

MONITORAMENTO AMBIENTAL

A RELAÇÃO ENTRE NDVI E A RENDA DOMICILIAR MÉDIA – ESTUDO DE CASO NAS REGIÕES ADMINISTRATIVAS DO DISTRITO FEDERAL

Leonardo Silva Rodrigues – leosr.rodrigues@gmail.com ¹

Renato Antônio Gonçalves – renato.a.g.7@gmail.com ¹

Cláudio Tavares Viana Teza – clausio@gmail.com ¹

¹Universidade Católica de Brasília. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Laboratório de Geoprocessamento.

Resumo: O presente trabalho visa identificar cobertura vegetal através de técnicas de geoprocessamento (Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas), como a aplicação dos índices de vegetação (*NDVI*) para relacionar com dados de renda domiciliar média da Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF de 2014, para as Regiões Administrativas do Distrito Federal. Foi realizado e encontrado um coeficiente de determinação entre as amostras estudadas que corrobora e dá representatividade as análises realizadas. Concluindo que, há uma estreita relação entre o total de cobertura vegetal e a renda média da população residente.

Palavras-chave: NDVI, Cobertura Vegetal, Área Urbana, Sensoriamento Remoto, Renda.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Conforme evidencia Londe (2014), o tema sobre as questões urbanas tem sido alvo de diversas abordagens, sob diferentes prismas, desde a segunda metade do século XX, o que mostra a necessidade em se estudar os espaços livres e as áreas verdes, conceitos que estão ligados a questão do "verde urbano", visto que, para Nucci (2008) se no espaço livre predominarem as áreas plantadas de vegetação, ele será considerado área verde. Portanto, as áreas verdes localizam-se na zona urbana e devem fornecer possibilidades de lazer à população; elas constituem um subsistema do sistema de espaços livres.

Um dos elementos que diferenciam as áreas urbanas residenciais, Segundo Luchiari (2001, p.48), “é a porção de espaço destinado à cobertura vegetal, e esta vegetação pode estar situadas em áreas públicas ou privadas e constitui um indicador da qualidade ambiental desses espaços”. A qualidade ambiental por sua vez é um indicador de qualidade de vida, e a verificação da qualidade ambiental das cidades é cada vez mais evidente e importante, pois é no espaço urbano que os problemas ambientais geralmente atingem maior amplitude, notando-se concentração de poluentes no ar e na água, a degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intensivo do território pelas atividades urbanas (LOMBARDO, 1985). A

relação entre a renda e as áreas de cobertura vegetal é evidenciada por Luchiari (2001) que diz existir uma associação entre qualidade de vida, nível sócio – econômico, nível de renda das populações presentes no ambiente urbano e a cobertura vegetal do local em que elas residem. “Algumas exceções existem, mas são raras”. Socioeconomicamente falando, Segundo Oliveira (2010), evidencia-se que o Distrito Federal mostra diferenças concretas e acentuadas entre suas Regiões Administrativas (RAs), diferenças essas, que definem onde no interior do DF estão localizados os maiores e/ou menores índices de qualidade de vida, por conseguinte permitindo investigar onde ocorre maior e menor taxa de cobertura vegetal no espaço urbano.

A utilização de ferramentas como *Normalized Difference Vegetation Index – NDVI* pode colaborar na identificação de tais áreas. Segundo Cruz (2011) os índices de vegetação constituem-se em operações algébricas envolvendo faixas de reflectância específicas que possibilitam a determinação da cobertura vegetal e a sua densidade. O objetivo em geral sugerido por Rodrigues *et al.* (2013) é que o emprego de índices de vegetação é minimizar o total de dados espectrais e realçar a contribuição espectral da vegetação verde, bem como reduzir a contribuição do solo, o ângulo solar, a vegetação senescente e a atmosfera.

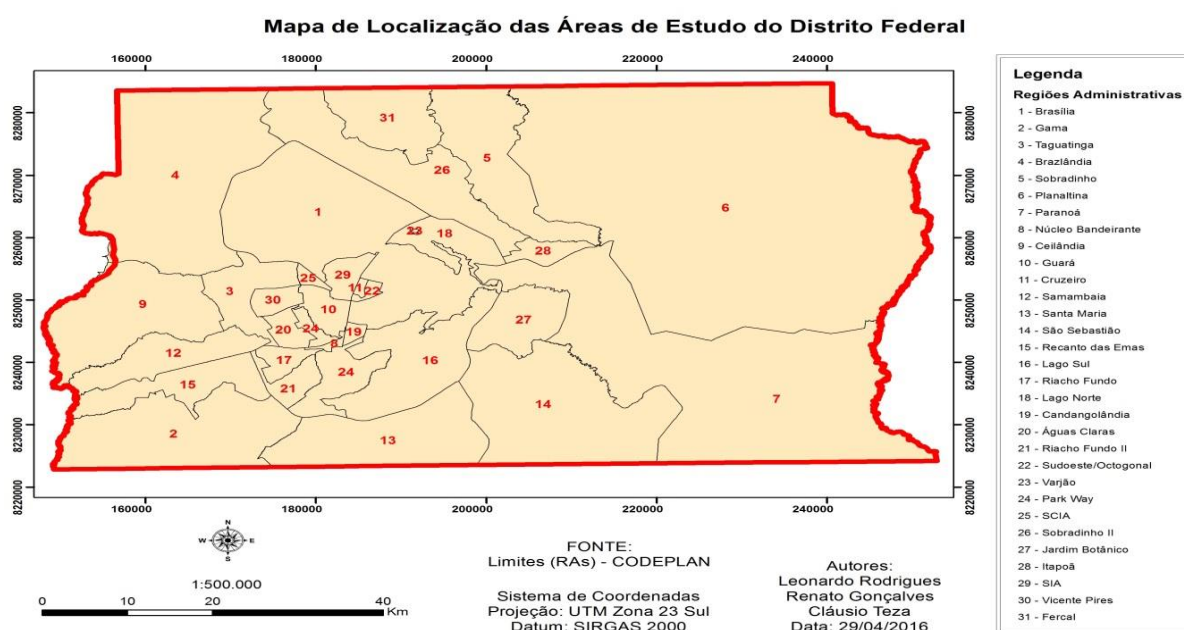
Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho verificar o total de cobertura vegetal nas áreas urbanas, para assim correlacionar com as diferenças de renda entre as RAs do DF, através da utilização de dados de renda domiciliar média e do *NDVI*.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

Neste trabalho a área de estudo compreende ao território do Distrito Federal que está localizado no centro-oeste do Brasil nas seguintes coordenadas 15°30’ e 16°03’ de latitude sul, 47°25’ e 48°12’ longitude oeste.

Figura 1 – Localização do Distrito Federal



Fonte: Autores.

2.2 Aquisição de Dados

Considera-se neste artigo as áreas urbanas das 31 RAs do DF e suas respectivas rendas domiciliares média, dados que foram obtidos na Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios do Distrito Federal - PDAD/DF (Ano de referência, 2013/2014), disponível no site da CODEPLAN. A imagem orbital utilizada foi do LANDSAT 8 disponibilizada gratuitamente no site da *U.S. Geological Survey* (www.usgs.gov/), correspondente a data de 18 de setembro de 2014. Os dados vetoriais do limite do DF e dos limites das RAs foram disponibilizados pela CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Ano de referência 2010). Os dados vetoriais das áreas urbanas do Distrito Federal foram disponibilizados pela TERRACAP – Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (Ano de referência 2009).

2.3 Tratamento dos Dados

No ambiente *ENVI 5.0* fizeram-se as correções atmosféricas da imagem de satélite através das ferramentas *Radiometric Calibration* e *Dark Subtraction*, onde a primeira ferramenta converteu o valor dos *pixels DN* (*Digital Number*) em valores de Reflectância do Topo da Atmosfera e a segunda ferramenta converteu os valores produzidos pela primeira ferramenta em Reflectância de Superfície. Após as correções atmosféricas foi aplicado na imagem o *NDVI* (*Normalized Difference Vegetation Index*) onde foi possível quantificar a área de vegetação. Esse índice vegetacional foi aplicado na cena através da equação 1, onde *NIR* equivale a banda do infravermelho próximo e *RED* é equivalente a banda do vermelho. Então o resultado do *NDVI* para a cena da imagem de satélite foi convertido para o formato *TIFF* para posteriormente ser tratada no *software ArcMap*.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

No ambiente *ArcMap* foram adicionados todos os dados citados acima e transformados para o mesmo sistema de coordenadas para não haver nenhum erro de deslocamento espacial de dados. Utilizou-se o Datum SIRGAS 2000 e a projeção UTM Zona 23 Sul. O dado matricial foi recortado dentro do limite do Distrito Federal. Calculou-se as áreas totais de cada Região Administrativa, as áreas urbanas e suas respectivas áreas com cobertura vegetal, todos calculados em Km².

No Excel construiu-se a tabela de resultados, também foram construídos os gráficos utilizando-se o coeficiente de determinação que deve ser interpretado como a proporção de variação total da variável dependente Y que é explicada pela variação da variável independente X, onde o R² varia entre valores de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1 estiver o coeficiente de determinação, melhor será o grau de explicação da variação de Y em termos da variável X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Abaixo segue a Tabela 1, Gráfico 1 e 2, com todos os resultados das operações realizadas no software *Excel*. Os gráficos gerados foram feitos de maneira a correlacionar os dados das tabelas, aplicando-se o Coeficiente de Determinação R^2 .

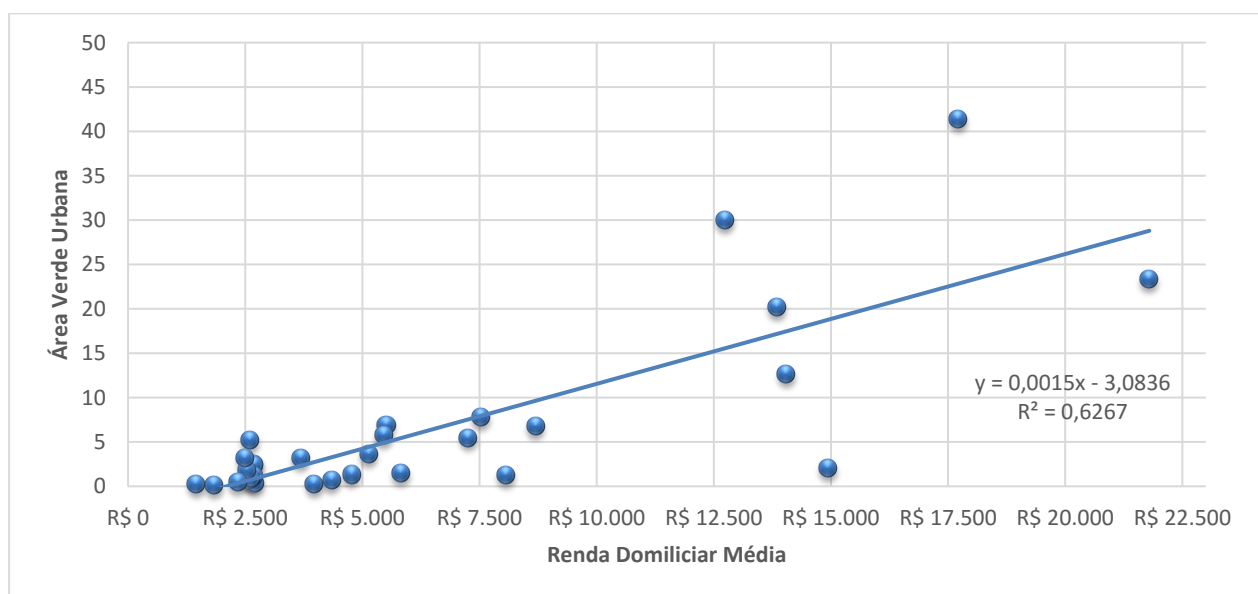
Tabela 1 – Resultados encontrados pelo software Excel.

RA	Área (Km ²)	Área Urbana (Km ²)	Área Verde (Km ²)	Área Verde/Área Urbana	Renda Domiciliar R\$
Lago Sul	183,4279	28,74553	23,32432	0,811407	21794,64
Park Way	76,92062	47,82842	41,34482	0,86444	17725,98
Sudoeste/Octogonal	5,856071	3,750821	1,989201	0,530337	14942,95
Jardim Botânico	89,52136	16,18332	12,64594	0,781418	14058,01
Lago Norte	65,54017	26,35043	20,12797	0,763857	13854,27
Brasília	449,8261	54,60105	29,9602	0,548711	12742,21
Águas Claras	22,85827	14,91693	6,754811	0,452828	8704,96
Cruzeiro	3,23045	3,198847	1,218806	0,381014	8072,78
Vicente Pires	22,2834	17,67208	7,727741	0,437285	7539,35
Guará	31,91047	17,38229	5,465984	0,314457	7266,79
SIA	27,03899	6,658887	1,467813	0,220429	5829,65
Sobradinho II	223,2597	16,53078	6,909864	0,418	5520,14
Sobradinho	201,764	12,77799	5,7014	0,446189	5461,51
Taguatinga	80,56602	22,914	3,574953	0,156016	5138,58
Núcleo Bandeirante	4,250933	2,803978	1,297329	0,462674	4777,05
Riacho Fundo	23,82926	2,864724	0,671722	0,234481	4354
Candangolândia	6,627089	1,161853	0,21466	0,184757	3984,22
Gama	275,6893	16,11858	3,126502	0,193969	3692
Riacho Fundo II	32,26313	2,477602	0,276931	0,111774	2714,36
Itapoã	26,52546	5,752463	2,515588	0,437306	2696,91
São Sebastião	357,3432	8,224892	2,397716	0,291519	2689,89
Brazlândia	476,8485	4,099058	1,154147	0,281564	2687,5
Paranoá	789,2719	3,072998	0,741707	0,241363	2633,67
Samambaia	101,2585	12,82545	0,921413	0,071843	2633
Planaltina	1538,479	21,94371	5,169661	0,235587	2603,71
Santa Maria	214,6328	11,17012	1,824308	0,16332	2543,82
Ceilândia	234,0114	34,89877	3,195351	0,091561	2509,22
Recanto das Emas	102,6111	8,5413	0,46735	0,054716	2346
Fercal	118,765	0,390781	0,317918	0,813545	2097,62
Varjão	0,731525	0,541546	0,126165	0,232972	1850,84
SCIA/Estrutural	7,128899	3,559146	0,196906	0,055324	1465,15

Fonte: Autores.

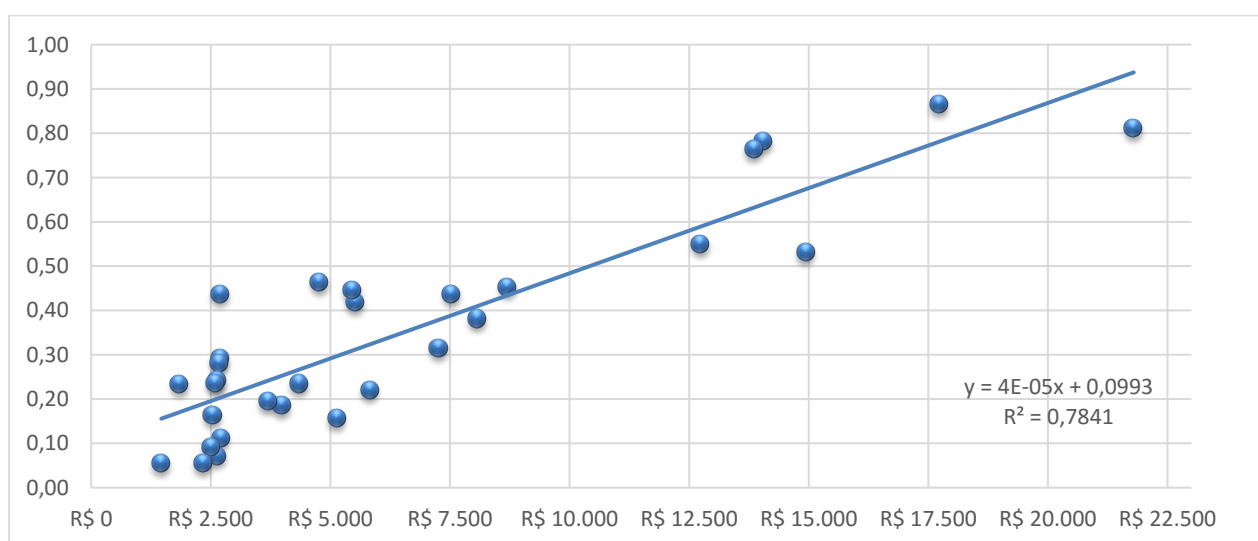
É necessário deixar claro que a Região Administrativa da Fercal foi retirada das análises estatísticas, pois a mesma é uma RA nova, e possui uma área urbana muito pequena (0,390781 Km²), logo possui um espaço verde muito grande. Sendo assim, consideramos a Fercal como um *Outlier*. Segundo Grubbs (1969, p.1), “Uma observação periférica, ou *“Outlier”* é aquela que parece desviar-se marcadamente de outros membros da amostra em que ela ocorre”. A Fercal apresentou então um grande afastamento das demais observações da nossa amostra de dados, por isso considera-se como sendo uma observação inconsistente.

Gráfico 1 – Correlação da renda domiciliar média e área verde urbana



Fonte: Autores.

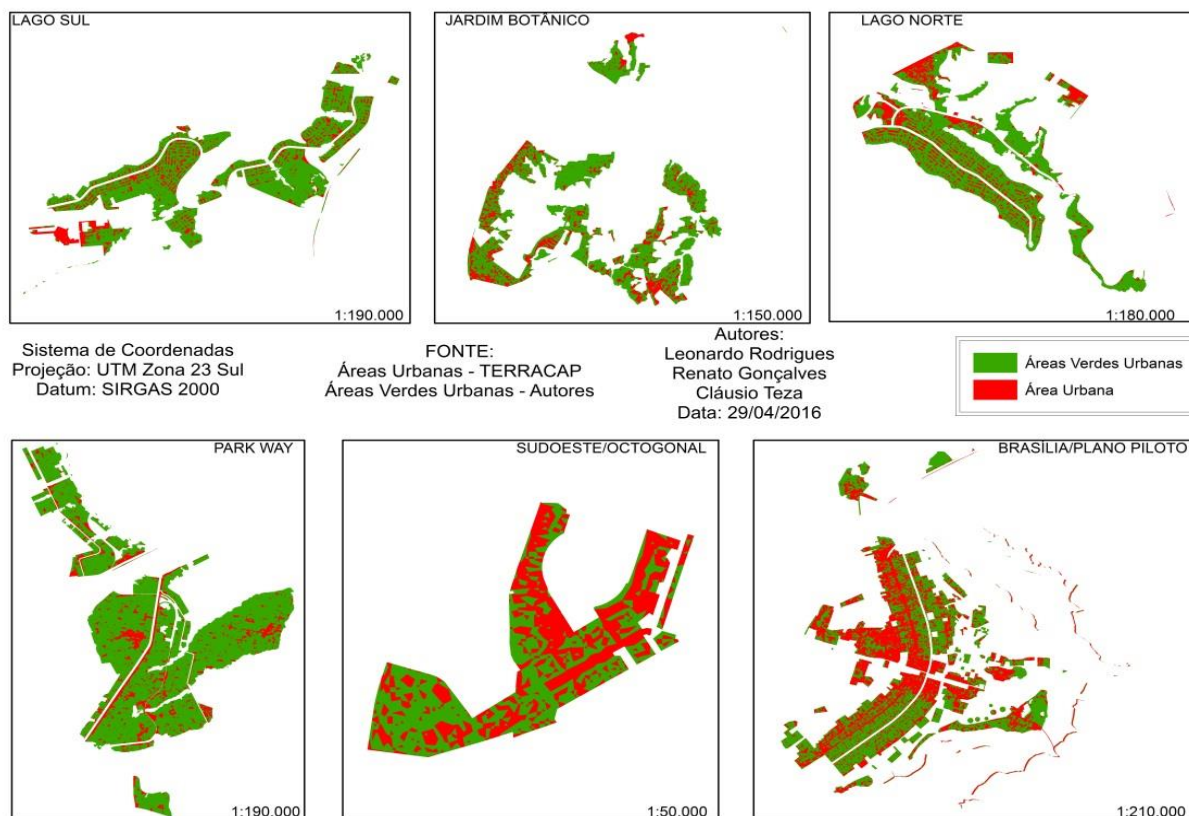
Gráfico 2 – Correlação da primeira correlação com a área urbana total



Fonte: Autores

Os dados obtidos corroboraram com a hipótese de que quando maior a renda domiciliar média, maior é a área de verde urbano. A área verde é colocada como variável dependente, pois quanto maior for a renda da população residente maior será o seu poder aquisitivo. Sendo assim, os locais para moradia que uma pessoa com uma renda alta escolher, será de alto custo e essas áreas geralmente são áreas com pouca urbanização e com consideráveis áreas verdes urbanas. Já a parte da população com baixa renda domiciliar, irá procurar por locais mais acessíveis para moradia e esses locais geralmente possuem um espaço urbano muito denso com poucas áreas verdes urbanas. Enquanto a variável independente fica sendo então a renda domiciliar média. Através da Tabela 1 e das Figuras 3 e 4, ressalta-se ainda mais essa relação entre a renda domiciliar média e a área verde urbana. Selecionamos as 6 (seis) regiões administrativas com a maior renda e as 6 (seis) regiões administrativas com a menor renda.

Figura 3 – Imagem mostrando as áreas com alta renda.



Fonte: Autores.

Observa-se pela figura acima, que todas as áreas urbanas das Regiões Administrativas possuem uma alta cobertura vegetal pelas extensões de suas áreas urbanas, com exceção do Sudoeste/Octogonal que está por volta de 53%, porém esse valor ainda é muito alto e visualmente percebe-se que a área de cobertura vegetal é muito grande. Essas RAs estão inseridas e próximas de algumas Unidades de Conservação (UC) de Uso Sustentável, sendo assim possuem mais áreas verdes conservadas fazendo-se assim com que a área verde seja maior e também o preço dos imóveis nos locais sejam mais elevados, tornando a renda média domiciliar maior.

Figura 4 – Imagem mostrando as áreas com baixa renda.



Fonte: Autores.

Considerando as áreas urbanas das seis regiões administrativas acima o Recanto das Emas e Santa Maria não estão inseridas em Unidades de Conservação de Uso Sustentável, não havendo então conservação da área verde urbana e preço de imóveis menores. Ceilândia e Planaltina estão com partes inseridas em Unidades de Conservação de Uso Sustentável e parte delas não está inserida nessas Unidades de Conservação, mostrando então o motivo de terem poucas áreas verdes e uma renda menor. Por outro lado, Varjão e o SCIA (Estrutural) estão inseridos em Unidades de Conservação de Uso Sustentável. Varjão teve seu início como uma área de ocupação irregular e desordenada (PDAD, 2013), portanto os preços de imóveis, e logo suas rendas domiciliares médias são muito baixas. O SCIA/Estrutural teve seu início com um depósito de lixo na beirada da DF-095, logo depois teve o surgimento de barracos locais e uma invasão logo em seguida com aproximadamente 100 domicílios (PDAD 2011), fazendo-se assim com que os preços de imóveis, e logo suas rendas domiciliares médias são muito baixas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos do trabalho foram alcançados, conseguindo-se determinar o total de área verde dentro das áreas urbanas e conseguimos relacionar isso com as rendas domiciliares médias de todas as regiões administrativas. Porém, ressalta-se que a Fercal foi uma exceção em nossos resultados por sua inconsistência perto das demais Regiões Administrativas.

A utilização de Geotecnologias permitiu quantificar o número de área verde urbana dentro das áreas urbanizadas de cada Região Administrativas. O coeficiente de determinação estimou uma precisão em nossos dados para o gráfico 1 de 0,62 e para o gráfico 2 de 0,78, mostrando mais uma vez a eficácia das geotecnologias para os estudos de qualidade ambiental urbana.

Recomenda-se o estudo temporal dos dados dessas áreas urbanas das RAs de modo a ter mais amostras para estudo, buscando então uma correlação ainda maior entre os dados, ao longo do tempo.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios - SCIA - Estrutural – PDAD, 2011.** Brasília, 2011. 57 p.

COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL – CODEPLAN. **Pesquisa Distrital Por Amostra De Domicílios - Varjão- PDAD ,2013.** Brasília, 2014. 66 p.

Cruz, M. A. S.; Souza, A. M. B.; Jesus, J. S. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japarutuba-Mirim em Sergipe. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15, 2011, Curitiba, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 1357-1365.

GRUBBS, F.E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, v.11, n.1, p. 1-21, 1969.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** Editora Hucitec com apoio de Lalekla SA Comércio e Indústria, 1985.

LONDE, P. R., et al. A influencia das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264, 2014.

LUCHIARI, A. **Identificação da Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas por meio de Produtos de Sensoriamento Remoto e de um Sistema de informação Geográfica.** Revista de Departamento de Geografia, São Paulo, FFLCH/USP, n.14, p.47-58. 2001

NUCCI, T. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicada ao distrito de Santa Cecília (MSP).** Curitiba, 2.ed. 2008. 150 p.

OLIVEIRA, M.A.; CABRAL, E.S.; FRANÇA, M.O.M. **Indicadores de Desigualdade Social no Distrito Federal.** XVII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP. Caxambu-MG , 2010.

RODRIGUES, E. L., et al. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos índices de vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na sub-bacia do Vale do Rio Itapecerica, Alto São Francisco em Minas Gerais. In Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 1472-1479.