

# ÁREA, DENSIDADE E POPULAÇÃO: O CASO DE ÁREAS URBANAS E URBANIZADAS DOS MUNICÍPIOS DO ESPÍRITO SANTO \*

Matheus Albergaria de Magalhães \*\*

Victor Nunes Toscano \*\*\*

Rodrigo Bettim Bergamaschi \*\*\*\*

Existem consideráveis diferenças entre as definições de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. Diferenças, nestes moldes, acabam tendo importantes consequências sobre diagnósticos socioeconômicos relacionados a estas 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, este trabalho tem como objetivo verificar a ocorrência de diferenças quantitativas entre estes 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 estas áreas. Os resultados obtidos confirmam a ocorrência de significativas diferenças entre os conceitos alternativos de área considerados e atestam a validade da lei de Zipf apenas no caso de áreas urbanizadas. Estes resultados são importantes por chamarem a atenção para a utilização de definições baseadas em critérios de ocupação efetiva do espaço, em vez de critérios legais, nas análises socioeconômicas.

**Palavras-chave:** área; densidade; população; lei de Zipf; Espírito Santo.

## AREA, DENSITY AND POPULATION: THE CASE OF URBAN AND URBANIZED AREAS IN ESPÍRITO SANTO'S MUNICIPALITIES

There are remarkable differences amongst urban and urbanized areas in the state of Espírito Santo's municipalities. These differences tend to influence important socioeconomic diagnoses related to such localities. In particular, the use of alternative area definitions may affect the ordering of municipalities in terms of size. The main goal of this paper is to provide a quantitative analysis of the differences between these definitions, as well as a possible empirical relation between variables such as area, density and population. Additionally, the paper provides an empirical test for Zipf's Law in a different environment, related to urban and urbanized areas. Results obtained point to significant differences between alternative area definitions, at the same time that confirm Zipf's law for urbanized areas, only. These results are important in the sense of drawing attention for area definitions based on effective occupation (rather than legal concepts) in the case of socioeconomic analyses.

**Keywords:** area; density; population; Zipf's law; Espírito Santo.

---

\* Este trabalho corresponde a uma versão substancialmente revisada de Magalhães, Toscano e Bergamaschi (2012). Os autores agradecem os comentários e sugestões dos participantes de um seminário do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGEco-Ufes) e do Terceiro Encontro de Economia do Espírito Santo (III EEES). Um agradecimento especial a dois pareceristas anônimos deste periódico, por fornecerem valiosas sugestões à versão anterior do trabalho. Vale a ressalva de que as opiniões aqui contidas não refletem as opiniões do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) ou de algum outro membro desta instituição. Também vale a ressalva usual de que os erros remanescentes devem-se única e exclusivamente aos autores.

\*\* Especialista em pesquisas governamentais no IJSN. Correio eletrônico: <matheus@ijsn.es.gov.br>.

\*\*\* Coordenador de estudos econômicos do IJSN.

\*\*\*\* Analista de geoprocessamento do IJSN.

## **SUPERFICIE, POBLACIÓN Y DENSIDAD: EL CASO DE LAS ZONAS URBANAS Y URBANAS MUNICIPIOS DEL ESPÍRITO SANTO**

Existen diferencias considerables entre los municipios urbanos y urbanizados del Espírito Santo. Las diferencias de esta manera llegar a tener consecuencias importantes para los diagnósticos socioeconómicos relacionados con estos lugares. En particular, el uso de conceptos alternativos de zona puede llegar a cambiar el orden de los condados en el estado en términos de tamaño. Debido a esto, el presente estudio tiene como objetivo verificar la ocurrencia de las diferencias cuantitativas entre estos conceptos, así como la posible existencia de relaciones empíricas entre variables como la superficie, la densidad de población y municipios espíritu santenses. Además, para poner a prueba la ocurrencia de la ley de Zipf en un contexto diferente de lo habitual, relacionado con estas áreas. Los resultados no sólo confirman la existencia de diferencias significativas entre los conceptos alternativos de la zona en cuestión, y dan fe de la validez de sólo en el caso de las zonas urbanizadas de Zipf. Estos resultados son importantes para llamar la atención sobre el uso de definiciones basadas en criterios de ocupación efectiva del espacio (en lugar de los criterios legales) en el caso del análisis socio-económico.

**Palabras clave:** área, densidad de población, la ley de Zipf, Espírito Santo.

## **SUPERFICIE, POPULATION ET DENSITÉ: LE CAS DES ZONES URBAINES ET URBAINES MUNICIPALITÉS DE ESPÍRITO SANTO**

Il existe des différences considérables entre les municipalités urbaines et urbanisées de Espírito Santo. Différences de cette manière finissent par avoir des conséquences majeures pour les diagnostics socio-économiques liés à ces endroits. En particulier, l'utilisation de concepts alternatifs de domaine peut venir à changer l'ordre des comtés de l'État en termes de taille. Pour cette raison, la présente étude vise à vérifier la présence de différences quantitatives entre ces concepts, ainsi que l'existence éventuelle de relations empiriques entre les variables telles que la superficie, la densité de population et les municipalités esprit santenses. En outre, afin de tester la présence de la loi de Zipf dans un contexte différent que d'habitude, liés à ces domaines. Les résultats confirment non seulement l'apparition de différences significatives entre les concepts alternatifs de la zone en question, et témoignent de la validité de tout dans le cas de Zipf des zones urbanisées. Ces résultats sont importants pour attirer l'attention sur l'utilisation de définitions basées sur des critères de l'occupation effective de l'espace (plutôt que sur des critères juridiques) dans le cas de l'analyse socio-économique.

**Mots-clés:** la région, la densité, la population, la loi de Zipf, Espírito Santo.

JEL: C16, R11, R12

### **1 INTRODUÇÃO**

Existem nítidas diferenças entre os tamanhos das áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. Na capital do estado, Vitória, as diferenças entre os tamanhos destas áreas não são significativas, correspondendo a aproximadamente 12 km<sup>2</sup>, apenas. Entretanto, as diferenças passam a ser mais pronunciadas quando se consideram os demais municípios do estado, mesmo aqueles próximos à capital, localizados na região metropolitana. As diferenças entre as áreas definidas como urbanas e as definidas como urbanizadas equivalem a 22 km<sup>2</sup> e 50 km<sup>2</sup> nos municípios de Vila Velha e Cariacica, respectivamente, e chegam a alcançar mais de 200 km<sup>2</sup> no município de Guarapari.

Diferenças entre os conceitos de áreas urbanas e urbanizadas podem vir a ter importantes consequências em termos de planejamento urbano e regional. No ordenamento dos municípios em função de seu tamanho – medido a partir da área de cada localidade –, ocorrem nítidas diferenças quando se consideram definições alternativas. Enquanto o conceito de área urbana reflete uma definição baseada em aspectos meramente legais, o 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.

Para encontrar e entender essas diferenças é necessário compreender como as áreas urbanas e urbanizadas são delimitadas. No caso da área urbana, a delimitação ocorre por meio da aprovação da lei municipal de perímetro urbano, cuja função é separar juridicamente o ambiente urbano do rural. Esta delimitação traz implicações sobre a possibilidade do parcelamento de solo e a implantação de determinados empreendimentos. Ela ainda possui, ou pelo menos deveria possuir, forte caráter norteador quanto às direções de ocupação urbana no município, servindo de base, por exemplo, para permitir que a ocupação urbana ocorra apenas em áreas propícias à construção de edificações, excluindo-se assim áreas com possibilidade de alagamento ou escorregamento, e com alta declividade. Estas características fazem da delimitação do perímetro urbano um dos principais instrumentos de gestão territorial municipal.

Por sua vez, as áreas urbanizadas são o resultado da ocupação antrópica sobre o território; são áreas que possuem ocupação contínua de edificações, ou que de alguma forma sofreram impacto antrópico destinado à ocupação urbana. Este conceito pode fornecer importantes informações relacionadas ao processo de ocupação no espaço, uma vez que permite o cálculo de conceitos como a densidade urbana efetiva, que produz resultados expressivamente diferentes quando se comparam estas áreas em um estado ou país.<sup>1</sup>

Em particular, a disponibilidade de dados referentes a áreas urbanas e urbanizadas de localidades espírito-santenses, obtidos a partir de técnicas de geoprocessamento (Bergamaschi, Jabour de França e Holz, 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 deste 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 estas áreas, em moldes semelhantes àqueles propostos recentemente por Rozenfeld *et al.* (2011), que utilizam definições econômicas, em vez de legais, de cidades para verificar a adequação empírica da citada lei no caso de localidades dos Estados Unidos e da Grã-Bretanha.

---

1. Ver Miranda, Gomes e Guimarães (2005). Para informações relacionadas ao Estatuto das Cidades, ver Brasil (2002, Artigo 182). Os autores agradecem a um parecerista anônimo por ter chamado a atenção para este ponto.

As vantagens de um empreendimento nestes moldes são basicamente duas: primeiro, conforme citado, 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 este trabalho utiliza áreas urbanas e urbanizadas, em vez de populações de municípios, conforme tem sido padrão em boa parte da literatura relacionada ao tema.<sup>2</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 apresenta conceitos relacionados a leis de potência, enquanto a terceira seção contém uma revisão parcial da literatura relacionada a distribuições em cauda longa, com ênfase em temas de economia urbana. A quarta seção descreve a base de dados empregada no trabalho, ao passo que a quinta e a sexta seções apresentam os principais resultados obtidos e testes de robustez associados, respectivamente. Finalmente, a sétima seção contém as principais conclusões e fornece algumas sugestões de pesquisa futura sobre temas correlatos.

## 2 LEIS DE POTÊNCIA

Algumas regularidades empíricas em economia podem ser representadas a partir de leis de potência.<sup>3</sup> Formalmente, leis deste tipo podem ser representadas a partir da seguinte fórmula matemática:

$$Y = kX^\zeta \quad (1)$$

onde os termos  $Y$  e  $X$  representam variáveis de interesse, enquanto  $k$  equivale a uma constante. O termo  $\zeta$ , por sua vez, denota o expoente que governa a lei de potência em questão. Leis de potência apresentam diversas aplicações em economia. Por exemplo, podem ser utilizadas para modelar distintos fenômenos macroeconômicos, como distribuição de renda, tamanhos de cidades e firmas, retornos de ações e volumes negociados em bolsas de valores (Adamic, 2002; Gabaix, 2008; 2009).

Em particular, um tipo especial de lei de potência equivale à lei de Pareto, que pode ser representada a partir da seguinte expressão:

$$\frac{1}{X^\zeta} \quad (2)$$

2. Ver, a este respeito, Gabaix (1999), Ioannides e Overman (2003) e Soo (2005).

3. As derivações abaixo são baseadas em Gabaix (2008).

Por exemplo, pode-se expor a probabilidade de que uma dada firma tenha um número de funcionários superior a um valor arbitrário  $x$  a partir da fórmula abaixo:

$$Prob(S > x) = \frac{k}{x^\zeta} \quad (3)$$

com essa fórmula sendo válida para alguma constante  $k$ , pelo menos na parte superior da distribuição de firmas da economia.

Duas observações devem ser feitas em relação à última fórmula: primeiro, o expoente  $\zeta$  independe da unidade de medida em que a lei de Pareto é expressa; segundo, no caso em que  $\zeta = 1$ , obtém-se a lei de Zipf, que nada mais é que um caso particular da lei de Pareto.<sup>4</sup>

Essas ideias podem ser mais bem expressas a partir da seguinte formalização. Seja  $S_i$  o tamanho, medido pela área, de uma dada localidade – por exemplo, municípios. Basicamente, diz-se que os tamanhos destas localidades ( $S_i$ ) satisfazem a lei de Zipf se, no caso de um dado tamanho maior  $S$ , valer a seguinte relação:

$$Prob(S_i > S) = \frac{a}{S^\zeta} \quad (4)$$

Nessa fórmula, o termo  $a$  equivale a uma constante positiva ( $a > 0$ ) e o termo  $\zeta$  equivale a um parâmetro que pode assumir um valor maior, igual à unidade ou menor que ela. Em particular, se  $\zeta = 1$ , tem-se a validade empírica da lei de Zipf – ou seja, o produto entre tamanho e classificação de uma localidade em uma distribuição em que os municípios estejam classificados em ordem decrescente de tamanho equivale a uma constante. Caso  $\zeta$  seja maior que 1, diz-se que a hierarquia urbana destas localidades tende a ser mais igualitária; isto é, municípios menores estão, em termos de tamanho, mais próximos de municípios maiores. Por sua vez, situações em que  $\zeta$  é menor que 1 equivalem a uma hierarquia urbana mal distribuída, em que a maior parte das áreas disponíveis no estado concentra-se em poucos municípios, geralmente os primeiros colocados na classificação de tamanhos.

Por exemplo, caso todas as localidades do estado tenham as mesmas potencialidades – independentemente de seu tamanho ou posição no espaço –, há a tendência de convergência da distribuição de áreas dos municípios para uma distribuição nos moldes da lei de Zipf. Entretanto, se alguns municípios forem mais ou menos favorecidos ao longo do processo de desenvolvimento econômico, a distribuição obtida tenderá a se afastar daquela proposta pela lei citada. Este cenário pode indicar a ocorrência de oportunidades de crescimento diferenciadas para estas localidades (Ruiz 2005, p. 729). Em termos gerais, o parâmetro  $\zeta$  estimado

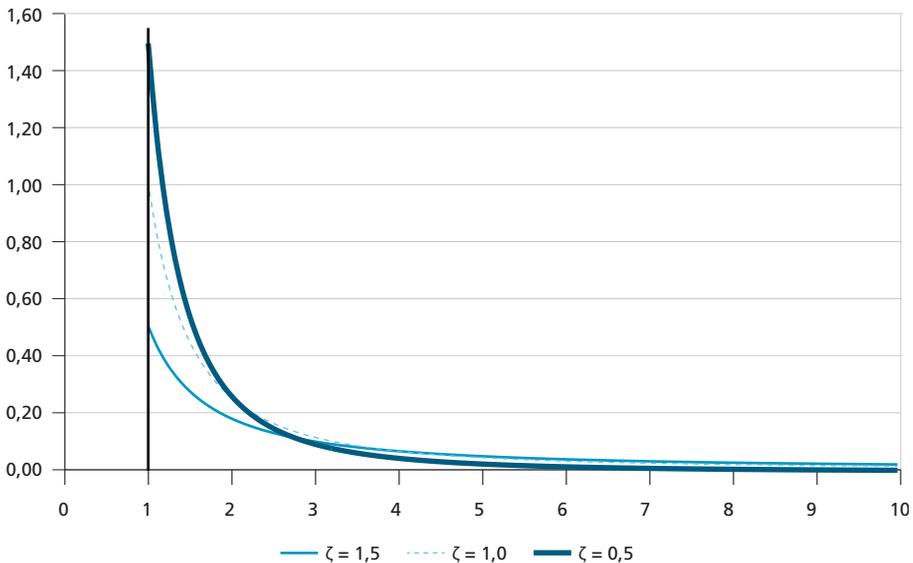
4. Sobre a equivalência das leis de Pareto e Zipf, ver Adamic (2002).

pode vir a fornecer importantes informações acerca da hierarquia urbana dos municípios de um mesmo estado.<sup>5</sup>

Uma maneira alternativa de se enunciar a lei supracitada equivale a dizer que o tamanho das localidades segue a regra “*rank size*”; ou seja, caso estas localidades sejam classificadas em ordem decrescente de tamanho (área), pode-se observar a seguinte regularidade empírica: a segunda localidade em tamanho teria metade da área da localidade que ocupa o primeiro lugar; a terceira teria um terço desta área e assim por diante.<sup>6</sup>

Ao contrário da distribuição normal, em que elementos distantes da média possuem uma frequência de ocorrência relativamente pequena, uma distribuição em cauda longa – nos moldes das distribuições de Zipf e Pareto – equivale a uma distribuição em que alguns poucos elementos possuem alta frequência, enquanto a vasta maioria possui baixas frequências. O gráfico 1 contém uma representação esquemática de uma distribuição nestes moldes para distintos valores do parâmetro  $\zeta$ .

GRÁFICO 1  
Distribuição de Pareto para distintos valores do parâmetro  $\zeta$



Elaboração dos autores.

5. Segundo Soo (2005, p. 259): “The Pareto exponent (...) can be viewed as a measure of inequality: the larger the value of the Pareto exponent, the more even are the populations of cities in the urban systems.” “O expoente da distribuição de Pareto (...) pode ser visto como uma medida de desigualdade: quanto maior seu valor, mais bem distribuídas estarão as populações das cidades de um dado sistema urbano” (tradução nossa).

6. Vale a ressalva de que, de acordo com Gabaix e Ioannides (2004), mesmo que a lei de Zipf seja perfeitamente válida, a regra “*rank size*” pode ser apenas aproximadamente válida.

No gráfico 1, pode-se notar que alguns elementos dessa distribuição possuem altas frequências de ocorrência, ao passo que os demais apresentam frequências relativamente baixas. Todas as curvas contidas na figura representam distribuições de Pareto para distintos valores do parâmetro de interesse  $\zeta$ . Em particular, vale notar que, na distribuição em que  $\zeta = 1$ , tem-se a representação gráfica da lei de Zipf.

### 3 LITERATURA RELACIONADA

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

Nos últimos anos, ocorreram esforços voltados para 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>7</sup> Por exemplo, Gabaix (1999) realiza um estudo nesses moldes, ao elaborar 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 desta lei podem ser reduzidas a explicações baseadas em uma lei mais simples, a de Gibrat,<sup>8</sup> ao mesmo tempo que ressaltam os motivos pelos quais amostras contendo cidades menores tendem, em geral, a rejeitar a lei de Zipf, uma vez que estas 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 a variância das taxas de crescimento das cidades incluídas em sua amostra. Os resultados obtidos demonstram que, em termos gerais, a lei de Gibrat representa uma boa aproximação para o processo de crescimento das localidades analisadas. Além disso, a lei de Zipf apresenta uma adequação empírica razoavelmente boa para a 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. O autor testa a validade empírica desta 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

---

7. A maioria das aplicações das leis de Zipf e Pareto está relacionada ao estudo de cidades e firmas. Para definições relacionadas a estas leis, ver Gabaix (2008; 2009). Uma resenha relacionada à aplicação destas leis em economia urbana equivale a Gabaix e Ioannides (2004).

8. De acordo com a lei de Gibrat, o fenômeno de expansão de cidades tende a seguir processos de crescimento similares, tais como a exibição de um mesmo valor em termos de média e variância (Gabaix, 1999, p. 741).

principal parâmetro de interesse da análise, como forma de verificar se modificações metodológicas podem gerar diferenças nos resultados obtidos. As evidências 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 encontrados 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, estas estimativas tendem a ser superiores à unidade, um resultado que implicaria que as distribuições de cidades consideradas nestes estudos seriam mais simétricas que o previsto em um primeiro momento. O autor ainda atenta para a possibilidade de estimativas relacionadas a distribuições em cauda longa de cidades apresentarem coeficientes de menor magnitude em estudos baseados em dados de populações de áreas metropolitanas, em vez de populações de cidades menores.

Interessados em analisar o fenômeno de expansão urbana<sup>9</sup> ocorrido em cidades norte americanas ao longo do período 1976-1992, Burchfield *et al.* (2006) utilizam dados de sensoriamento remoto para acompanhar a evolução do uso do solo nos Estados Unidos ao longo deste período. 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 analisadas. Em particular, fatores como acesso a redes de água, temperaturas locais e relevo 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. Consideram definições de cidades pequenas e médias derivadas a partir de critérios econômicos, em vez de legais ou administrativos. Para tanto, utilizam um algoritmo capaz de construir cidades (conhecido pela sigla CCA, do inglês *city clustering algorithm*) a partir de microdados. De acordo com este algoritmo, as 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 deste método, os autores concluem que esta lei tende a ser válida tanto

---

9. Embora haja certa controvérsia relacionada à definição precisa do termo "expansão urbana", este trabalho segue a definição utilizada por Burchfield *et al.* (2006, p. 588): expansão urbana é o processo de extensão do desenvolvimento territorial urbano. Os autores agradecem a um parecerista anônimo por ter chamado a atenção para este ponto.

para cidades (inclusive cidades pequenas), quanto para áreas, resultado oposto 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 dos 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 passo que países desenvolvidos apresentariam 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 Brasil, 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, as cidades médias não tiveram as mesmas oportunidades de crescimento que as grandes cidades ao longo da história.<sup>10</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. Os autores procuram verificar se teriam ocorrido padrões concentradores no processo de evolução das cidades mineiras durante o período analisado. Em termos gerais, os resultados obtidos confirmam a ocorrência destes padrões, especialmente no crescimento da capital do estado, Belo Horizonte, ao longo do século XX.

Quanto ao contexto espírito-santense, Magalhães e Toscano (2011a) buscam verificar a validade empírica das leis de Pareto e de Zipf para os municípios do Espírito Santo no período de 1999 a 2007. De acordo com os resultados reportados pelos autores, os tamanhos dos municípios podem ser caracterizados a partir de uma distribuição de cauda longa. Ainda assim, a lei de Zipf parece não ter validade empírica para este conjunto de localidades, uma vez que os coeficientes estimados apontam para valores nitidamente distintos daquele preconizado por esta lei. Além disso, 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 nestas localidades.<sup>11</sup>

Com base nas contribuições citadas, o trabalho buscará analisar empiricamente a distribuição de tamanhos dos municípios do estado do Espírito Santo,

10. 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).

11. Para exemplos de análises voltadas para a identificação de padrões de concentração no Espírito Santo, ver Leite e Magalhães (2012), Magalhães e Toscano (2010; 2011b; 2012a; 2012b) e Morandi *et al.* (2011).

tanto a partir de suas respectivas áreas urbanas quanto urbanizadas, conforme descrito na seção seguinte.

#### 4 BASE DE DADOS

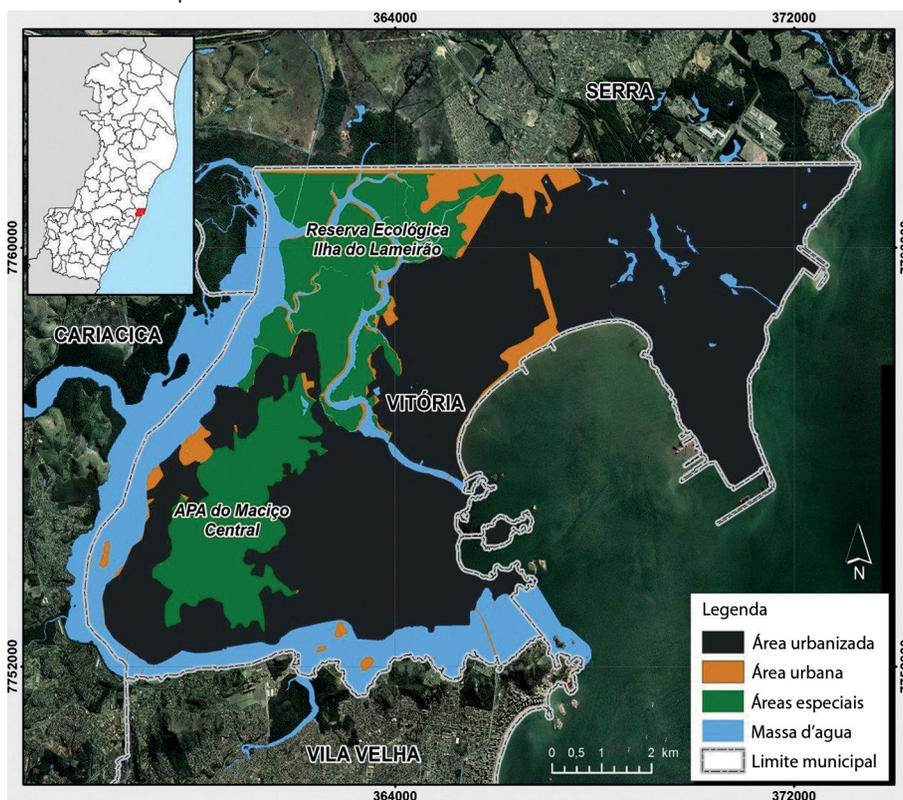
As variáveis utilizadas neste trabalho equivalem a medidas de áreas urbanas e urbanizadas, em quilômetros quadrados, dos 78 municípios do estado do Espírito Santo.<sup>12</sup> As informações de áreas urbanas, provenientes da interpretação das leis municipais de perímetro urbano e baseadas em ortofotos atuais e informações oriundas de prefeituras municipais, foram fornecidas pelo Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), órgão estadual de pesquisas. As áreas urbanizadas, por sua vez, foram mapeadas por Jabour de França e Bergamaschi (2011), a partir de ortofotos cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (Iema), referentes a 2007. Foram consideradas pelos autores como áreas urbanizadas as zonas da cidade ocupadas por edificações de forma contínua, assim como zonas com forte influência antrópica, tais como terrenos preparados para ocupação, mesmo que ainda vazios. Também foram utilizadas estimativas de população dos municípios, obtidas a partir da Contagem da População de 2007 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007).

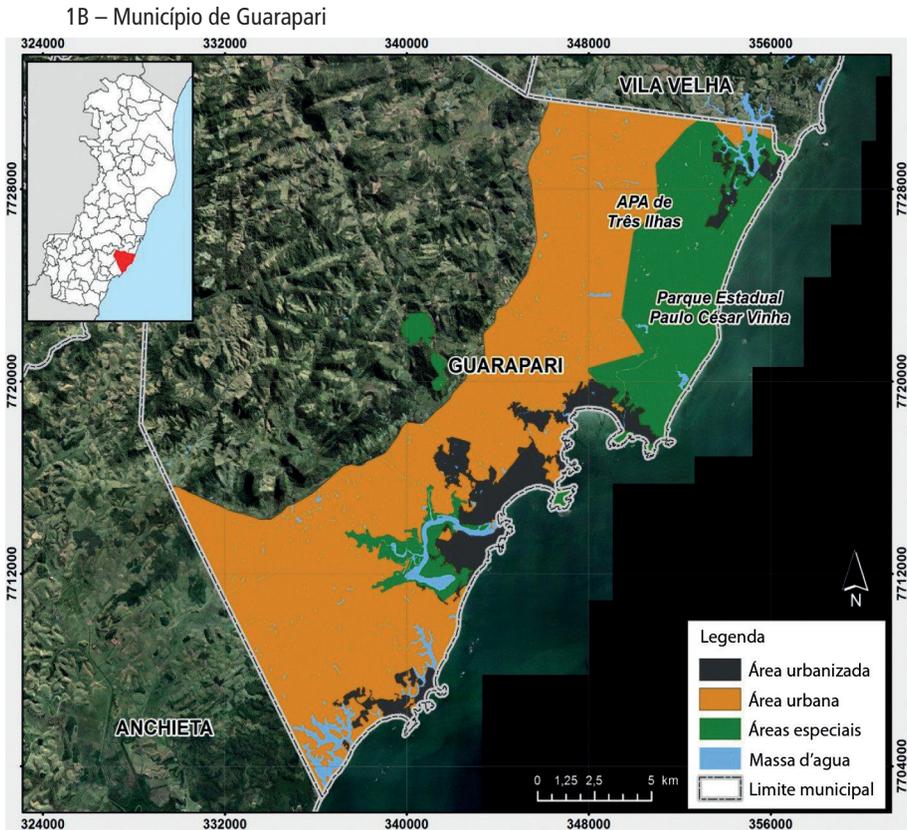
As áreas urbanizadas dos municípios espírito-santenses foram construídas a partir da utilização conjunta das ortofotos e de programas de computador de geoprocessamento. A título de exemplo, são expostas no mapa 1 imagens correspondentes aos municípios de Vitória e Guarapari, assim como suas respectivas áreas urbanas (em laranja) e urbanizadas (em cinza).

---

12. Atualmente, o estado do Espírito Santo está dividido em 78 municípios, quatro macrorregiões de planejamento e doze microrregiões administrativas. O apêndice A contém mais informações a este respeito.

MAPA 1  
**Áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo**  
 1A – Município de Vitória





Um ponto interessante a se notar a partir da inspeção do mapa 1 são as diferenças entre essas definições alternativas de área, que tendem a ser quase nulas para o município de Vitória, ao mesmo tempo que alcançam valores consideráveis para o município de Guarapari, por exemplo. O apêndice B do trabalho contém uma descrição detalhada dos procedimentos relacionados à construção e comparação destas duas medidas alternativas de área.<sup>13</sup>

## 5 RESULTADOS

Esta seção encontra-se dividida em três subseções. 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 destas áreas. A segunda apresenta uma análise entre as variáveis área, população e densidade, atentando

13. Para detalhes a respeito da construção de medidas de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo, ver Bergamaschi *et al.* (2010) e Jabour de França e Bergamaschi (2011).

para a possível existência de relações empíricas robustas. Finalmente, a terceira subseção apresenta evidência econométrica relacionada à estimação de distribuições em cauda longa envolvendo definições alternativas de área.

### 5.1 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 estas 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

Elaboração dos autores.

Um primeiro resultado que pode ser observado a partir da inspeção da tabela 1 é a 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>. Esta extensão é 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 as 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 2, 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 pertencentes à Região Metropolitana

da Grande Vitória (RMGV): Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica.<sup>14</sup> A tabela 2 apresenta a extensão total deste grupo de municípios, assim como daqueles não pertencentes a ele. Mais uma vez, faz-se uma comparação relativa de magnitudes, na terceira linha da tabela.

**TABELA 2**  
**Extensão de áreas urbanas e áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo – regiões selecionadas**

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

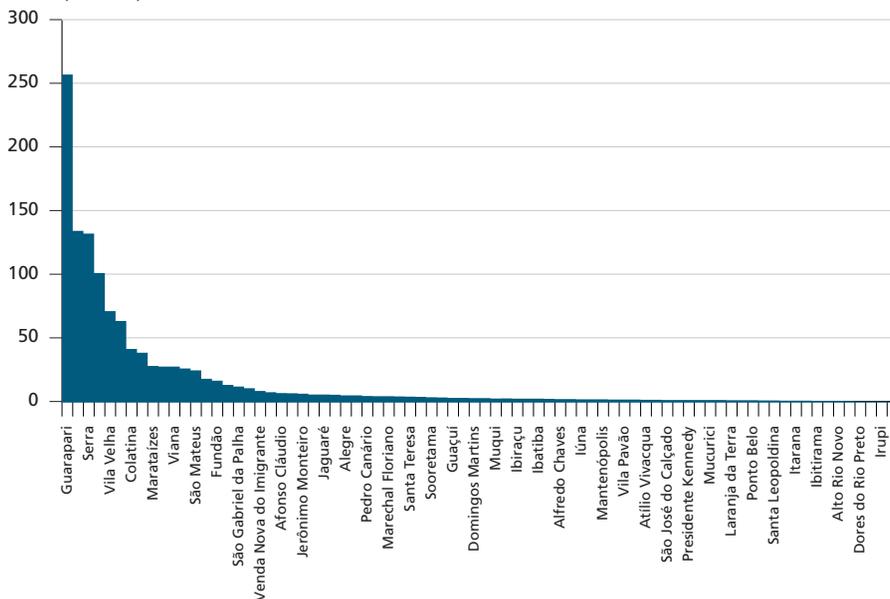
Elaboração dos autores.

Os resultados descritos na tabela 2 permitem concluir novamente que as diferenças entre municípios no caso de áreas urbanas tendem a ser nitidamente maiores que no caso de áreas urbanizadas. Também chama atenção o fato de as áreas urbanizadas do conjunto de municípios pertencentes à RMGV terem aproximadamente o mesmo tamanho dos demais municípios, resultado evidenciado a partir da razão entre estas áreas, equivalente a 0,89. Para áreas urbanas, esta razão equivale a apenas 0,42, denotando um maior padrão de concentração, em termos de tamanho, das áreas urbanas.

Buscando verificar a ocorrência de possíveis padrões de concentração de tamanho, os gráficos 2 e 3 apresentam os municípios do Espírito Santo dispostos em ordem decrescente de tamanho de área urbana (gráfico 2) e urbanizada (gráfico 3). Ambos os gráficos são disponibilizados na mesma escala, com o intuito de evidenciar possíveis diferenças decorrentes da utilização de definições alternativas de tamanho.

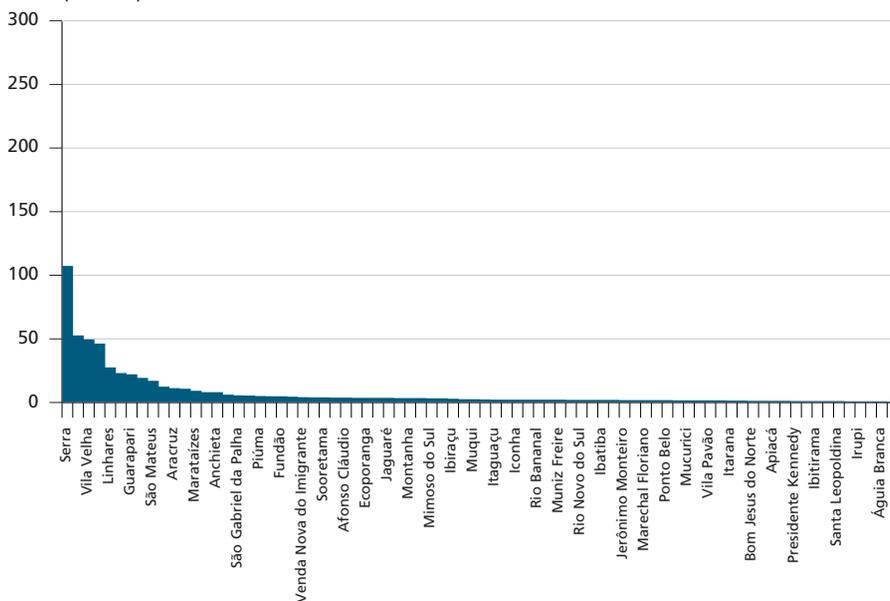
14. Vale a ressalva de que há diferenças entre a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) e a microrregião administrativa denominada Metropolitana, em termos de abrangência dos municípios de cada grupo. Enquanto a microrregião Metropolitana engloba os municípios de Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica, Viana, Fundão e Guarapari, a RMGV engloba apenas os municípios de Vitória, Vila Velha, Serra e Cariacica.

**GRÁFICO 2**  
**Histograma de áreas urbanas dos municípios do Espírito Santo**  
 (Em km<sup>2</sup>)



Elaboração dos autores.

**GRÁFICO 3**  
**Histograma de áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo**  
 (Em km<sup>2</sup>)



Elaboração dos autores.

Os resultados demonstram que, embora ocorram padrões de concentração para ambas as definições de tamanho, estes padrões tendem a ser mais acentuados para as áreas urbanas, conforme demonstrado no gráfico 2. A área urbana do município de Guarapari, superior a 250 km<sup>2</sup>, é a maior do estado. Adotando-se a definição de áreas urbanizadas, o município da Serra ocupa o primeiro lugar, com mais de 100 km<sup>2</sup> áreas urbanizadas, contra 21,76 km<sup>2</sup> de Guarapari, que ocupa a sétima posição em áreas urbanizadas do estado.

A tabela 3 lista os dez maiores municípios do Espírito Santo, de acordo com suas respectivas áreas urbanas e urbanizadas.

**TABELA 3**  
**Dez maiores áreas urbanas e áreas urbanizadas nos municípios do Espírito Santo**

Posição	Municípios com maiores áreas urbanas	Extensão (km <sup>2</sup> )	Municípios com maiores áreas urbanizadas	Extensão (km <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>	Guarapari	257,36	Serra	107,08
2 <sup>a</sup>	Cachoeiro do Itapemirim	134,71	Vitória	52,36
3 <sup>a</sup>	Serra	132,58	Vila Velha	49,37
4 <sup>a</sup>	Cariacica	101,60	Cariacica	46,03
5 <sup>a</sup>	Vila Velha	71,68	Linhares	27,27
6 <sup>a</sup>	Vitória	63,97	Cachoeiro do Itapemirim	22,78
7 <sup>a</sup>	Colatina	41,96	Guarapari	21,76
8 <sup>a</sup>	Linhares	39,02	Viana	19,03
9 <sup>a</sup>	Marataizes	28,72	São Mateus	16,69
10 <sup>a</sup>	Nova Venécia	28,25	Colatina	12,02

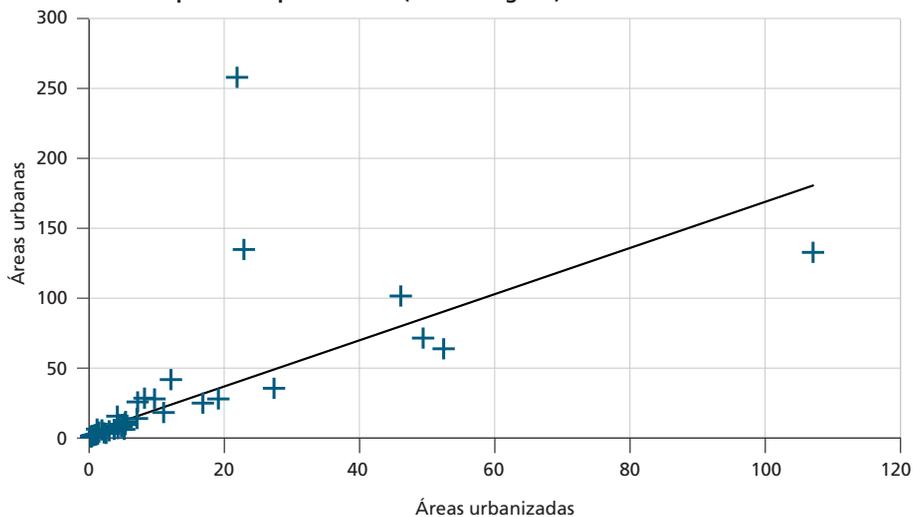
Elaboração dos autores.

De forma semelhante aos gráficos 2 e 3, a tabela 3 ressalta as diferenças existentes entre definições alternativas de tamanho dos municípios. Os municípios de Guarapari, Cachoeiro do Itapemirim e Serra ocupam as primeiras colocações em áreas urbanas, com extensões equivalentes a 257,4 km<sup>2</sup>, 134,7 km<sup>2</sup> e 132,6 km<sup>2</sup>, respectivamente. Por sua vez, Serra, Vitória e Vila Velha têm as maiores áreas urbanizadas: 107,1 km<sup>2</sup>, 52,4 km<sup>2</sup> e 49,4 km<sup>2</sup>, respectivamente.

Em meio a este contexto, seria interessante tentar verificar qual seria a relação empírica existente entre áreas urbanas e urbanizadas nos municípios do Espírito Santo. Os gráficos 4 e 5 buscam responder a 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 nestes moldes, de modo a se verificar a eventual ocorrência de distintos padrões nos dados. A título de comparação, ambos os diagramas expõem uma reta de regressão obtida a partir do método de mínimos quadrados ordinários (MQOs).

GRÁFICO 4

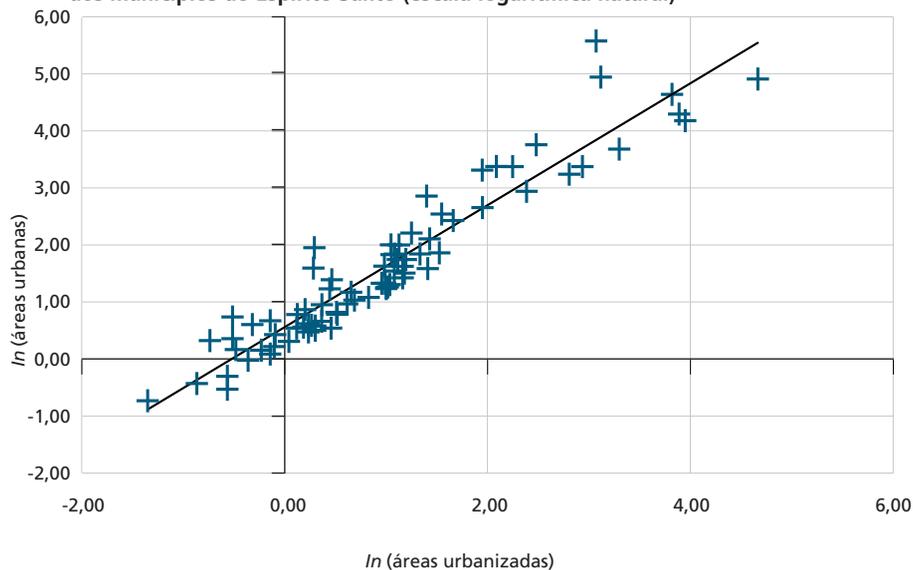
**Diagrama de dispersão entre áreas urbanas e áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo (escala original)**



Elaboração dos autores.

GRÁFICO 5

**Diagrama de dispersão entre áreas urbanas e áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo (escala logarítmica natural)**



Elaboração dos autores.

No gráfico 4, chama atenção a ocorrência de alguns pontos isolados, que apresentam uma relação desproporcional entre as respectivas áreas urbanas e urbanizadas. Este parece ser o caso dos municípios de Guarapari, Cachoeiro do Itapemirim, Cariacica e Colatina, localidades onde a área urbana tem um maior peso que a área urbanizada, assim como os municípios de Serra, Vitória, Vila Velha e Linhares, onde a área urbanizada aparenta ter maior relevância. 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 gráfico 5, os padrões citados 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 à sua área urbanizada, enquanto a área urbanizada tende a ser maior que a área urbana para os municípios situados abaixo da reta de regressão.

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

$$d(\ell) \equiv \sqrt{\sum_i [\ln(A_i^{Urbana}) - \ln(A_i^{Urbanizada})]^2} \quad (5)$$

$$R_i \equiv \frac{|A_i^{Urbana} - A_i^{Urbanizada}|}{2\max(A_i^{Urbana}, A_i^{Urbanizada})} \quad (6)$$

Nas fórmulas, os termos  $A_i^{Urbana}$  e  $A_i^{Urbanizada}$  denotam as áreas urbanas e urbanizadas de cada município, respectivamente. Em moldes semelhantes a Rozenfeld *et al.* (2011), a análise busca verificar a ocorrência de diferenças de magnitude entre definições alternativas de área dos municípios espírito-santenses. As referidas medidas fornecem estimativas destas magnitudes. A tabela 4 contém resultados referentes aos dez maiores e dez menores municípios em termos destas magnitudes, ao passo que a tabela 5 apresenta a média e a mediana referentes a todos os municípios do estado.

TABELA 4  
**Municípios do Espírito Santo – diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas  
 (distância euclidiana e fração de realocação)**

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

Elaboração 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

Elaboração dos autores.

A partir dos resultados expostos na tabela 4, pode-se concluir que os dez municípios nela contidos equivalem àqueles que apresentam tanto as maiores quanto as menores diferenças entre as respectivas áreas urbanas e urbanizadas. Municípios como Guarapari, Cachoeiro de 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 5 ainda exhibe, em sua parte inferior, os dez municípios com as menores diferenças entre definições alternativas de tamanho. É interessante notar que tanto os municípios de Serra quanto

de Vitória, pertencentes à Região Metropolitana, aparecem como aqueles com as menores diferenças.

Contudo, 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 para alguns municípios, conforme citado. Em termos de fração de realocação, os resultados obtidos apontam para valores em torno de 0,2. Este resultado implica que, em média, nos municípios em análise, cerca de 20% de suas respectivas áreas deveriam ser realocadas, de modo que tivessem o mesmo tamanho. No caso extremo de um município como Guarapari, seria necessária uma realocação equivalente a quase 50% de sua área. Em última instância, os resultados referentes às duas métricas consideradas reforçam a existência de significativas diferenças entre áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do estado.

## 5.2 Área, população e densidade

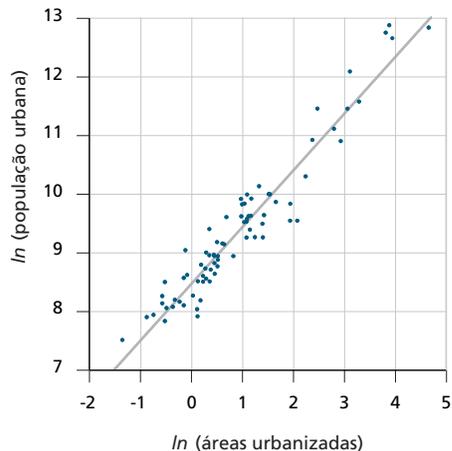
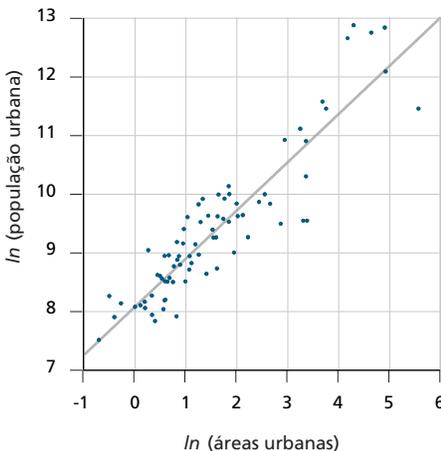
Em consonância com a análise desenvolvida em Rozenfeld *et al.* (2011), esta parte do trabalho busca verificar a ocorrência de uma possível relação empírica entre área, população e densidade de localidades específicas, utilizando as definições alternativas de tamanho disponíveis para os municípios do Espírito Santo. O gráfico 6 apresenta a relação entre área urbana e população urbana de cada município do Espírito Santo (gráfico 6A), assim como a relação entre área urbanizada e população urbana (gráfico 6B). Ambos os gráficos estão em escala logarítmica natural.

GRÁFICO 6

**Diagramas de dispersão: população e área dos municípios do Espírito Santo**

6A – Área urbana e população urbana

6B – Área urbanizada e população urbana



Elaboração dos autores.

À primeira vista, nota-se que, embora ocorra uma relação positiva tanto entre área urbana quanto entre área urbanizada e população urbana, esta relação aparenta ser um pouco mais forte no segundo caso. Isto é denotado pela maior inclinação da reta de regressão estimada e pelo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) estimado. A tabela 6 expõe resultados referentes a estimações econométricas incluindo os dados dos gráficos 6A e 6B. Especificamente, optou-se por regressar 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. As estimativas estão dispostas na tabela 6.

TABELA 6  
Relação entre população e área dos municípios do Espírito Santo

	Variável dependente: $\ln(\text{Pop.})$	
	Áreas urbanas	Áreas urbanizadas
Constante	8,092*** (0,079)	8,455*** (0,044)
$\ln(\text{Área})$	0,822*** (0,062)	0,967*** (0,037)
Observações	78	78
$R^2$ ajustado	0,830	0,921

Elaboração dos autores.

Obs.: o sinal \*\*\* indica significância estatística a 1%.

Os resultados das regressões estimadas permitem constatar que o uso do conceito de áreas urbanizadas resulta em maior grau de associação entre população e tamanho dos municípios que o uso da definição de áreas urbanas. Isto fica evidenciado tanto pelo valor do coeficiente estimado (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, os resultados apontam para a possível existência de um elo entre tamanho dos municípios (medido por área) e população urbana, resultado em consonância com aquele reportado originalmente por Rozenfeld *et al.* (2011). Entretanto, nota-se que, nos municípios do Espírito Santo, este grau de associação tende a ser mais pronunciado para áreas urbanizadas.<sup>15</sup>

Outra importante questão a ser respondida refere-se à possível existência de uma relação empírica robusta entre densidade populacional e tamanho ou popu-

15. Vale a ressalva de que, ao contrário de Rozenfeld *et al.* (2001), este trabalho possibilita a realização de uma comparação entre áreas urbanas e urbanizadas das localidades analisadas.

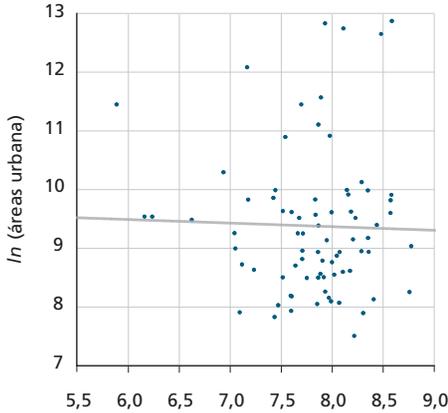
lação de uma localidade, questão também discutida por Rozenfeld *et al.* (2011). Por conta disto, os gráficos 7 e 8 equivalem a diagramas de dispersão relacionando medidas de densidade populacional e população (gráfico 7), assim como medidas de densidade populacional e área (gráfico 8).

GRÁFICO 7

**Diagramas de dispersão: densidade e população dos municípios do Espírito Santo**

7A – Área urbana e população urbana

7B – Área urbanizada e população urbana

 $\ln$  (densidade populacional-área urbana)

Elaboração dos autores.

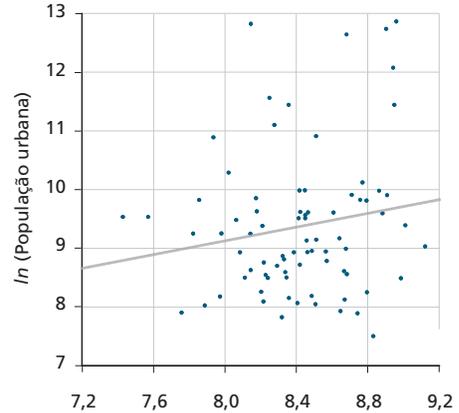
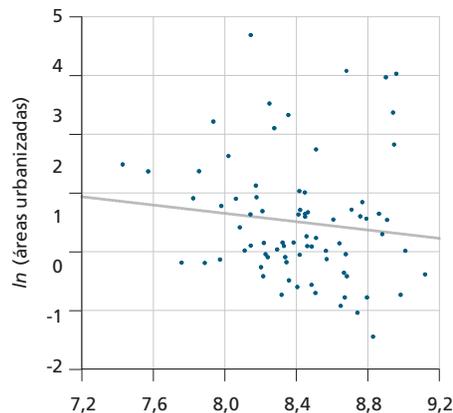
 $\ln$  (densidade populacional-área urbanizada)

GRÁFICO 8

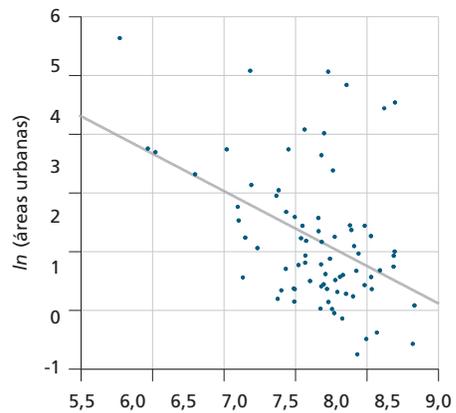
**Diagramas de dispersão: densidade e área dos municípios do Espírito Santo**

8A – Área urbanizada e população urbana

8B – Área urbana e população urbana

 $\ln$  (densidade populacional-área urbanizada)

Elaboração dos autores.

 $\ln$  (densidade populacional-áreas urbanas)

No gráfico 7, os resultados contidos nos diagramas de dispersão apresentados demonstram não haver uma relação robusta entre as variáveis consideradas. Parece não haver uma relação entre densidade e tamanho dos municípios, qualquer que seja a medida considerada. Entretanto, no gráfico 8, parece ocorrer uma relação negativa entre densidade populacional e tamanho dos municípios. Esta relação é mais forte para áreas urbanizadas. Buscando-se 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

	$\ln(Dens) = a + b\ln(\text{Área})$		$\ln(Dens) = a + b\ln(\text{População})$	
	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)
Observações	78	78	78	78
$R^2$ ajustado	0,178	0,001	-0,012	0,014

Elaboração dos autores.

Obs.: o sinal \*\*\* indica significância estatística a 1%.

Os resultados obtidos demonstram que, de fato, não ocorrem padrões empíricos robustos entre as variáveis consideradas. Em 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%, corresponde 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). Em 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 destas estimativas. Em termos gerais, estes 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>16</sup>

16. Rozenfeld *et al.* (2011) reportam resultados semelhantes em uma amostra com localidades dos Estados Unidos e Grã-Bretanha.

### 5.3 Distribuições em cauda longa

Nesta subseção são expostos resultados de estimações referentes a distribuições em cauda longa. O objetivo deste exercício é 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 (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. Quer-se estimar especificações da seguinte forma:

$$\ln(N(n_i)) = \ln A - \zeta \ln(n_i) + \varepsilon_i \quad (7)$$

Na equação, o termo  $N(n_i)$  equivale à posição de cada município do estado na classificação por tamanho, com  $n_i$  equivalendo à sua respectiva área (urbana ou urbanizada). O termo  $A$  corresponde a uma constante a ser estimada, enquanto  $\varepsilon_i$  representa um termo aleatório de erro, independente e identicamente distribuído (IID). Os resultados destas estimações estão contidos na tabela 8, que expõe estimativas referentes aos principais parâmetros de interesse da análise, assim como o coeficiente de determinação ajustado para cada especificação estimada.<sup>17</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)
$R^2$ ajustado	0,969	0,965
Observações	78	78

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Os erros-padrão das estimativas, reportados entre parênteses, foram calculados a partir do método de White (1980).

2. O sinal \*\*\* denota significância estatística do coeficiente estimado ao nível de 1%.

Os resultados reportados apontam para valores estimados do parâmetro  $\zeta$  que são, em todos os casos considerados, inferiores à unidade, com estes coeficientes sendo estatisticamente significativos a 1%, ao mesmo tempo 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. Isto demonstra, à primeira vista,

17. Devido à possibilidade de ocorrência de problemas de heterocedasticidade, os erros-padrão das estimativas foram calculados a partir do método de White (1980).

que a segunda distribuição tende a apresentar um menor grau de concentração que a primeira. Ainda assim, ambos os resultados demonstram não ocorrer uma adequação empírica da lei de Zipf aos dados.

## 6 ROBUSTEZ

Nesta seção do trabalho são reportados resultados de testes realizados para verificar a robustez dos principais resultados obtidos anteriormente. Dada a natureza descritiva dos resultados descritos na subseção 5.1, optou-se por conduzir testes de robustez relacionados às estimativas de coeficientes de distribuições em cauda longa, uma vez que estas estimativas podem vir a apresentar consideráveis vieses (Gabaix, 2009, seção 7). A intenção básica dos testes é verificar se os resultados anteriores são mantidos sob condições alternativas. Por conta disto, a primeira parte discute métodos alternativos de estimação de distribuições em cauda longa, enquanto a segunda contém resultados de testes de hipóteses relacionados a condições específicas das distribuições analisadas.

### 6.1 Métodos alternativos de estimação

Conforme citado anteriormente, estimativas relacionadas a distribuições em cauda longa nos moldes de distribuições de Pareto e Zipf foram obtidas a partir do método de MQOs. Uma vantagem relacionada a este método é a sua relativa simplicidade. Entretanto, há a possibilidade de ocorrência de vieses em estimações deste tipo relacionadas a distribuições em cauda longa, especialmente em amostras pequenas.

Por exemplo, ao se realizarem estimações envolvendo distribuições em cauda longa, faz-se necessário ordenar as unidades de análise em ordem decrescente de tamanho de área, o que gera a ordenação  $S_{(1)} \geq S_{(2)} \geq \dots \geq S_{(n)}$ . Esta ordenação prossegue até a  $n$ -ésima posição da distribuição, equivalente a um ponto de corte em sua cauda superior. Um problema relacionado a este procedimento diz respeito à escolha do ponto de corte, uma vez que parece não haver consenso na literatura quanto à melhor alternativa.<sup>18</sup> Estimações do gênero acabam por gerar erros-padrão com magnitude inferior aos erros-padrão verdadeiros. Por sua vez, para 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 estas observações.

---

18. "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". "A maioria dos pesquisadores aplicados se baseia em uma análise visual da adequação dos resultados para selecionar um limite ou, alternativamente, utiliza uma regra simples, como selecionar todas as observações que estejam dentre as 5% de maior valor na distribuição. Procedimentos sistemáticos exigem que o econometrista estime parâmetros adicionais (...) e nenhum procedimento ganhou ampla utilização até o presente momento" (Gabaix, 2009, p. 284, tradução nossa).

Por conta destes fatores, é uma prática comum na literatura empírica sobre o tema utilizar métodos alternativos de estimação, assim como formas de correção dos erros-padrão de estimativas obtidas a partir de métodos específicos. Levando em conta essas possibilidades, Gabaix e Ibragimov (2011) propuseram um método alternativo de estimação, correspondente à seguinte especificação:

$$\ln(N(n_i) - 0,5) = \ln A - \zeta \ln(n_i) + \varepsilon_i \quad (8)$$

Na 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 pequenas amostras, apresenta vantagens em relação ao método de MQOs, mesmo em distribuições em cauda longa que exibam diferenças em relação a leis de potências. Por conta disto, optou-se pela estimação desta nova forma funcional. Adicionalmente, são expostos na tabela os erros-padrão obtidos tanto via MQOs quanto via a metodologia de Gabaix e Ibragimov.<sup>19</sup> Os resultados estão contidos na tabela 9.

TABELA 9

**Robustez: estimativas de Gabaix e Ibragimov para áreas urbanas e áreas urbanizadas dos municípios do Espírito Santo**

Estimativa	Áreas urbanas	Áreas urbanizadas
$\zeta$ (Erro-padrão calculado por MQOs)	-0,701*** (0,018)	-0,782*** (0,021)
$\zeta$ (Erro-padrão corrigido)	-0,701*** (0,112)	-0,782*** (0,125)

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Os erros-padrão das estimativas estão reportados entre parênteses. Os erros-padrão corrigidos foram calculados a partir da fórmula  $\hat{\zeta}^{MQO} (n/2)^{-1/2}$ .

2. O sinal \*\*\* denota significância estatística dos coeficientes estimados ao nível de 1%.

Os resultados reportados na tabela 9 apontam, mais uma vez, para coeficientes de maior magnitude para áreas urbanizadas, em comparação a áreas urbanas. Vale notar que todos os coeficientes estimados são significativos a 1%, independentemente da forma de cálculo dos erros-padrão.

## 6.2 Testes de hipóteses

Um teste adicional que pode ser realizado é 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:

19. Há a possibilidade de vieses na estimativa obtida via MQOs, uma vez que o ordenamento das observações pode vir a gerar um padrão de autocorrelação positiva nos resíduos estimados. O erro-padrão assintótico das estimativas obtidas a partir do método de Gabaix e Ibragimov equivale a  $\hat{\zeta}^{MQO} (n/2)^{-1/2}$ , em que  $n$  equivale ao tamanho da amostra em questão.

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

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

Esta 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  $n_*$ , 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,  $|\frac{\hat{q}}{\hat{\zeta}^2}| > 1.95 \cdot (2n)^{-1/2}$ . Um coeficiente estimado para o termo quadrático que implique um valor de  $q$  maior que zero corresponde 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 sua vez, um valor inferior a zero representa uma situação inversa, com subdimensionamento de municípios de tamanho extremo e sobredimensionamento de municípios médios. A tabela 10 apresenta estimativas da especificação citada, 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)
Estatística-teste	0,033	0,072
Valor crítico	0,156	0,156
$R^2$ ajustado	0,982	0,982
Observações	78	78

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. As estimativas foram obtidas a partir do método proposto em Gabaix (2009).

2. Os erros-padrão das estimativas, reportados entre parênteses, foram calculados a partir do método de White (1980).

3. O sinal \*\*\* denota significância estatística dos coeficientes estimados ao nível de 1%.

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 em ambas as distribuições. Ou seja, a partir destes resultados, é possível afirmar que tanto as áreas urbanas quanto áreas urbanizadas 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.<sup>20</sup> 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 potência, ocorrem diferenças significativas em relação aos coeficientes estimados para amostras contendo áreas urbanas ou urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. Por conta disto, a tabela 10 reporta resultados de um teste de Wald, destinado a testar a hipótese de que  $\zeta = 1$  para cada uma das definições de área consideradas.

TABELA 11

**Robustez: teste de Wald para hipótese de validade da lei de Zipf ( $\zeta = 1$ )**

	Áreas urbanas	Áreas urbanizadas
Estatística $\chi^2$	8,204*** (0,004)	2,405 (0,121)

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. A hipótese nula do teste corresponde a  $\zeta = 1$ .

2. Na tabela são reportadas estatísticas do teste  $\chi^2$ .

3. Os  $p$ -valores associados estão dispostos entre parênteses.

4. O sinal \*\*\* denota significância estatística dos coeficientes estimados ao nível de 1%.

De acordo com os resultados referentes ao teste 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 nestas localidades.

20. Vale notar que, nos estudos voltados para outros contextos no Espírito Santo (como os referentes a tamanhos de cidades e projetos de investimento), não há padrões robustos relacionados à concavidade e convexidade das distribuições consideradas. Ver, a este respeito, Magalhães e Toscano (2011a; 2012a).

## 7 CONCLUSÕES E AGENDA DE PESQUISA FUTURA

Diferenças entre as áreas consideradas urbanas ou urbanizadas de municípios de um mesmo estado podem vir a afetar diagnósticos de importantes questões socioeconômicas. Este trabalho buscou demonstrar esta hipótese 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 estão listados a seguir.

- 1) Ocorrem nítidas diferenças, em termos de áreas urbanas e urbanizadas, entre os municípios do Espírito Santo. A magnitude destas diferenças equivale, em média, a duas vezes.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) A adequação empírica de leis de potências, como a lei de Zipf, tende a variar de acordo com o conceito de área empregado. Não é possível rejeitar a hipótese de que a distribuição de áreas urbanizadas dos municípios espírito-santenses esteja de acordo com a referida lei, 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, nos moldes sugeridos por Nechyba e Walsh (2004). Isto poderia gerar informações sobre a dinâmica urbana de municípios do Espírito Santo úteis para a elaboração de políticas destinadas a amenizar problemas como criminalidade, congestionamentos de trânsito e localização de imóveis comerciais e residenciais.

Outra sugestão de pesquisa 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. Nos últimos anos, foram divulgados estudos em economia que vêm utilizando dados obtidos a partir de imagens via satélite para avaliação de importantes questões, como expansão urbana e crescimento econômico. Conforme citado anteriormente, Burchfield *et al.* (2006) utilizam dados de sensoriamento remoto para mensurar o processo de expansão urbana ocorrido em cidades norte americanas ao longo do período 1976-1992.

Por sua vez, Henderson Storeygard e Weil (2012) 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>21</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. Sugere-se a produção de um maior volume de pesquisa relacionando estas valiosas ferramentas de análise.

## REFERÊNCIAS

ADAMIC, L. A. **Zipf, power-laws, and Pareto – a ranking tutorial**. Information Dynamics Labs, 2002. 4 p. No prelo.

ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. **O recente desempenho das cidades médias no crescimento populacional urbano brasileiro**. Rio de Janeiro: Ipea, mar. 1998. 30 p. (Texto para Discussão, n. 554).

BERGAMASCHI, R. B.; JABOUR DE FRANÇA, C.; HOLZ, S. **Mapeamento e diagnóstico das áreas urbanizadas do estado do Espírito Santo**. IJSN, 2010. 9 p. No prelo.

BRASIL. **Estatuto da cidade e legislação correlata**. 2. ed. Brasília: Senado Federal, 2002. 80 p.

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.

\_\_\_\_\_. Power Laws. In: DURLAUF, S. N.; BLUME, L. E. (Eds.). **The New Palgrave Dictionary of economics**, 2nd ed. London: McMillan, 2008.

\_\_\_\_\_. Power laws in economics and finance. **Annual review of economics**, v. 1, p. 255-293, 2009.

21. Para outro exemplo de análise com dados obtidos a partir de imagens via satélite, relacionado à mensuração do setor informal no México, ver Ghosh et al. (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**, v. 4, p. 2.341-2.378, 2004.

GHOSH, T. *et al.* 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. **American economic review**, v. 102, n. 2, p. 994-1.028, Apr. 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>>.

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**. IJSN, 2011. 32 p. (Texto para Discussão, n. 24).

LEITE, L. M.; MAGALHÃES, M. A. Desigualdades intraestaduais no Espírito Santo: uma abordagem espacial exploratória. **Revista de economia**, v. 38, n. 1(36), p. 55-92, jan.-abr. 2012.

MAGALHÃES, M. A.; TOSCANO, V. N. Radiografando os processos de crescimento econômico e convergência de renda nos municípios do Espírito Santo. **Teoria e evidência econômica**, v. 16, n. 35, p. 272-305, jul.-dez. 2010.

\_\_\_\_\_. Hierarquia urbana e polarização populacional: um estudo a partir de cidades do Espírito Santo. *In*: FERRARI, M. A. R.; ARTHMAR, R. (Orgs.). **Novas leituras sobre a economia do Espírito Santo**. Vitória: PPGeco/CORECON-ES, 2011a. p. 121-146.

\_\_\_\_\_. Medindo a concentração de investimentos regionais: o caso do estado do Espírito Santo. **Planejamento e políticas públicas**, v. 36, n. 1, p.145-170, Jan.-Jun. 2011b.

\_\_\_\_\_. Assimetria e concentração: um estudo empírico da distribuição de investimentos previstos para o estado do Espírito Santo, 2009-2014. **Nova economia**, v. 22, n. 2, p. 327-371, maio-ago. 2012a.

\_\_\_\_\_. Distribuições em cauda longa e comércio internacional: uma investigação empírica de padrões de concentração na pauta de exportações do Espírito Santo, em 1996-2010. **Ensaios FEE**, v. 33, n. 2, p. 571-602, nov. 2012b.

MAGALHÃES, M. A.; TOSCANO, V. N.; BERGAMASCHI, R. B. Revisitando a lei de Zipf: o caso de áreas urbanas e urbanizadas dos municípios do Espírito Santo. *In: ENCONTRO DE ECONOMIA DO ESPÍRITO SANTO*, 3., 2012, Vitória. **Anais...** Vitória: EEES, 2012. 18 p.

MIRANDA, E. E.; GOMES, E. G. GUIMARÃES, M. **Mapeamento e estimativa da área urbanizada do Brasil com base em imagens orbitais e modelos estatísticos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.urbanizacao.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 10 out. 2012.

MIRANDA, R. A.; BADIA, B. D. A evolução da distribuição do tamanho das cidades de Minas Gerais: 1920-2000. *In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA*, 12., 2006, Minas Gerais. **Anais...** Minas Gerais: CEDEPLAR, 2006, 18p.

MORANDI, A. M.; PELA, A. C. A. S.; SESSA, C. B.; TRINDADE, L. Z. Convergência de renda e dinâmica regional no Espírito Santo. *In: OLIVEIRA, C. W. A.; MONASTERIO, L. (Orgs.). Dinâmica regional e convergência de renda: uma análise para os municípios brasileiros selecionados no período 2002-2007*. Brasília: Ipea, 2011. p. 101-133.

NECHYBA, T. J.; WALSH, R. P. Urban sprawl. **Journal of economic perspectives**, v. 18, n. 4, p. 177-200, 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. No prelo.

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.

Originais submetidos em julho de 2012. Última versão recebida em novembro 2012. Aprovado em novembro de 2012.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

#### MACRORREGIÕES DE PLANEJAMENTO E MICRORREGIÕES ADMINISTRATIVAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

O quadro A.1 apresenta as macrorregiões de planejamento e as microrregiões de gestão administrativa do estado do Espírito Santo, assim como os municípios que as compõem.

A primeira coluna do quadro A.1 apresenta as macrorregiões, a segunda coluna apresenta as microrregiões e a terceira coluna contém os municípios correspondentes a cada região considerada.

#### QUADRO A.1

#### Macrorregiões de planejamento e microrregiões de gestão administrativa do estado do Espírito Santo

Macrorregião	Microrregião	Município	
Metropolitana	Central Serrana	Itaguaçu	
		Itarana	
		Santa Leopoldina	
		Santa Maria de Jetibá	
		Santa Teresa	
	São Roque do Canaã		
	Metrópole Expandida Sul		Alfredo Chaves
			Anchieta
			Iconha
			Itapemirim
Metropolitana	Metropolitana	Marataízes	
		Piúma	
		Cariacica	
		Fundão	
		Guarapari	
	Polo Linhares		Serra
			Viana
			Vila Velha
			Vitória
			Aracruz
Sudoeste Serrana		Ibiraçu	
		João Neiva	
		Linhares	
		Rio Bananal	
		Sooretama	
		Afonso Cláudio	
		Brejetuba	
Conceição do Castelo			
Domingos Martins			
Laranja da Terra			
Marechal Floriano			
Venda Nova do Imigrante			

(Continua)

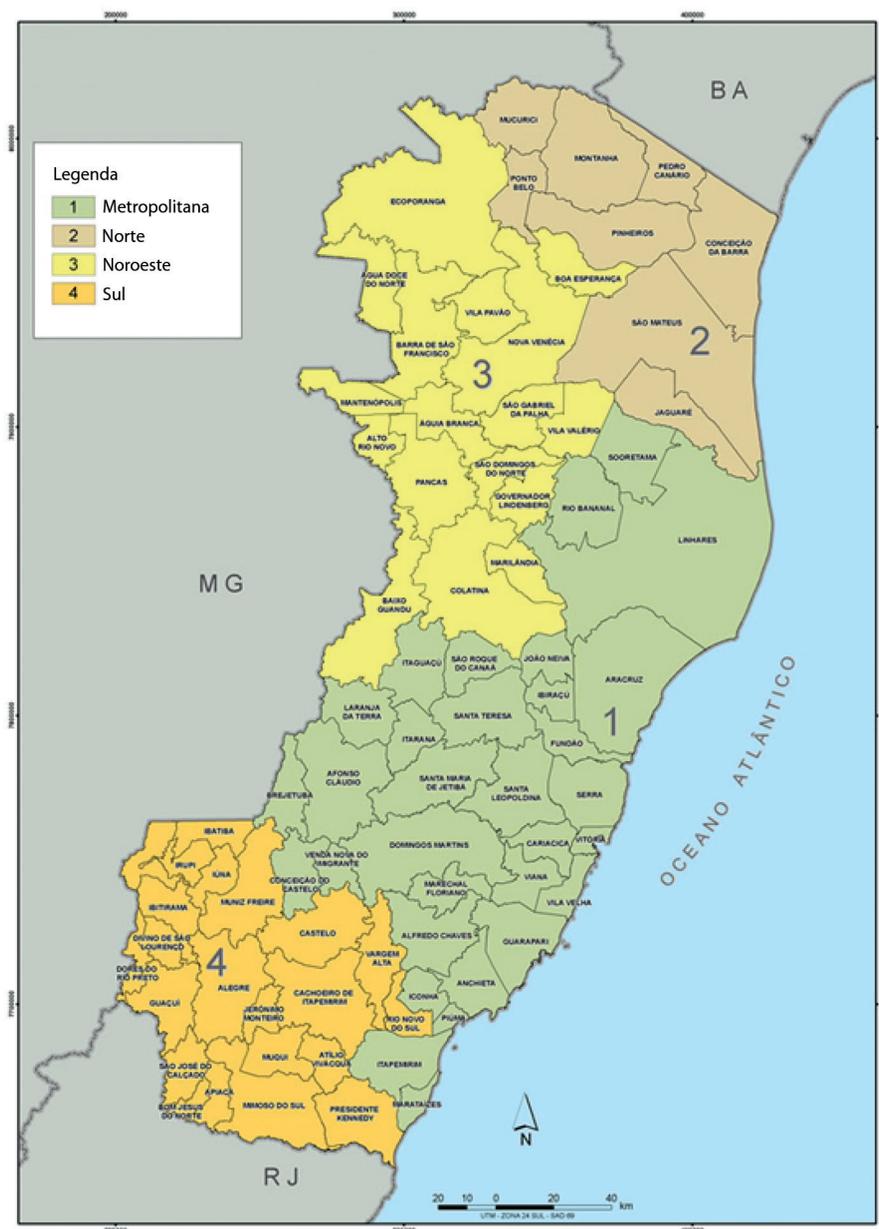
(Continuação)

Macrorregião	Microrregião	Município
Noroeste	Noroeste 1	Água Doce do Norte
		Barra de São Francisco
	Noroeste 2	Ecoporanga
		Mantenópolis
		Vila Pavão
		Águia Branca
Norte	Polo Colatina	Boa Esperança
		Nova Venécia
		São Domingos do Norte
	Extremo Norte	São Gabriel da Palha
		Vila Valério
		Alto Rio Novo
Sul	Litoral Norte	Baixo Guandu
		Colatina
		Governador Lindenberg
	Caparaó	Marilândia
		Pancas
		Montanha
Sul	Litoral Norte	Mucurici
		Pinheiros
		Ponto Belo
	Caparaó	Conceição da Barra
		Jaguaré
		Pedro Canário
Sul	Caparaó	São Mateus
		Alegre
		Divino de São Lourenço
	Polo Cachoeiro	Dores do Rio Preto
		Guaçuí
		Ibatiba
Sul	Polo Cachoeiro	Ibitirama
		Irupi
		Lúna
	Polo Cachoeiro	Muniz Freire
		São José do Calçado
		Apiacá
Sul	Polo Cachoeiro	Atilio Vivacqua
		Bom Jesus do Norte
		Cachoeiro de Itapemirim
	Polo Cachoeiro	Castelo
		Jerônimo Monteiro
		Mimoso do Sul
Polo Cachoeiro	Muqui	
	Presidente Kennedy	
	Rio Novo do Sul	
Sul	Polo Cachoeiro	Vargem Alta

Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).  
Elaboração dos autores.

Os mapas A.1 e A.2 contêm a divisão do estado nas macrorregiões e microrregiões citadas.

MAPA A.1  
Macrorregiões de planejamento do estado do Espírito Santo



Fonte: IBGE; IJSN; e estado do Espírito Santo – Lei Estadual nº 5.120 de 30/11/1995.

Elaboração: IJSN.

Obs.: imagem reproduzida em baixa resolução em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do Editorial).



## APÊNDICE B

**CONSTRUÇÃO DE ÁREAS URBANIZADAS DOS MUNICÍPIOS DO ESPÍRITO SANTO<sup>1</sup>**

O mapeamento das áreas efetivamente urbanizadas nos municípios do estado do Espírito Santo foi realizado a partir da utilização conjunta de ortofotos e do *software* de geoprocessamento ArcGis (versão 9.3), buscando assim identificar e vetorizar digitalmente em tela as áreas urbanizadas de cada município. Levaram-se em consideração zonas dos municípios ocupadas por edificações de forma contínua e ainda zonas com influência antrópica, tais como terrenos preparados para ocupação, mesmo em casos onde estes terrenos estivessem vazios. As ortofotos utilizadas, capturadas em 2007, foram cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (Iema). Elas são compatíveis com a escala 1:15.000 PEC-A, com 1 m de resolução espacial, utilizando-se a projeção do Sistema Universal Transverso de Mercator (UTM) e o *datum* WGS84.

Por sua vez, os *shapefiles* das áreas urbanas dos municípios espírito-santenses foram construídos a partir da interpretação das leis de perímetro urbano sobre as ortofotos do Iema. Especificamente, a aquisição das leis de perímetro urbano junto às prefeituras foi uma etapa particularmente demorada durante o período do projeto, visto que foi fruto de uma extensa pesquisa nos municípios com o intuito de obter as respectivas leis e anexos. Há de se ressaltar ainda que em alguns municípios as leis encontradas eram bastante desatualizadas. Ainda, em alguns municípios, não foram encontrados os marcos legais georreferenciados que indicassem o polígono de perímetro urbano. Neste caso, buscou-se auxílio complementar junto às prefeituras municipais com o intuito de sanar dúvidas remanescentes.

A partir desses procedimentos, foram gerados *shapefiles* das áreas urbanizadas nos municípios, o que possibilitou, em última instância, a comparação visual das áreas urbanas e urbanizadas de cada localidade analisada. Assim, com a utilização do ArcGis, calculou-se a área (em quilômetros quadrados) de cada polígono referente às áreas urbana e urbanizada dos 78 municípios do Espírito Santo. Em seguida, utilizando-se dados da Contagem de População de 2007 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2007), foram calculadas as densidades demográficas de cada município e distrito do estado. Em um primeiro momento, calculou-se a densidade demográfica da área urbana. Posteriormente, o mesmo cálculo foi realizado considerando a área efetivamente urbanizada de cada município.

Os dados de população mencionados correspondem a estimativas oriundas do IBGE, referentes à contagem populacional de 2007 – ano escolhido com base

---

1. Este apêndice é baseado em Bergamaschi, Jabour de França e Holz (2010) e Jabour de França e Bergamaschi (2011).

na disponibilidade das ortofotos do Iema. Os dados da contagem do IBGE abrangem 93,5% dos municípios do estado do Espírito Santo, ficando de fora apenas cinco municípios com população superior à faixa de abordagem de 170 mil habitantes. Para municípios com mais de 170 mil habitantes, não contemplados pela contagem populacional do IBGE, optou-se pela utilização do método  $A_i B_i$  para estimação da população municipal ou distrital. Tal é o método utilizado pelo IBGE em estimativas populacionais relacionadas a áreas com populações reduzidas.<sup>2</sup>

## REFERÊNCIAS

- BERGAMASCHI, R. B.; JABOUR DE FRANÇA, C.; HOLZ, S. **Mapeamento e diagnóstico das áreas urbanizadas do estado do Espírito Santo**. IJSN, 2010. 9 p. No prelo.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população 2007**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem.pdf>>.
- JABOUR DE FRANÇA, C.; BERGAMASCHI, R. B. **Mapeamento das áreas periurbanas do Espírito Santo**. IJSN, 2011. 32 p. (Texto para Discussão, n. 24).
- LOUREIRO, A. O. F.; SULIANO, D. C. **Projeções populacionais para os municípios e distritos do Ceará, 2007-2011**. Ipece, jun. 2008, 9 p. (Nota Técnica, n. 29).

---

2. Para um exemplo de aplicação desse método no contexto regional, ver Loureiro e Suliano (2008).