

**Análise multitemporal e as alterações do uso e ocupação do solo na
bacia hidrográfica do Córrego Carro Queimado no município de Três
Lagoas - MS**

*Multitemporal analysis and changes in land use and occupation at the watershed
Córrego Carro Queimado in the municipality of Três Lagoas – MS*

*Análisis multitemporal y cambios en el uso del suelo y la ocupación en la cuenca
hidrográfica Córrego Carro Queimado en el municipio de Três Lagoas - MS*

Nelson Giovanini Junior

Mestrando em Engenharia Civil, UNESP, Brasil
nelsongiovanini@outlook.com

Mariana Barbosa de Carvalho

Mestrando em Engenharia Civil, UNESP, Brasil
maa.carvalho@hotmail.com

Arthur Bucciarelli Andretta

Engenheiro Civil, UNESP, Brasil
a.b.andretta@gmail.com

RESUMO

As alterações no ambiente devido às ações antrópicas são há muito tempo foco de estudo em diversas áreas, sendo as avaliações ambientais e econômicas de grande importância, especialmente em regiões com alto índice de expansão econômica. Deste modo, o objetivo deste trabalho é analisar a evolução do uso e ocupação do solo na bacia do Córrego Carro Queimado – município de Três Lagoas/MS – nos últimos dez anos (19XX, 20XX e 201X). Para tanto foram utilizadas imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 8, e através do software Spring foi feita a classificação por pixel (MAXVER), sendo gerados os mapas temáticos classificados para cada ano. Foi observado que durante o período de estudo a atividade predominante na bacia mudou de pastagens para reflorestamento, tendo esta atividade ocupado mais de 40% da área da bacia em 2017. No decorrer dos anos notou-se ainda um aumento de vegetação nativa e do solo exposto. Quanto às alterações ambientais e econômicas causados pela mudança na paisagem da região pode-se mencionar o abaixamento do lençol freático, perda da biodiversidade e aumento do risco de contaminação por pesticidas como fatores negativos, e a melhora da proteção do solo contra erosão, elevado sequestro de CO₂ e aumento da oferta de empregos como fatores positivos.

PALAVRAS-CHAVE: SIG. Georreferenciamento. Alterações espaciais. Microbacia-Hidrográfica

ABSTRACT

The changes in the environment due to anthropological actions are, a long time, focus of study in many areas being the environmental and economics evaluations of great importance, especially in regions with a high economic expansion. In view of these assertions, the goal of this project is to analyze using classification of use and land occupation the evolution in the Corrego Carro Queimado watershed – city of Tres Lagoas/MS – in the last ten years and the possible environmental impacts caused due to alterations in the region studied. Therefore, were utilized satellites images Landsat 5 and Landsat 8 and through the SPRING software were conducted the classification among grassland, reforestation trees, native forests and exposed soil being generated classifieds thematic maps for each year. Were observed during the study period that the predominate activity in the watershed changed from grassland to reforestation trees, having this activity occupying more than 40% of the watershed area in 2017. In the following years were noted an increase in native vegetation and exposed soil. As for the economics and environmental alterations caused by changes in the region landscape can be cited the phreatic zone retraction, loss of biodiversity and increase in pesticide contamination as negative factors, and the improvement on soil protection against erosion, elevate in sequestered CO₂ and the increase in jobs offers as positive effects.

KEYWORDS: GIS. Georeferencing. Spatial alterations. Spring. Watersheds

RESUMEN

Los cambios en el ambiente debido a las acciones antropológicas son, durante mucho tiempo, el foco de estudio en muchas áreas, siendo las evaluaciones ambientales y económicas de gran importancia, especialmente en regiones con una gran expansión económica. En vista de estas afirmaciones, el objetivo de este proyecto es analizar utilizando la clasificación de uso y ocupación de la tierra la evolución en la cuenca del Corrego Carro Queimado - ciudad de Tres Lagoas / MS - en los últimos diez años y los posibles impactos ambientales causados por alteraciones en la región estudiada. Por lo tanto, se utilizaron imágenes satelitales Landsat 5 y Landsat 8 y mediante el software SPRING se realizó la clasificación entre pastizales, árboles de reforestación, bosques nativos y suelo expuesto que se generaron clasificados mapas temáticos para cada año. Durante el período de estudio, se observó que la actividad predominante en la cuenca cambió de pastizales a árboles de reforestación, ocupando esta actividad más del 40% de la cuenca en 2017. En los años siguientes se observó un aumento de la vegetación nativa y del suelo expuesto. En cuanto a las alteraciones económicas y ambientales causadas por los cambios en la región, se puede citar la retracción de la zona freática, la pérdida de biodiversidad y el aumento de la contaminación por plaguicidas como factores negativos, y la mejora de la protección del suelo contra la erosión, el aumento de CO₂ secuestrado y el aumento en puestos de trabajo ofrece como efectos positivos.

PALABRAS-CHAVE: GIS. Georeferencing. Spatial alterations. Spring. Watersheds

1 – INTRODUÇÃO

A paisagem de todo o planeta tem sido transformada de uma forma ou de outra devido à ação do homem. Essas alterações só tendem a aumentar com o crescimento da população mundial, sendo de extrema importância o estudo das consequências dessas ações e o monitoramento da qualidade ambiental de forma a planejar um cenário em que o homem possa ter suas necessidades supridas sem danificar em demasia a natureza a seu redor.

De acordo com YASSUDA (1996), para o planejamento e gestão de recursos hídricos o melhor recorte territorial a ser adotado é o das bacias hidrográficas, e para uma avaliação completa do local devem ser considerados todos os aspectos dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural que nele interferem. Essa adoção de bacias hidrográficas – ou microbacias – como área de estudo, assim como os diversos aspectos inerentes ao ambiente é adotada por muitos trabalhos, não somente ligados à gestão de recursos hídricos, mas para quaisquer estudos ambientais de uma forma geral.

Para o estudo de uma bacia hidrográfica é muito importante entender a sua evolução, e para tanto um dos métodos mais utilizados é a análise multitemporal, na qual são comparadas as situações da bacia entre um ou mais espaços de tempo, observando as mudanças e tentando entender o que levou a elas. As análises podem ainda ajudar a prever uma situação futura com base nessa evolução, auxiliando no planejamento da área e prevenção de futuros problemas.

Uma das principais ferramentas para realização de análises multitemporais atualmente é o SIG (Sistema de Informações Geográficas). Esse sistema consiste na combinação de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sendo possível inserir, manipular, analisar, visualizar e plotar dados georreferenciados para diversas finalidades.

Segundo TORRES et al. (2010) ferramentas como sensoriamento remoto, sobretudo orbital, possuem uma aplicabilidade consagrada nesse âmbito, uma vez que permitem a análise e dimensionamento das áreas de vegetação, registrando mudanças sazonais e alterações provocadas pelo homem.

Entre as várias aplicações do SIG, ele pode ser usado para classificação e análise do uso e ocupação do solo em uma determinada região. Para tanto são utilizadas imagens de satélite da área, nas quais é feita a classificação de acordo com o tipo de utilização do solo mostrado naquele momento. Utilizando imagens obtidas em diferentes datas é possível fazer a comparação entre elas.

O estudo do uso e ocupação do solo é especialmente relevante para áreas com alto índice de crescimento, como é o caso do município de Três Lagoas-MS, que segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de 2017 possuía em 2016 uma população de aproximadamente 115 mil habitantes, tendo tido um crescimento de cerca de 34% nos últimos dez anos.

Entre os setores que contribuíram para esse crescimento está o da silvicultura. De acordo com TISOTT et al. (2017), a atividade florestal na região de Três Lagoas foi um dos principais fatores responsáveis pelo seu crescimento econômico. FERNANDES (2013) afirma ainda que a

intensificação do cultivo de eucalipto na região começou em 2006 com a implantação das empresas produtoras de celulose-papel Votorantim Celulose e Papel e International Paper, tendo crescido ainda mais com o surgimento da empresa FIBRIA em 2009 e Florestal Investimentos Florestais S/A – Projeto Eldorado no final de 2012.

A instalação dessas empresas na região está ligada, entre outros fatores, à grande capacidade hídrica superficial e subterrânea, e à topografia e clima favoráveis (FERNANDES, 2013).

Conforme VITAL (2007), atualmente o eucalipto é cultivado em diversas regiões do mundo, estando em diferentes altitudes, tipos de solo e regimes pluviométricos, de forma que cada contexto em que o plantio se insere gera uma diferente situação, não sendo aconselhável generalizar conclusões a respeito dos impactos provocados ao ambiente pelo plantio de monoculturas dessa espécie.

Entretanto, é possível afirmar que o plantio de eucalipto – e a atividade silvicultural de uma forma geral – pode causar impactos ambientais tanto negativos quanto positivos. Para quantificar esses impactos devem ser consideradas as condições prévias ao plantio, o regime hídrico e o bioma da região, as técnicas de manejo empregadas, e a integração da população local (VITAL, 2007).

Tendo em vista as considerações já expostas, pode-se então analisar as características próprias do eucalipto e os efeitos de sua interação com ambiente em que está inserido, seja no âmbito ecológico ou econômico.

Em diversos trabalhos é discutido sobre a possibilidade do eucalipto causar desertificação do solo e rebaixamento do lençol freático. Segundo VITAL (2007) pode ocorrer ressecamento do solo devido ao plantio em áreas onde o índice pluviométrico é baixo (inferior a 400 mm/ano) e quanto mais próximas a um curso d'água as florestas forem plantadas, mais água consome o eucalipto, e mais rápido ele cresce, podendo assim gerar impactos sobre os lençóis freáticos tanto locais quanto a jusante.

VITAL (2007) afirma ainda que de 11% a 20% da água da chuva é interceptada pela copa das árvores em florestas de eucalipto, sendo esse valor menor do que o percentual interceptado pela mata atlântica, por exemplo, porém muito maior do que o de vegetações rasteiras.

Outro possível impacto da monocultura de eucalipto é o empobrecimento do solo, contudo VITAL (2007) afirma, baseado em estudo feito pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, que o consumo de nutrientes do eucalipto não é maior que para outras espécies de cultura, como cana ou soja. Além disso, deve ser considerado que parte da biomassa produzida pelo eucalipto volta ao solo em forma de resíduos – como folhas e cascas de árvores – denominados serapilheira.

A monocultura do eucalipto pode ser responsável ainda pela perda da biodiversidade do ambiente, segundo FERNANDES (2013), inclusive quando substitui pastagens, que ainda contém diversas espécies nativas.

O eucalipto demora, em média, 7 anos para chegar ao seu ponto de corte (LIMA, 1996). Conforme BRITO et al. (2001), durante o período de crescimento, para aumentar a

produtividade e controlar as pragas são utilizados pesticidas. Os micropoluentes contidos nos pesticidas são diversos e agem de diferentes maneiras, podendo ser transportados para corpos hídricos tanto subterrâneos quanto superficiais, daí a importância das avaliações de risco de contaminação e frequente monitoramento da qualidade das águas na bacia.

Em outra vertente, é importante ressaltar que o eucalipto é uma árvore que possui um crescimento muito acelerado por isso sua demanda por água é maior, porém não diferindo muito de outras espécies arbóreas. No entanto sua eficiência no uso de água é relativamente melhor, pois a quantidade de madeira produzida por unidade de água evapotranspirada é considerada alta. Sendo assim, o acúmulo de biomassa promovido pelo eucalipto é mais rápido em relação a algumas nativas. E ainda, a interceptação das águas da chuva pela copa das árvores potencialmente minimiza os impactos das gossas no solo, o que reduz a taxa de erosão, uma vez que ocorre a redução da velocidade de impacto da precipitação, favorecendo a infiltração no solo (LIMA, 1996, apud OLERIANO e DIAS, 2007).

2 - OBJETIVOS

Analisar a evolução do uso e ocupação do solo da na bacia do Córrego Carro Queimado – município de Três Lagoas/MS – nos últimos dez anos e os possíveis impactos ambientais causados devido às alterações na paisagem da região.

E ainda, determinar: (a) os limites da bacia; (b) a quantificação das áreas classificadas e (c) as interações econômicas e ambientais na região.

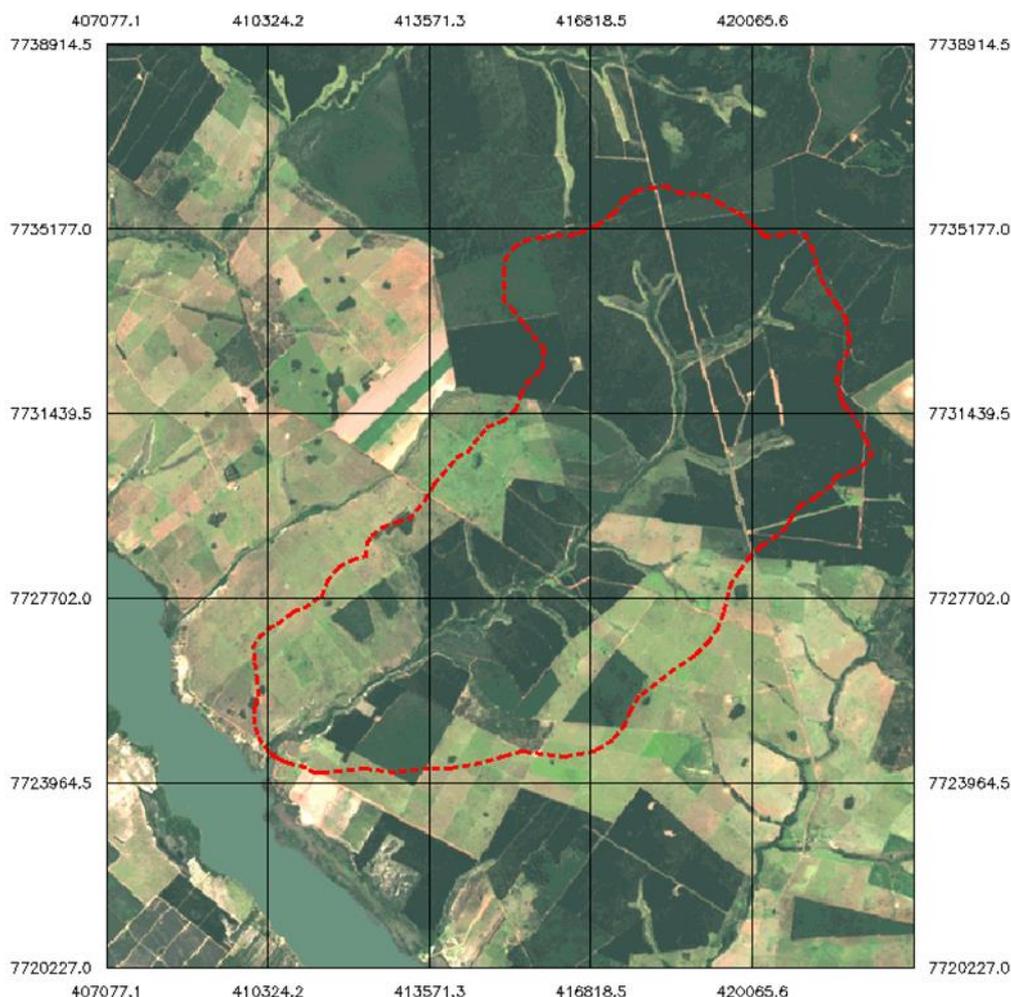
3 – MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo situa-se na bacia hidrográfica do Córrego Carro Queimado no município de Três Lagoas, estado do Mato Grosso do Sul próximo à divisa com o estado de São Paulo.

A bacia possui uma área de 81,39 km² e está situada entre as coordenadas planas X: 410447.403715; Y: 7724474.886726 e X: 418399.829282; Y: 7736004.363297 (Figura 1). O local está a aproximadamente 23 km da empresa Florestal Investimentos Florestais S/A – Projeto Eldorado. Os estudos foram realizados com o auxílio do Software Spring versão 5.2.7 fornecido gratuitamente pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Foram utilizadas como base cartográfica as cartas planialtimétricas do Ponto do Jofre (SF-22-V-B-II) – correspondente a uma pequena área da parte norte da bacia – e a de Três Lagoas (SF-22-V-B-V) – referente à maior área correspondente à parte sul da bacia – ambas as cartas possuíam escala de 1:100.000, curvas de nível a cada 40 metros e fornecidas pelo Serviço Geográfico do Exército do Brasil. Para a delimitação da bacia utilizou-se juntamente com as cartas topográficas, o auxílio da imagem SRTM - TOPODATA do relevo sombreada número 20S525 fornecida pelo INPE.

Figura 1 - Localização espacial da Bacia Hidrográfica do Córrego Carro Queimado (2017)



Fonte: Spring 5.2.7

A principal análise conduzida foi o estudo do uso e ocupação do solo desta região com foco no cobertura arbóreo provocado pela expansão do cultivo de eucalipto na região, para tanto comparou-se imagens dos anos de 2007, 2011 e 2017. A escolha destes anos foi baseada na inauguração e operação da Eldorado Brasil Celulose no final de 2012, buscando estudar um passado próximo (2007) já com especulações de mercado sobre a instalação desta fábrica; um ano antecedente à instalação da usina (2011), e o presente (2017) para entender como se encontra a área atualmente.

Além da análise do uso e ocupação do solo, realizou-se uma delimitação topográfica separando a área de estudo contendo apenas a região da bacia do Córrego Carro Queimado. Para tanto criou-se um mapa chamado de Orientação das Vertentes que é uma forma de Modelagem Numérica do Terreno (MNT) com base em uma imagem radar do tipo SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). O processo de criação do mapa de Orientação das Vertentes consistiu em

utilização das ferramentas de edição MNT presentes do programa SPRING para a elaboração de uma grade de exposição que permite atribuir valores – medidos em graus de 0 a 360° - para quantificar a direção da variação da declividade do terreno. Por fim, atribuiu-se classes de declividades entre 0 e 360° com variação de 45° obtendo-se a Figura 2 que possibilitou a delimitação e quantificação da área da bacia com base nas mudanças de declividades.

O período do ano analisado foi o de seca, que corresponde aos meses de maio, junho, julho e agosto sendo a maior parte deste período na estação de inverno. A escolha dessa época foi devido à baixa ou ausência de precipitação proporcionando uma regularidade na formação da vegetação, um menor volume de vazão do córrego – não interferindo na classificação das outras classes – e a ausência de nuvens melhorando a visibilidade da área.

Para o ano de 2007 foram utilizados no processamento imagens do satélite Landsat – 5, bandas 2, 3 e 4; órbita ponto 223/07 e passagem no dia 09 de junho. No ano de 2011 também foram utilizadas imagens do Landsat – 5, bandas 2, 3 e 4; de mesma órbita e passagem no dia 04 de junho. Já para 2017 as imagens utilizadas foram do satélite Landsat – 8, bandas 3, 4 e 5; de mesma órbita e passagem no dia 03 de maio. Para os três anos escolheu-se essas bandas devido à melhor representação e diferenciação da área verde possibilitando uma melhor classificação.

Efetou-se a análise e interpretação das imagens com base nos padrões de cores da vegetação da região estudada sendo, portanto, importante uma combinação de cores e seu respectivo contraste entre as bandas que facilite a diferenciação entre os tipos arbóreos ou gramíneos predominantes no local. Dessa forma, para o ano de 2007 e 2011 a melhor representação se deu com a utilização da faixa azul na banda 2; faixa vermelha na banda 3 e faixa verde na banda 4. Para o ano de 2017 associou-se o azul com a banda 3; vermelho com a banda 4 e verde com a banda 5. A Figura 3 a seguir exemplifica a apresentação das cores para o ano de 2017, sendo semelhante aos outros anos.

Com base nas imagens obtidas por meio da atribuição de cores às bandas, definiu-se 4 classes de classificação: vegetação de reflorestamento (eucalipto) com uma cor verde clara; vegetação nativa (reservas e APP) com uma cor verde escura; pastagem com uma cor areia e solo expostos com uma cor marrom clara. Após a definição das classes realizou-se a classificação supervisionada por pixel de MAXVER (máximo verossimilhança) onde são consideradas as informações espectrais de cada pixel. Adotou-se o limiar de aceitação de 100% - indicando que a imagem será classificada sem rejeição – devido à visível uniformidade da área, sendo critério do operador. A classificação consistiu na criação de um arquivo temático com as classes mencionadas; execução de treinamento com a coleta das amostras por meio de polígonos buscando selecionar no mínimo 5000 pixels para as classes maiores e 2000 pixels para as menores; análise das amostras verificando a confusão e o desempenho médio entre as classes; classificação gerando uma imagem com as cores conforme as classes; pós classificação manual para eliminar ruídos e confusões de pixel nas imagens já classificadas e por fim atribuição da imagem a uma categoria temática para quantificação métrica de área.

Na elaboração dos mapas e edição da imagem foi utilizado o software Corel Draw X7®© que é um programa de vetorização e edição de imagens que possibilita uma melhor apresentação das imagens classificadas por meio de uma melhora na resolução e suavização das linhas de margem entre as classes definidas possibilitando um acabamento final das imagens.

Por fim, utilizando a avaliação e quantificação das classes foi feita uma análise de tabulação cruzada entre os anos estudados, pareando as mudanças entre 2007 e 2011 e 2011 com 2017. A avaliação cruzada de dados fornece parâmetros de comparação que permitem verificar – quantitativamente e não espacialmente – as mudanças de cada classe de um ano para o outro permitindo verificar o comportamento das similaridades e divergências entre os anos.

Figura 2 – Mapa de orientação das vertentes

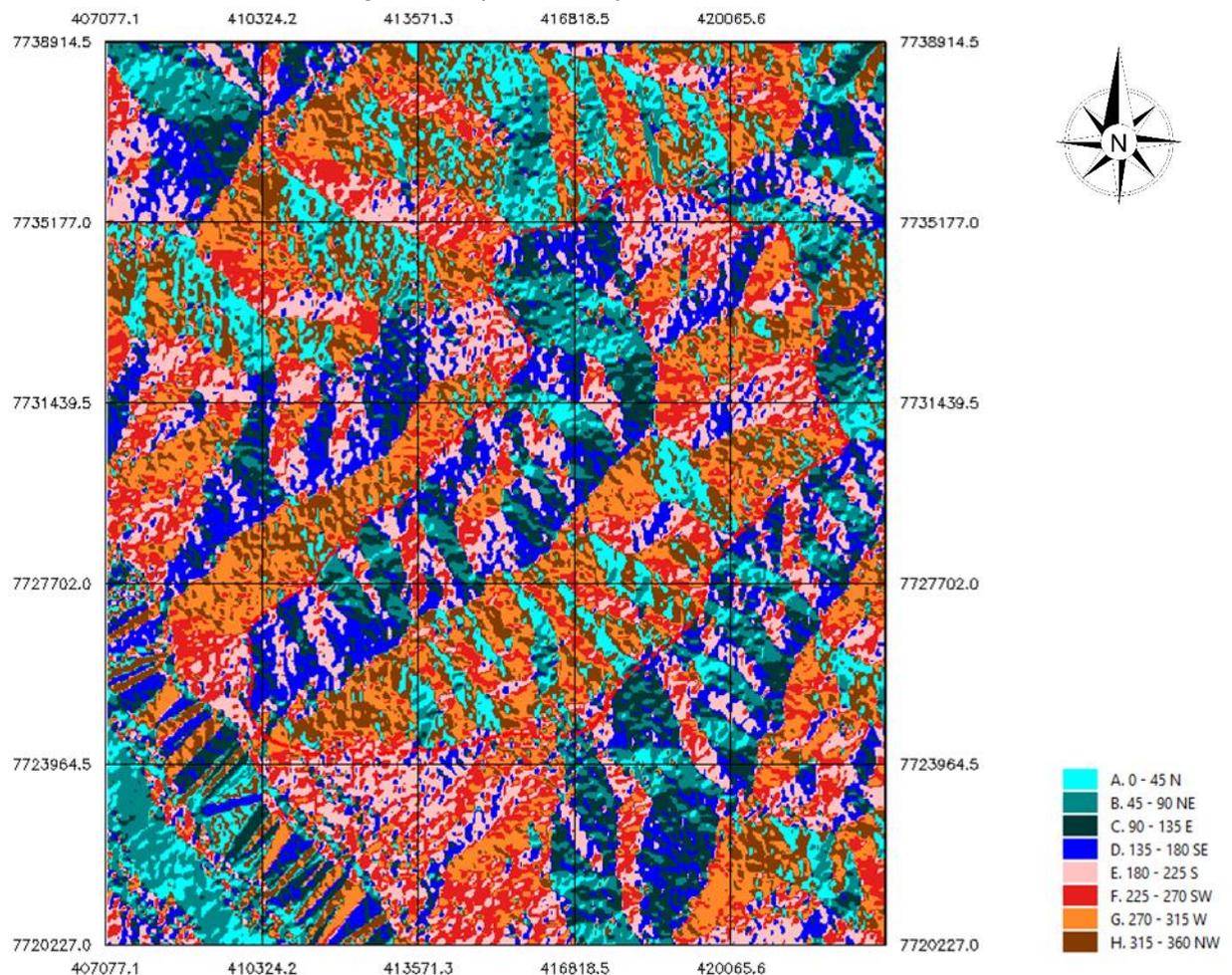


Figura 3 – Composição das cores e bandas para visualização do recobrimento vegetal (2017)



Em resumo, as etapas seguidas no processamento utilizando o software SPRING foram: importação das cartas topográficas; obtenção da imagem SRTM do portal do INPE; elaboração do mapa de orientação das vertentes utilizando ferramentas de MNT; delimitação da bacia hidrográfica; definição das imagens e períodos analisados; obtenção das bandas das imagens escolhidas; registro das imagens por meio da função tela obtendo valores de coordenadas pelo Google Earth Pro® atribuindo pontos as bandas a serem registradas; atribuição de cores as bandas para aplicação de contraste buscando a melhor visualização da área verde do local; recorte da bacia hidrográfica com base no mapa de orientação das vertentes; classificação da composição das bandas e elaboração do mapa temático.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da classificação das imagens de satélite da área de estudo para os anos de 2007, 2011 e 2017 foram elaborados os mapas temáticos de uso e ocupação do solo apresentados nas Figuras 4, 5 e 6.

Junto aos mapas temáticos é apresentada a imagem original de satélite utilizada para a classificação. Pode-se observar a semelhança entre elas, o que é refletido na baixa confusão média obtida (erro entre as classes) na classificação, de 2,39%, 1,08% e 2,17% respectivamente para os anos de 2007, 2011 e 2017.

Foi elaborada ainda a Tabela 1 com os dados quantitativos das áreas ocupadas e porcentagem da bacia ocupada por cada classe para todos os anos estudados, além da porcentagem de crescimento e diminuição das classes para os anos de 2011 e 2017.

Tabela 1 – Áreas e porcentagem da bacia ocupadas por cada classe para os três anos estudados, e a porcentagem de crescimento de cada classe para os anos de 2011 e 2017

CLASSES	2007		2011			2017		
	Área (Km ²)	% Área ocupada	Área (Km ²)	% Área ocupada	Δ Cresc.	Área (Km ²)	% Área ocupada	Δ Cresc.
Vegetação Nativa	12.90	15.85%	16.24	19.95%	25.89%	16.3	20.03%	0.37%
Reflorestamento	7.14	8.77%	14.15	17.39%	-98.18%	34.29	42.13%	142.33%
Pastagem	55.86	68.63%	49.38	60.67%	-11.60%	19.51	23.97%	-60.49%
Solo Exposto	5.49	6.75%	1.63	2.00%	-70.31%	11.29	13.87%	592.64%
TOTAIS	81.39	100%	81.39	100%	-	81.39	100%	-

No ano de 2007 nota-se que a maior parte da bacia era ocupada por pastagens (68,63%), sendo seguida por vegetação nativa, reflorestamento e solo exposto. É possível observar na Figura 6 uma certa homogeneidade no formato das maiores áreas ocupadas por solo exposto, o que pode indicar que nestes pontos o solo estava sendo preparado para alguma nova cultura.

Em 2011 houve uma pequena diminuição da área de pastagens (11,6%), no entanto, esta classe continuou como a mais expressiva (60,67% da bacia). Houve ainda um aumento de 25,89% da vegetação nativa, um aumento significativo da área ocupada por reflorestamento (98,18%) e uma grande diminuição do solo exposto (70,3%). Essa expressiva diminuição do solo exposto confirma as suposições feitas para 2007, tendo o solo exposto se transformado em pastos, plantações de eucalipto e vegetação nativa.

Já em 2017 a maior parte da bacia é ocupada por área de reflorestamento (42,13%), tendo havido um aumento de 142,33% (ou seja 20,14 Km²) em relação a 2011. Em 2017 solo exposto

também aumentou (592,6%), sendo o alto valor da porcentagem de crescimento devido à pequena área ocupada por ele. Já a área de pastagem diminuiu significativamente (60,49%), passando a ocupar apenas 23,97% da área total da bacia, e a vegetação nativa praticamente não se alterou, de acordo com os dados quantitativos.

Figura 4 – Mapa temático de uso e ocupação do solo para o ano de 2007

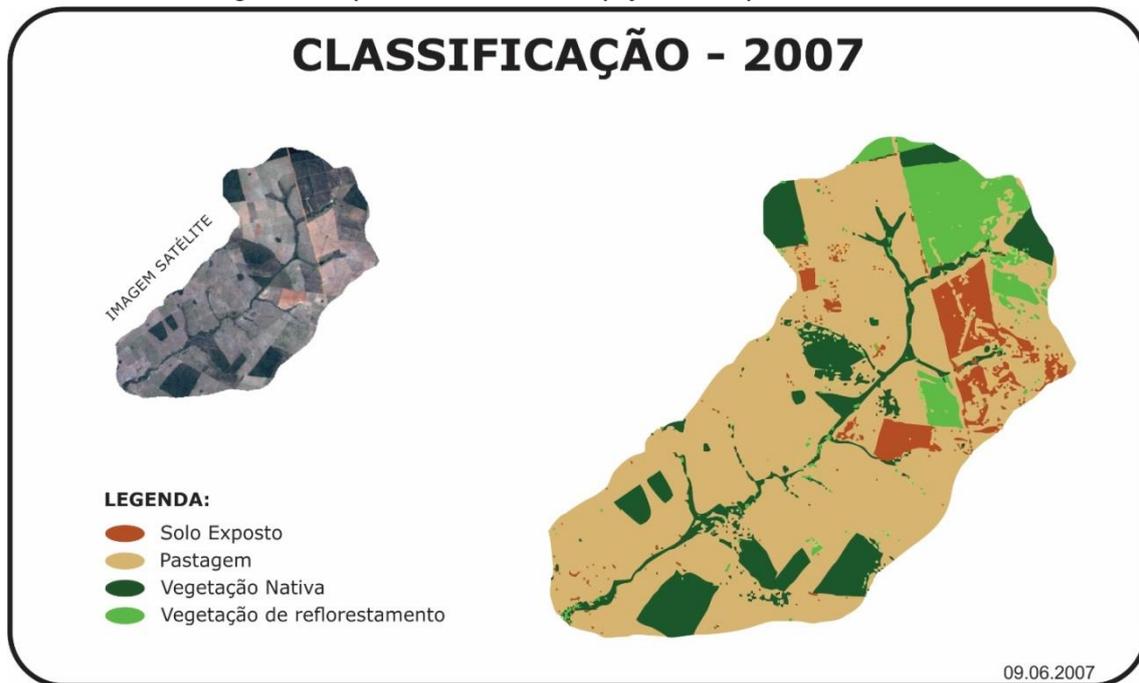


Figura 5 – Mapa temático de uso e ocupação do solo para o ano de 2011

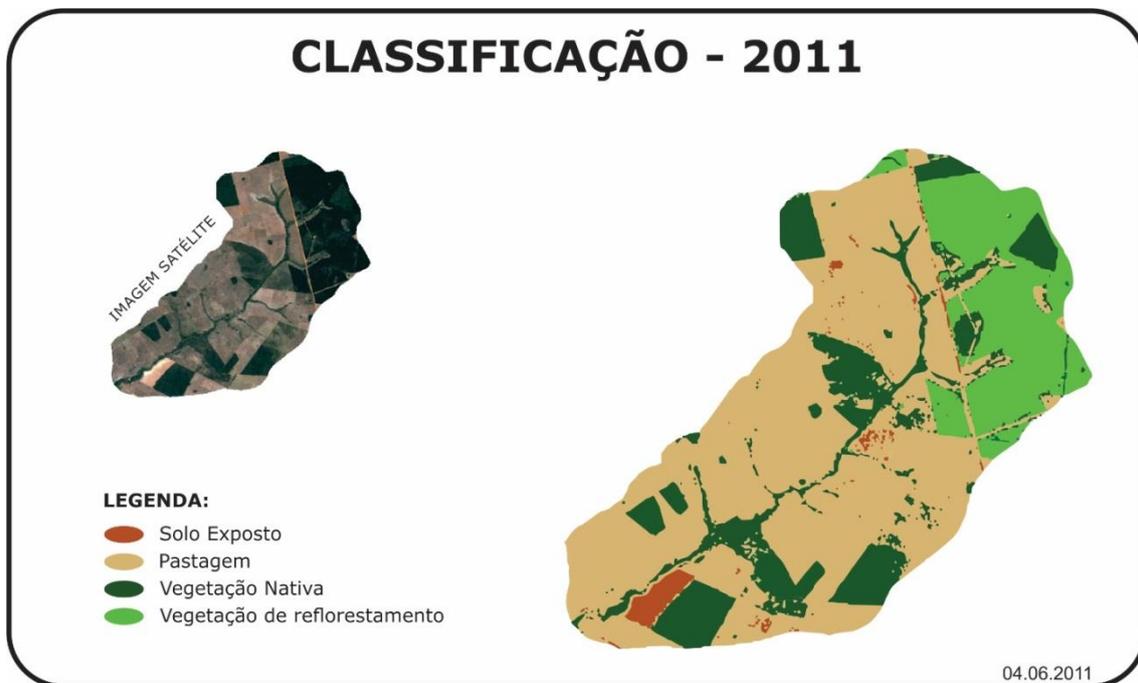
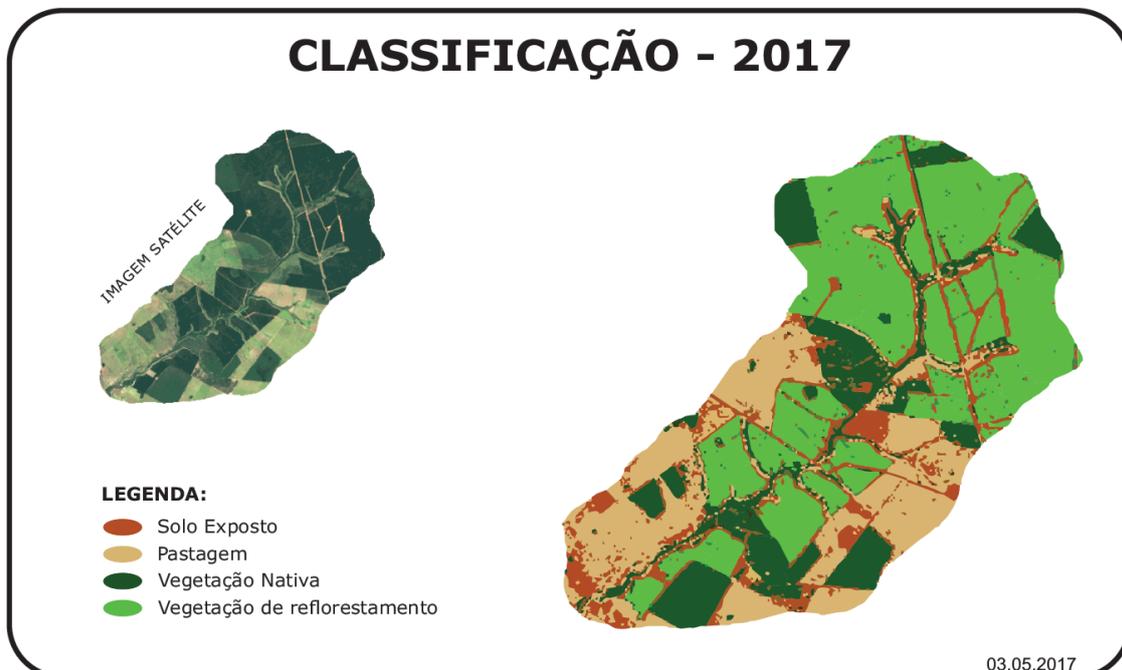


Figura 6 – Mapa temático de uso e ocupação do solo para o ano de 2017



Apesar desses resultados, podemos perceber nitidamente através de uma análise visual que houve alterações, por exemplo, nas áreas ocupadas pela vegetação nativa entre 2011 e 2017, portanto percebemos que na realidade o que aconteceu foi uma certa mudança nas áreas, de

forma que o aumento em alguns locais compensou a diminuição em outros, quase não alterando assim a soma das áreas totais de vegetação nativa.

Tendo em vista essas supostas divergências entre os dados quantitativos e qualitativos, foram geradas tabelas através de tabulação cruzada para uma melhor análise dos dados obtidos. A Tabela 2 mostra a relação entre as áreas de cada classe para os anos de 2007 e 2011, e a Tabela 3 mostra a tabulação cruzada entre as áreas das classes para os anos de 2011 e 2017. As tabelas mostram ainda a porcentagem de transformação entre as classes.

Essas tabelas de tabulação cruzada mostram quanto da área de uma determinada classe no primeiro ano observado (linhas) tornou-se outra área no ano seguinte de observação (colunas). Vemos assim, por exemplo, que dos 12,9060 km² de vegetação nativa em 2007, 10,7658 km² (83,42% da área total de vegetação nativa neste ano) continuaram na mesma classe em 2011; 0,3582 km² (2,78% da área total de vegetação nativa) transformaram-se em reflorestamento; 1,7703 km² (13,72%) tornaram-se pastagem e 0,0117 km² (0,09%) tornaram-se da classe de solo exposto. Desta forma, apesar de ter havido um aumento da área total de vegetação nativa, ainda houve desmatamento em alguns locais. O mesmo pode-se dizer da alteração da vegetação nativa entre 2011 e 2017, que apesar de quase não ser possível notar diferença nas áreas totais, apenas pouco mais de 70% dessa vegetação continuou em seu local de origem.

Tabela 2 – Tabulação cruzada entre as áreas das classes para os anos de 2007 e 2011

CLASSIFICAÇÃO DE 2007 – km ²	CLASSIFICAÇÃO DE 2011 – km ²				TOTALS
	Vegetação Nativa	Reflorestamento	Pastagem	Solo Exposto	
Vegetação Nativa	10.7658 83.42%*	0.3582 2.78%	1.7703 13.72%	0.0117 0.09%	12.9060
Reflorestamento	0.7308 10.23%	5.6205 78.71%	0.7812 10.94%	0.0081 0.11%	7.1406
Pastagem	4.1229 7.38%	5.5665 9.97%	44.64 79.92%	1.5273 2.73%	55.8567
Solo Exposto	0.6192 11.27%	2.6028 47.39%	2.1897 39.87%	0.081 1.47%	5.4927
TOTALS	16.2387	14.148	49.3812	1.6281	81.39*

* referem-se à porcentagem da classe em relação ao total da bacia

Tabela 3 – Tabulação cruzada entre as áreas das classes para os anos de 2011 e 2017

CLASSIFICAÇÃO DE 2011 – km ²	CLASSIFICAÇÃO DE 2017 – km ²				TOTALS
	Vegetação Nativa	Reflorestamento	Pastagem	Solo Exposto	
Vegetação Nativa	11.7333	1.5597	1.2609	1.6848	16.2387
	72.26%	9.60%	7.76%	10.38%	
Reflorestamento	0.6147	11.5857	0.2556	1.692	14.148
	4.34%	81.89%	1.81%	11.96%	
Pastagem	3.7755	19.8819	17.6958	8.028	49.3812
	7.65%	40.26%	35.84%	16.26%	
Solo Exposto	0.0774	0.9342	0.1485	0.468	1.6281
	4.75%	57.38%	9.12%	28.75%	
TOTALS	16.2009	33.9615	19.3608	11.8728	81.39*

* referem-se à porcentagem da classe em relação ao total da bacia

A partir dos dados dos pareamentos podemos perceber ainda que a maior parte do solo exposto em 2007 transformou-se em reflorestamento e pastagem (47,39% e 39,87% respectivamente). Entre 2007 e 2011, cerca de 10% da pastagem converteu-se em reflorestamento, já entre 2011 e 2017 esse valor passou para 40%, indicando uma tendência da bacia de substituição dos pastos por florestas de eucalipto. Como 8,028 km² da área onde hoje encontra-se solo exposto continha pastagem, podemos depreender que grande parte desta área está sendo preparada para o cultivo de eucalipto e no futuro se tornará reflorestamento.

Neste cenário, a monocultura de eucalipto tende a aumentar cada vez mais sua influência na bacia estudada e consolidar sua atuação na mudança da paisagem da região.

Outro fator que deve ser notado ao observar os mapas temáticos é a distribuição dessas florestas de eucalipto na bacia. Percebe-se que a maior concentração está na área central, próxima ao curso d'água, devido à exigência de água dessas espécies. Como já citado anteriormente, a proximidade desse tipo de cultivo a corpos hídricos aumenta o consumo de água, podendo gerar um abaixamento do lençol freático. Inclusive, essa interferência no nível da linha freática pode ser um dos motivos de não ter sido possível identificar os corpos d'água superficiais na bacia, motivo pelo qual não foi inserida na classificação a classe de águas.

Quanto à possibilidade de ressecamento ou desertificação do solo, de acordo com isso só ocorre em locais onde o índice pluviométrico é inferior a 400 mm/ano, e no município de Três Lagoas, a precipitação média é de 1500 a 1750 mm/ano (FERNANDES, 2013). Dessa forma, a princípio esse não seria um problema para o local, no entanto devido ao já citado impacto sobre o lençol freático, essa questão deve ser estudada mais detalhadamente.

A principal mudança do uso e ocupação do solo na bacia tornando pastagens em reflorestamento naturalmente diminui o impacto das gotas de chuva no solo, agindo assim em favor da proteção contra erosões, no entanto notou-se que mesmo quando a área se

constituía majoritariamente de pastos, não havia muitas áreas degradadas entre a pastagem, de forma que não há indícios de que o local anteriormente sofria processos de erosão.

Outra questão que deve ser levantada a respeito da intensificação do cultivo do eucalipto na região é o fato da diminuição da biodiversidade. Apesar de seu grande emprego atualmente, o eucalipto é uma árvore exótica na região, alterando a fauna e flora do local onde é plantado, especialmente por se tratar de uma monocultura e por ser plantada em extensas áreas. Como já citado anteriormente, Fernandes (2013), em trabalho específico sobre a região de Três Lagoas, afirma que as pastagens dessa área ainda contêm diversas espécies nativas que seriam afetadas pela instalação de monoculturas de eucalipto no local.

Deve-se ainda considerar os possíveis impactos dos pesticidas utilizados no reflorestamento. Para o SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) o uso de agrotóxicos nas áreas com florestas plantadas e pastagens cultivadas foi de 2,3 kg de i.a./h (quilos de ingrediente ativo) em 2015. Porém um relatório publicado em 2006 pelo Ministério de Agricultura Australiano mostra que o consumo de agrotóxicos para plantações de eucalipto é de 6,0 kg de i.a/ha. Esses pesticidas contêm diversos micropoluentes que possuem diferentes efeitos nocivos ao meio ambiente, podendo ser transportados tanto para as águas subterrâneas quanto para as superficiais, especialmente em vista da proximidade das florestas de eucalipto aos corpos hídricos.

Além disso, não pode ser desconsiderado o efeito do sequestro de carbono exercido pelo reflorestamento, que como citado por Vergara (2013) e Silva et al. (2015), absorve 10 toneladas de CO₂ por hectare por ano na área plantada. Esse impacto é particularmente interessante em razão do grande crescimento da cidade de Três Lagoas e do contínuo processo de industrialização presente no município.

Por fim, outro evidente impacto positivo do crescimento da produção de eucalipto na região é o aumento de empregos, tanto gerados diretamente pelas empresas quanto indiretamente através da oferta de outros serviços. De acordo com o Ministério do Trabalho através de dados do CAGED (Cadastro Geral de Empregados e Desempregados), só o setor de “Agricultura, Extração Vegetal, Caça e Pesca”, no qual a silvicultura está inclusa, gerou cerca 27 mil admissões e quase 25 mil demissões no período de anos estudados, indicando também que o setor tem alta rotatividade. Esses mesmos dados mostram que para todos os setores, de 2007 a 2017, ocorreram mais de 220 mil admissões e mais de 210 mil demissões, o que evidencia o crescimento da oferta de empregos na região (BRASIL, 2017).

4 – CONCLUSÃO

A partir da análise multitemporal do uso e ocupação do solo na bacia foi percebida uma significativa mudança durante o período estudado. A principal alteração foi quanto à atividade predominante na bacia. Enquanto em 2007 a bacia tinha quase 70% de sua área ocupada por pastagens e nem 10% de reflorestamento, em 2017 as florestas de eucalipto passaram a

ocupar mais de 40% da área, e os pastos se reduziram a menos de 25%. Devido ao fato de o reflorestamento ter se ampliado predominantemente sobre áreas de pastagens e estas ainda estarem presentes em quase um quarto da bacia, pode-se prever que esta tendência deve continuar nos próximos anos.

Constatou-se ainda que a área de vegetação nativa total aumentou nos primeiros quatro anos de estudo e quase não se alterou nos últimos seis anos. Apesar desses dados percebeu-se que houve desmatamento durante esse período, porém o mesmo foi compensado pelo plantio de árvores nativas em outros locais.

Foi observado também que a área estudada em princípio não era degradada, havendo poucas áreas de solo exposto tanto em 2007 quanto em 2011. Em 2017 houve um considerável aumento do solo exposto, contudo não foi confirmado se estes valores se referem a áreas degradadas, pois há a possibilidade de serem solos sendo preparados para um novo plantio, seja de pastagens ou reflorestamento.

Quanto aos impactos ambientais negativos da monocultura de eucalipto na região destacou-se o abaixamento do lençol freático, havendo ainda o aumento do risco de contaminação por pesticidas e a perda da biodiversidade. Os impactos positivos consistiram no aumento da proteção do solo contra erosão, elevado sequestro de CO₂ e intensificação da oferta de empregos na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Trabalho. Cadastro Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho – PDET. **Perfil do Município**. 2017. Disponível em: < <http://pdet.mte.gov.br/perfil-do-municipio>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

BRITO, N. M. et. al. Risco de contaminação de águas por pesticida aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: Análise preliminar. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, jan./dez. 2001.

FERNANDES, A. L. V. **As Transformações da Paisagem nas Bacias Hidrográficas Influenciadas pelo Complexo Celulósico: Três Lagoas e Selvíria, MS**. 301 p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia/CPTL/UFMS – Área de Concentração Análise Geoambiental e Produção do Território, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2017. Acessível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ms/tres-lagoas/panorama>>. Acesso em: 03 jul. 2017.

JENKINS B. M. Pesticides in Plantations: The use of chemical pesticides by the Australian plantation forest industry. **Summary Report. Australian Government Forest and Wood Products Research and Development Corporation**. 2006.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2. ed. São Paulo: EDUSP - Editora da Universidade de São Paulo, 1996.
MENTEN J. O. Consumo de produtos fitossanitários no Brasil. **Conselho Científico para Agricultura Sustentável (CCAS)**. Publicado por SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal) em <http://sindiveg.org.br/consumo-de-produtos-fitossanitarios-no-brasil/>. 2015.

OLERIANO E. S., DIAS H. C. T. A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto. **Anais I: Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul – O Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**. Taubaté – SP. p. 215 – 222, 2007.

SILVA A. F., et al. Análise Comparativa do Carbono Estocado em Área Natural com Eucalipto e Pastagem. **XII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**. Poços de Caldas – MG. 2015.

TISOTT et al. Atividade florestal e o desenvolvimento socioeconômico em Três Lagoas e Região: Uma análise baseada na abordagem de Cluster. **Desenvolvimento em Questão**. Editora Unijui, ano 15, n. 38, jan./mar. 2017.

TORRES, S. E. L. M. G. et al. Análise multitemporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica cantinho – Itaporanga - PB. **III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife – PE. p. 001 – 008, 2010.

VERGARA, J. D. E. **Modelagem do Sequestro de Carbono em Plantação de Eucalipto para fins Energéticos no Cerrado**. Dissertação em Ciências Mecânicas. Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia Departamento de Engenharia Mecânica. 103 páginas. 2013.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, dez. 2007.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Rev. Adm. Púb.**, v.27, n.2, p.5-18, abr./jun. 1993.