

Mapeamento Temporal das Áreas Urbanas no Eixo Brasília-Anápolis-Goiânia através dos Sensores Orbitais DMSP/OLS e Landsat 5 - TM

Eula Regia Sena Santos¹
Manuel Eduardo Ferreira¹

¹ Universidade Federal de Goiás - UFG/IESA
Lab. de Processamento de Imagens e Geoprocessamento - LAPIG
Caixa Postal 131 - 74001-970 - Goiânia - GO, Brasil
eulasenna@gmail.com; manuel@iesa.ufg.br

Abstract. The Brasília-Anápolis-Goiânia axis concentrates one of the most important centers of economic development and biotechnology in Brazil, in a corridor with an accelerated urban development in the last decades. In this context, the remote sensing is an important tool for monitoring this phenomena, normally related to spatial and temporal dynamics transformations in the landscape, with anthropogenic and / or natural factors. This study aims to compare two methods to mapping urban areas, with sensors with low and medium spatial resolution. Thus, we employed DMSP/OLS and Landsat 5 - TM temporal imagery, between the years 1989 and 2010. The preliminary results show good results with either DMSP and Landsat imagery, through the use of visual RGB composition with bands 5, 4 and 3, and using the spectral enhancement techniques in DMSP images, to minimize spectral information redundancy and enhancing thereby the visual discrimination between targets with the composition RGB and Principal Component Analysis (from stable_light bands, cf-CVG and avg-VIS). With use of DMSP images, we observed the possibility of obtaining the delimitation of urban localities whose population is above 19,000 inhabitants. And with Landsat 30 m spatial resolution, in 1989 and 2010, it was possible to map locations of low urban population.

Key-words: Remote Sensing, Urban mapping, Urban sprawl, DMSP, Landsat, Brasília, Goiânia.

1. Introdução

O processo de crescimento urbano acelerado é alvo de estudos para fins de avaliação da dinâmica da paisagem, pelas transformações ocorridas nas últimas décadas no Brasil desde o processo de integração das regiões interioranas do país ao espraiamento da indústria em direção as cidades médias (Stamm et al., 2010).

Cidades como Goiânia e Brasília, por serem planejadas e demandar grande número de trabalhadores, atraíram migrantes desde sua fundação. A industrialização também foi outro fator marcante, que ainda hoje demanda trabalho especializado, muitas vezes provido por outras regiões do país. No eixo Brasília-Anápolis-Goiânia concentra-se um dos mais importantes polos de desenvolvimento biotecnológico do país, num corredor socioeconômico que, nas últimas décadas, encontra-se em acelerado desenvolvimento urbano.

Para analisar regiões como esta, extremamente dinâmicas, o sensoriamento remoto surge como um importante instrumento para o monitoramento de fenômenos ocorridos na superfície terrestre, quer sejam estes fenômenos causados por fatores antrópicos e/ou naturais, podendo ser analisados por meio de imagens de satélites de média resolução espacial, como os da série Landsat, pelos de alta resolução espacial, como Ikonos, ou mesmo pelo monitoramento da luz noturna nas cidades, por meio dos sensores OLS, a bordo dos Satélites DMSP (Defense Meteorological Satellite Program).

Neste estudo, propõe-se a realização de um mapeamento de áreas urbanas no eixo de desenvolvimento Brasília-Anápolis-Goiânia, através do uso de imagens orbitais providas pelos sensores OLS (satélites DMSP) e Landsat 5 - TM, entre anos de 1989 e 2010.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área deste estudo (Figura 1) localiza-se na porção Centro-Oeste do Brasil, numa região estratégica do país, entre as cidades de Goiânia e Brasília (eixo Brasília-Anápolis-Goiânia).

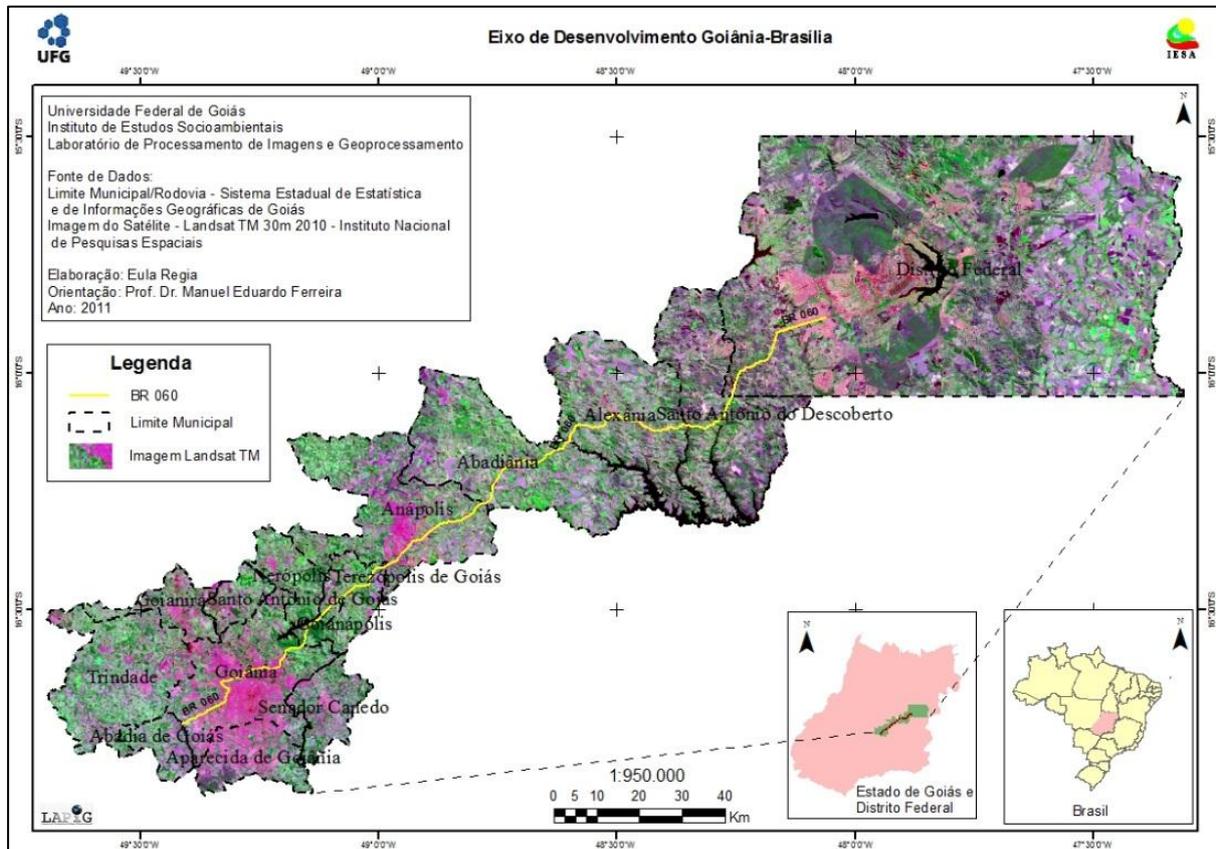


Figura 1. Imagem de satélite Landsat 5 – TM (2010), composição RGB 543, ressaltando a área de estudo - eixo Goiânia-Anápolis-Brasília.

2.2. Bases de dados e Procedimentos de Análise

DMSP são uma série de satélites do EOG (Earth Observation Group), ligados ao programa de defesa americano. Os sensores OLS - Operational Linescan System, abordado do DMSP operam na faixa do visível e infravermelho, coletando informações da distribuição global de nuvens e temperaturas de topo nuvens.

No mapeamento das áreas urbanas do eixo Goiânia-Anápolis-Brasília foram utilizados os produtos dos satélites DMSP - *stable_light* (luzes estáveis), *cf-CVG* e *avg-VIS*, compostas na versão 4 (disponíveis a partir do ano de 1992). Estes dados representam um *composite* de cenas obtidas ao longo do ano, que observa atividades humanas por meio de focos de energia elétrica em condições ambientais livres de cobertura de nuvens, pelos satélites F10 para o ano de 1992 e o F18 para o ano de 2010, com pixel em torno de 900 m de resolução espacial. As imagens DMSP apresentam erro de geolocalização, descritos por Doll (2008), sendo os mesmos inerentes ao processo de projeção. O deslocamento nas imagens DMSP pode ser corrigido com a utilização de uma base georreferenciada.

Também se utilizou imagens do satélite Landsat 5 – TM, bandas 5 (Infravermelho médio), 4 (Infravermelho próximo) e 3 (Vermelho), com 30 m de resolução espacial, para os

anos de 1989 e 2010. Ainda foram utilizados dados da plataforma Google Earth, para verificação de áreas urbanas com baixa ou dispersa densidade populacional e considerável densidade vegetal, ou determinados tipos de solos, que podem causar falsa interpretação nas imagens de baixa e média resolução espacial.

Todos os cuidados devem ser tomados ao analisar áreas urbanas por imagens DMSP, pois, dependendo do tipo de lâmpada ou luminária utilizada na iluminação pública, a cena imageada tende a provocar um aumento de área além do limite real das zonas urbanas. Este aumento é relatado em outros estudos como efeito de saturação de pixel e crescimento das bordas. Um efeito de expansão das bordas das feições de cidade foi observado e atribuído por KAMPEL et al., (2001) à geolocalização do pixel, detecção de luzes em subpixel, ou ainda difusão da luz pela presença de neblina ou nuvens tênues”

Nas imagens Landsat foi realizada uma composição RGB das bandas 5, 4 e 3. Já nas imagens DMSP foram realizadas duas técnicas de realce espectral, na tentativa de minimizar estes efeitos comuns às mesmas, sendo estas a composição RGB e uma Análise por Componentes Principais (ACP), a partir das bandas *stable_light* (luz estabilizada), cf-CVG e avg-VIS. Composições RGB entre bandas permite realçar informações sutis, melhorando a discriminação visual entre os alvos. ACP é uma técnica de realce que remove a redundância espectral no novo conjunto de imagens geradas, tendo como finalidade a determinação da extensão da correlação existente entre as bandas espectrais através de uma transformação linear, removendo os dados redundantes.

Ambas as técnicas foram realizadas visando o mapeamento da área de estudo, através da delimitação das áreas urbanas por meio de interpretação visual das imagens Landsat TM (Composição RGB 5, 4, 3) e também das imagens DMSP (composição RGB e composição das bandas RGB obtidas por meio da ACP).

Também foi verificada a população aproximada das épocas pesquisadas no eixo Goiânia-Anápolis-Brasília (Tabela 1), para obter uma relação entre densidade populacional e visibilidade dos focos de iluminação das imagens DMSP 1992/2010 (Figura 2).

Tabela 1. População urbana do eixo Brasília-Anápolis-Goiânia¹ - 1991 e 2010. Fonte: IBGE.

Localidade	População 1991 (Hab.)	População 2010 (Hab.)
Abadia de Goiás	-	5.081
Abadiânia	5.141	10.778
Alexânia	9.500	19.676
Anápolis	226.925	328.755
Aparecida de Goiânia	175.555	455.193
Distrito Federal	1.601.094	2.051.146
Goianápolis	8.594	9.691
Goiânia	913.485	1.297.076
Goianira	10.135	33.451
Nerópolis	11.306	23.229
Santo Antônio de Goiás	-	4.271
Santo Antônio do Descoberto	28.606	56.808
Senador Canedo	8.753	84.111
Terezópolis de Goiás	-	5.677
Trindade	48.927	100.106

¹ As localidades que não possuem dados da população tiveram sua emancipação após 1991.

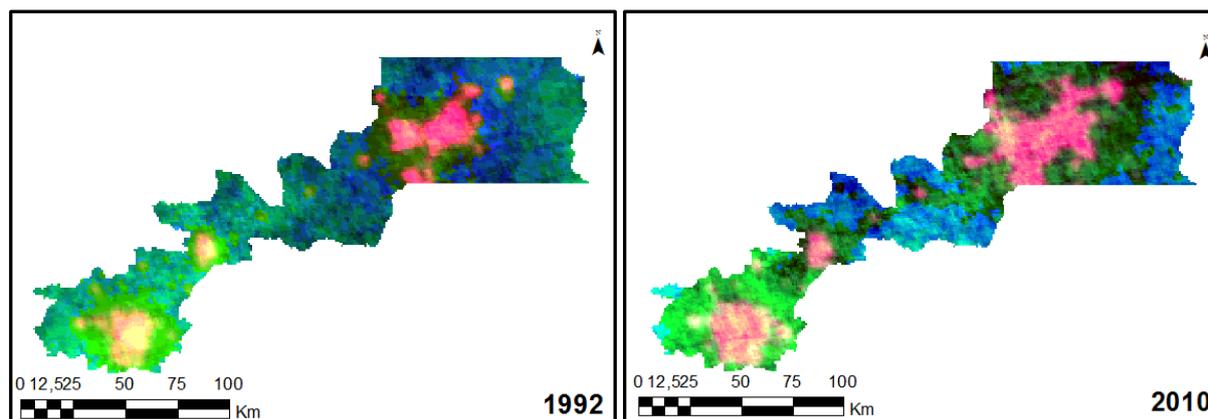


Figura 2. Eixo Brasília-Anápolis-Goiânia – Imagens DMSP/OLS 1992 e 2010 - Composição RGB da Análise por Componentes Principais a partir das bandas *stable_light*; cf-CVG e avg-VIS.

3. Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta o demonstrativo a quantificação das áreas urbanas do eixo Brasília-Anápolis-Goiânia pelas imagens Landsat 1989 e 2010 e DMSP 1992 e 2010, enquanto a Figura 3 ilustra o mapeamento urbano da área de estudo, com os dois sensores.

Tabela 2. Áreas urbanas no eixo Brasília-Anápolis-Goiânia - Landsat 5 TM 1989/2010 e DMSP 1992/2010.

Localidade	Landsat 1989 (Km ²)	DMSP 1992 (Km ²)	Landsat 2010 (Km ²)	DMSP 2010 (Km ²)
Abadia de Goiás	0,705	-	2,061	-
Abadiânia	2,528	-	3,995	-
Alexânia	4,765	-	7,667	22,512
Anápolis	81,696	117,761	96,647	194,645
Aparecida de Goiânia	127,884	143,331	163,879	185,016
Distrito Federal	449,298	788,529	1094,719	1372,475
Goianápolis	1,410	-	2,818	-
Goiânia	263,807	318,327	379,881	477,033
Goianira	5,167	-	14,310	14,724
Nerópolis	2,421	-	5,717	12,432
Santo Antônio de Goiás	0,473	-	2,108	-
Santo Antônio do Descoberto	15,848	13,555	17,586	27,814
Senador Canedo	7,821	15,584	34,111	53,528
Terezópolis de Goiás	1,072	-	1,804	-
Trindade	18,932	33,200	45,860	60,378

Não foi possível mapear as cidades de Abadia de Goiás, Santo Antônio de Goiás e Terezópolis de Goiás utilizando imagens DMSP do ano de 1992, em função da baixa resolução espacial do sensor, que o torna ineficiente para mapeamento em regiões com baixa densidade populacional. Não foram encontrados dados populacionais destas localidades, as

quais provavelmente existiam como povoados ou distritos, cujas populações deveriam estar abaixo de 5.000 habitantes.

Com o uso de imagens DMSP/2010 foi possível obter a localização geográfica das cidades de Abadia de Goiás, Abadiânia, Goianápolis, Santo Antônio de Goiás e Terezópolis de Goiás. Mas a delimitação dessas áreas urbanas, cuja população urbana abrange 5.000 e 11.000 habitantes, é bastante imprecisa. Uma melhor delimitação das áreas urbanas com imagens DMSP foi possível de ser obtida para as localidades cuja população está acima de 19.000 habitantes (Figura 3).

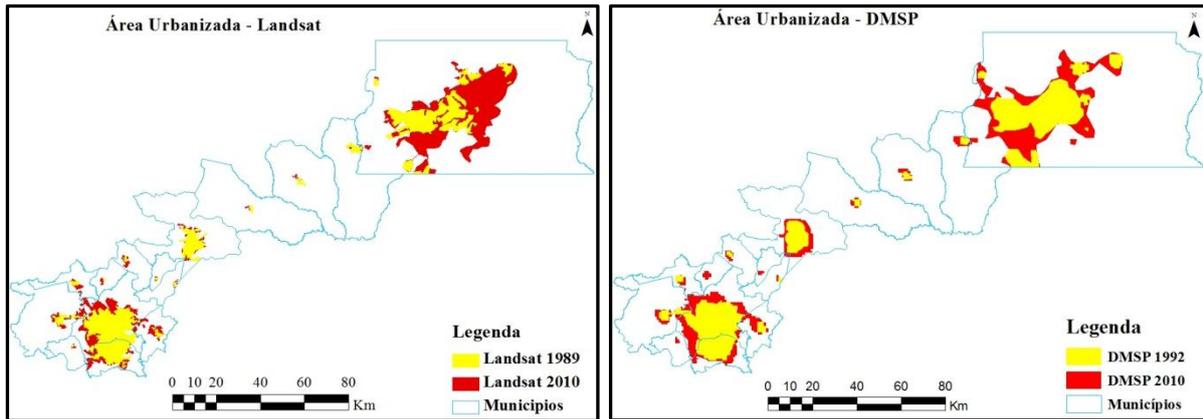


Figura 3. Delimitação da urbanização no Eixo Goiânia-Anápolis-Brasília por meio de imagens Landsat 1989/2010 e DMSP 1992/2010.

Com a imagem da 1ª Componente Principal DMSP 1992, foi possível obter a localização geográfica das cidades de Abadiânia, Alexânia, Goianápolis, Goianira e Nerópolis, cujas populações estiveram entre 5.000 e 13.000 habitantes em 1991; porém não foi possível obter uma real área urbana destas localidades (Figura 4).

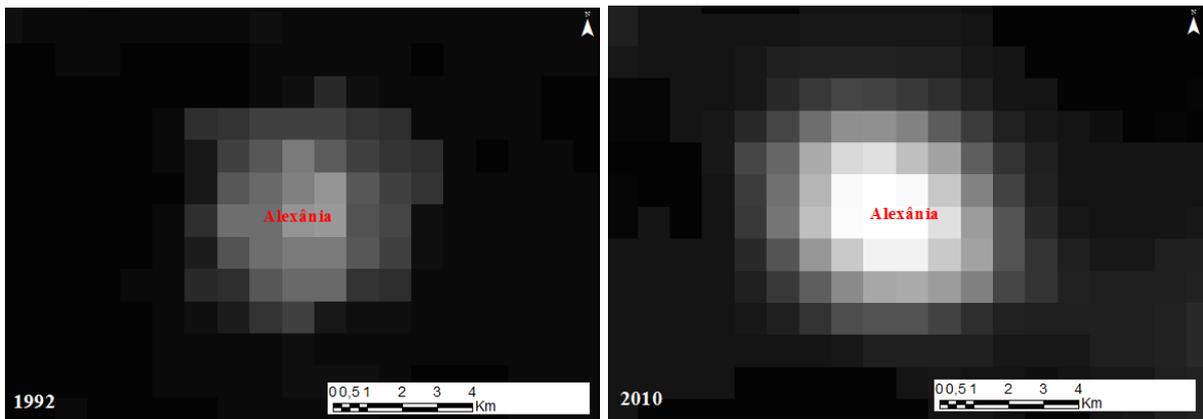


Figura 4. Imagens da cidade de Alexânia – Imagens DMSP/OLS 1992 e 2010 - 1ª Componente Principal a partir das bandas *stable_light*; cf-CVG e avg-VIS.

Com o uso das imagens Landsat, com 30 m de resolução espacial, obtidas entre 1989 e 2010, foi possível mapear todas as localidades, até mesmo as de baixa população urbana, como a cidade de Santo Antônio de Goiás (Figura 5), cuja população urbana em 2010 era de 4.271 habitantes. Por outro lado, houve algumas dificuldades no mapeamento de áreas com poucas habitações ou presença de muita vegetação, e também em determinados tipos de solos exposto, causando confusão na interpretação destas imagens.

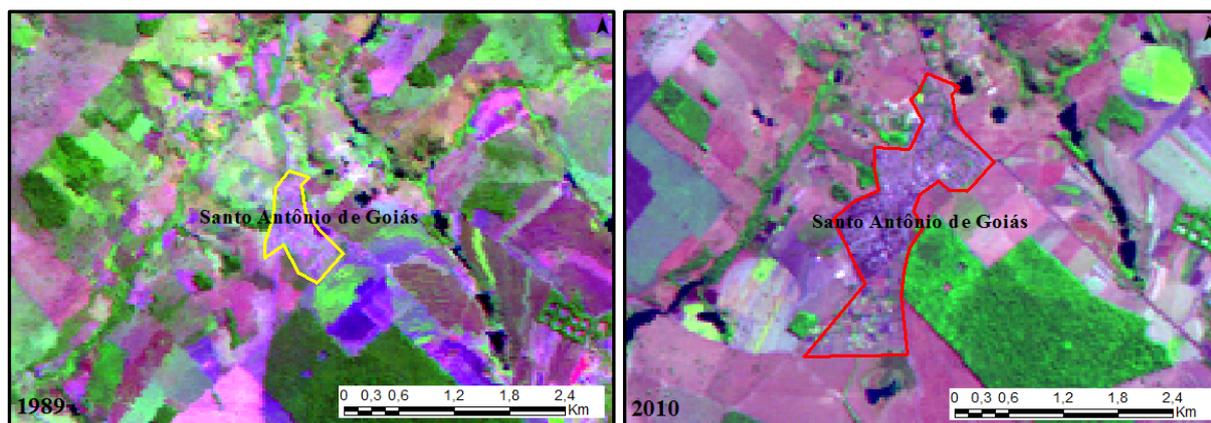


Figura 5. Exemplos de imagens Landsat da cidade de Santo Antônio de Goiás, para os anos de 1989 e 2010.

4. Conclusões

Em ambos os métodos de mapeamento de áreas urbanas, isto é, utilizando imagens Landsat e DMSP, os resultados são promissores, sobretudo quando os dados destes dois sensores são utilizados em conjunto.

Mapear áreas urbanas com ocupações dispersas, utilizando sensores de média ou baixa resolução, é um processo mais complicado, pois áreas com baixa urbanização são confundidas com determinados tipos de solos expostos; a presença de vegetação em loteamentos pouco habitados também se caracteriza como um complicador.

Por outro lado, ao se sobrepor as imagens DMSP às cenas Landsat, pode-se confirmar se o local é habitado, através da presença ou ausências de focos iluminação noturna.

Cidades muito pequenas, com uma população de aproximadamente 5.000 habitantes, já são percebidas como focos de luz nas imagens DMSP da análise da 1ª Componente Principal. Normalmente, o pixel mais intenso é o ponto de referência da localidade, o que é pouco percebido utilizando outras técnicas; porém não é possível delimitar a área da cidade com exatidão. Neste caso, com o uso de imagens DMSP, é possível obter a delimitação urbana em áreas com população acima de 19.000 habitantes. No mapeamento de áreas médias, com uma população acima de 28.000 habitantes, onde a intensidade da iluminação é maior, não foi notada grandes diferenças entre composição RGB das bandas DMSP ou composição RGB das bandas obtidas com ACP, ou ainda da análise da 1ª Componente Principal.

O mapeamento mais difícil de ser realizado ocorre em áreas com baixa densidade populacional, e também em localidades com focos muito intensos da iluminação pública – o efeito de espalhamento é muito grande o que dificulta obter uma delimitação mais aproximada. Isto explica a considerável diferença de áreas em função do tamanho do pixel de 810.000 m² (900 m x 900 m) das imagens DMSP, comparados a um pixel de 900 m² de área (30 m x 30 m) das imagens Landsat TM.

Por fim, esta é uma metodologia utilizada para o mapeamento de áreas urbanas com sensores de baixa e média resolução espacial, na qual se obteve bons resultados, quer seja com imagens DMSP ou Landsat; porém, ressalta-se ainda outras vantagens no uso de imagens DMSP, tais como sua distribuição gratuita, o baixo tamanho dos arquivos e a velocidade de processamento computacional.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de pesquisa à primeira autora. Agradecemos também ao programa de Pós-Graduação em Geografia da UFG, e ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), pela disponibilização de dados para esta pesquisa.

Referências Bibliográficas

Doll, Christopher N.H.. **CIESIN Thematic Guide to Night-time Light Remote Sensing and its Applications** 2008. Disponível em: http://sedac.ciesin.columbia.edu/binaries/web/sedac/thematic-guides/ciesin_nl_tg.pdf. Acesso em: 18/10/2012 às 11:21.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Séries Estatísticas e Históricas**. Censo Demográfico 1940/2010. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=CD79&t=populacao-municipios-capitais-populacao-presente-residente>. Acesso em: 20/08/2012 às 15:47.

STAMM, Cristiano; WADI, Yonissa Marmitt; STADUTO, Jefferson Andronio Ramundo. São as cidades médias responsáveis pelo espraiamento espacial da riqueza nacional? **Rede Brasileira de Estudos sobre Cidades Médias – REDBCM REDES**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 66-91, maio-ago. 2010. Disponível em: <http://150.161.23.3/arquivos/bibliografia/1019-5110-1-pb%5B1%5D.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2011.