

Descrição das alterações nos zoneamentos do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) do Distrito Federal entre os anos de 2009 e 2012

Silas Semprini de Toledo Contaifer¹
Frederico dos Santos Soares²
Romulo José da Costa Ribeiro¹
Antonio Felipe Couto Junior¹

¹Universidade de Brasília - UnB – Campus Planaltina
Caixa Postal 73300-000 - Planaltina, DF
o.silas@gmail.com; rjcribeiro@unb.br; afcj@unb.br

²CTIS IT Services, Caixa Postal 71200-030000 - Brasília, DF
fssunb@gmail.com

Abstract. In the Federal District (DF, in Portuguese), capital of Brazil, the guidelines for the land ordering is the Master Plan for Land Use (PDOT, in Portuguese), which requires periodic updates. The Supplementary Law (SL) 803, in 2009 and its revisions in 2012 applied the last two updates. This work aimed to describe the main changes in the PDOT between 2009 and 2012. There were used the cartographic data to evidence the spatial changes and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to evidence the effects of the changes. The PDOT presented three Macrozones: Full Protection, Urban and Rural. There were identified 3,865 hectares (ha) rural areas growth over urban area from 2009 to 2012. The total amount of changes in Macrozones reached 22,266 ha, with higher density urban areas boundaries. Around 98% of the DF reduced the photosynthetic activity in both rural and urban areas. This approach should be used as a periodic evaluation by the government and a source of spatial information to the public policies makers.

Palavras-chave: Spatial planning, land cover, spatial evaluation, NDVI, ordenamento territorial, cobertura da terra, avaliação espacial, NDVI.

1. Introdução

Seu Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) segue os princípios da política urbana e rural da Lei Orgânica do Distrito Federal de 1993 com ocupação ordenada do espaço, respeitando as dimensões ambientais, econômicas, espaciais e sociais. A organização do território é composta por três Macrozoneamentos e oito Zoneamentos. (Tabela 1). A Emenda à Lei Orgânica nº 49 de 2007, define a vigência de dez anos para o PDOT, podendo ser revisado a cada cinco anos, sendo a versão mais recente a Lei Complementar 854 de 2012, a qual revisa a Lei Complementar 803 de 2009.

Tabela 1: Macrozonas e suas subdivisões em Zoneamentos.

Macrozoneamento	Zoneamento
Macrozona Urbana	Zona Urbana do Conjunto Tombado
	Zona Urbana de Uso Controlado I
	Zona Urbana de Uso Controlado II
	Zona Urbana Consolidada
	Zona Urbana de Expansão e Qualificação
	Zona de Contenção Urbana
Macrozona Rural	Zona Rural de Uso Diversificado
	Zona Rural de Uso Controlado
Macrozona de Proteção Integral (MPI)	

Fonte: Lei Complementar Número 854, elaborado pelo autor.

Em cada Zoneamento Urbano é indicado o predominante limite habitacional de habitantes por hectare (ha), variando entre menos que 15 até maiores que 150 habitantes/ha, os zoneamentos rurais proibem o parcelamento de lotes menores que 2 hectares, mas não

impedem atividades fora do setor primário, assim como na Macrozona Urbana não há impedimento da existência do setor primário, porém o Macrozona de Proteção Integral só permite uso indireto, destinando assim o espaço para a preservação do Bioma Cerrado.

Sabendo da existência de alteração nas áreas destinadas a diferentes zoneamentos do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT), esse artigo tem como objetivo descrever a variação do PDOT de 2009 e 2012 com a comparação dos índices de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

2. Material e Métodos

2.1. Análise espacial das alterações do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT)

Meneses e Almeida (2012) informam da possibilidade de analisar a alteração de um mesmo espaço em diferentes períodos de tempo com dados georreferenciados, para tanto, esse trabalho seguiu os procedimentos metodológicos indicados na Figura 1: 1) aquisição da base de dados; 2) projeção dos dados geográficos; 3) sobreposição dos vetores e elaboração dos mapas; 5) quantificação das áreas.

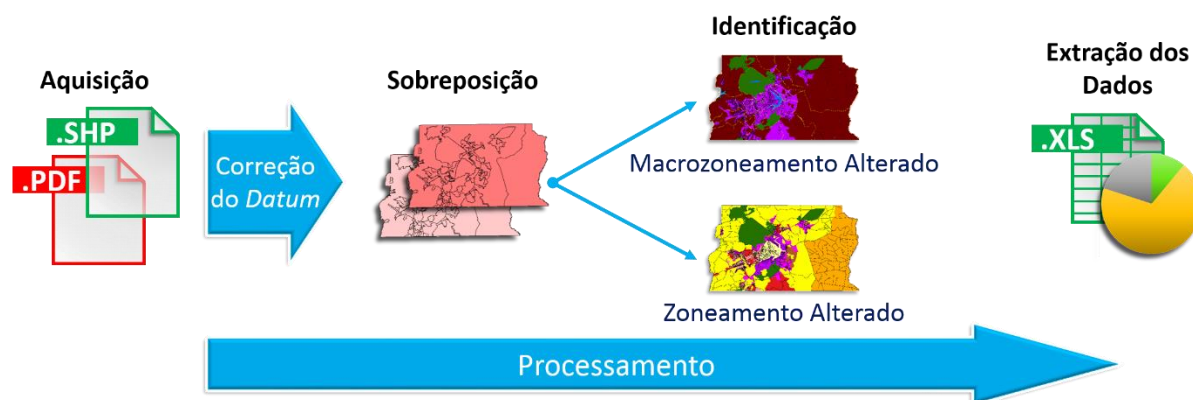


Figura 1: Fluxograma Metodológico

Os vetores do PDOT atual e de sua penúltima revisão foram adquiridos, para esse estudo, na Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal – Terracap. Para sobreposição dos dados utilizou-se o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000, de acordo com o Decreto nº 5.334/2005.

2.2. Avaliação espectral das áreas alteradas por meio de índices de vegetação

A interação da radiação eletromagnética com a atmosfera causa alterações no fluxo radiante, sendo necessário realizar compensação ou atenuação destes efeitos pela correção atmosférica, Mattew, Adler-Golden e Berk (2002). Para compensar esses efeitos das interações entre radiação eletromagnética e a atmosfera, foram desenvolvidos algoritmos, como o *Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* – FLAASH, Kruse (2004), no qual é usado o código de transferência radiativa (*Moderate Resolution Transmittance* – MODTRAN), Vermote et al. (1997). A Figura 2 indica o fluxo metodológico sendo 1) aquisição das imagens em número digital; 2) conversão das imagens para números de radiância; 3) correção para os números de reflectância com o algoritmo FLAASH; 4) Geração do índice de vegetação NDVI.

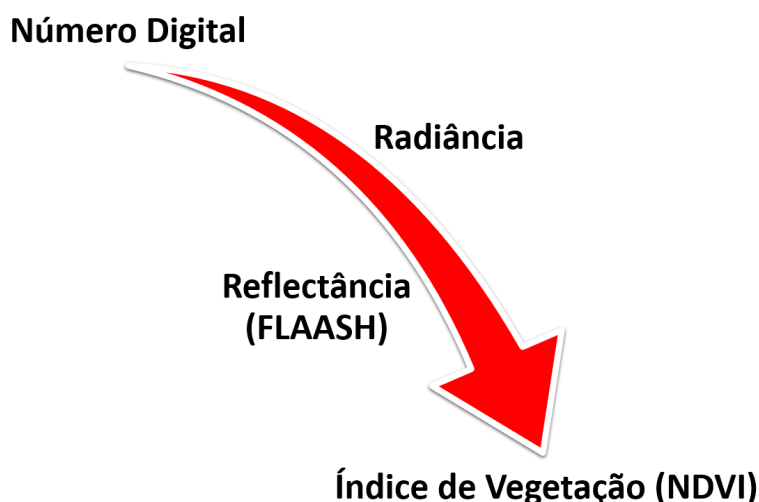


Figura 2: Fluxograma Metodológico

Foi utilizada a cena 221/071 do Landsat 5-TM, obtida em números digitais (ND), pela página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (www.inpe.br), referente a duas datas: a) 01 de setembro de 2008; b) 10 de setembro de 2011; a escolha do mesmo mês nos diferentes tempos, serve para compatibilizar a comparação das alterações em uma mesma época do ano, com semelhantes condições climatológicas, utilizou-se os anos anteriores da homologação das leis, o que coincide com o processo de definições das áreas.

Antes de iniciar o processo de correção atmosférica, a imagem foi convertida para valores de radiância, foram utilizadas altitude média 1000 metros. Para comparar as diferenças e similaridades sobre a sensibilidade da vegetação empregou-se índices de vegetação espectrais, a partir de medições radiométricas de padrões de atividades fotossintéticas da vegetação, Huete et al. (1997).

O *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) é um índice de vegetação no qual é possível observar uma correspondência qualitativa de suas variações com os padrões de crescimento da vegetação Huete et al. (1997), seguindo a fórmula de Rouse et al. (1973):

$$NDVI = (\rho_{IVP} - \rho_V) / (\rho_{IVP} + \rho_V)$$

Sendo, “ ρ_{IVP} ” o valor da reflectância no infravermelho próximo e “ ρ_V ” a reflectância na faixa do vermelho. O NDVI é uma normalização ao qual Meneses e Alemida (2012) indicam ser possível comparar em diferentes tempos para a mesma área e suas proximidades. Com os anos anteriores às duas últimas atualizações do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) e as áreas de Zoneamento Alteradas, foram gerados 10 cartogramas que demonstram a alteração da densidade de cobertura vegetal.

Para facilitar o entendimento os valores dos pixels foram somados dentro de cada poligonal e então foi calculado a média de seu interior, o índice NDVI varia de -1 a +1, onde os maiores numéricos valores representam mais atividade fotossintética que os valores menores.

3. Resultados e Discussão

3.1. Resultados da análise espacial

A sobreposição visual dos dados permitiu a identificação das Macrozonas alteradas na última atualização do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT), sendo mais sutis as diferenças foram circuladas com o indicador Destaque de Alterações, Figura 3.

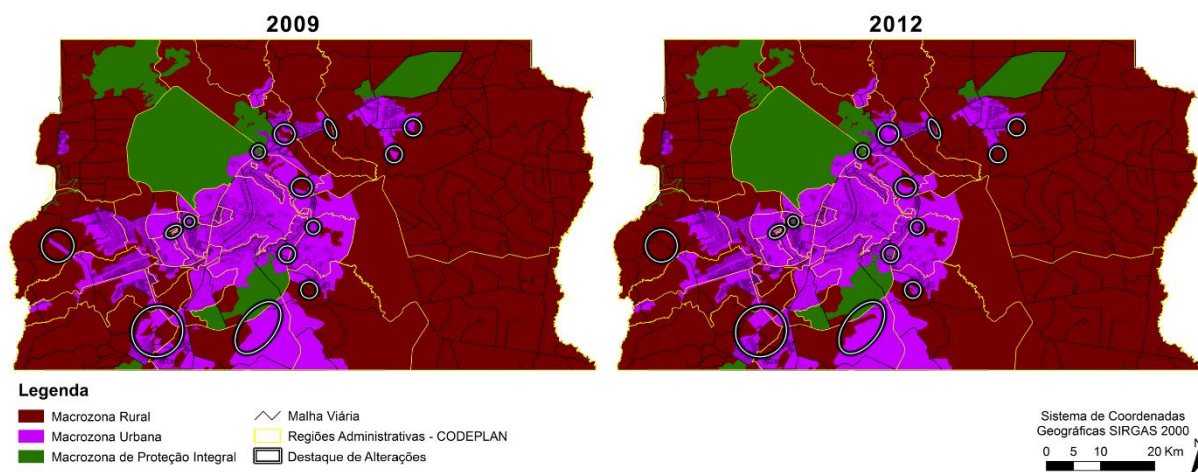


Figura 3: Comparação de Áreas Alteradas no Macrozoneamento

Fonte: Lei Complementar 854 e Codeplan, elaborado pelo autor.

As maiores alterações podem ser vistas ao nível do Zoneamento onde 3,85% do território sofreu algum tipo de alteração, especialmente representadas na Figura 4.

As alterações ocorridas ao nível do Zoneamento sendo maiores que as do Macro, são indicativos que as variações não reduziram significativamente a quantidade de áreas Rurais ou Urbanas.

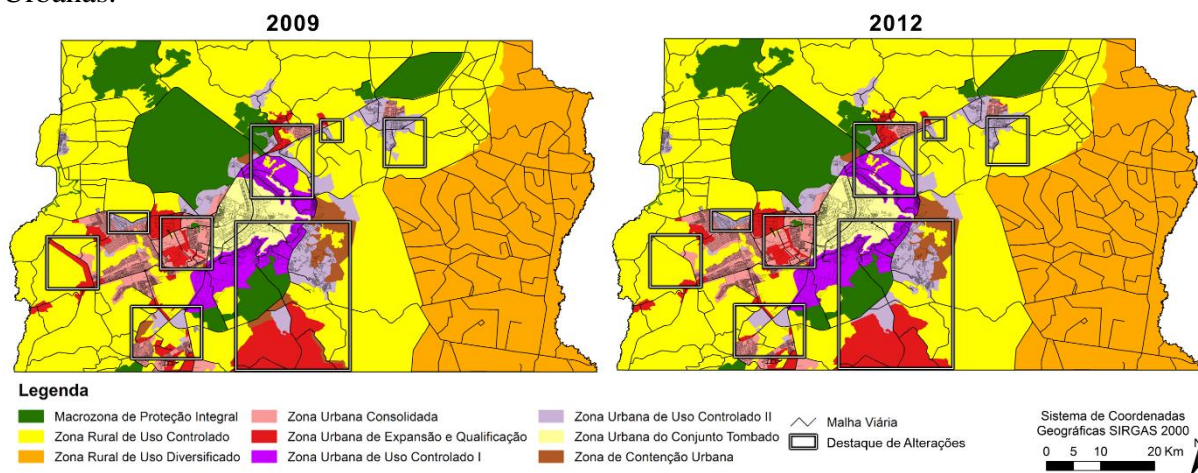


Figura 4: Comparação de Áreas Alteradas no Zoneamento

Fonte: Lei Complementar 803 e Lei Complementar 854, e Codeplan, elaborado pelo autor.

Do total planejado para a capital do país, as áreas destinadas como urbanas correspondem a apenas 20,12 %, estando 68,83% para o Macrozoneamento Rural e os outros 11,06% para a Macrozona de Proteção Integral, a disposição desses usos pode ser vista na Figura 3.

Seria de se supor que houvesse um aumento da destinação a áreas urbanas no Distrito Federal (DF), mas pela variação do Macrozoneamento, o que foi identificado é o oposto, as áreas urbanas foram reduzidas em 1.589 hectares (ha) o que representa 0,27% do DF, houve um crescimento de 147 ha das áreas de Proteção Integral (0,03%) e um aumento das áreas Rurais em 1.442 ha (0,25%), a dinâmica das alterações nesse nível se deu do Macrozoneamento Urbano, que tanto perdeu áreas quanto ganhou, a Figura 5.

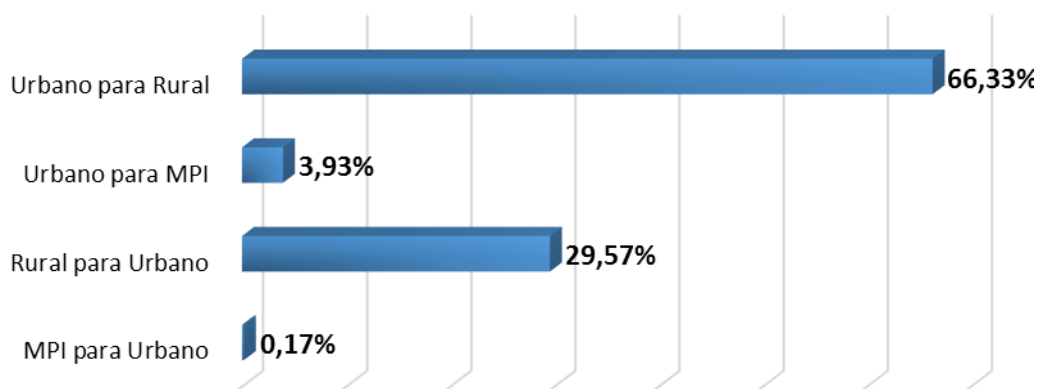


Figura 5: Porcentagem de transformação nas áreas dos anos de 2009 para 2012

Fonte: Lei Complementar 803 e Lei Complementar 854, elaborado pelo autor.

O somatório de áreas alteradas no Macrozoneamento é de 3.865 hectares, enquanto do Zoneamento chega a 22.266 ha, tal diferença é reflexo do número de classificações que existem no zoneamento, não ocorrendo apenas transformações de urbano para rural. A distribuição em porcentagem dos oito zoneamentos e da Macrozona de Proteção podem ser vistas na Figura 6. A Zona Rural de Uso Diversificado é indicada nas leis complementares 803 e 854, de 2009 e 2012 respectivamente do Distrito Federal como “atividade agropecuária consolidada, onde predomina a agricultura comercial”, com a atualização do PDOT, não houve redução de seus limites assim como a Zona Urbana do Conjunto Tombado por ser parte do Patrimônio Histórico Nacional e Patrimônio Cultural da Humanidade (UNESCO).

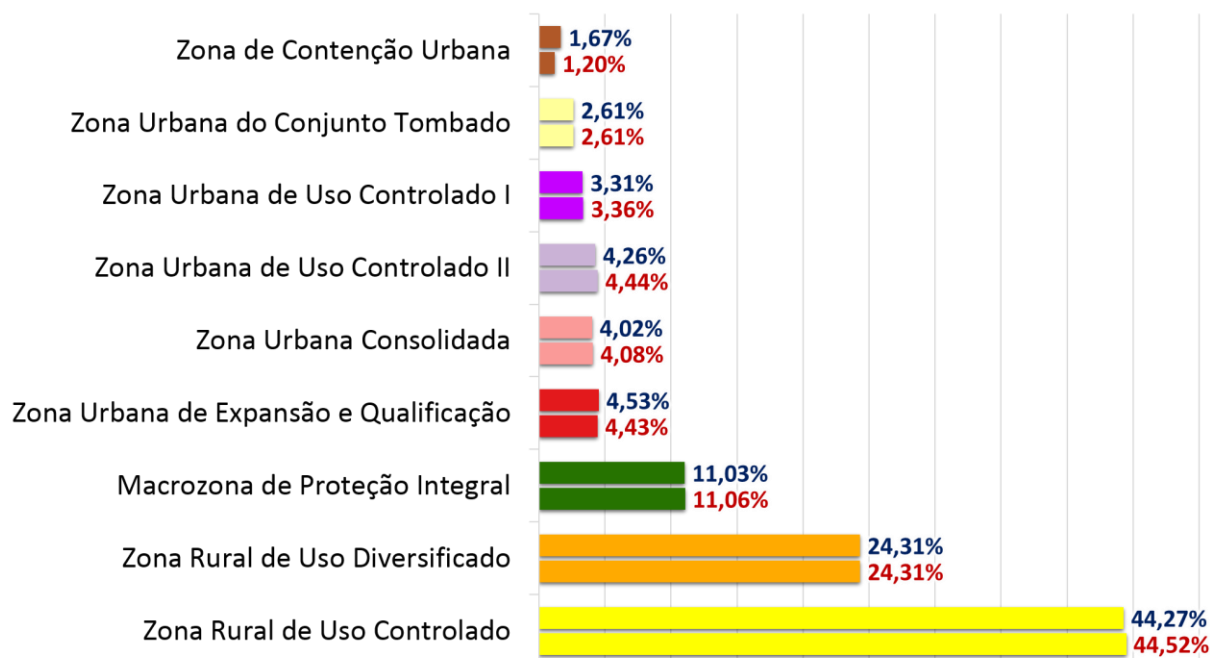


Figura 6: Distribuição por área total no Zoneamento do PDOT 2008, numerados em azul, comparada ao PDOT 2012, numerado em vermelho.

Fonte: Lei Complementar 803 e Lei Complementar 854, elaborado pelo autor.

Área destinada que mais expandiu foi a Zona Rural de Uso Controlado (ZRUC) com 0,25%, exatamente mesma expansão indicada no Macrozoneamento Rural. Não havendo Zoneamento para a Macrozona de Proteção Integral, esta aparece com mesmo acréscimo de 147 ha e representa 11,06% das terras no DF.

A Zona Urbana de Uso Controlado II (ZUUCII) é a segunda zona de maior expansão (0,18%) seguida pela Zona Urbana de Uso Controlado I (ZUUCI), predominando a média densidade habitacional, variando para menor densidade na ZUUCI, as Zonas Urbanas Consolidadas (ZUC) cresceram em 0,06% enquanto as áreas da Zona Urbana Expansão e Qualificação (ZUEQ) variaram em - 0,09%.

A ZUEQ é integrada por áreas em processo de regularização fundiária, e sua alteração indica a reconfiguração do espaço, sua qualificação. Outra área que teve redução foi a Zona de Contenção Urbana, está com função de zona de amortecimento deveria estar entre áreas Urbanas e Rurais, e variou em - 0,48%, o somatório das zonas urbanas totalizam o decréscimo de - 0,27% do Macrozoneamento Urbano.

3.2. Resultados da avaliação espectral por meio de índices de vegetação

O Valor médio do índice de vegetação foi utilizado por representar cada polígono modificado do PDOT como um todo (Figura 7), logo enclaves de alteração no solo são divididos pela área total. Das áreas estudadas 98,72% tiveram redução do *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) o que, segundo Huete et al. (1997) representa uma redução na biomassa da vegetação, as três áreas onde houve uma melhora no índice correspondem a 1,26% o mesmo que 280 hectares (ha), nestas o acréscimo em média foram de 0,01 enquanto o decréscimo nas demais foi de -0,13.

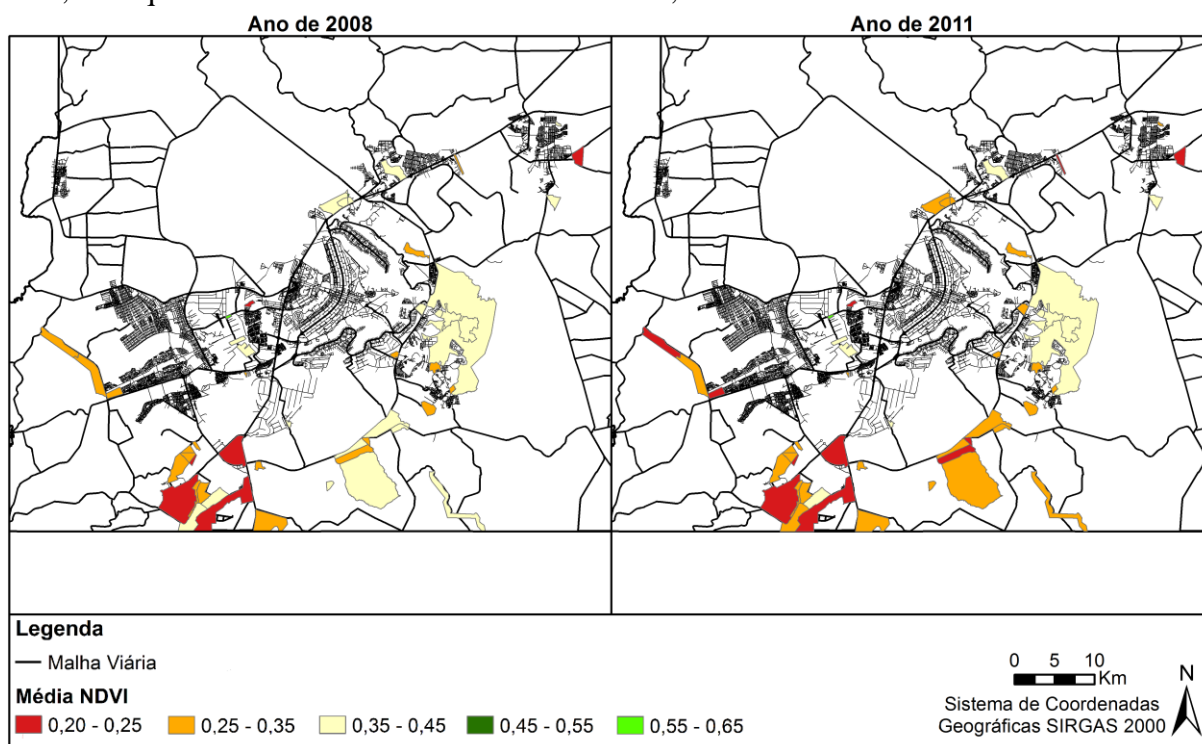


Figura 7: Comparação dos valores médios do índice NDVI em cada polígono alterado do PDOT em 2012, dados colhidos nos anos anteriores a criação da Lei Complementar do PDOT 2009 e PDOT 2012.

Fonte: Lei Complementar 803 e Lei Complementar 854, elaborado pelo autor.

O decaimento do NDVI em diferentes destinações do Plano Diretor de Ordenamento Territorial (PDOT) demonstra impacto à vegetação ocorrida não apenas em zonas urbanas, o índice variou em média -0,03 na Macrozona Rural com 0,33 na escala, -0,04 na Macrozona Urbana (com 0,32) e -0,05 na Macrozona de Proteção Integral (0,29), comparando 2008 com 2011.

As alterações a nível de Zoneamento ocorreram em maior número que o Macrozoneamento, pois houve alterações entre as zonas do Macrozoneamento Urbano, sem contradizer o total de áreas perdidas e ganhas em cada Macrozona.

4. Conclusão

As revisões do PDOT estão respaldadas na Lei Orgânica do Distrito Federal e refletem o processo dinâmico de ocupação do solo, ao qual necessita de replanejamento com o tempo, as Leis Complementares 803 e 854 indicam parâmetros sociais, econômicos e ambientais. Nas áreas Urbanas observou-se a redução de áreas de menores densidades para as que aceitam maior número de moradores. Nessa zona o NDVI refletiu o adensamento populacional no período anterior a atualização da lei, o que conduz a uma dúvida sobre a eficácia do PDOT no que tange ao ordenando da ocupação ou apenas regularização de alterações já ocorridas. Esses conhecimento deve ser considerado para futuros estudos relacionados ao número de edificações e suas relações com o número de habitações por unidade de área.

No período avaliado, as áreas destinadas ao Urbano no DF apresentaram redução, o que não indica uma diminuição geral da ocupação urbana, pois, na Macrozona Urbana houve redução das atividades biofísicas das plantas, essa supressão de vegetação pode ser relacionada ao adensamento urbano. Nessa área urbanizadas, observou-se uma maior redução de (- 0,48%) na Zona de Contenção Urbana, a qual também tem a maior restrição a ocupação civil. Sendo assim, a pesquisa conseguiu identificar as alterações pela sobreposição dos vetores e relacionou a redução do índice de vegetação com a substituição dos zoneamentos mais restritivos para os com maior liberdade para a habitação no mesmo limite físico.

Referências

- Adler-Golden, S. M.; Michael W. M.; Lawrence S. B.; Robert Y. L.; Alexander B.; Steven C. R.; Prabhat K. Acharya. Atmospheric correction for shortwave spectral imagery based on MODTRAN4. **International Symposium on Optical Science, Engineering, and Instrumentation**. p. 61-69. 1999.
- Brasil. Decreto nº 5.334 de 6 de Janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. 2005.
- Berk, A; Adler-Golden, S. M.; Ratkowski, A. J.; Felde, G. W.; Anderson, G. P.; Hoke, M. L.; Cooley, T.; Chetwynd, J. H.; Gardner, J. A.; Matthew, M. W. Exploiting MODTRAN radiation transport for atmospheric correction: The FLAASH algorithm. **In Information Fusion. Proceedings of the Fifth International Conference on**, vol. 2, pp. 798-803. 2002.
- Distrito Federal. Lei Orgânica do Distrito Federal: Brasília, **Diário Oficial do Distrito Federal**. 1993.
- Distrito Federal. Emenda à Lei Orgânica do Distrito Federal nº 49. Altera os arts. 15, 75, 162, 163, 316 a 322, 325 e 326 da Lei Orgânica do Distrito Federal e os arts. 32, 37, 56 e 57 do Ato das Disposições Transitórias da Lei Orgânica do Distrito Federal, acrescentando a este o art. 58. Brasília, **Diário Oficial do Distrito Federal**. 2007.
- Distrito Federal. Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal-PDOT e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial do Distrito Federal**. 2009.
- Distrito Federal. Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012. Aprova a revisão do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT e dá outras providências. Brasília: **Diário Oficial do Distrito Federal** 2012.
- Huete, A.R.; Liu, H.Q.; Batchily, K.; Van Leeuwen, W. A comparison of Vegetation Indices over a global set of TM Images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, 59: p. 440-451. 1997.
- Kruse, F. A. Comparison of ATREM, ACORN, FLAASH atmospheric corrections using low-altitude AVIRIS data of Boulder. CO, p. 1-10, 2004.

Matthew, M. W.; Adler-Golden, S. M.; Berk, A. Atmospheric correction of spectral imagery: Evaluation of the FLAASH algorithm with AVIRIS data. 31st **Applied Imagery Pattern Recognition Workshop**, 2002.

Meneses, P. R.; Almeida, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**: Brasília: UnB/CNPq 2012.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403 n° 6772, p. 853-858. 2000

Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetationsystems in the Great Plains with ERTS. **Proceedings of the Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium**, Greenbelt: NASA SP-351, p.301–317. 1973

Vermote, E.F.; Tanré, D.; Deuzé, J.L.; Herman, M.; Morcrette, J-J. Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum, 6S: An overview. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 35, n. 3, p. 675-686, 1997.

Ribeiro, J. F., Walter, B. M. T., Sano, S. M., & Almeida, S. D. **Fitofisionomias do bioma Cerrado**: síntese terminológica e relações florísticas. 2006. Universidade de Brasília