

DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA SUB-BACIA DO DISTRITO DE DOM CORRÊA EM MANHUAÇU-MG

Alexandra Fátima Saraiva Soares(*), João Pedro dos Santos 2, Luís Fernando de Morais Silva 3, Nelson Uchoa Alonso Rodrigues 4, Vladimir Diniz Vieira Ramos 5

* Ministério Público de Minas Gerais; Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix – asaraiwa.soares@gmail.com

RESUMO

O uso do Sistema de Informação Geográfica, para o estudo de situações complexas, tem produzido resultados bastante úteis para auxiliar os trabalhos na área ambiental. Dessa forma, o emprego de tecnologias de geoprocessamento é bastante viável na análise do cumprimento da legislação ambiental, especialmente quando se faz necessário mapear e monitorar o uso e ocupação do solo em áreas consideradas especiais e que necessitam ser preservadas. Essas áreas, denominadas “áreas de preservação permanente”, muitas vezes, podem sofrer alterações ambientais graves advindas da interferência humana, com reflexos negativos na qualidade da água. Sabe-se que a presença de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos é uma das causas mais complexas de deterioração da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, especialmente no que tange aos agrotóxicos, muitos deles persistentes e resistentes ao tratamento convencional de águas para potabilização. Diante do exposto, esta pesquisa realizada na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa, região com expressiva produção agrícola de café, apresenta diagnóstico das áreas de preservação permanente, bem como das lavouras existentes na região de estudo nos anos de 2010 e 2015, de forma a possibilitar análise comparativa ao longo do tempo. O trabalho identificou, com aplicação dos recursos de geoprocessamento, áreas em conflito com relação ao estabelecido no Código Florestal Brasileiro, que trata das extensões e localizações dessas áreas de preservação. Para isso, a metodologia aplicada caracterizou-se pela estratificação das informações de cobertura do solo com a utilização de imagens RapidEye (resolução de 5 metros). As categorias de uso do solo mapeadas foram área agrícola (lavoura de café) e mata densa. Pela análise dos dados, nota-se que na sub-bacia hidrográfica do manancial de abastecimento público do distrito de Dom Corrêa predomina a ocupação irregular de áreas íngremes de encostas (inclinação acima de 45°) e destinadas às matas ciliares. A comparação do diagnóstico realizado nos anos de 2010 e 2015 possibilitou constatar expansão (cerca de 12%) das lavouras de café sobre as áreas de preservação permanente, especialmente nas encostas. Ressalta-se que a ocupação irregular dessas áreas de proteção legal pode favorecer a contaminação das águas superficiais por agrotóxicos aplicados nas lavouras. Trata-se de uma análise ambiental simples e que possibilita uma rápida interpretação dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Uso Irregular do Solo, Áreas de Preservação, Geoprocessamento, Legislação Ambiental, Código Florestal.

INTRODUÇÃO

A área de estudo deste trabalho é a região norte de Manhuaçu (sub-bacia do distrito de Dom Corrêa), que se situa na bacia hidrográfica do rio Doce (MG) e é responsável por expressiva produção agrícola de café, com aplicação intensiva de agrotóxicos. As áreas destinadas às áreas de preservação permanente (APP) e lavouras de café situadas na sub-bacia de Dom Corrêa foram diagnosticadas no ano de 2010 (SOARES, 2011; SOARES *et al.*, 2012). Na ocasião, também foram elaborados mapas de hidrografia, altimetria/hipsometria e declividade. As principais ocupações irregulares, constatadas no levantamento de 2010, foram lavoura de café em APP, que ocorreram em áreas íngremes (inclinação superior a 45°) e destinadas às matas ciliares.

Em 2010, foram também realizadas coletas de amostras de águas, para uma investigação exploratória da ocorrência de agrotóxicos nas épocas de estiagem e chuva, nos córregos Bom Jardim e João Bento, inseridos na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa. Foram detectados 24 agrotóxicos distintos e analisadas 40 amostras de água. Constatou-se, semi-quantitativamente, presença de agrotóxicos em 67% das amostras coletadas no período de chuvas e 21% das amostras coletadas no período de estiagem. Os agrotóxicos detectados apresentavam baixa solubilidade em água e elevado coeficiente de partição entre sedimento e água, expresso em termos de partição de carbono orgânico (K_{oc}), indicando elevado potencial de contaminação das águas superficiais pelo transporte, por enxurradas, associado ao solo¹ contaminado, segundo modelagem realizada por Soares (2011), aplicando os modelos de Goss (1992). Também a avaliação da destinação ambiental dos agrotóxicos comercializados na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa, utilizando

¹ A classe de solo identificada foi latossolo com predominância de argila (SOARES, 2011).

o modelo de fugacidade – nível I – indicaram que o solo foi o compartimento ambiental que apresentou a maior vulnerabilidade na preferência da distribuição dos agrotóxicos (SOARES; VIANNA NETO & LEÃO, 2017). A amostra de água mais crítica em relação à contaminação por agrotóxicos, segundo Soares *et. al.* (2013a), correspondeu à amostra coletada no córrego João Bento. Nesse local, foram detectados oito agrotóxicos distintos por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (CG/EM-EM), no período das chuvas. Esse ponto de coleta localizava-se justamente em área de infração do uso do solo, com ocupação irregular de lavoura de café em APP (áreas destinadas às matas ciliares do córrego João Bento). Esse fato sugeriu aos pesquisadores que a contaminação das águas superficiais, neste caso, relacionava-se com o transporte do agrotóxico aplicado na lavoura de café adsorvido ao solo e carregado pelas águas pluviais, conforme mencionado. Dessa forma, a pesquisa também permitiu confirmar que a vegetação das áreas de preservação permanente, estabelecidas no Código Florestal Brasileiro (CFB), apresenta grande importância na promoção da qualidade das águas, vez que reduzem o transporte do contaminante associado ao solo (escoamento superficial), que se revelou como a principal causa de contaminação das águas na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa. O trabalho enfatizou a necessidade da preservação de APP nas bacias hidrográficas, onde há captação de água para abastecimento público, conforme preconizado na legislação, para reduzir, dentre outros danos, a contaminação das águas por escoamento superficial. Além disso, recomenda-se que os pontos de captação de água, que se destinam ao abastecimento público, sejam localizados a montante de área com atividade agrícola, que envolva a aplicação de agrotóxicos, conforme estabelece a Lei Estadual 10.793, de 2 de julho de 1992 – em Minas Gerais, para as bacias de mananciais enquadradas na Classe Especial e na Classe 1. No entanto, não sendo possível tal medida, é recomendável a adoção das denominadas “boas práticas” nessas bacias hidrográficas onde há captação de água, situadas em áreas agrícolas. Dentre essas medidas, relacionam-se:

- a) implantação de bacias de acumulação de águas pluviais no interior das lavouras, para reter o solo/água, eventualmente contaminados com agrotóxicos, e prevenir que atinjam as águas superficiais;
- b) inspeções regulares nas áreas das bacias hidrográficas para identificar os produtos químicos utilizados e como eles são aplicados;
- c) programas de educação e conscientização públicas, de forma que a comunidade saiba o que está sendo realizado para proteger o fornecimento de água e contribuam para a eficiência do processo;
- d) adoção de técnicas de manejo adequadas das culturas, incluindo práticas de conservação do solo, que promovam a prevenção de processos erosivos e redução do escoamento superficial.

A manutenção das áreas destinadas à preservação permanente, especialmente nas bacias de captação de água para abastecimento público é de notória importância, vez que a introdução de substâncias tóxicas nos ecossistemas aquáticos é uma das causas mais complexas de deterioração da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, especialmente no que concerne aos agrotóxicos, muitos deles persistentes e resistentes ao tratamento convencional de águas para potabilização (SOARES *et al.*, 2013b).

Sabe-se que a atuação no diagnóstico e controle das questões ambientais demanda agilidade e eficiência e os recursos tecnológicos propiciam essa facilidade, devido, principalmente, ao relativo baixo custo envolvido no processo e a eficiência dos resultados obtidos.

O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), para o estudo de situações complexas, tem produzido resultados de grande utilidade e com boa qualidade. Os atuais sistemas de informações podem, além de fazer análise dos dados existentes, projetar e simular situações ideais e potenciais, fazendo previsões e modelos de simulação. As habilidades desses sistemas proporcionaram uma revolução no modo de trabalhar nas áreas que utilizam a geografia (MOURA, 2007).

Dessa forma, o emprego de tecnologias de geoprocessamento é bastante viável na análise do cumprimento da legislação ambiental, especialmente quando se faz necessário mapear e monitorar o uso e ocupação do solo em áreas consideradas especiais e que necessitam ser preservadas (XAVIER DA SILVA, 2004). No que concerne às APPs, a Resolução CONAMA nº. 302 de 20/03/2002 estabeleceu que essas áreas têm, dentre outras funções ambientais, a de “preservar os recursos hídricos”. Isso pelo fato de a vegetação das áreas de preservação permanente reduzir a erosão do solo e consequentemente o assoreamento dos rios e o aporte de solo contaminado para os corpos d’água. Ademais, mitigam o volume das enxurradas (escoamentos superficiais) que também transportam substâncias solubilizadas e solos contaminados. Essas áreas de preservação permanente, muitas vezes, podem sofrer alterações ambientais graves advindas da interferência humana, no caso em tela, especialmente pela expansão das áreas agrícolas e, dentre os possíveis impactos negativos, destaca-se a degradação da qualidade das águas com introdução de substâncias tóxicas e deletérias à saúde.

Diante do exposto, realizar diagnóstico do uso do solo na sub-bacia de Dom Corrêa, no que tange à ocupação irregular de APP por lavouras de café e comparar com o cenário constatado anteriormente, possibilitará avaliar as condições ambientais na bacia do manancial de abastecimento público do distrito, ao longo do tempo, para auxiliar na adoção de medidas no sentido de mitigar o dano. Nesse contexto, o uso de tecnologias computacionais que possibilitam a realização de estudos e análises espaciais constituem boa alternativa para conduzir trabalhos na área ambiental.

OBJETIVO

Este trabalho identifica áreas de preservação permanente (APPs), assim determinadas pelo Código Florestal Brasileiro (CFB) – Lei Federal nº 12.651/2012, existentes na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa, que estão irregularmente ocupadas por lavouras de café. O estudo realiza análise comparativa entre os anos de 2010 e 2015.

METODOLOGIA

Área de estudo

A sub-bacia de estudo – situada no distrito de Dom Corrêa – está inserida no polígono de canto superior esquerdo: X1=-42,17; Y1=-20,03 e canto inferior direito: X2=-42,10; Y2=-20,08 (Coordenadas Lat. Long., WGS84), ao norte do município de Manhuaçu em Minas Gerais, conforme demonstra a Figura 1.



Figura 1 - Mapa de Localização – Manhuaçu em Minas Gerais e Sub-Bacia em Dom Corrêa, Manhuaçu (MG).

A sub-bacia do distrito de Dom Corrêa dispõe de uma extensão de cursos d'água, segundo dados da rede hidrográfica obtidos pelas cartas topográficas do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1979 (escala 1:50.000)², igual a 37,02 km, situados em uma área topográfica de 16 km².

A altitude média da sub-bacia é de 1.143 m, com altitude mínima de 788 m e máxima de 1.510 m. Esses dados foram extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE) da imagem do satélite Aster (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*).

Elaboração dos mapas

A Figura 2 apresenta resumo dos trabalhos desenvolvidos para elaboração dos mapas de uso do solo e mapas de infração de uso do solo: ocupação irregular de lavouras de café em APP na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa.

² A extensão dos cursos de água (medida plana) da sub-bacia do distrito de Dom Corrêa é de 33.650 m. No entanto, considerando 10% de declividade, tem-se a extensão de 37.015 m.

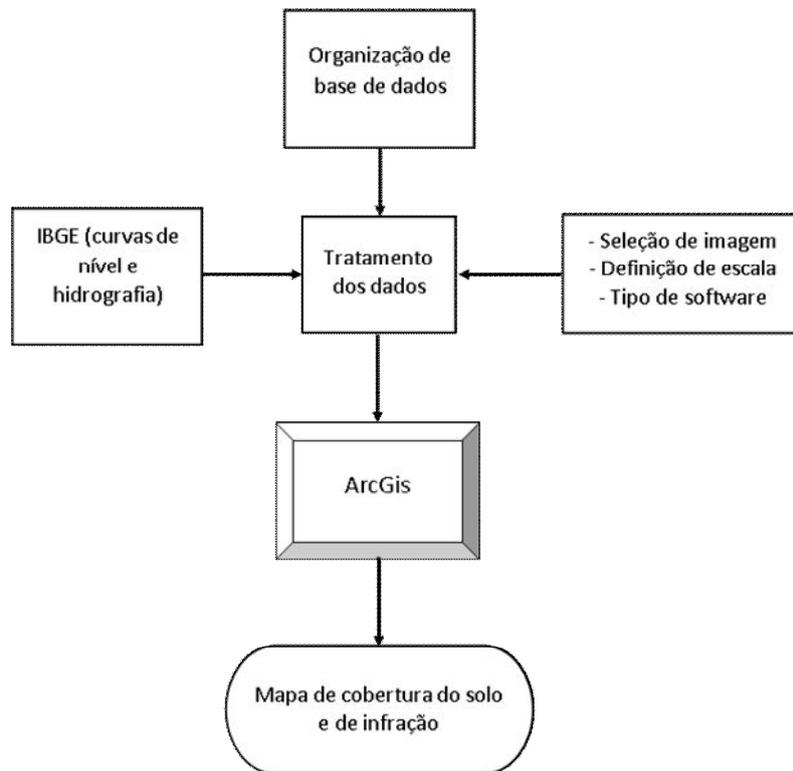


Figura 2: Metodologia para elaboração dos mapas. Fonte: Autores do Trabalho.

A presente pesquisa foi realizada a partir da análise das extensões das APPs estabelecidas no artigo 4º do CFB, que são faixas marginais dos cursos d'água (art. 4º, I), entorno das nascentes (art. 4º, IV), encostas ou partes destas com declividade superior a 45º (art. 4º, V) e topo de morro (art. 4º, IX) existentes na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa.

As áreas dessa sub-bacia em conflito com o disposto no artigo 4º do CFB, que estabelece as APPs ao longo dos cursos de água e entorno de nascentes, foram obtidas pela aplicação dos recursos de geoprocessamento inserido em ambiente de SIG.

Para isso, a metodologia aplicada caracterizou-se pela estratificação das informações de cobertura do solo (lavouras de café, mata densa e APP) em níveis de camadas distintas, denominadas planos de informação. Isso possibilita flexibilidade de combinações e eficiência no acesso a qualquer localização geográfica da base de dados. Dessa forma, esta etapa da pesquisa possibilitou identificar as áreas com infração de uso do solo, por meio da identificação de lavouras em áreas destinadas à proteção legal. O sistema de Projeção e datum utilizados foram o Universal Transverso de Mercator (UTM) e WGS84, respectivamente. A vetorização para identificação do uso e cobertura do solo foi realizada utilizando imagem RapidEye, com resolução espacial de 5 metros, como fonte de interpretação. As categorias levantadas foram área agrícola (lavoura de café e pousio) e mata densa. Para a realização desta pesquisa foram utilizados os resultados da pesquisa elaborada por SOARES (2011) e, para o diagnóstico mais atualizado, imagens advindas da constelação RapidEye, obtidas pelo sensor REIS (RapidEye Earth Imaging System) e obtidas do Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2015).

A partir do mapa de hidrografia, obtido do IBGE 1979, escala 1:50.000, foram traçadas faixas de influência no entorno de cada elemento da rede hidrográfica (buffers), protegido legalmente, com as distâncias preconizadas para as matas ciliares, de acordo com o CFB e utilizando o software ArcGis®. Ao longo dos cursos d'água, considerou-se faixas marginais com larguras de 30 metros. Essa largura foi considerada para toda a sub-bacia, considerando que os cursos d'água possuem menos de dez metros de largura, em toda a sub-bacia. No entorno das nascentes, foram traçados círculos com raios de 50 metros de largura, para delimitação da área de preservação permanente.

O mapa de uso do solo (ocupação por lavoura de café) foi sobreposto ao mapa das áreas que deveriam ser destinadas à preservação, por serem APP. Utilizando a ferramenta de recorte de arquivos vetoriais do ArcGis® foram extraídas as áreas de cultivo de café em APP. A partir dos resultados obtidos foram elaborados mapas do uso e cobertura da bacia estudada e o mapa de infração do uso do solo.

A partir das informações obtidas pelas vetorizações realizadas de forma visual nas imagens RapidEye com auxílio de imagens do Google Earth foram obtidos mapas de uso e cobertura do solo para 2010 e 2015. Os dados do uso e cobertura do solo foram sobrepostos aos polígonos das APPs e recortados no programa ArcGis®. Com isso, obteve-se o mapa de infração do uso do solo com a ocupação irregular de lavoura de café em APP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na identificação, realizada a partir da imagem RapidEye, foi possível mapear dois diferentes tipos de classe de uso e ocupação do solo da sub-bacia de Dom Corrêa – agricultura (café) e mata densa. As áreas topográficas, obtidas para esses usos em 2010 e 2015 estão apresentadas na Tabela 1.

A Tabela 1 mostra, ainda, as extensões das áreas de café/pousio, mata densa e área não mapeada situadas na sub-bacia de estudo para os anos de 2010 e 2015.

A bacia do distrito de Dom Corrêa situa-se em região de alta variação altimétrica, conformada por áreas baixas e delimitadas por áreas muito altas, composta por encostas íngremes que se apresentam recobertas por mata ou cobertura vegetal, que representa cerca de 45% da área total da sub-bacia.

Tabela 1 Extensão das áreas mapeadas e não mapeadas na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa. Fonte: Autores do Trabalho.

Tema	Área topográfica (m ²)		Percentual da área topográfica em relação à área da bacia	
	2010	2015	2010	2015
Café + pousio ³	5.427.020	7.425.740	33,46	45,79
Mata Densa	7.446.570	7.172.830	45,91	44,23
Não Mapeada	3.377.540	1.619.720	20,83	9,99
Total	16.218.290		100	

Observa-se pela Tabela 1 que em 2015 foi possível mapear mais áreas se comparado ao ano de 2010 e que houve expansão das áreas de lavouras/pousio na sub-bacia em questão. As áreas de mata densa praticamente se mantiveram neste período.

As Figura 3 e 4 apresentam, respectivamente, o mapa de uso e ocupação do solo para os anos de 2010 e 2015. Nota-se que no transcorrer desses 5 (cinco) anos houve expansão das áreas agrícolas na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa, sendo que as áreas mais preservadas se encontram nas altitudes mais elevadas da sub-bacia hidrográfica. A maior parte das ocupações irregulares de áreas de preservação permanente da região de estudo ocorreu em áreas íngremes (inclinação maior do que 45°), seguida de áreas destinadas a matas ciliares de cursos d'água e nascentes.

As Figuras 5 e 6 demonstram as áreas de preservação permanente que estão, irregularmente, ocupadas por lavouras – Mapa de infração de uso do solo: ocupação irregular de lavouras de café em APP na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa, anos 2010 e 2015, respectivamente.

A Tabela 2 apresenta o percentual de expansão das lavouras entre os anos de 2010 e 2015.

Tabela 2 Expansão das lavouras na região de estudo (2010 e 2015). Fonte: Autores do Trabalho.

Tema	Área (m ²)		Expansão das lavouras (m ²)	Expansão das lavouras em APP (%)
	2010	2015		
Lavoura de café	5.427.020	7.425.740	1.998.720	4,2
Lavoura de café em APP	1.407.006	1.491.566	84.560	

³ Pousio: nome que se dá ao repouso proporcionado às terras cultiváveis.

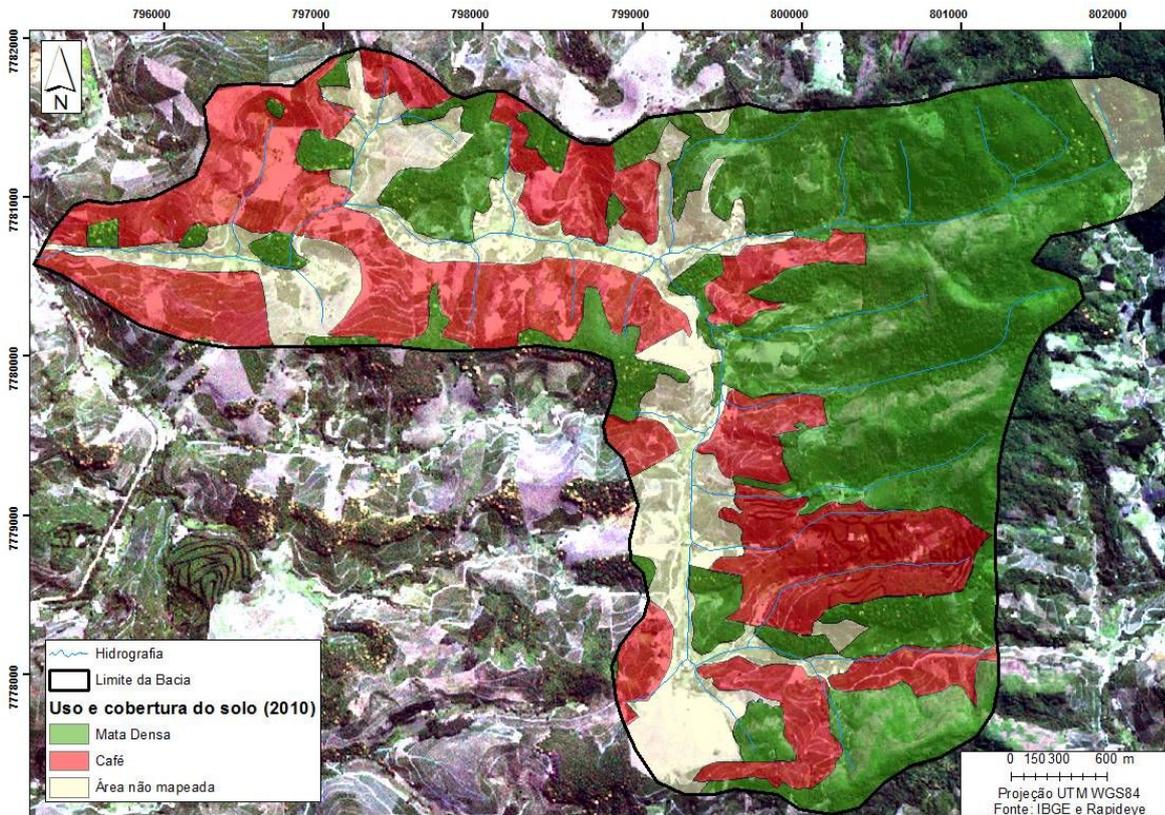


Figura 3 - Mapa de uso do solo (2010). Fonte: Autores do Trabalho.

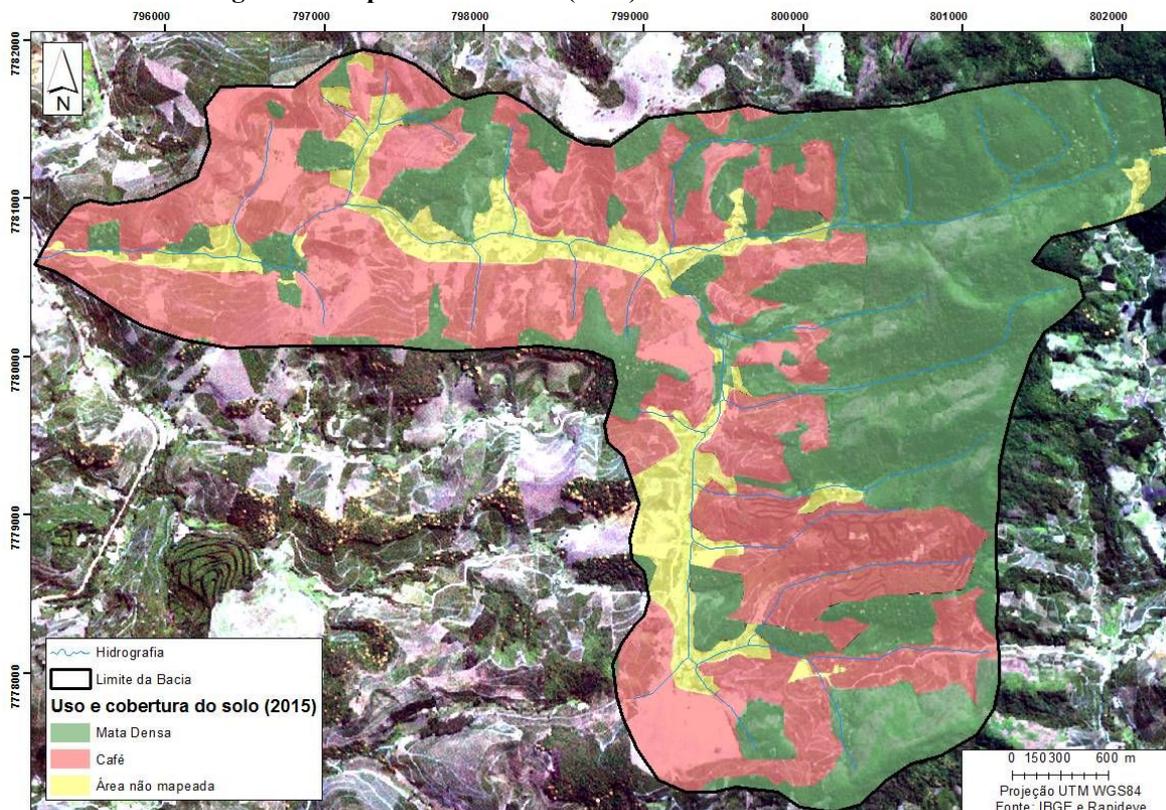


Figura 4 - Mapa de uso do solo (2015). Fonte: Autores do Trabalho.

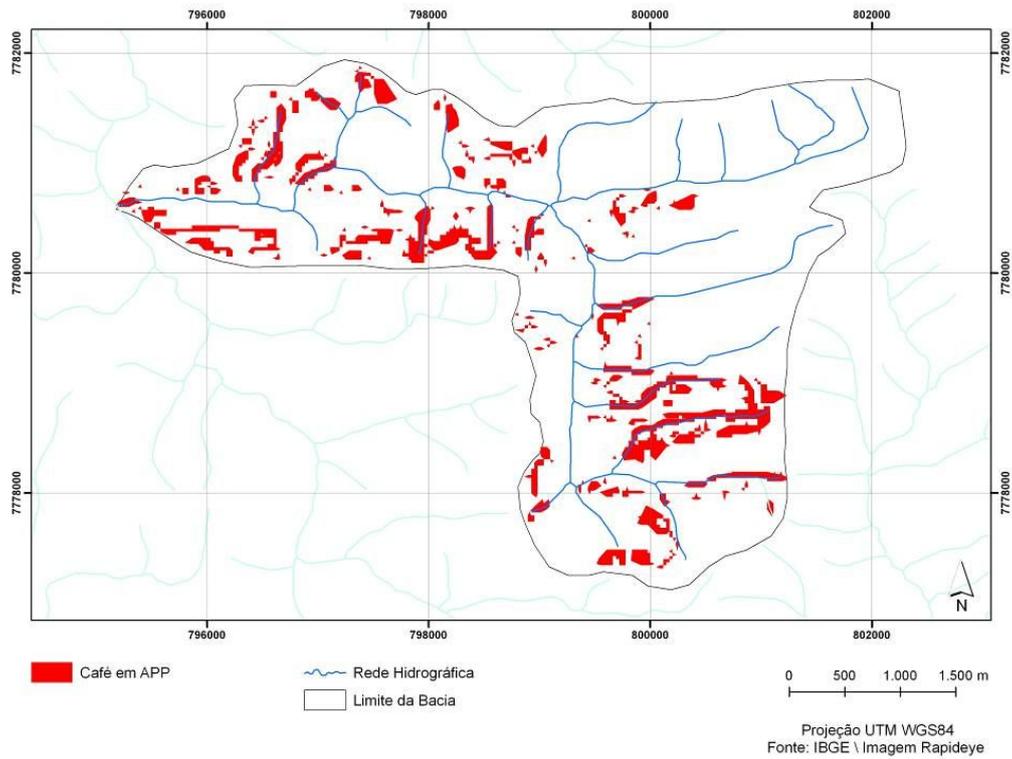


Figura 5 - Mapa de infração de uso do solo: ocupação irregular de lavouras de café em APP (2010).

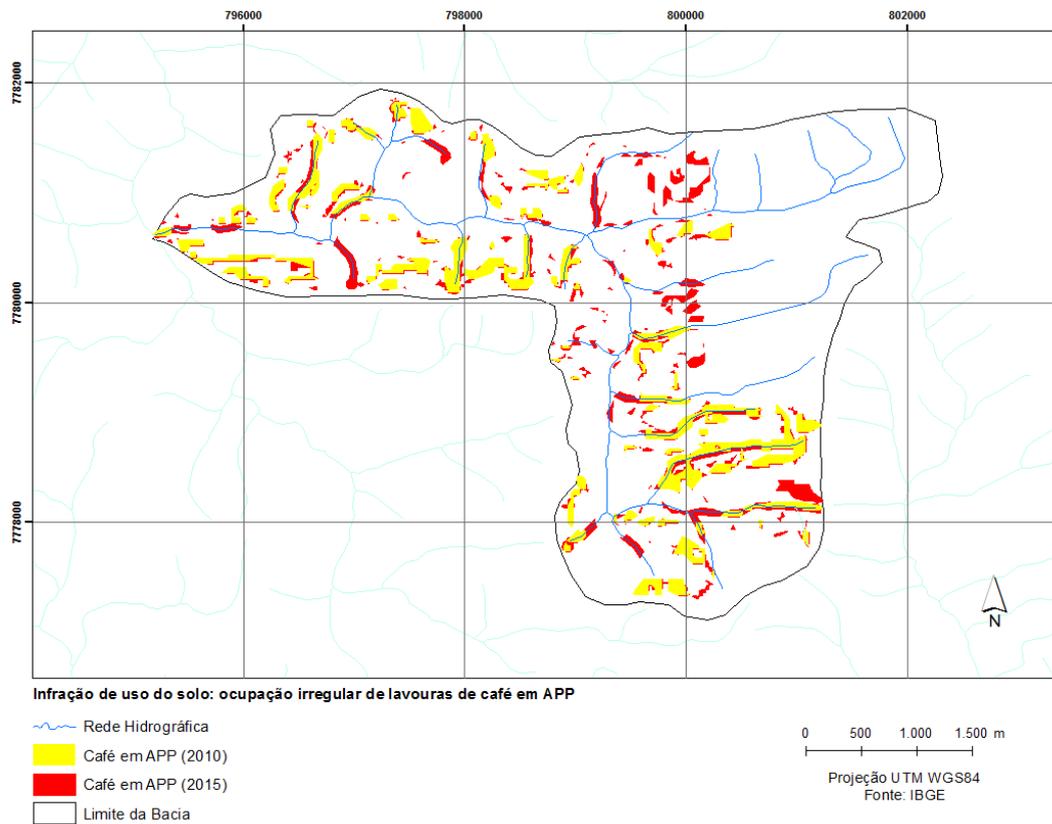


Figura 6 - Mapa de infração de uso do solo: ocupação irregular de lavouras de café em APP (2015).

As Figuras 5 e 6, analisadas conjuntamente, demonstram que em 2015 houve maior identificação de ocupação de lavoura de café na sub-bacia de estudo, em relação ao estudo realizado para 2010.

As ocorrências de expansão de ocupação irregular do solo por lavouras foram constatadas mais no alto da bacia e em áreas íngremes (superiores a 45°).

Sabe-se que as APPs apresentam grande importância na promoção da qualidade das águas, vez que contribuem para reduzir a poluição dos recursos hídricos superficiais pelo transporte de agrotóxico associado ao solo (escoamento superficial ou *run off*), que se revelou, no estudo realizado por SOARES (2011), como a principal causa de contaminação das águas na região.

CONCLUSÕES

Constatou-se existência de lavouras de café ocupando irregularmente áreas de preservação permanente, estabelecidas no Código Florestal Brasileiro, na sub-bacia do distrito de Dom Corrêa nos anos avaliados.

No diagnóstico realizado com imagem de 2015 foi possível mapear mais áreas na região de estudo e certificar que houve expansão de cerca de 12% das áreas de lavouras/pousio na sub-bacia em questão. No entanto, o aumento da ocupação irregular em APP foi de 4,2% o que equivale a quase 12 campos de futebol do estádio do Mineirão⁴ as áreas mais preservadas se encontram nas altitudes mais elevadas da sub-bacia hidrográfica em questão.

A maior parte das ocupações irregulares de áreas de preservação permanente da região de estudo ocorrem nas áreas íngremes (inclinação maior do que 45°), seguida das áreas destinadas a matas ciliares de cursos d'água e nascentes.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em set. 2017.
2. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA), **Resolução Conama nº 302, de 20 de março de 2002.** Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, páginas 67-68.
3. GOSS, D. W. **Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts.** *Weed Technology*, v. 6, p. 701-708, 1992.
4. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em jul. 2017.
5. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Geo Catálogo Ministério do Meio Ambiente.** 2015. Disponível em: <http://geocatalogo.mma.gov.br/>. Acesso em: set. 2017.
6. MINAS GERAIS. LEI 10793, DE 02/07/1992. **Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no estado.** Disponível em: <<https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/>>. Acesso: set. 2017.
7. MOURA, Ana Clara M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.
8. SOARES, A. F. S. **Uso de agrotóxicos, contaminação de mananciais e análise da legislação pertinente: um estudo na região de Manhuaçu-MG.** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2011. Tese de Doutorado.
9. SOARES, A. F. S.; MOURA, A. C. M.; LEAO, M. M. D.; RAMOS, V. D. V. **Critérios para determinação de uso irregular do solo em área de mananciais de abastecimento público.** In: XV SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012, Belo Horizonte. Saneamento Ambiental: Inovação e gestão rumo à universalização, 2012.

⁴ Estádio Governador Magalhães Pinto – Dimensões 105 m x 68 m.

10. SOARES, A. F. S.; LEÃO, M. M. D.; FARIA, V. H. F.; COSTA, M. C. M. ; MOURA, A. C. M. ; RAMOS, V. D. V. ; Vianna Neto, M. R. ; COSTA, E. P. . **Occurrence of pesticides from coffee crops in surface water**. Revista Ambiente & Água, v. 8, p. 62-72, 2013a.
11. SOARES, A. F. S.; LEAO, M. M. D. ; Vianna Neto, M. R. ; Costa, E. P. da ; OLIVEIRA, M. C. ; AMARAL, N. B. . **Efficiency of conventional drinking water treatment process in the removal of endosulfan, ethylenethiourea, and 1,2,4-triazole**. Aqua (London. Print). Journal of Water Supply: Research and Technology, AQUA (Print) **JCR**, v. 62, p. 367-376, 2013b.
12. SOARES, A. F. S.; Vianna Neto, M. R. ; LEAO, M. M. D. **Environmental Fate of Pesticides Applied in Coffee Crops in Southeast of Brazil**. African Journal of Environmental Science and Technology, v. 11, p. 103-112, 2017.
13. XAVIER DA SILVA, Jorge; ZAIDAN, Ricardo Tavares (organizadores). **Geoprocessamento & análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.