

Avaliação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul na primeira década do século XXI a partir de imagens MODIS – Land Cover

Marcel Pereira de Andrade ¹
Celso Bandeira de Melo Ribeiro ¹
Ricardo Neves de Souza Lima ²

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
CEP: 36036-900 - Juiz de Fora - MG, Brasil
marcel.pdandrade@gmail.com
celso.bandeira@ufjf.edu.br

² Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI
CEP: 20271-205 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil.
ricneves80@yahoo.com.br

Abstract. Water resources management in Brazil is based on watersheds, in which the analysis of land use and land cover plays a key role on the whole of their understanding. Therefore, this study aimed to evaluate the land cover and use in the watershed of the river Paraíba do Sul from 2001 up to 2012, from the use of remote sensing technics. Images from the product MODIS Land Cover Type 1 (2001-2012) were used in this context. They were cut through masks in the software ENVI, and the calculation of the area and the editing were held by DINAMICA-EGO. The results showed that by the year 2001 more than 50% of the area covered by this study was savannas, and that it has a tendency of continuing to grow. They also showed that the forest has recuperated a large amount of its area up to 2012, after suffering some loss. The presente study brings importante results to water resources management such as the tendency of increasing of the savannas and woody savannas, decreasing of the Closed shrublands and the open shrublands, and restore of forest area around the watershed of the river Paraíba do Sul.

Palavras-chave: remote sensing, change detection, water resources, sensoriamento remoto, detecção de mudanças, recursos hídricos.

1. Introdução

Informações sobre mudanças do uso do solo e tipo de cobertura do mesmo são de grande importância para que se possa entender e analisar em escalas globais, continentais e locais, os processos da superfície que impactam o meio ambiente, a sociedade e o setor econômico. Na escala local, estes estudos podem auxiliar na gestão de recursos hídricos e dentre outros, Colditz et al. (2012).

No Brasil, a gestão de recursos hídricos é baseada nas bacias hidrográficas, que são áreas onde a água proveniente da chuva é drenada para um único ponto, seu exutório. Sobre esse território tão importante estão situadas as indústrias, cidades, atividades agropecuárias e as APPs (Áreas de Preservação Permanente), como explica Porto e Porto (2008). A maneira com que o solo é utilizado afeta a dinâmica do escoamento, infiltração e evaporação da água nessa bacia e também na qualidade da mesma em seus mananciais, pois ela ao percolar o solo adquire suas características, sendo boas ou ruins, Ribeiro (2001) e Ribeiro et al. (2001).

Tendo isso em vista, a utilização de imagens de satélite vem se tornando uma importante ferramenta para avaliar e detectar as mudanças no uso do solo nestas áreas.

Movido pela problemática da falta de água potável, causada pelo longo período de estiagem enfrentado na região sudeste em 2014. O presente estudo visa, a partir do uso de técnicas de sensoriamento remoto, fazer uma avaliação de 2001 à 2012, da taxa de mudança do uso e ocupação do solo na região da bacia hidrográfica do Paraíba do Sul, com o intuito de auxiliar na gestão de recursos hídricos.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, representada na Figura 1, está situada entre as coordenadas 21°30'S (latitude) 41°04'W (longitude) e 22°19'S (latitude) 41°43'W (longitude), de acordo com a AGEVAP (2011). Ela abrange, completamente ou parcialmente, 39 municípios no estado São Paulo, 57 no estado Rio de Janeiro e 88 no estado de Minas Gerais, totalizando 184 municípios INEA (2014).

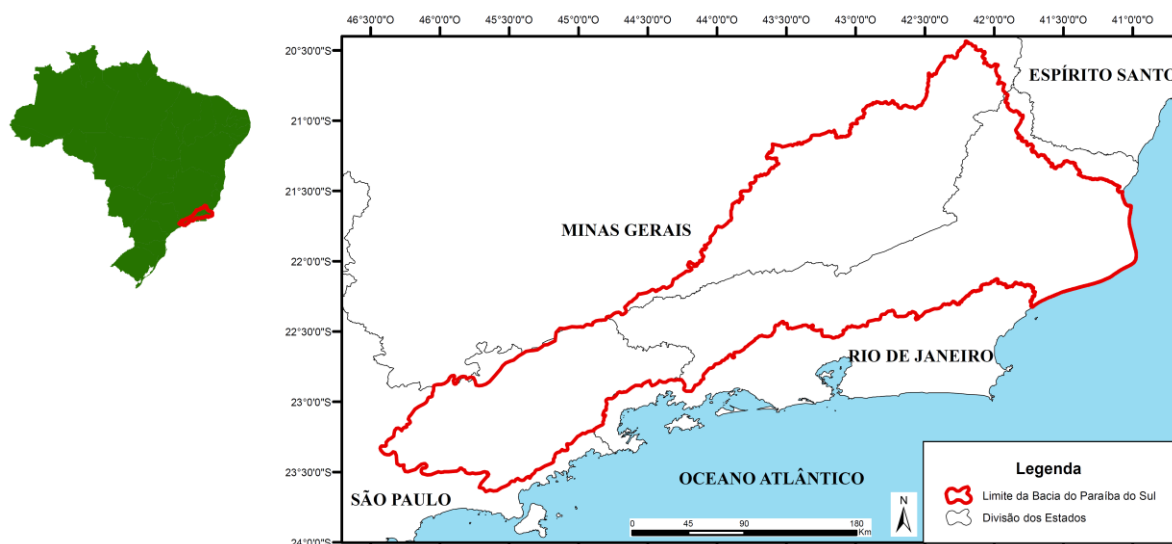


Figura 1. Limite atual da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

2.2 Materiais e Métodos

As imagens utilizadas neste trabalho foram as do produto *Land Cover Type 1* do satélite MODIS. Estas são classificadas em 17 classes, como mostra a Tabela 1, cujo os critérios de classificação são definidos pelo IGBP (*International Geosphere Biosphere Programme*), possuem resolução espacial 500m e projeção Sinusoidal. As imagens podem ser obtidas pelo site da NASA (<http://reverb.echo.nasa.gov>).

Tabela 1. Classificação das imagens *Land Cover* pelo IGBP.

Código das classes	Nome da classe	Código das classes	Nome da classe
0	Water	8	Woody savanas
1	Evergreen Needleleaf forest	9	Savannas
2	Evergreen Broadleaf forest	10	Grasslands
3	Deciduous Needleleaf forest	11	Permanent wetlands
4	Deciduous Broadleaf forest	12	Croplands
5	Mixed forest	13	Urban and built-up
6	Closed shrublands	14	Cropland/Natural vegetation mosaic
7	Open shrublands	15	Snow and ice
		16	Barren or sparsely vegetated

Fonte (*Land Processes Distributed Active Archive Center (LPDAAC)*)

Os *softwares* utilizados foram o DINAMICA-EGO 2.4.1, o MODIS *Reprojection Tool* e o ENVI 5.1. O primeiro foi escolhido para atribuir e modificar as classes das imagens *Land Cover Type 1*, de modo que a classificação se assemelhe com o tipo de cobertura da região de estudo, os modelos desta etapa estão ilustrados na Figura 2. (a) e Figura 2. (b) e a nova classificação obtida está representada na Tabela 2. O DINAMICA também foi adotado para o cálculo das áreas, em hectares e posteriormente convertido para km², de cada classe, o modelo utilizado para tal fim é representado pela Figura 3, este encontra-se disponível em Soares Filho et al. (2009). O segundo *software* (MODIS *Reprojection Tool*) foi usado para extrair a banda *Type 1* das imagens *Land Cover*, converte-las do formato .HDF para GeoTIFF, mosaicá-las e georreferenciá-las. Por fim, o ENVI foi utilizado para cortar as imagens por máscara.

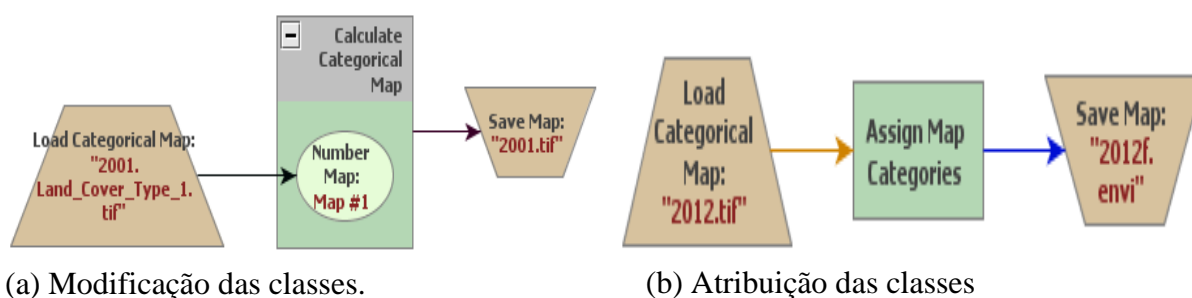


Figura 2. (a) Fluxograma utilizado para Modificar as classes originais; e (b) para Atribuir novo nome e nova cor para a classe.

Tabela 2. Classificação Modificada.

Código das classes	Nome da classe	Código das classes	Nome da classe
1	Water	9	Savannas
2	Forest	11	Permanent wetlands
5	Mixed forest	12	Croplands
6	Closed shrublands	13	Urban and built-up
7	Open shrublands	14	Cropland/Natural vegetation mosaic
8	Woody savannas	15	Snow and ice
		16	Barren or sparsely vegetated

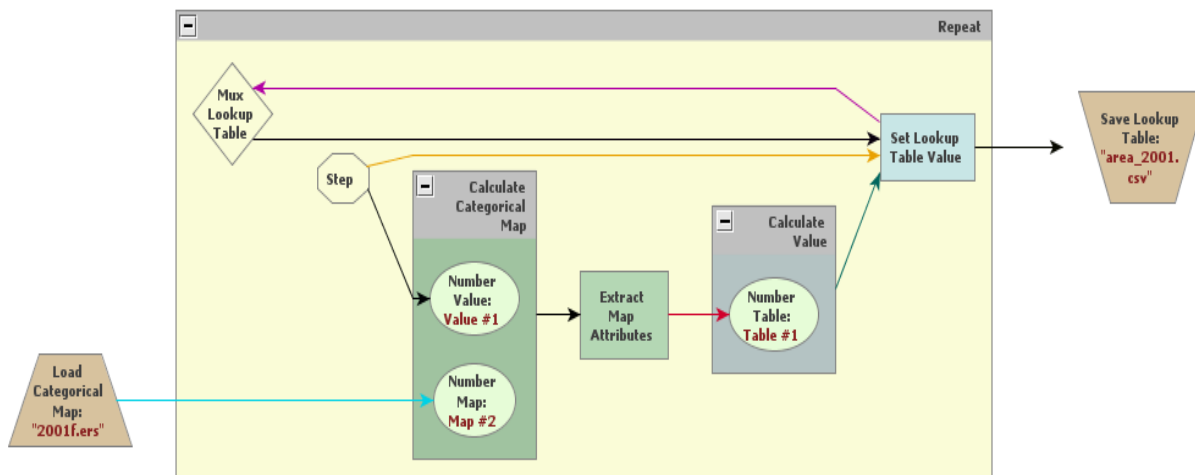


Figura 3. Fluxograma utilizado para calcular a área de cada classe, vale lembrar que o número de interações do *container Repeat* foi modificado para 16, devido ao número de classes.

3. Resultados e Discussão

As Figuras 4.a e Figura 4.b representam a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, após o processamento no DINAMICA-EGO e ENVI. A área total, estimada da região de estudo, calculada no DINAMICA foi de 62.185 km², o que foi próximo dos 62.074 km² encontrado em AGEVAP (2011). A Tabela 3 mostra a área de cada tipo de uso e ocupação do solo e a sua respectiva porcentagem para os anos de 2001 e 2012, observa-se que a área de *savannas*, que corresponde à pastagem, é predominante na região, com mais de 50% do total da área.

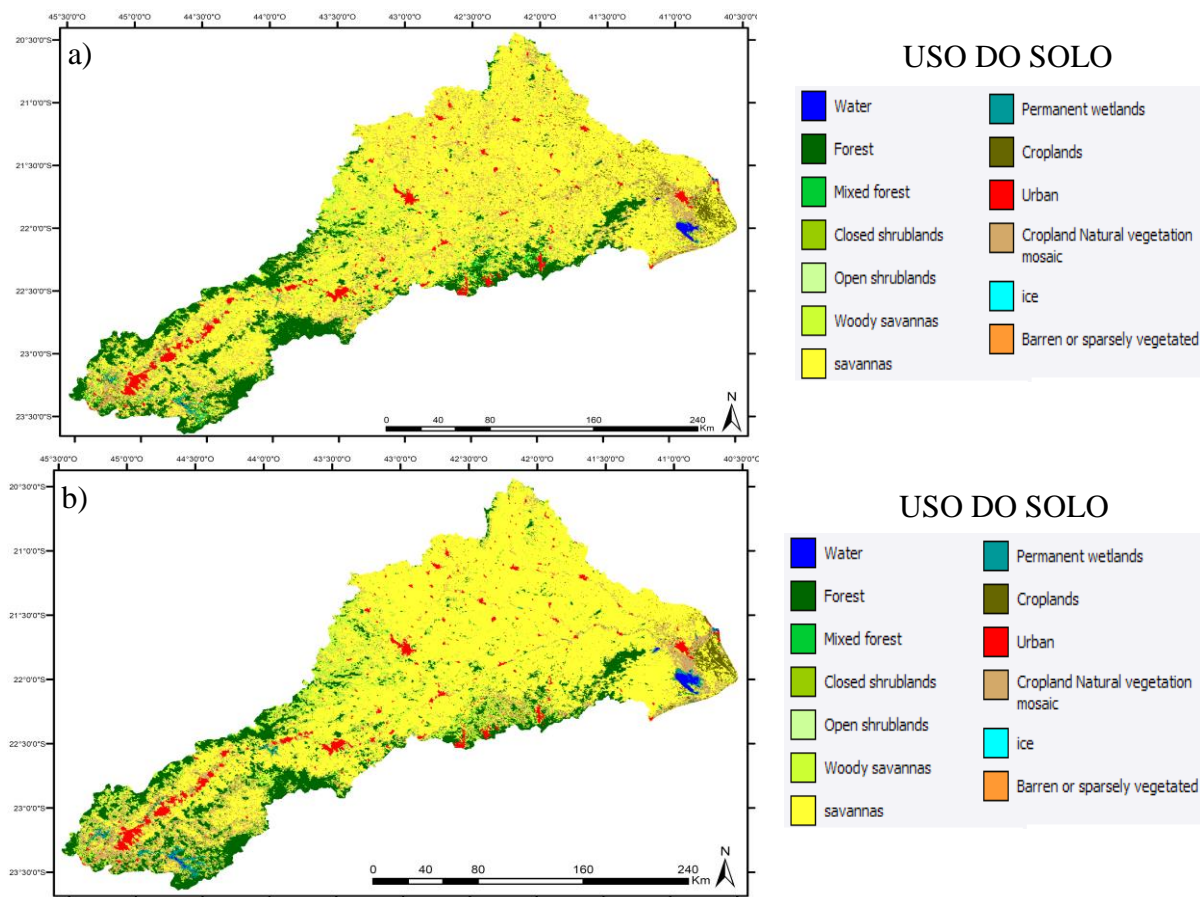


Figura 4. a) Uso do solo em 2001. b) Uso do solo em 2012.

Tabela 3. Área e Porcentagem para cada uso e ocupação do solo.

Uso e Ocupação	2001		2012	
	Área (km ²)	Porcentagem (%)	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Water	143	0,23%	182	0,29%
Forest	8.500	13,67%	7.945	12,78%
Mixed forest	702	1,13%	161	0,26%
Closed shrublands	95	0,15%	21	0,03%
Open shrublands	42	0,07%	14	0,02%
Woody savannas	5.503	8,85%	7.762	12,48%
Savannas	36.528	58,74%	37.490	60,29%
Permanent wetlands	164	0,26%	461	0,74%
Croplands	1.276	2,05%	1.129	1,82%
Urban and built-up	1.693	2,72%	1.689	2,72%
Cropland/Natural vegetation mosaic	7.504	12,07%	5.318	8,55%
Snow and ice	0	0,00%	0	0,00%
Barren or sparsely vegetated	33	0,05%	12	0,02%
∑ Áreas (km²)	62.185	100,00%	62.185	100,00%

Com os dados das áreas de cada uso e ocupação do solo, foi possível criar gráficos que mostram o comportamento destas ao decorrer dos anos, até 2012, com suas respectivas curvas de tendência, como mostram a Figura 5.1 à Figura 5.8. Observou-se, através da Figura 5.7, que *urban and built-up* não sofreu alterações significativas ao decorrer do período estudado.

Observou-se uma tendência de crescimento expressivo da *savannas* (Figura 5.1) e diminuição de áreas como, *mixed forest* (Figura 5.3) e *Closed shrublands* (Figura 5.2). Nota-se também que no gráfico da figura 5.4 que a *forest* diminuiu significativamente no período de 2001 à aproximadamente 2007, e logo após 2007 a tendência muda e a *forest* chega em 2012 a valores próximos do período inicial do estudo.

Nota-se que as áreas permanentemente alagadas tiveram aumento significativo, como mostra a Figura 5.6. Verificou-se também na Figura 5.8 que as regiões de solo expostos diminuíram ao longo do período de tempo estudado.

A Figura 6 mostra a taxa de variação das classes de uso e ocupação do solo mais significativas da região. Nela é possível observar que a pastagem e o mosaico cultura mais vegetação são inversamente proporcionais.

Através das informações da Figura 6 em conjunto com a tabela 3 constatou-se que, as áreas referentes a vegetação, como *forest*, *mixed florest*, *closed shrublands* e *open shrublands*,

fecharam em 2012 com valores inferiores ao inicial em 2001 e que áreas de pastagem (*savannas* e *woody savannas*), de água e permanentemente alagadas aumentaram em relação à 2001.

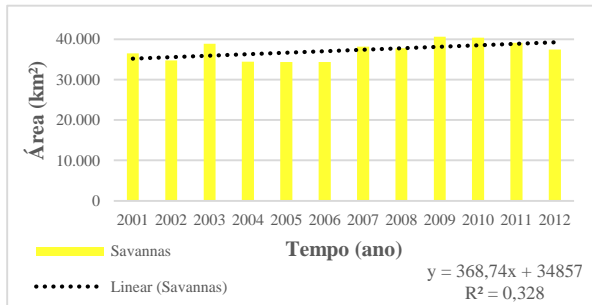


Figura 5.1 (*Savannas*)

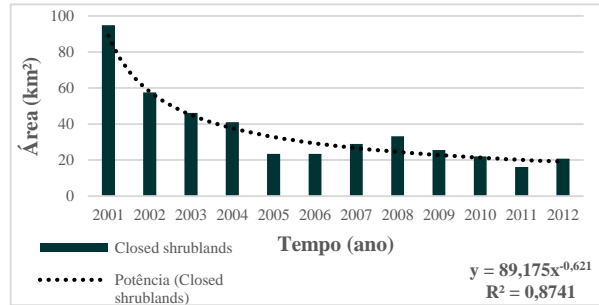


Figura 5.2 (*Closed shrublands*)

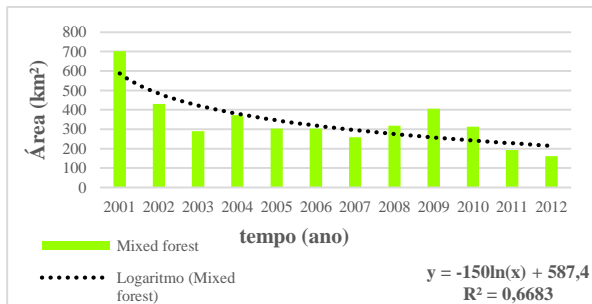


Figura 5.3 (*Mixed Forest*)

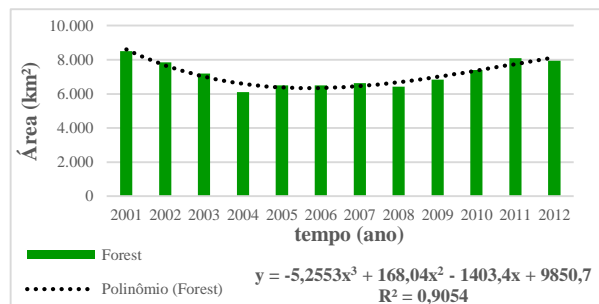


Figura 5.4 (*Forest*)

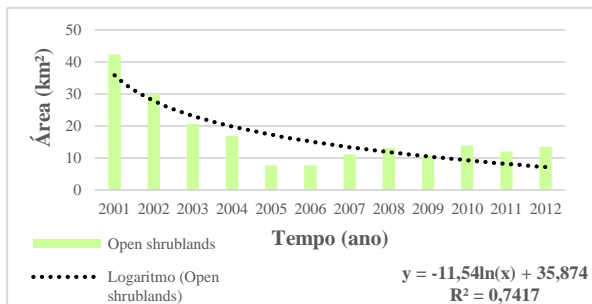


Figura 5.5 (*Open shrublands*)

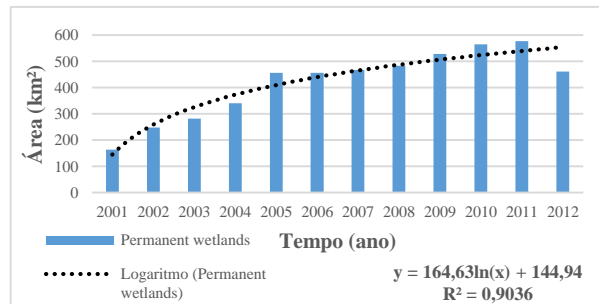


Figura 5.6 (*Permanent wetlands*)

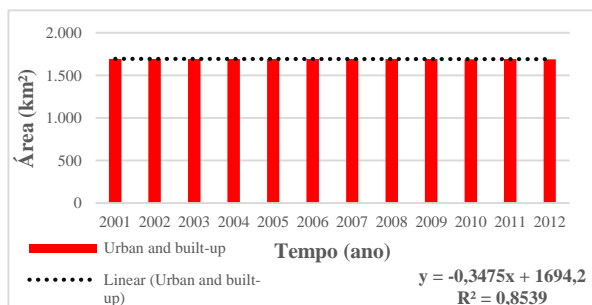


Figura 5.7 (*Urban and built-up*)

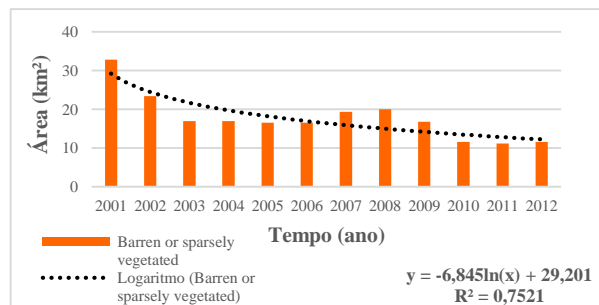


Figura 5.8 (*Barren or sparsely vegetated*)

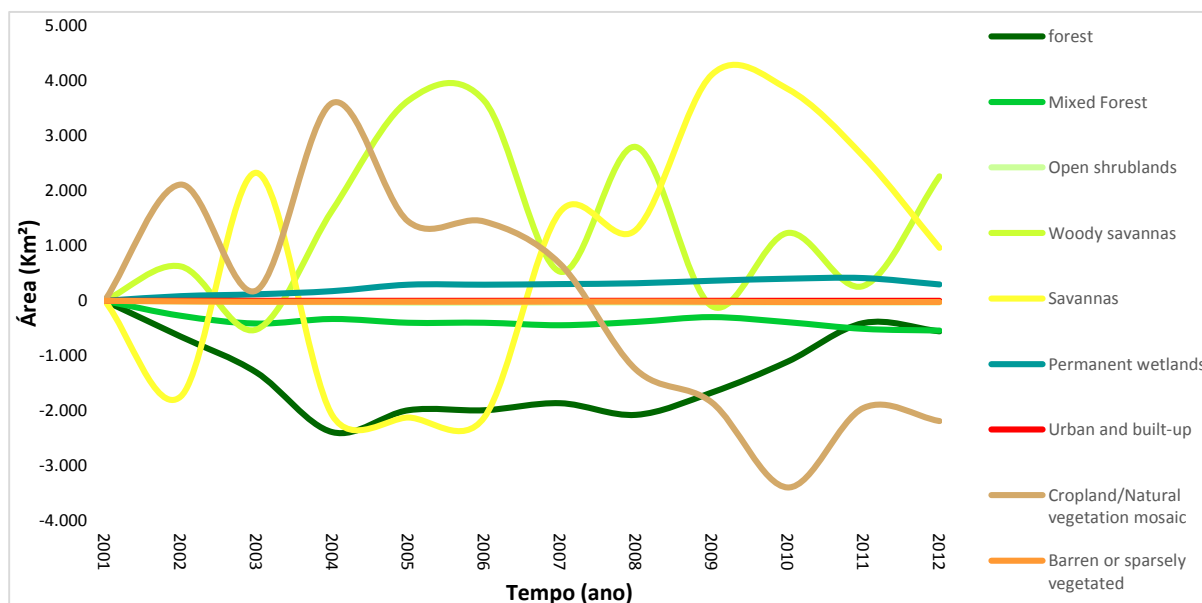


Figura 6. Taxa de Mudança do uso e ocupação do solo.

4. Conclusões

Os resultados obtidos no presente estudo, demonstram que a maior parte da bacia do rio Paraíba do Sul é composta por pastagens (*savannas*), 58,74% em 2001 e 60,29% em 2012 e que essa classe continua com tendência de crescimento (Figura 5.1).

Verificou-se também uma perda de área de floresta entre os anos de 2001 (13,67%) e 2012 (12,78%). Entretanto, verificou-se que há uma tendência de recuperação dessas áreas de floresta a partir do ano de 2009 (Figura 5.4).

As áreas urbanas não apresentaram alterações significativas na área da bacia, de acordo com os dados do produto MODIS, Tipo 1, utilizado nesse estudo.

Acredita-se que o estudo da evolução temporal do uso do solo, nesse período de 12 anos, apresentado nesse trabalho poderá servir de base para a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos dessa importante bacia, que tem sido foco de interesse da opinião pública devido aos recentes eventos de escassez que afetam o abastecimento das principais metrópoles do país (Rio de Janeiro e São Paulo).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Iniciação Científica (BIC) da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, pela concessão de bolsa e a equipe do Nagea - Ufjf por fornecer o *shapefile* do novo limite da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Referências Bibliográficas

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP). **Relatório técnico - bacia do rio Paraíba do Sul - subsídios às ações de melhoria da gestão 2011**. Disponível em: <<http://agevap.org.br/downloads/Relatorio%20Geral%20versao%20para%20site%2029dez11.pdf>>. Acesso em: 03.set.2014

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP). **Relatório de situação trienal bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (2010/2011/2012)**. Disponível em: <<http://agevap.org.br/agevap/conteudo/relsituacao20102012.pdf>>. Acesso em: 13.set.2014

Colditz, R. R., Saldaña, G. L., Maeda, P., Espinoza, J. A., Tovar, C. M., Hernández, A. V., Benítez, C. Z., López, I. C., Ressler, R. Generation and analysis of the 2005 land cover map for Mexico using. **Remote Sensing of Environment**, v. 123, p. 541-552, 2012.

Instituto Estadual do Ambiente (INEA). **NOTA TÉCNICA DIGAT/INEA nº 01-A/2014**. Disponível em: <<http://inea.rj.gov.br>>. Acesso em: 11.ago.2014.

Porto, M. F. A.; Porto, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142008000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27.ago.2014.

Ribeiro, C.B.M.; Rotunno Filho, O.C.; Brenny, F.; Raupp, I.P. **Monitoramento do uso e ocupação do solo de uma bacia hidrográfica através de técnicas de sensoriamento remoto**. In: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos - Aracajú-SE, 2001.

Ribeiro, C.B.M. **Sensoriamento remoto aplicado à detecção de mudanças na cobertura do solo de uma bacia hidrográfica**. Dissertação Mestrado, Rio de Janeiro, COPPE/UFRJ, M.Sc, Engenharia Civil, 2001.

Soares-Filho, B. S., Rodrigues, H. O., Costa, W.L. **Modeling Environmental Dynamics with DINAMICA-EGO**. Belo Horizonte, 2009. 116 p.