**

	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
Constante	4,425*** (0,028)	4,095*** (0,025)
$\zeta$	-0,660*** (0,013)	-0,736*** (0,016)
R <sup>2</sup> ajustado	0,969	0,965
Observações	78	78

Fonte: Cálculos dos Autores.

Notas: (a) Erros-padrão das estimativas reportadas entre parênteses. Esses erros foram calculados a partir do Método de White (White 1980).

(b) Os termos (\*), (\*\*) e (\*\*\*) denotam significância estatística dos coeficientes estimados aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

<sup>9</sup> Vale notar que Rozenfeld *et al.* (2011) reportam resultados semelhantes no caso de uma amostra envolvendo localidades dos Estados Unidos e Grã-Bretanha.

<sup>10</sup> Devido à possibilidade de ocorrência de problemas de heterocedasticidade, os erros-padrão das estimativas reportadas acima foram calculados a partir do método de White (White 1980).

Os resultados reportados apontam para valores estimados do parâmetro  $\zeta$  que são, em todos os casos considerados, inferiores à unidade, com esses coeficientes sendo estatisticamente significativos a 1%, ao mesmo tempo em que o ajuste de ambas as especificações aos dados é consideravelmente alto (coeficientes de determinação em torno de 0,97). Em particular, o coeficiente estimado para a distribuição de áreas urbanas equivale a -0,66, ao passo que o coeficiente estimado para áreas urbanizadas equivale a -0,74, o que demonstra, à primeira vista, que a segunda distribuição tende a apresentar um menor grau de concentração do que a primeira. Ainda assim, ambos os resultados demonstram não ocorrer uma adequação empírica da Lei de Zipf aos dados.

## 5. ROBUSTEZ

Nesta seção do trabalho são reportados resultados de testes realizados para checar a robustez dos principais resultados obtidos anteriormente. Basicamente, dada a natureza descritiva dos resultados descritos na primeira subseção de resultados, optou-se por conduzir testes de robustez relacionados às estimativas de coeficientes de distribuições em cauda longa, uma vez que essas estimativas podem vir a apresentar consideráveis vieses (Gabaix 2009, seção 7). No caso, a intenção básica desses testes é verificar se os resultados anteriores são mantidos sob condições alternativas. Por conta disso, a primeira parte discute métodos alternativos de estimação de distribuições em cauda longa, enquanto que a segunda parte contém resultados de testes de hipóteses relacionados a condições específicas das distribuições analisadas.

### 5.1. Métodos Alternativos de Estimação

Conforme dito anteriormente, estimativas relacionadas a distribuições em cauda longa nos moldes de distribuições de Pareto e Zipf citadas acima, foram obtidas a partir do Método de Mínimos Quadrados Ordinários (MMQO). Uma vantagem relacionada a esse método equivale a sua relativa simplicidade. Entretanto, há a possibilidade de ocorrência de vieses em estimações desse tipo relacionadas a distribuições em cauda longa, especialmente no caso de amostras pequenas.

Por exemplo, ao se realizar estimações envolvendo distribuições em cauda longa, faz-se necessário ordenar as unidades de análise em ordem decrescente de tamanho (medido via área no presente contexto), o que gera a ordenação  $S((1)) \geq S((2)) \geq \dots \geq S((n))$ , com essa ordenação prosseguindo até a “n-ésima” posição da distribuição, equivalente a um ponto de corte em sua cauda superior. Um problema relacionado a esse procedimento diz respeito à escolha do ponto de corte, uma vez que parece não haver consenso na literatura a esse respeito<sup>11</sup>. Especificamente, estimações do gênero acabam por gerar erros-padrão com magnitude inferior aos erros-padrão verdadeiros. Por outro lado, no caso de alguns conjuntos de dados específicos, a hipótese de que as observações sejam independentes entre si parece demasiadamente forte, uma vez que choques comuns podem vir a afetar simultaneamente essas observações.

<sup>11</sup> “(...) *Most applied researchers indeed rely on a visual goodness of fit to select the cutoff or use a simple rule, such as choosing all the observations in the top 5% of the distribution. Systematic procedures require the econometrician to estimate further parameters (...), and none has gained widespread use*” (Gabaix 2009, p.284).

Por conta desses fatores, práticas comuns na literatura empírica sobre o tema têm sido a utilização de métodos alternativos de estimação, assim como formas de correção dos erros-padrão de estimativas obtidas a partir de métodos específicos. Por exemplo, levando em conta essas possibilidades, Gabaix e Ibragimov (2011) propuseram um método alternativo de estimação, correspondente à seguinte especificação:

$$\ln(N(n_i) - 0,5) = \ln A - \zeta \ln(n_i) + \varepsilon_i$$

Ou seja, no caso da especificação proposta, subtrai-se 0,5 do *rank* das áreas dos municípios presentes na distribuição em análise. Segundo os autores, o método proposto, além de reduzir o viés inerente a amostras pequenas, também apresenta vantagens em relação ao MMQO, mesmo no caso de distribuições em cauda longa que exibam diferenças em relação a leis de potências. Por conta disso, optou-se pela estimação da forma funcional derivada a partir desse método. Adicionalmente, são expostos na tabela os erros-padrão obtidos tanto via MMQO quanto via a metodologia proposta<sup>12</sup>. Resultados estão contidos na Tabela 9:

**Tabela 9 - Robustez: Estimativas de Gabaix-Ibragimov para Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**

Estimativa	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
$\zeta$	-0,701***	-0,782***
(Erro - padrão MQO)	(0,018)	(0,021)
$\zeta$	-0,701***	-0,782***
(Erro - padrão Corrigido)	(0,112)	(0,125)

Fonte: Cálculos dos Autores.

Notas: (a) Erros-padrão das estimativas reportadas entre parênteses. Erros-padrão corrigidos calculados a partir da fórmula  $\hat{\zeta}^{MMQO} (n/2)^{-1/2}$

(b) Os termos (\*), (\*\*) e (\*\*\*) denotam significância estatística dos coeficientes estimados aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Os resultados reportados na tabela apontam, mais uma vez, para coeficientes de maior magnitude no caso de áreas urbanizadas, em comparação a áreas urbanas. Adicionalmente, vale notar que todos os coeficientes estimados são significativos, independentemente da forma de cálculo dos erros-padrão.

<sup>12</sup>Especificamente, há a possibilidade de vieses na estimativa obtida via MMQO, uma vez que o ordenamento das observações pode vir a gerar um padrão de autocorrelação positiva nos resíduos estimados. Em particular, o erro-padrão assintótico das estimativas obtidas a partir do método de Gabaix-Ibragimov equivale a  $\hat{\zeta}^{MMQO} (n/2)^{-1/2}$ , onde *n* equivale ao tamanho da amostra em questão.



## 5.2. Testes de Hipóteses

Um teste adicional que pode ser feito no presente contexto equivale a verificar se as distribuições de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo seguem, de fato, uma lei de potências. Para tanto, de acordo com Gabaix (2009, seção 7.2), pode-se realizar um teste de hipóteses baseado na seguinte especificação:

$$\ln(N(n_i) - 0,5) = \ln A - \zeta \ln S_{(i)} + q (\ln n_i - n_*)^2 + \varepsilon_i$$

onde,  $n_* \equiv \frac{\text{cov}((\ln n_i)^2, \ln n_i)}{2 \text{var}(\ln n_i)}$ .

Essa especificação permite obter estimativas dos parâmetros  $\zeta$  e  $q$ , ao passo que o termo quadrático captura desvios não-lineares de uma lei de potências exata. O coeficiente  $s^*$ , além de centrar o termo quadrático, permite que a estimativa de  $\zeta$  seja a mesma, independentemente da inclusão do termo quadrático na especificação. Assim, o teste de hipóteses em questão equivale a rejeitar a hipótese nula de uma lei de potências exata se, e somente se,  $\left| \frac{\hat{q}}{\hat{\sigma}^2} \right| > 1.95 \cdot (2n)^{-1/2}$ . Por outro lado, um coeficiente estimado para o termo quadrático que implique em um valor de  $q$  maior que zero equivale a uma distribuição convexa, o que indicaria, em princípio, um sobredimensionamento dos maiores e menores municípios do estado, em termos de área, assim como um subdimensionamento de municípios médios. Por outro lado, um valor inferior a zero equivale a uma situação inversa, com subdimensionamento de municípios de tamanho extremo e sobredimensionamento de municípios médios. A Tabela 10 apresenta estimativas da especificação supracitada, assim como para a estatística do teste e o valor crítico correspondente, tanto no caso de áreas urbanas quanto no caso de áreas urbanizadas:

**Tabela 10 - Robustez: Estimativas da Lei de Zipf e Testes de Hipóteses de Leis de Potências Áreas Urbanas e Áreas Urbanizadas dos Municípios do Espírito Santo**

Equações	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
$\zeta$	-1,518*** (0,243)	-1,112*** (0,178)
$q$	-0,076*** (0,012)	-0,089*** (0,014)
Estat. Teste	0,033	0,072
Valor Crítico	0,156	0,156
R <sup>2</sup> Ajustado	0,982	0,982
Observações	78	78

Fonte: Cálculos dos Autores.

Notas: (a) Estimativas obtidas a partir do método proposto em Gabaix (2009).

(b) Erros-padrão das estimativas reportadas entre parênteses. Esses erros foram calculados a partir do Método de White (White 1980).

(c) Os termos (\*), (\*\*) e (\*\*\*) denotam significância estatística dos coeficientes estimados aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Quando da comparação das estatísticas de teste obtidas a partir dos cálculos acima com os valores críticos reportados, nota-se que não é possível rejeitar a hipótese nula de ocorrência de uma lei de potências exata no caso de ambas as distribuições. Ou seja, a partir desses resultados, é possível afirmar que tanto as áreas urbanas quanto as áreas urbanizadas do estado seguem uma distribuição em cauda longa nos moldes de uma lei de potências. Adicionalmente, pode-se verificar, a partir dos sinais obtidos para os termos quadráticos das especificações ( $q$ ) que ambas podem ser caracterizadas como distribuições côncavas, havendo um sobredimensionamento de municípios de tamanho médio em ambos os casos. Finalmente, vale ressaltar que, quando da comparação entre estimativas obtidas para o principal parâmetro de interesse da análise ( $\zeta$ ), nota-se que as magnitudes reportadas apontam para uma distribuição mais próxima à Lei de Zipf no caso de áreas urbanizadas, apenas.

Por conta dos resultados anteriores, especialmente aqueles relacionados à Lei de Zipf, seria interessante verificar se, uma vez que tanto áreas urbanas quanto áreas urbanizadas seguem distribuições condizentes com leis de potências, ocorreriam diferenças significativas em relação aos coeficientes estimados para amostras contendo áreas urbanas ou urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. Por conta disso, a Tabela 10 reporta resultados de um teste de Wald, destinado a testar a hipótese de que  $\zeta = 1$  em cada um desses casos. Os resultados deste experimento são reportados abaixo:

**Tabela 11 - Robustez: Teste de Wald para Hipótese de validade da Lei de Zipf ( $\zeta = 1$ )**

Equações	Áreas Urbanas	Áreas Urbanizadas
Estatística $\chi^2$	8,204*** (0,004)	2,405 (0,121)

Fonte: Cálculos dos Autores.

Notas: (a) A hipótese nula do teste corresponde a  $\zeta = 1$ .

(b) Na tabela são reportadas estatísticas do teste ( $\chi^2$ ), assim como os p-valores associados (entre parênteses).

(c) Os termos (\*), (\*\*) e (\*\*\*) denotam significância estatística dos coeficientes estimados aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente.

De acordo com os resultados referentes ao teste de hipóteses considerado, nota-se que, ao passo em que é possível rejeitar a hipótese de que o coeficiente estimado para áreas urbanas seja igual à unidade, o mesmo não pode ser dito em relação ao coeficiente estimado para áreas urbanizadas. Ou seja, resultados referentes ao teste de Wald demonstram que as áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo podem ser descritas a partir da Lei de Zipf, embora o mesmo não possa ser dito a respeito das áreas urbanas. A principal implicação deste resultado relaciona-se à existência de uma proporcionalidade entre áreas urbanizadas dos municípios, o que pode facilitar no diagnóstico de importantes fenômenos socioeconômicos e urbanos e, ao mesmo tempo, auxiliar na formulação e implementação de políticas públicas nessas localidades.

## 6. Conclusões e Agenda de Pesquisa Futura

Diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas de localidades de um mesmo estado podem vir a afetar diagnósticos de importantes questões socioeconômicas. O presente trabalho buscou demonstrar este ponto a partir do exame de diferenças referentes aos municípios do Espírito Santo. Adicionalmente, optou-se por testar a validade empírica da Lei de Zipf em um contexto distinto do usual, relacionado à utilização dessas definições alternativas de área como medida de tamanho dos municípios.

Os principais resultados obtidos a partir deste esforço de pesquisa foram os seguintes:

- (i)** Ocorrem nítidas diferenças, em termos de áreas urbanas e urbanizadas, entre municípios do Espírito Santo. Em particular, a magnitude dessas diferenças equivale, em média, a duas vezes.
- (ii)** Tanto áreas urbanas quanto áreas urbanizadas municipais seguem distribuições em cauda longa, embora os padrões de concentração tendam a ser mais pronunciados no caso de áreas urbanas;
- (iii)** Não há uma relação empírica robusta entre variáveis como densidade populacional e área ou densidade e população dos municípios, qualquer que seja a definição de área empregada;
- (iv)** A adequação empírica de leis de potências, como a Lei de Zipf, tende a variar de acordo com o conceito de área empregado. Em particular, não é possível rejeitar a hipótese de que a distribuição de áreas urbanizadas dos municípios espírito-santenses esteja de acordo com a lei supracitada, embora o mesmo não possa ser dito a respeito de áreas urbanas.

Em termos de pesquisa futura ficam duas sugestões básicas. Uma primeira sugestão seria a construção de índices de expansão urbana (*urban sprawl*), nos moldes sugeridos por Nechyba e Walsh (2004), por exemplo. Um empreendimento nesses moldes poderia ser útil no sentido de gerar importantes informações sobre a dinâmica urbana de municípios do Espírito Santo, fornecendo ingredientes para a elaboração de políticas destinadas a amenizar problemas como criminalidade, congestionamentos de trânsito e localização de imóveis comerciais e residenciais, por exemplo. Em particular, ao considerar análises de custo-benefício envolvendo externalidades positivas e negativas associadas a esse processo de expansão, poder-se-ia pensar em estratégias específicas de expansão internas às localidades do estado.

Outra sugestão de pesquisa futura equivaleria a uma maior interação entre as áreas de Economia e Geografia, com destaque para a utilização de dados georreferenciados na análise de problemas socioeconômicos. Recentemente, foram divulgados estudos em Economia que já vem utilizando dados obtidos a partir de imagens via satélite para avaliação de importantes questões, como expansão urbana e crescimento econômico, por exemplo. Conforme citado anteriormente, Burchfield *et al.* (2006) utilizam dados de censoreamento remoto para mensurar o processo de expansão urbana ocorrido em cidades norte americanas ao longo do período 1976-1992. Por sua vez, Henderson *et al.*

(2009) utilizam dados obtidos a partir de imagens de satélites, relacionados à luminosidade, como *proxy* para taxas de crescimento econômico em distintas localidades do mundo, com ênfase em países onde a qualidade dos dados tende a ser precária. Seus resultados apontam para estimativas de crescimento nitidamente distintas daquelas usualmente reportadas na literatura sobre o tema<sup>13</sup>.

A utilização de informações georreferenciadas em conjunto com análises socioeconômicas pode representar uma promissora agenda de pesquisa no futuro, especialmente devido à possibilidade de obtenção de informações precisas e atualizadas em tempo real, o que permitirá a elaboração de diagnósticos mais rápidos e precisos de importantes fenômenos. Desde já, fica a sugestão de um maior volume de pesquisa relacionando essas valiosas ferramentas de análise.

<sup>13</sup> Para outro exemplo de análise envolvendo dados obtidos a partir de imagens via satélite, relacionado à mensuração do setor informal no México, ver Ghosh *et al.* (2009).

## 7. Referências Bibliográficas

- ANDRADE, T.A.; SERRA, R.V. O recente desempenho das cidades médias no crescimento populacional urbano brasileiro. *Texto para Discussão n.554*, IPEA, mar.1998, 30p.
- BERGAMASCHI, R.; JABOUR DE FRANÇA, C.; HOLZ, S. *Mapeamento e diagnóstico das áreas urbanizadas do estado do Espírito Santo*. IJSN, manuscrito, 2010, 9p.
- BURCHFIELD, M.; OVERMAN, H.G.; PUGA, D.; TURNER, M.A. Causes of sprawl: a portrait from space. *Quarterly Journal of Economics*, v.121, n.2, p.587-633, May 2006.
- GABAIX, X. Zipf's Law for cities: an explanation. *Quarterly Journal of Economics*, v.114, n.3, p.739-767, Aug.1999.
- GABAIX, X. Power Laws. In: DURLAUF, S.N.; BLUME, L.E. (Eds.). *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, London: McMillan, 2008.
- GABAIX, X. Power laws in Economics and Finance. *Annual Review of Economics*, v.1, p.255-293, 2009.
- GABAIX, X.; IBRAGIMOV, R. Rank –  $\frac{1}{2}$ : a simple way to improve the OLS estimation of tail exponents. *Journal of Business Economics and Statistics*, v.29, n.1, p.24-39, Jan.2011.
- GABAIX, X.; IOANNIDES, Y.M. The evolution of city size distributions. In: HENDERSON, J.V.; THISSE, J.F. (Eds.). *Handbook of Urban and Regional Economics*, Vol.IV, Chap.53: Cities and Geography, p.2341-2378, 2004.
- GHOSH, T.; ANDERSON, S.; POWELL, R.L.; SUTTON, P.C.; ELVIDGE, C.D. Estimation of Mexico's informal economy and remittances using nighttime imagery. *Remote Sensing*, v.1, p.418-444, 2009.
- HENDERSON, J.V.; STOREYGARD, A.; WEIL, D.N. Measuring economic growth from outer space. *NBER working paper n. 15199*, Jul.2009, 44p.
- IOANNIDES, Y.M.; OVERMAN, H.G. Zipf's law for cities: an empirical examination. *Regional Science and Urban Economics*, v.33, n.1, p.127-137, 2003.
- JABOUR DE FRANÇA, C.; BERGAMASCHI, R.B. Mapeamento das áreas periurbanas do Espírito Santo. *Texto para Discussão n.24*, IJSN, 2011, 32p.
- LOUREIRO, A.O.F.; SULIANO, D.C. Projeções populacionais para os municípios e distritos do Ceará, 2007-2011. *Nota Técnica n.29*, IPECE, Jun.2008, 9p.
- MAGALHÃES, M.A.; TOSCANO, V.N. Hierarquia urbana no Espírito Santo. *Nota Técnica n.11*, IJSN, Set.2010, 31p. (2010a).

MAGALHÃES, M.A.; TOSCANO, V.N. Um estudo estatístico da distribuição de investimentos previstos no Espírito Santo, 2009-2014. *Nota Técnica n. 15*, IJSN, Dez.2010, 27p. (2010b).

MIRANDA, R.A.; BADIA, B.D. A evolução da distribuição do tamanho das cidades de Minas Gerais: 1920-2000. In: *Anais do XII Seminário sobre a Economia Mineira*, 2006, 18p.

NECHYBA, T.J.; WALSH, R.P. Urban sprawl. *Journal of Economic Perspectives*, v.18, n.4, p.177-200, Fall 2004.

NITSCH, V. Zipf zipped. *Journal of Urban Economics*, v.57, n.1, p.86-100, 2005.

ROZENFELD, H.D.; RYBSKI, D.; GABAIX, X.; MAKSE, H.A. The area and population of cities: new insights from a different perspective on cities. *American Economic Review*, 2011, a sair.

RUIZ, R.M. Estruturas urbanas comparadas: Estados Unidos e Brasil. *Estudos Econômicos*, v.35, n.4, p.715-737, out.-dez.2005.

SOO, K.T. Zipf's Law for cities: a cross country investigation. *Regional Science and Urban Economics*, v.35, n.3, p.239-263, May 2005.

WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, v.48, n.4, p.817-838, 1980.

ZIPF, G. *Human Behavior and the Principle of Least Effort*. Cambridge, Addison-Wesley, 1949.



[www.ijsn.es.gov.br](http://www.ijsn.es.gov.br)

SECRETARIA DE ECONOMIA  
E PLANEJAMENTO



GOVERNO DO  
**ESPÍRITO  
SANTO**

CRESCER É COM A GENTE  
[www.es.gov.br](http://www.es.gov.br)