

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.com¹

Renato Antônio Gonçalves – renato.a.g.7@gmail.com¹

Cláudio Tavares Viana Teza – clausio@gmail.com¹

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 Luchiarri (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.

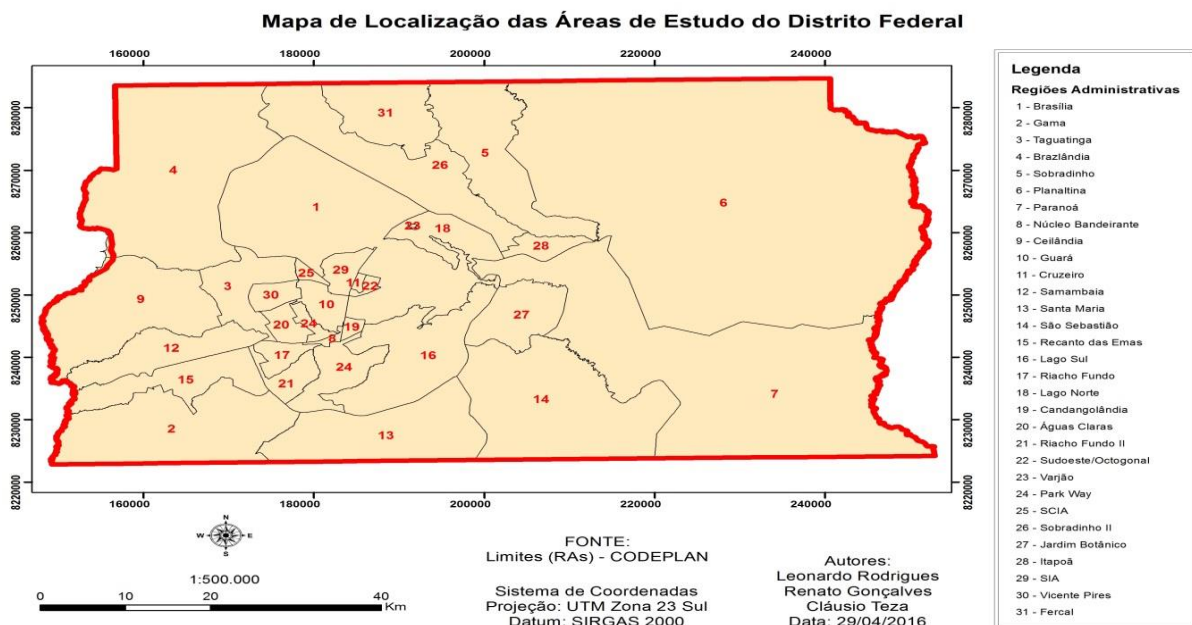
Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho verificar o total de cobertura vegetal nas áreas urbanas, para assim correlacionar com as diferenças de renda entre as RAs do DF, através da utilização de dados de renda domiciliar média e do *NDVI*.

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 .

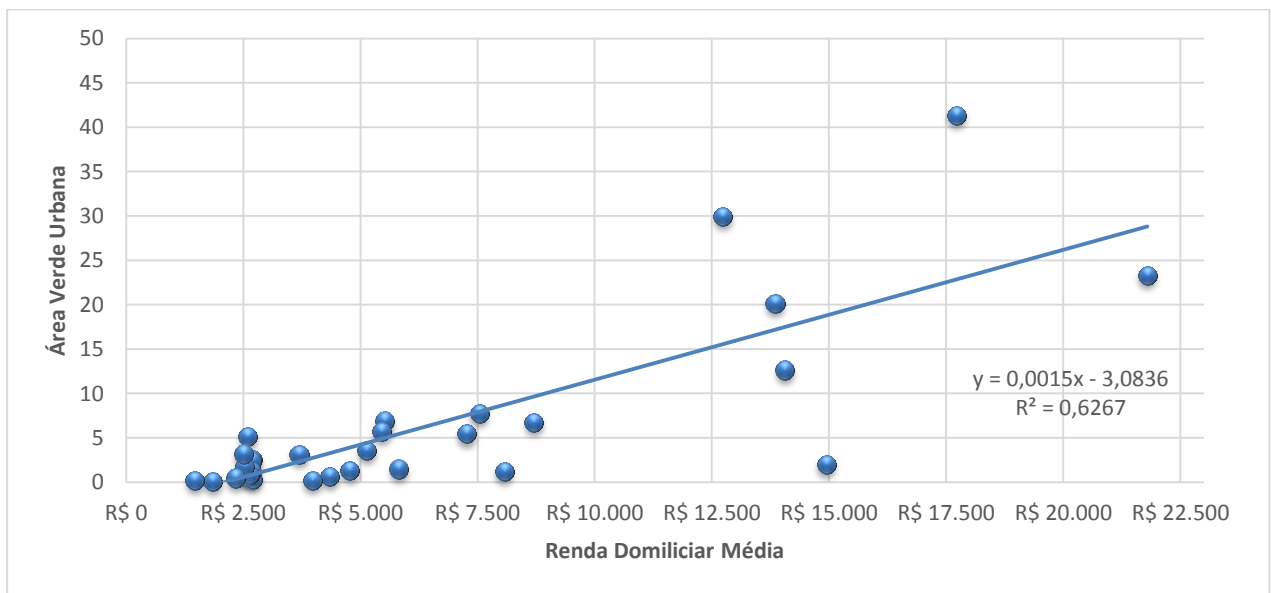
Tabela 1 – Resultados encontrados pelo software Excel.

| 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.

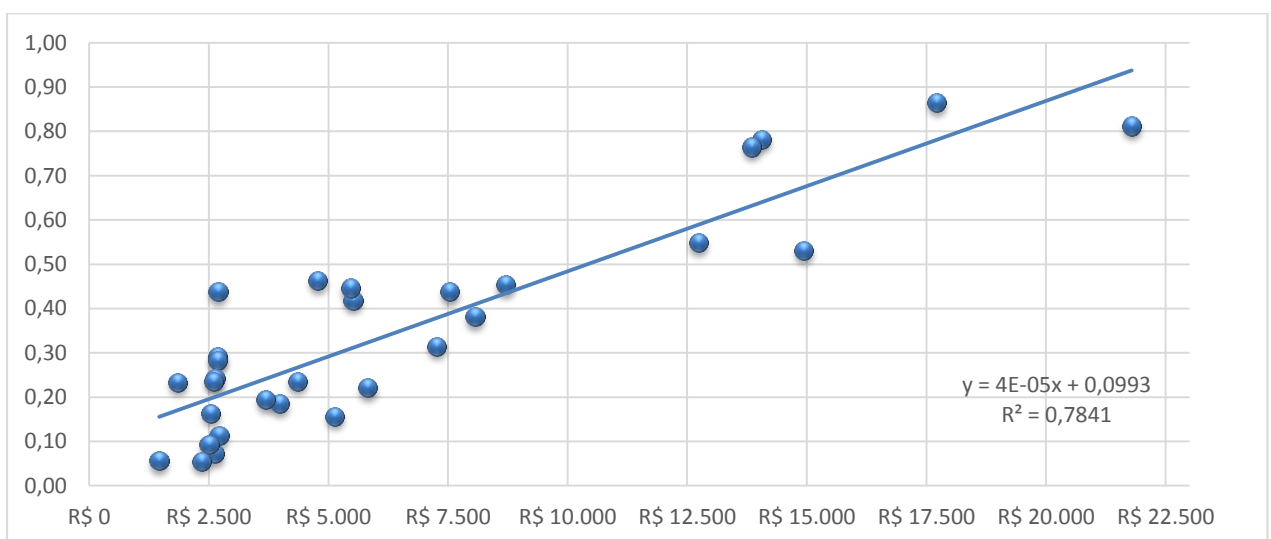
É necessário deixar claro que a Região Administrativa da Fercal foi retirada das análises estatísticas, pois a mesma é uma RA nova, e possui uma área urbana muito pequena (0,390781 Km²), logo possui um espaço verde muito grande. Sendo assim, consideramos a Fercal como um *Outlier*. Segundo Grubbs (1969, 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.

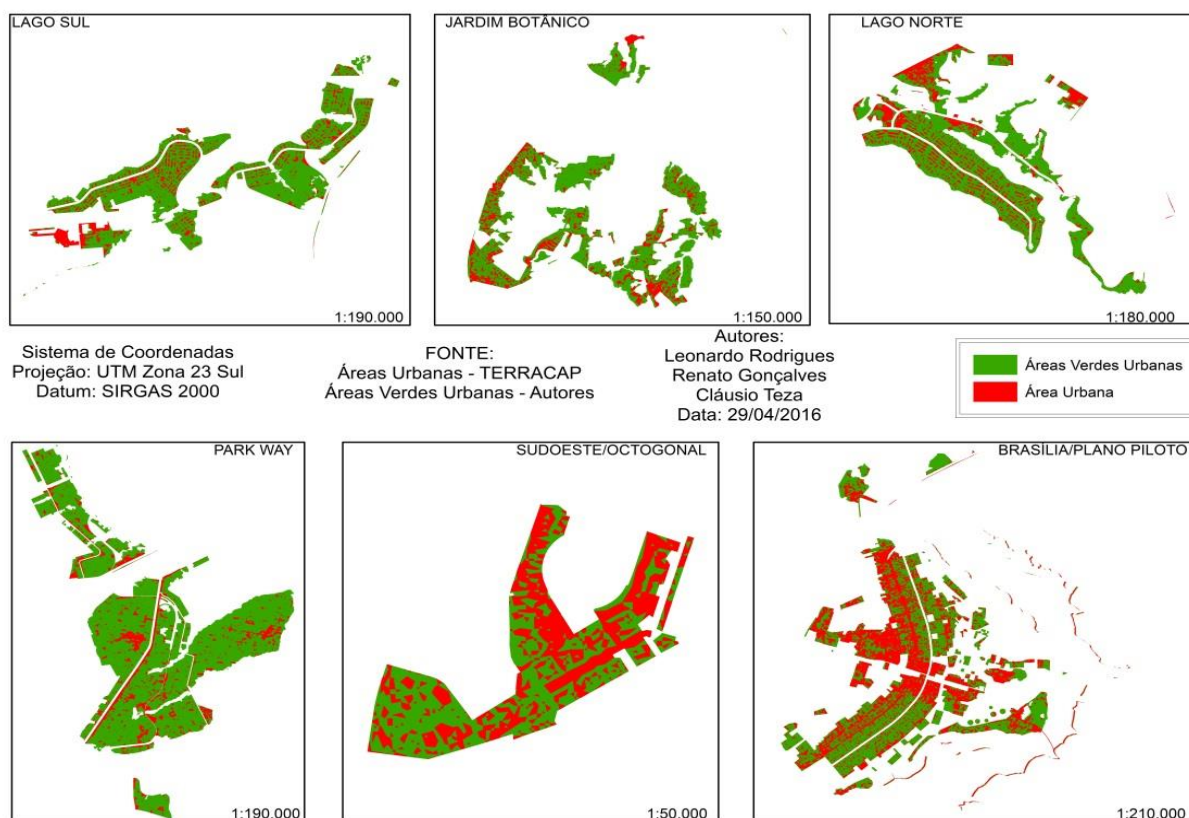
Gráfico 2 – Correlação da primeira correlação com a área urbana total



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. Seleccionamos 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 Itapeçerica, 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.