

## **Dasimetria aplicada à análise espacial da ocupação humana na cidade de Acreúna - Goiás**

Helci Ferreira Ramos<sup>1</sup>

Alex Mota dos Santos<sup>2</sup>

Fabrizia Gioppo Nunes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA  
Caixa Postal 131 – 74001-970 - Goiânia - GO, Brasil  
helcramo@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Rondônia – UNIR/DEA  
Número 351 - 76801-974– Ji-Paraná - RO, Brasil  
alex@unir.br

**Abstract.** The mapping offers numerous methods of spatial data of human occupation, including the method for coroplético representing of data, eg population density. However, this method considers the population occurs throughout the area of the census tract, which was not observed in the real world, because in the urban area can identify vacant lots, park areas, dams, parks, which are not inhabited. Therefore, the method dasimétrico search through complementary information, revealing the occurrence of phenomena, ie, where the population is actually found within the census polygon. From this finding, this study aimed to apply the method dasimétrico the spatial analysis of human settlement (population density) in the city of Acreúna - Goiás. Therefore, we applied techniques of digital image processing and spatial statistics. As a result, it was observed that the urban perimeter of Acreúna dominated pastures, which occupied 54.29% of the total area, followed by the urban area (36.86%) and woody vegetation (8.85%). Furthermore, it was observed that the population density increased, because the effective area of human occupation decreases within the census tract.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, spatial analyst, dasimetric, sensoriamento remoto, processamento de imagens, análise espacial, dasimetria.

### **1. Introdução**

As análises espaciais são requisitos mínimos em toda e qualquer pesquisa realizada sobre o espaço. Segundo Corrêa (2003) é infundável as práticas através das quais são criadas, mantidas, desfeitas e refeitas as formas e as interações espaciais. Por análise espacial compreendem-se os estudos no espaço, suas relações, evoluções temporais e espaciais dos processos e fenômenos sociais, ambientais e econômicos.

Nos ambientes urbanos as análises espaciais podem revelar como ocorreram as interações entre sociedade e natureza. Nesse sentido, umas das análises mais recorrentes em ambientes urbanos são àquelas voltadas para o cálculo de densidade da população por uma unidade de área, que normalmente é denominada de setor censitário. Os setores censitários são considerados a menor unidade territorial, formada por área contínua, integralmente contida em área urbana ou rural (IBGE, 2010).

Segundo Lopes e Santos (2013), a espacialização de dados de densidade demográfica dos censos comumente é realizada utilizando-se do método coroplético para manifestação zonal. Tal método considera que a população ocorre por toda a área do setor censitário. Contudo, no mundo real não se observa tal manifestação e identifica-se num setor censitário a

ocorrência de parques, lotes baldios, lagos e lagoas, que não são áreas habitadas. Além disso, segundo Morato et al. (2010), a partir do uso do método coroplético ocorre a determinação arbitrária das áreas, frequentemente associada a conveniência no levantamento dos dados ou limites políticos.

Este tipo de mapeamento é muito simples, mas, apesar de sua simplicidade, mapas Coropléticos têm utilidade limitada para análise espacial detalhada dos dados sobre a população, especialmente onde as populações humanas estão concentradas em relativamente pequeno número de aldeias, vilas e cidades. No entanto, o método coroplético encontraria firme aplicação, mais tarde, na Geografia do fim do século XIX com Levasseur, sendo recomendado para valores relativos, com ampla difusão na representação da densidade demográfica, que fora tema clássico da Geografia (Martinelli, 2010).

Langford e Unwin (1994) verificaram três problemas significativos associados com mapas estruturados a partir do método coroplético. Primeiro, as áreas de enumeração são arbitrariamente determinadas para a coleta de dados por conveniência, posteriormente, a criação de polígonos grandes para as regiões onde a densidade populacional é baixa e polígonos pequenos para regiões onde há alta densidade populacional. Segundo, as áreas de enumeração atuam como filtros passa-baixa, generalizam os altos e baixos valores, e remove a especialização espacial dos fenômenos mapeados.

Segundo Bielecka (2005) mapas coropléticos por unidades administrativas dão a impressão de que a população está distribuída homoganeamente ao longo de cada unidade de área, mesmo quando partes da região são, na realidade, desabitada.

Segundo Martinelli (2010), uma importante variante do método coroplético foi colocada por Harness.

Em uma sua publicação de 1837 apresentou uma nova forma de resolver os mapas coropléticos. Num mapa da população da Irlanda do Norte mostrou o que teria sido o primeiro exemplo de mapa dasimétrico. O autor propôs tal novo procedimento por não estar satisfeito com os cortes estatísticos para se obter as classes de valores relativos, preenchendo com determinada cor por igual toda a extensão de dada unidade de observação. Tratou de considerar valores estimados das partes que poderiam ser divididas a área de observação, isto é, em duas partes, refazendo o cálculo em reiteradas vezes a partir do valor dado para a unidade de observação tomada como inteira. (p. 9).

Assim, no caso da análise espacial da ocupação urbana para discussão da densidade demográfica, o método dasimétrico propõe alternativas para identificação de ocorrência da área habitada. Com isso, segundo Morato et al. (2010) um mapa de densidade demográfica pelo método dasimétrico não é feito levando-se em consideração toda a área do polígono

original, mas apenas as áreas efetivamente habitadas. Harness utilizou mapa dasimétrico e tratou de considerar valores estimados das partes que poderiam ser divididas a área de observação, isto é, em duas partes, refazendo o cálculo em reiteradas vezes a partir do valor dado para a unidade de observação tomada como inteira (Martinelli, 2010).

As metodologias para redefinição de área habitada dentro do setor censitário são variadas, em que se destaca Bielecka (2005); Morato et al. (2010); Silva (2011); Lopes e Santos (2013), que aplicaram o processamento digital de imagens a partir da classificação e Gavlak (2010) que aplicou um método multivariado para geração de superfícies de distribuição populacional.

Assim, o processamento digital de imagens se mostra valioso para extrair dados e informações em áreas urbanas. Segundo Crósta (1992) o Processamento Digital de Imagens (PDI) de sensoriamento remoto (SR) trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar a informação de interesse para determinados fins.

Assim, a partir de tais constatações este trabalho tem como objetivo identificar áreas urbanizadas dentro dos setores censitários do IBGE valendo-se o PDI. A análise foi aplicada ao município de Acreúna, Estado de Goiás.

## 2. Metodologia

Como referido à análise foi empregada para a cidade de Acreúna, que se localiza na microrregião Vale do Rio dos Bois na mesorregião Sul Goiano (Figura 1). Segundo o censo do ano de 2010 o município de Acreúna possuía 20.279 habitantes numa área de 1.565,997 km<sup>2</sup> o que revelou densidade demográfica de 12,95 habitantes por km<sup>2</sup>. A população que vivia na cidade era de 16.969 habitantes no período do censo (IBGE, 2010).

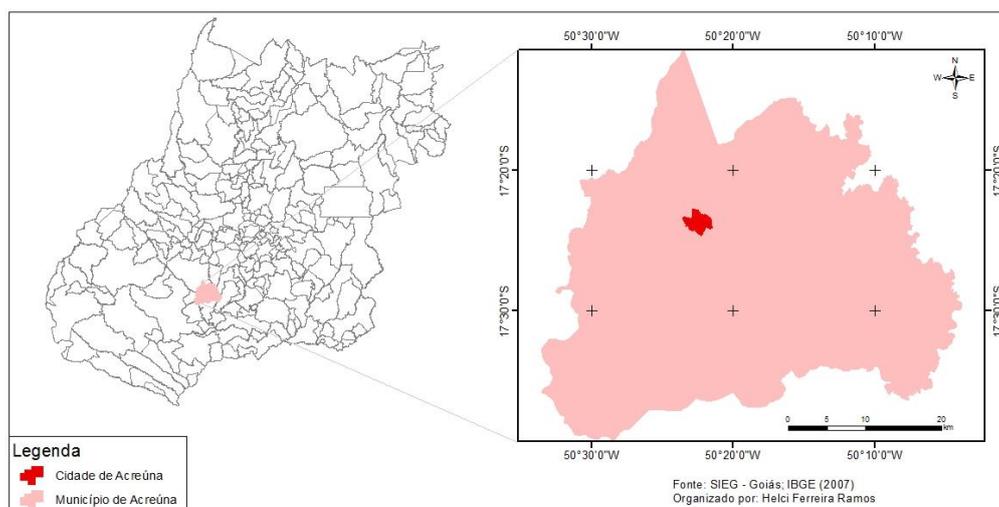


Figura 1. Mapa de localização da cidade de Acreúna.

A análise foi realizada a partir imagens de sensoriamento remoto orbital de alta resolução espacial disponível gratuitamente pelo Google Map<sup>®</sup> do ano de 2010.

As imagens foram segmentadas, classificadas e em seguida realizou-se a análise de padrão para identificação dos usos do solo no Sistema de Processamento de Informação Georreferenciada (SPRING) versão 5.2 (CÂMARA et al. 1996), disponibilizado gratuitamente pelo INPE.

Segundo Gonzalez e Woods (2000) a segmentação subdivide uma imagem em suas partes ou objetos constituintes. Segundo Santos et al. (2010), o nível até o qual essa subdivisão deve ser realizada depende do problema a ser resolvido. A segmentação pára quando os objetos de interesse tiverem sido isolados. Esta técnica pode determinar a descontinuidade (detecção de pontos, de linhas), a borda ou fronteira (bacias), a limiarização e regiões (CÂMARA et al. 1996).

Após a segmentação aplicou-se a classificação de imagens. Segundo Santos et al. (2010), a classificação proporciona a detecção de padrões que indicam um arranjo espacial, este arranjo caracteriza, por exemplo, a vida socioeconômica-ambiental de uma região. Ainda segundo os autores esta é uma técnica recorrente, já que sempre estamos classificando para segregar ou agregar, facilitando assim o entendimento da dinâmica das paisagens terrestres. Nesse trabalho foi dispensada a análise de performance da classificação devido à alta qualidade das imagens do Google.

O mapa dasimétrico foi obtido a partir da operação espacial em SIG, no qual foi realizada a combinação dos setores censitários com o limite da área urbana do município de Acreúna obtida a partir do Processamento Digital de Imagens e sintetizada no esquema da Figura 2.

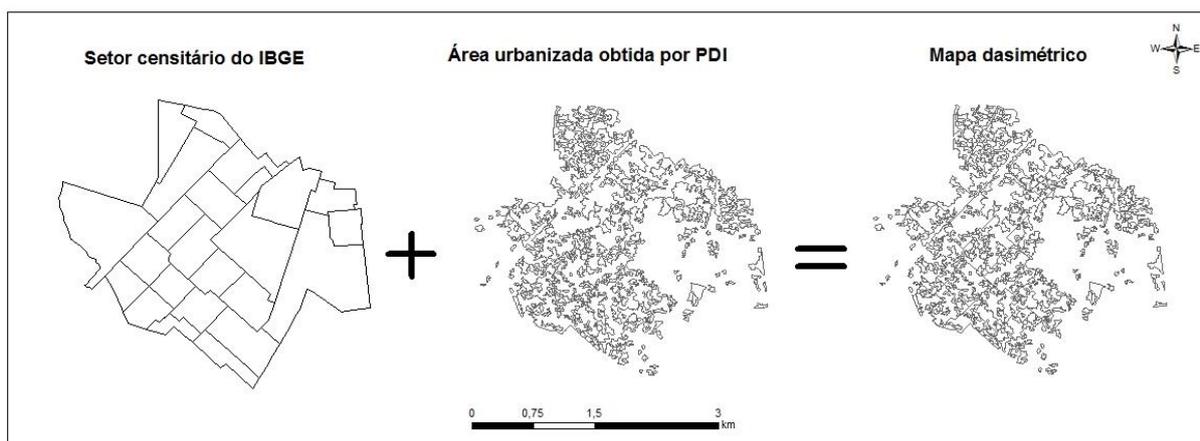


Figura 2. Esquema de obtenção da área efetivamente urbanizada dos setores censitários em Acreúna.

O método utilizado partiu de três etapas básicas: (i) eliminaram-se as áreas onde não havia presença humana (ii) aplicou-se informações adicionais, indicadoras de presença humana para gerar uma superfície de ocorrência potencial da população (iii) redistribuiu-se os valores de contagem populacional do setor censitário em cada célula proporcionalmente a um

potencial de ocorrência de população definido pelas variáveis indicadoras. Com isso a população nos setores censitários foi redistribuída proporcionalmente para cada polígono respectivo, de acordo com as relações definidas entre as variáveis indicadoras da presença da população.

### 3. Resultados e discussão

O primeiro mapa apresenta a densidade demográfica por setor censitário a partir dos dados brutos do IBGE, onde se identificou que a menor área foi de 0,0819 km<sup>2</sup> e maior área de 0,9583 km<sup>2</sup>. Além disso, foi no menor setor censitário em área que se identificou o maior número de habitantes o que resultou numa densidade de 14 habitantes por km<sup>2</sup>.

No censo de 2010 a cidade de Acreúna apresentou 35 setores censitários urbanos, no entanto observou-se a distribuição homogênea dos habitantes nos polígonos censitários do IBGE (Figura 3). Destaca-se o fato de que dos 35 setores, somente 24 possuíam efetivamente densidade populacional compatível com área urbana.

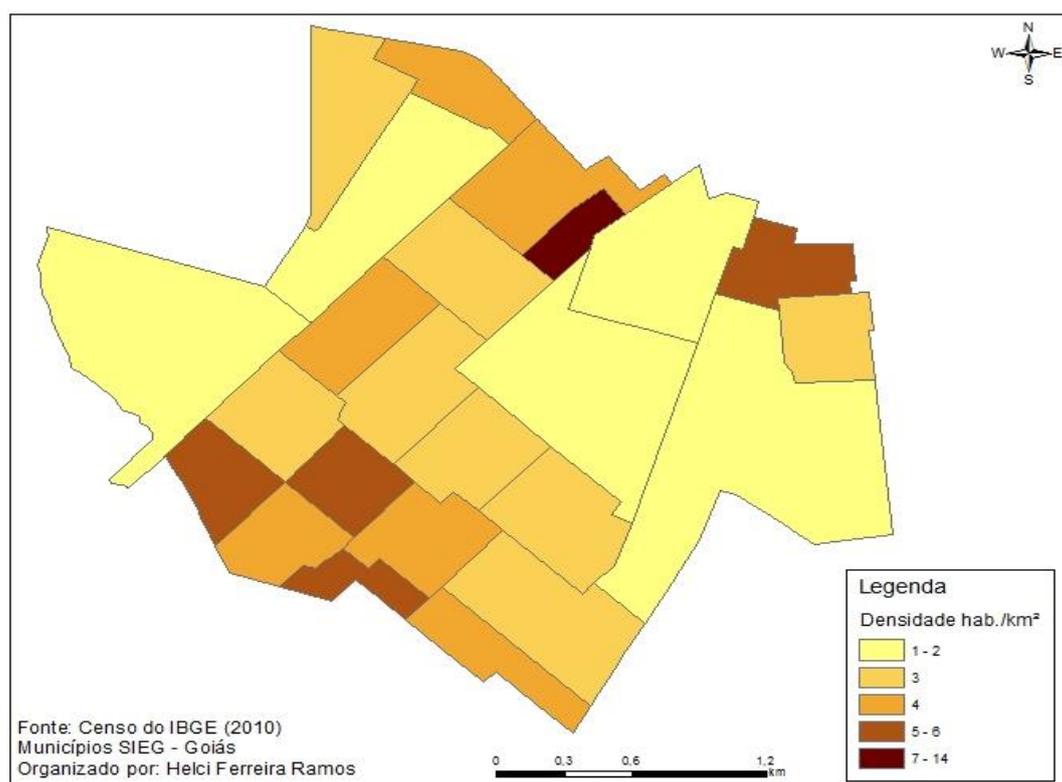


Figura 3. Densidade demográfica de Acreúna, Goiás, a partir dos setores censitários do IBGE.

A classificação de imagens possibilitou melhor definição das áreas onde realmente a população está localizada na área urbana da cidade de Acreúna - GO, (Figura 4).

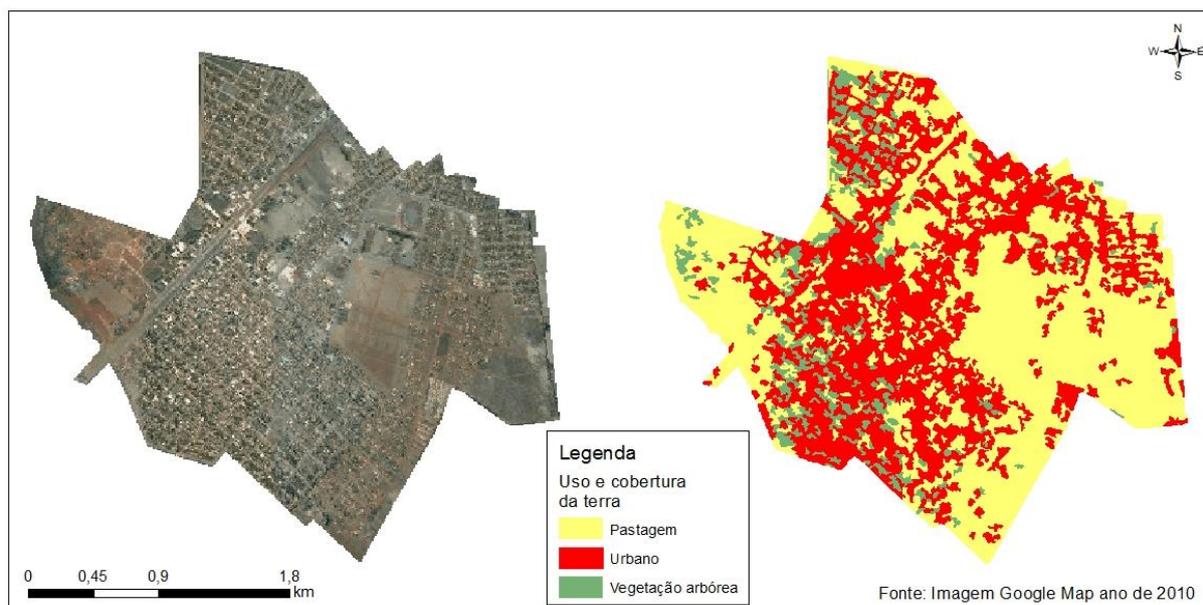


Figura 4. Classificação da área urbana da cidade de Acreúna.

A imagem foi segmentada e posteriormente classificada pelo método Battacharya, que foi possível obter a melhor distinção entre áreas realmente construídas e áreas vazias (pastagem e vegetação arbórea). Este tipo de mapeamento é de grande importância para planejamento urbano e ambiental, e foi utilizado para gerar o mapa dasimétrico. Em SIG foi estruturado a conversão para formado vetorial para facilitar o cruzamento dos dados com os polígonos censitários do IBGE que também são arquivos vetoriais.

A análise quantitativa do uso do solo no perímetro urbano está apresentada na Tabela 1, em que destaca a predominância de pastagem (54,29%), seguida da área urbana (36,86%) e vegetação arbórea (8,85%). Conforme o resultado observou que a cidade de Acreúna possui pequena área de cobertura vegetal arbórea. Nesse sentido, é sabido que a arborização contribui para a ornamentação, melhoria do microclima e consequente diminuição da poluição já que as plantas absorvem o gás carbônico.

Tabela 1. Análise quantitativa dos usos do solo na área urbana, cidade de Acreúna.

Classe de Uso	Área (km <sup>2</sup> )	% Área
Urbano	2,58	36,86
Vegetação arbórea	0,56	8,85
Pastagem	3,80	54,29
<b>Total</b>	<b>7,00</b>	<b>100%</b>

O mapa dasimétrico (Figura 5) estruturado a partir da área edificada através da imagem orbital resultou em novos valores de densidade, já que observou-se redução das áreas ocupadas pela população no interior dos polígonos censitários do IBGE. Vale destacar que

conforme se observou na Figura 5, por comparação com a Figura 3, o setor com maior densidade demográfica foi identificado na região periférica, ou área de expansão na cidade de Acreúna.

Ainda, por comparação entre a Figura 3 (densidade IBGE) e Figura 5 (densidade pelo mapa dasimétrico) foi possível observar valores mais realístico de densidade, pois é sabido que as pessoas não habitam todo o polígono censitário. Com efeito, identificou-se apenas alguns polígonos caracterizando-se por áreas isoladas de aglomerados urbanos e maior densidade que aumentou em sete vezes.

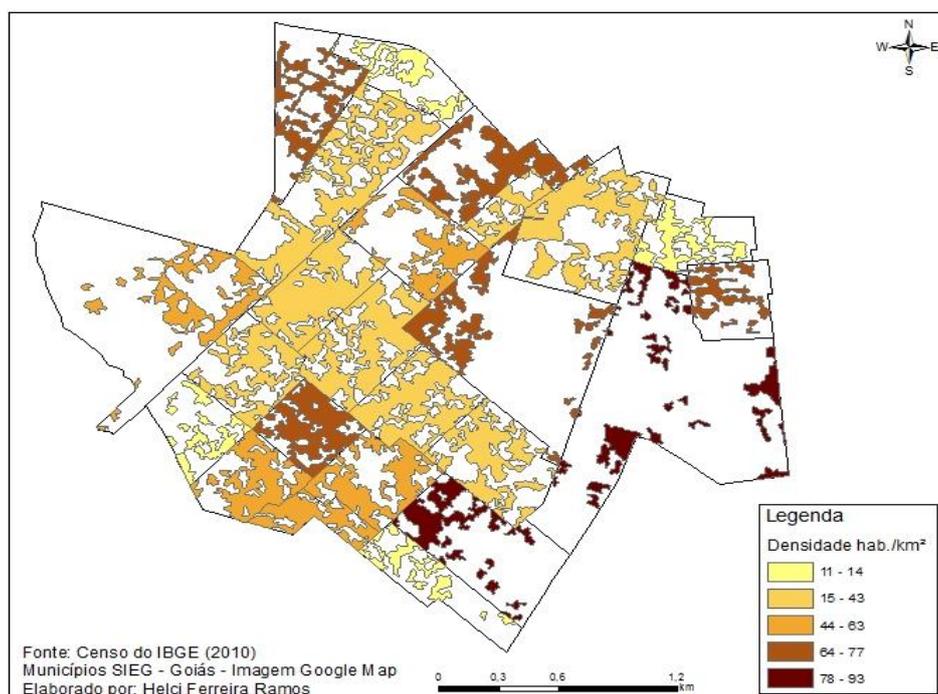


Figura 5. Mapa dasimétrico de densidade demográfica da cidade de Acreúna.

A partir do mapa dasimétrico da Figura 5 foi possível realizar análise em detalhe para o setor censitário do IBGE de ID número 4626 localizado na parte norte da cidade. Como observado na Figura 6 o polígono IBGE apresentou a população distribuída por todo polígono, não distinguindo no mesmo onde a população se concentra, por tanto recebendo 100% da distribuição da população no polígono e densidade demográfica de 1,6 hab./km<sup>2</sup>. Após a análise em função da variável área urbana identificada pela imagem de satélite foi possível indicar com maior precisão qual área a população pode ser encontrada já que foi caracterizada como áreas construídas. A partir daí foi possível identificar densidade de 7,2 hab./km<sup>2</sup> no mesmo polígono do censitário do IBGE. Observou-se que parte da área é ocupada por pastagem (59,95%), vegetação arbórea (1,65%), e urbano (38,40%).

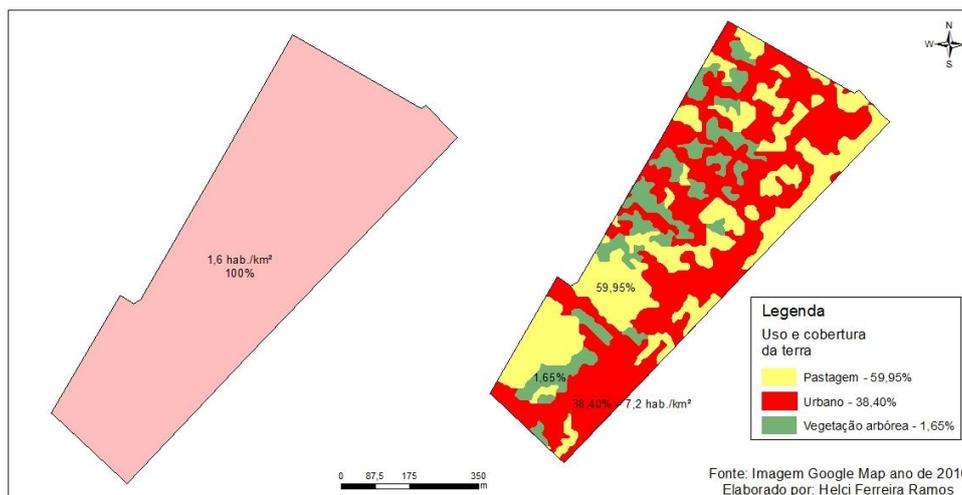


Figura 6. Mapa dasimétrico da densidade demográfica de um setor censitário da cidade Acreúna.

#### 4. Conclusões

O método dasimétrico mostrou-se eficiente para mapear a densidade demográfica em Acreúna, pois se obteve valores mais realísticos da densidade demográfica na sua área urbana. Tais dados no formato final podem ser aplicados ao planejamento de forma mais confiável, já que se obtiveram as áreas onde realmente a população se encontrava.

Além disso, o texto apresentou uma reflexão importante sobre a necessidade de se repensar o modo de espacialização dos dados do censo IBGE.

A partir dos resultados é possível concluir que a utilização de imagens orbitais de sensoriamento remoto, quando adequadamente tratadas podem contribuir para melhor precisão e identificação de densidade demográfica e estruturação de mapa dasimétrico. No entanto, acredita-se que se deve ter cuidado com dados orbitais de moderada resolução espacial, pois nestes o pixel pode apresentar confusão espectral que dificulta a discriminação de alvos.

#### Citações e Referências

Bielecka, E. A **Dasymetric Population Density Map of Poland**. Institute of Geodesy and Cartography, Warsaw, Poland, 2005.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, Juan. **SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. Computers & Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas, São Paulo, 1992.

Gavlak, A. A. **Aplicação de um método multivariado para geração de superfícies de distribuição populacional**. 2010. Disponível em: <[http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2010/10.07.14.51/doc/andre\\_gavlak\\_resumo.pdf](http://mtc-m19.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2010/10.07.14.51/doc/andre_gavlak_resumo.pdf)>. Acesso em: 12 set. 2012.

Gonzalez, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. Ed. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, 2000.

**Da Rocha, V. N. L. ; SANTOS, A. M. . Cálculo da Densidade Demográfica da Cidade de Vilhena/RO Através do Método Dasimétrico**. In: XI Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental, 2013, São Paulo. **Anais do XI Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental**, 2013. v. 1. p. 228-234.

Morato, R. G. ; Kawakubo, F. S. ; Machado, R. P. P. **Mapa de densidade demográfica dasimétrico da área urbana do município de Alfenas (MG)**. In: II Simpósio Internacional Caminhos Atuais da Cartografia na Geografia, 2, São Paulo. **Anais...**São Paulo: FFLCH/USP, 2010. Artigos, p. 1599-1609. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/publication/224860796\\_Mapasimetrico\\_de\\_densidade\\_demografica\\_da\\_rea\\_urban\\_a\\_do\\_municpio\\_de\\_Alfenas\\_%28MG%29](http://www.researchgate.net/publication/224860796_Mapasimetrico_de_densidade_demografica_da_rea_urban_a_do_municpio_de_Alfenas_%28MG%29)>. Acesso em: 13 ago. 2012.

Lopes, J. M.A.; Santos, A.M. **Metodologia para Estruturação de Mapa Dasimétrico**: Análise de densidade demográfica do Censo de 2010 para cidade de Ji-Paraná (RO). In: I Encontro Nacional de Geografia. Colonização, Território e Meio Ambiente em Rondônia. ISSN 2317-3661