

**MUDANÇAS NO USO DA TERRA NA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO ÁGUA DA ONÇA E
INTENSIFICAÇÃO DE EROSÕES E ASSOREAMENTOS**

**LAND USE CHANGES IN THE WATERSHED OF THE CÓRREGO ÁGUA DA
ONÇA AND INTENSIFICATION OF EROSIONS AND SILTING**

**CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO EN LA MICROCUENCA DEL
CÓRREGO ÁGUA DA ONÇA E INTENSIFICACIÓN DE EROSIONES Y
SEDIMENTACIÓN**

Edson Luís Pirolí

Livre Docente em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Docente do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – FCT/UNESP/Presidente Prudente e do Curso de Geografia da UNESP/Ourinhos.

edson.piroli@unesp.br / <http://orcid.org/0000-0002-3350-2651>

Leonardo Auge Levyman

Mestrando em Geografia pelo Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas – IGE/UNICAMP. Geógrafo pela UNESP/Ourinhos. Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Centro Universitário FMU/SP.

leoauge@hotmail.com / <http://orcid.org/0000-0002-7437-8714>

Recebido: 12/07/2021; Aceito: 06/10/2021; Publicado: 28/12/2022.

RESUMO

A ampliação das áreas urbanas sem planejamento adequado e sem considerar as características dos solos, do relevo e das águas pluviais tem causado problemas severos em termos de surgimento de processos erosivos, assoreamento de nascentes e corpos d'água e de inundações. O presente trabalho apresenta a análise da evolução do uso da terra na Microbacia do Córrego Água da Onça (MCAO) localizada em Avaré – SP, com a finalidade de avaliar se de fato as transformações implantadas na superfície do solo são as causas deste conjunto de processos observados na área. Utilizou-se no estudo técnicas de geoprocessamento, fotografias aéreas e imagens de satélite. Os resultados demonstram que a microbacia apresentou importantes mudanças nos seus usos e aumento considerável na ocupação urbana, nos processos de escoamento superficial nas erosões e nos assoreamentos do leito do córrego.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Sensoriamento Remoto; Recursos Hídricos.

ABSTRACT

The expansion of urban areas without adequate planning and without considering the characteristics of soils, relief, and storm water has caused severe problems in terms of the emergence of erosive processes, silting up of springs and water bodies, and flooding. The present work presents the analysis of the evolution of land use in the Watershed of the Stream Água da Onça (MCAO) located in Avaré - SP, to evaluate whether in fact the transformations implemented on the soil surface are the causes of the set of processes observed in the area. Geoprocessing techniques, aerial photography, and satellite images were used in the study. The results show that

the watershed presented important changes in its uses and a considerable increase in urban occupation, in the processes of surface runoff, erosion, and siltation of the stream bed.

Keywords: GIS; Remote Sensing; Water Resources.

RESUMEN

La expansión de las zonas urbanas sin una planificación adecuada y sin tener en cuenta las características de los suelos, el relieve y las aguas pluviales ha provocado graves problemas en cuanto a la aparición de procesos erosivos, la sedimentación de manantiales y masas de agua y las inundaciones. El presente trabajo presenta el análisis de la evolución del uso de la tierra en la Cuenca del Arroyo Água da Onça (MCAO) ubicada en Avaré - SP, con el fin de evaluar si efectivamente las transformaciones implementadas en la superficie del suelo son las causas de este conjunto de procesos observados en el área. En el estudio se utilizaron técnicas de geoprocetamiento, fotografías aéreas e imágenes de satélite. Los resultados muestran que la cuenca presentó cambios significativos en sus usos y un aumento considerable de la ocupación urbana, los procesos de escorrentía, la erosión y la sedimentación del lecho del arroyo.

Palabras clave: Geoprocetamiento; Teledetección; Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do território brasileiro, via de regra, desconsiderou a capacidade de suporte dos solos, as características dos corpos d'água, o ciclo hidrológico, a preservação da flora e da fauna silvestre, a qualidade do ar e o equilíbrio climático. No Estado de São Paulo, ao longo dos avanços das frentes pioneiras, a vegetação nativa foi sendo retirada e substituída por criações e plantações (DEAN, 1996). Nestas fases, poucas preocupações houveram com a preservação de áreas de florestas nativas para manutenção do equilíbrio climático, de habitat para espécies da fauna silvestre ou mesmo para preservação do solo e do ciclo hidrológico.

Corroborando com essa constatação, Marques e Barbosa (2006) afirmam que a ocupação do Brasil se caracterizou pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, devido à falsa ideia de que estes eram inesgotáveis. Isto estimulou o chamado “desenvolvimento” desordenado, sem compromisso com o futuro. Desta forma, o processo de eliminação e fragmentação florestal, que é mais intenso nas regiões economicamente mais desenvolvidas, resultou num conjunto de problemas ambientais como a extinção de muitas espécies da fauna e da flora, as mudanças climáticas locais, a erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água.

Observa-se que a ocupação da região permitiu o desenvolvimento de cidades e a ampliação e o fortalecimento da agricultura e da pecuária. Porém, trouxe como consequência a destruição de praticamente toda cobertura vegetal nativa, incluindo aquela presente nas margens dos corpos d'água, sem que, no entanto, as características da

vegetação natural e sua influência nos demais componentes da natureza tivessem sido adequadamente conhecidas. Dean (1996) relatou que a ocupação da região onde este estudo foi desenvolvido, a exemplo da maior parte da ocupação do Estado de São Paulo, foi feita de maneira agressiva, sem considerar as características ambientais, da vegetação natural, nem seus habitantes primitivos.

Isso demonstra que não houve planejamento e nem preocupação com as consequências das maneiras como cada nova área foi ocupada indo contra afirmação de Ab'Saber (2010) que disse não se fazer qualquer projeto de interesse nacional pensando apenas em favorecer de imediato só uma geração do presente, em termos de especulação com espaços ecológicos, sem pensar no sucesso de todos os grupos humanos, ao longo de muito tempo. O autor afirmou ser esta uma questão de bioética com o futuro.

Este processo de intensificação do uso do ambiente sem considerar suas características naturais e muitas vezes, sem planejamento ou com este realizado de maneira incompleta, encontrou historicamente seu ápice nas áreas urbanas (TUCCI, 2012). Nestas, para que o uso dos espaços fosse otimizado e para que o lucro obtido por alguns indivíduos ou grupos fosse aumentado, em muitos casos foram implementados bairros com terrenos de dimensões reduzidas, localizados em áreas de risco e completamente impermeabilizados, sem preocupações com qualidade ambiental ou de vida das pessoas ali alocadas. Estes contextos aumentaram o escoamento das águas pluviais, o surgimento de processos erosivos, o assoreamento e a contaminação das águas de nascentes, córregos e rios, as inundações e os riscos a moradores (BRITO, 2012; PIROLI, 2016).

Para o desenvolvimento do presente trabalho utilizou-se técnicas de geoprocessamento, que de acordo com Fitz (2008), evoluiu a partir dos avanços da informática e dos SIG (Sistemas de Informações Geográficas), tendo se tornado nos últimos anos um instrumento essencial para o desenvolvimento de trabalhos que requerem a espacialização de informações. Moreira (2011) diz que este tem tido aplicação em diversas áreas do conhecimento, contribuindo para a realização de estudos, sejam de caráter ambiental, social, econômico, entre outros.

A base do geoprocessamento são os SIG, que de acordo com Lang e Blaschke (2009) se aplicam adequadamente para o registro das informações e acompanhamento das dinâmicas das características estruturais da paisagem. Já Fitz (2008) define SIG como

Um sistema constituído por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido (FITZ, 2008, p. 23).

Na mesma linha, Burrough & McDonnell (2004) descrevem SIG como “um conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real para um objetivo específico”. Já Eastman (1998) define SIG como “um sistema assistido por computador para a aquisição, armazenamento, análise e visualização de dados geográficos”.

A fonte de dados primários utilizada na presente pesquisa foi o sensoriamento remoto, que pode ser definido como o processo de aquisição de informações sobre um determinado fenômeno ou componente da superfície terrestre sem haver o contato físico com ele (JENSEN, 2009). Também pode ser considerado “a ciência e a arte de obtenção de informações sobre um objeto, área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por dispositivos que não estão em contato com eles” (LILLESAND et al., 2004).

Rosa (2009) complementa os conceitos anteriores acrescentando que as informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais, como por exemplo, o radar. Assim, afirma que o sensoriamento remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades cujo objetivo consiste na caracterização das propriedades físico-químicas de alvos naturais, através da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante por eles refletido e/ou emitido.

A área estudada foi uma pequena bacia hidrográfica, que de acordo com Piroli

É a unidade ideal para o trabalho com recursos naturais, uma vez que esta é definida pela própria natureza a partir dos processos físicos e químicos que moldam o relevo e condicionam as relações entre os componentes bióticos e abióticos existentes na área. O elo entre estes componentes é a água que ao precipitar sobre este espaço é direcionada para regiões determinadas pelo seu ciclo, formando os córregos e rios que escoam superficialmente ou infiltram nos depósitos subterrâneos, alimentando os aquíferos ou as nascentes que manterão os cursos de água nos períodos entre as precipitações (PIROLI, 2013, p. 21).

A bacia hidrográfica é, de acordo com a Lei nº 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), a unidade básica para gestão dos recursos hídricos. Desta forma, considera-se que a mesma deve ser adotada como sendo o espaço adequado para o gerenciamento dos demais recursos naturais, uma vez que pode ser definida como uma área com características físicas e biológicas delimitadas pelos seus divisores de água, onde vive e interage o ser humano, e onde as águas superficiais e subterrâneas, são deslocadas, normalmente pela força da gravidade, até um córrego, rio ou reservatório (superficial ou subterrâneo), por canais, que confluem a um curso d'água maior que pode desembocar em um rio principal, em um depósito natural ou artificial de água, ou diretamente em um oceano (PIROLI, 2013).

Assim, considera-se que conhecer as características de bacias antropizadas e as mudanças do uso da terra nelas ocorridas ao longo do tempo, permite que os reflexos destes usos sobre o solo e a água sejam conhecidos e assim, adequados na busca de ambientes mais sustentáveis. Pivetta (2019) diz que a ação do homem no ambiente se dá fundamentalmente por meio de atividades agropecuárias, uso do solo urbano e preservação de áreas naturais. A partir destas informações, considera-se que estas análises devem ser aprofundadas, inserindo as questões relacionadas ao manejo das bacias hidrográficas e à evolução das transformações na ocupação do solo, uma vez que estas modificam as relações solo/água/vegetação e conseqüentemente a relação da população humana com estes recursos (LAWLER et al., 2014).

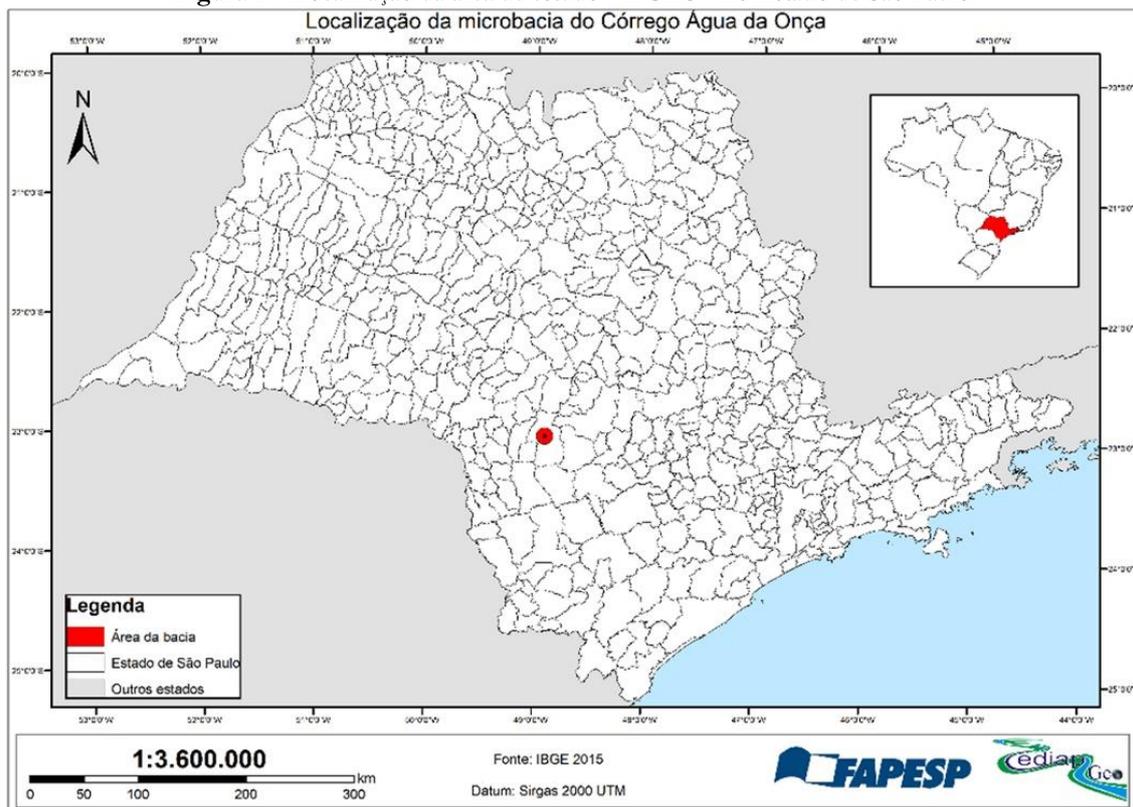
Neste contexto de ampliação da cobertura artificial de bacias hidrográficas, principalmente urbanas, o presente trabalho buscou levantar informações acerca das mudanças ocorridas no uso da terra da MCAO entre os anos de 1972, 2005 e 2016 e das conseqüências destas mudanças em termos de geração de escoamento superficial, inundações, processos erosivos e de assoreamento para o ambiente da área e para a população nela residente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A Microbacia do Córrego Água da Onça (MCAO) está localizada no estado de São Paulo, entre as coordenadas 710000 e 717000 E e 7445000 e 7452000 S do Fuso 22 S, do Sistema UTM, Datum Sirgas 2000, no município de Avaré (Figura 1). Seu centro está localizado na coordenada 23°03'30" de Latitude Sul e 48°55'05" de Longitude Oeste. Sua área corresponde a 2.457,80 hectares. Situa-se na porção central do município de Avaré, ao norte de sua malha urbana.

Figura 1 – Localização da área de estudo - MCAO - no Estado de São Paulo.



Em termos hidrográficos, a área de estudo pertence à sub-bacia hidrográfica do Rio Pardo, que está localizada na região Centro/Sudoeste do estado de São Paulo, que integra a Bacia hidrográfica do Rio Paranapanema, esta, uma bacia federal, por abranger áreas dos estados de São Paulo e Paraná. O Rio Pardo é um dos seus principais tributários da margem direita. A Bacia do Rio Paranapanema, faz parte da Região Hidrográfica do Rio Paraná, sendo um de seus mais importantes tributários da margem esquerda.

No sistema paulista de gerenciamento de recursos hídricos, a sub-bacia do Rio Pardo faz parte da Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – 17 (UGRHI-17).

Os aplicativos usados neste trabalho foram os SIG ArcGIS 10.3.1 e TerrSet, e para apoio em algumas análises e editoração o MS Excel, o MS Access, MS Word e o Adobe Photoshop.

A base de dados para realização do projeto foi composta pela carta topográfica de Avaré em escala de 1:50.000, sobre a qual foram vetorizados os corpos d'água e o limite da área de estudo. Os usos da terra foram avaliados a partir de imagens dos satélites QuickBird e Geoeye extraídas do Google Earth Pro e de aerofotogramas da área de estudo dos anos de 1972 e 2005. Para serem utilizadas, todas as fontes de dados foram georreferenciadas no sistema UTM, Datum Sirgas 2000.

As análises se iniciaram com a montagem do mosaico das fotografias aéreas e das imagens dos satélites e com a georreferência das mesmas e da carta topográfica. Em

seguida, os córregos e demais corpos d'água foram vetorizados, em uma primeira aproximação sobre a carta topográfica (onde se verificou imprecisões), e após, sobre as imagens dos satélites e dos aerofotogramas já georreferenciados.

Na etapa seguinte elaborou-se a classificação do uso da terra da área de estudo nos anos pesquisados, a partir da análise visual, usando-se como orientação os critérios de fotointerpretação estabelecidos por Jensen (2009) e por Florenzano (2011). Em seguida, fizeram-se confirmações a campo e a busca de informações relativas aos anos anteriores (1972 e 2005) em artigos, trabalhos de pesquisa, notícias de jornais e conversas com moradores da área e autoridades do município de Avaré.

Durante os trabalhos de laboratório, foram definidos locais representativos para análises aprofundadas das condições *in loco*. A definição destes locais foi feita em função de seu uso e da forma de ocupação, buscando-se analisar pelo menos três locais distintos para cada tipo de uso, em diferentes pontos da microbacia. Os trabalhos de laboratório consistiram então, das atividades de montagem de mosaicos, georreferência das imagens digitais, uso de operadores de distância, classificação digital e visual do uso da terra, álgebra entre mapas, criação de banco de dados, gerenciamento, entrada, manipulação e saída de dados, e editoração do resultado da pesquisa.

Nos trabalhos de campo realizados nos dias 10/07/2018 e 02/07/2019, foram visitadas as nove nascentes localizadas nas cabeceiras da microbacia e duas próximas ao exutório dela. Também foram visitados alguns pontos do córrego principal e dos tributários para verificar se havia presença de mata ciliar, erosões nas margens e sinais de assoreamento.

As categorias em que as classes de uso foram inseridas são baseadas naquelas definidas pelo IBGE (2013) e foram adotadas em função das características predominantes na área de estudo, onde foram classificadas com pequenos ajustes. As classes identificadas foram: Solo Exposto, Culturas Agrícolas, Pastagem, Rodovia, Eucalipto, Café, Floresta, Cultura Agrícola Anual - Milho, Cultura Agrícola Anual - Soja, Cultura Agrícola Anual – Cana de açúcar (nas legendas usou-se apenas o termo cana para reduzir o tamanho do texto), Voçoroca, Subestação Elétrica, Açude, Área Urbana e Erosão.

Nas análises *in loco* foram registradas em planilhas também a presença de efluentes, resíduos sólidos e entulho, instabilidade das encostas, aterros e presença ou ausência de estruturas de drenagem em função de que estas influenciam no resultado do escoamento superficial e conseqüente no surgimento de erosões e assoreamentos.

Cada local analisado teve suas coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) coletadas, para em seguida serem utilizadas na elaboração do banco de dados

que contém as informações georreferenciadas. Este banco de dados foi associado às imagens de satélite e aos aerofotogramas da área de estudo, possibilitando a consulta posterior das características de cada local e atualizações futuras.

Depois da elaboração dos mapas de uso e de cobertura da terra e de sua análise quanto à acurácia, foi utilizado o módulo *Land Change Modeler* (LCM) do aplicativo TerrSet, para a criação de mapas e tabelas com os dados sobre as mudanças que ocorreram na área de estudo nos períodos analisados. Neste processo os vetores com as identificações do uso da terra de cada ano foram convertidos para o formato **.vct** do TerrSet e na sequência transformados em raster (EASTMAN, 2009). Os mapas em formato raster de cada dois anos analisados (1972 e 2005; 2005 e 2016) foram processados no módulo LCM.

Na sequência cada mudança no uso da terra foi avaliada quanto ao seu potencial para geração de impactos ambientais, tanto negativos quanto positivos. Ao mesmo tempo, foram feitas pesquisas na literatura especializada e conversas com pesquisadores, gestores públicos e moradores da região, buscando explicações sobre os motivos que levaram às transformações ao longo do período estudado e às suas consequências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

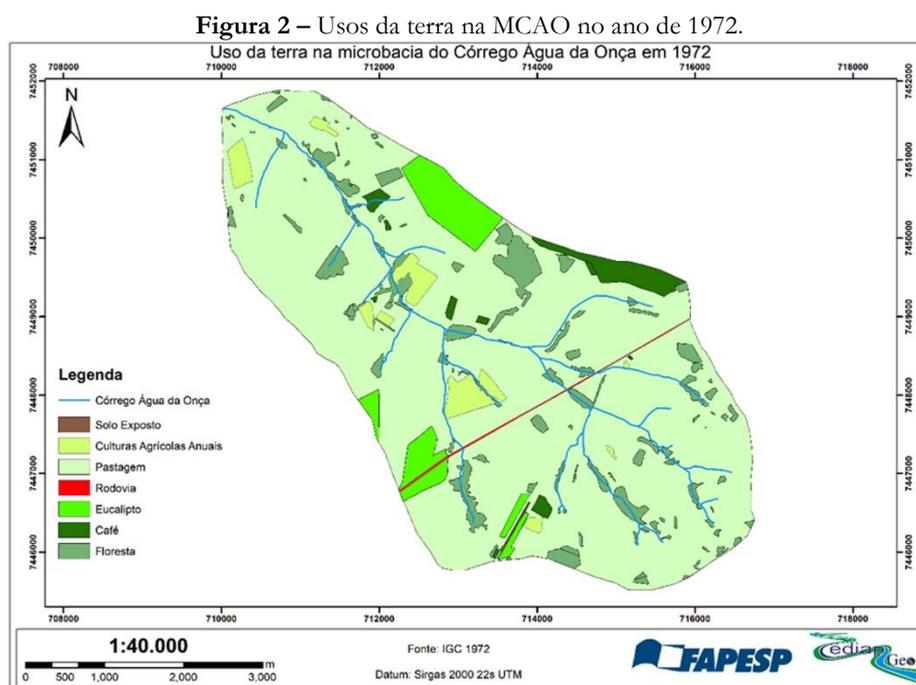
Uso da terra na MCAO - Avaré, SP, no ano de 1972

O resultado da classificação do uso da terra efetuada sobre as fotografias aéreas do dia 16 de setembro de 1972, cujo mapa pode ser visto na Figura 2, indica que a maior parte da área na época era ocupada por pastagem. Esta classe de uso abrangia 2.019,85 hectares (ha) o que correspondia a 82,18%. A segunda Categoria mais abrangente era a floresta, com 183,05 ha (7,45%) sendo seguida pelo eucalipto que ocupava 120,53 ha (4,90%). Estas duas classes (floresta e eucalipto) tem grande importância no que se refere à proteção do solo e na infiltração da água das chuvas uma vez que dissipam a energia destas águas, reduzem sua velocidade e facilitam sua percolação (LIMA; ZAKIA, 2000). Os principais remanescentes das mesmas encontravam-se ao longo dos córregos da MCAO e em alguns fragmentos distribuídos pela área.

Mas, mesmo neste contexto, muitas Áreas de Preservação Permanente (APP), que na época eram definidas pela Lei 4.771/1965 como devendo ocupar 5 metros ao longo dos córregos (que na área tem larguras inferiores a 10 metros), estavam desprovidas de vegetação arbórea, o que permitia que os corpos d'água fossem atingidos por resíduos de culturas agrícolas e de suas atividades, pelos dejetos e pisoteio de animais, e pelos diversos

materiais trazidos com as enxurradas, além de não oferecerem abrigo para a fauna silvestre e nem manter a diversidade vegetal exigida pela legislação.

Não foram observados nas fotografias aéreas da área no ano de 1972 processos erosivos e de assoreamento significativos em nenhum local da bacia, nem mesmo nas cabeceiras dos córregos, embora sejam visíveis alguns caminhos passando pela área o que poderia concentrar água e gerar erosões.



No ano de 1972 não foi possível observar adensamentos populacionais indicando sinal de ocupação antrópica com residências de maneira mais intensiva. Identificaram-se apenas algumas sedes de propriedades rurais e pequenas áreas de culturas agrícolas, que abrangiam 72,56 hectares (2,95%) da bacia. De acordo com informações obtidas com moradores antigos da área, essas produções eram predominantemente de grãos usados para a subsistência das famílias e cujo excedente era comercializado na região.

Foram identificadas ainda algumas áreas ocupadas pela cultura do café que somadas cobriam 52,40 hectares (2,13% da área). Esta cultura ainda apresentava remanescentes no ano de 2016, tendo reduzido, porém, para menos de 1% da área, cobrindo apenas 23,48 hectares. O mesmo processo de redução foi observado com as plantações de eucalipto uma vez que em 1972 existiam 120,53 hectares ocupados por esta cultura e em 2016 a área havia reduzido para 91,78 hectares. A Tabela 1 mostra os usos da terra identificados no ano de 1972, suas áreas e porcentagens.

Tabela 1 – Usos da terra e áreas ocupadas no ano de 1972.

Água da Onça - uso da terra por hectares (ha) e porcentagens – 1972			
Id.	Uso	1972	%
1	Solo Exposto	0,92	0,04
2	Culturas Agrícolas	72,56	2,95
3	Pastagem	2.019,85	82,18
4	Rodovia	8,49	0,35
5	Eucalipto	120,53	4,90
6	Café	52,40	2,13
7	Floresta	183,05	7,45
Total		2.457,80	100,00

Fonte: Elaboração própria.

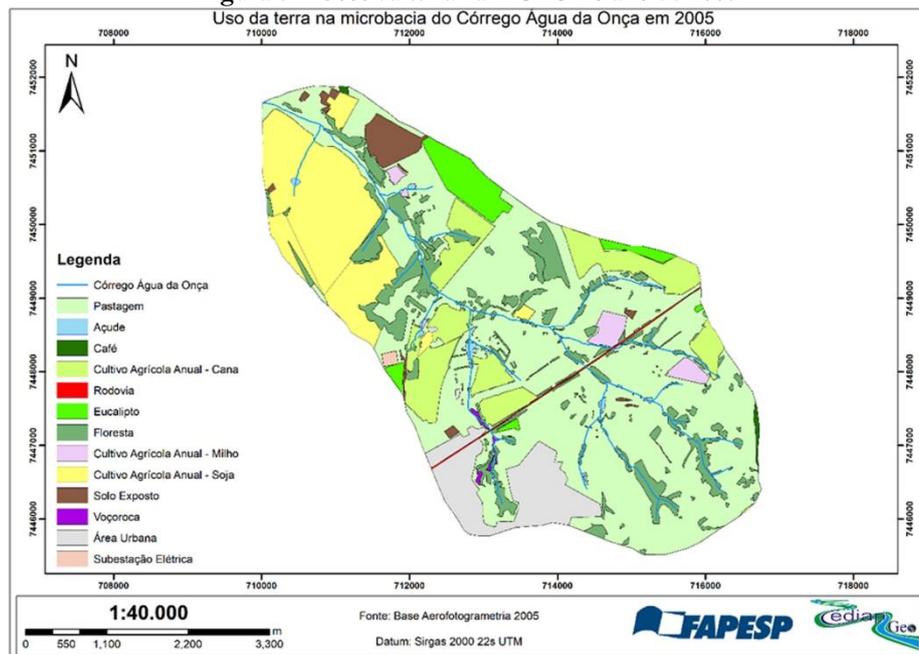
Uso da terra na MCAO - Avaré, SP, no ano de 2005

A análise do uso da terra do ano de 2005 (aerofotogramas obtidos em 26 de novembro) permitiu a identificação das categorias pastagem, que cobria 1.354,56 ha ou 55,11%, sendo ainda predominante na área; eucalipto, cobrindo 100,92 ha (4,11% da área); e cultivos agrícolas anuais que passaram a ter o predomínio praticamente exclusivo de três culturas consideradas commodities (cana-de-açúcar, ocupando área de 283,69 ha, soja cobrindo 173,80 ha e milho abrangendo 34,87 ha). Estas, juntas cobriam em 2005 492,36 ha ou 20,03% da área.

Destaca-se neste ano o registro da área urbana com 137,17 ha (5,58% da área), cobrindo a porção sudoeste da bacia e ocupando a cabeceira de uma das principais nascentes do córrego Água da Onça, substituindo pastagem e eucalipto. Deve-se registrar neste ano a ampliação de locais com solo exposto (43,17 ha ou 1,76%) que indicam na maior área, localizada próximo à foz da MCAO, ser solo preparado para a implantação de cultivos agrícolas anuais; e o surgimento de processos erosivos (já reconhecidos como voçorocas) próximos à cabeceira sul da MCAO, ocupando 4,01 ha.

Na época, também foi possível observar que diversos cursos d'água da bacia não possuíam mata ciliar cobrindo suas APP. O mesmo aconteceu com as APP da maioria das nascentes. A Figura 3 apresenta o resultado da classificação do uso da terra para a área de estudo no ano de 2005.

Figura 3 – Usos da terra na MCAO no ano de 2005.



A Tabela 2 mostra as áreas ocupadas por cada uso da terra e suas porcentagens. Destaca-se que a partir deste ano a categoria culturas agrícolas foi desmembrada em três (soja, cana e milho) em função de que estas passaram a ser praticamente homogêneas e cobrir vastas extensões da área.

Tabela 2 – Usos da terra e áreas ocupadas no ano de 2005.

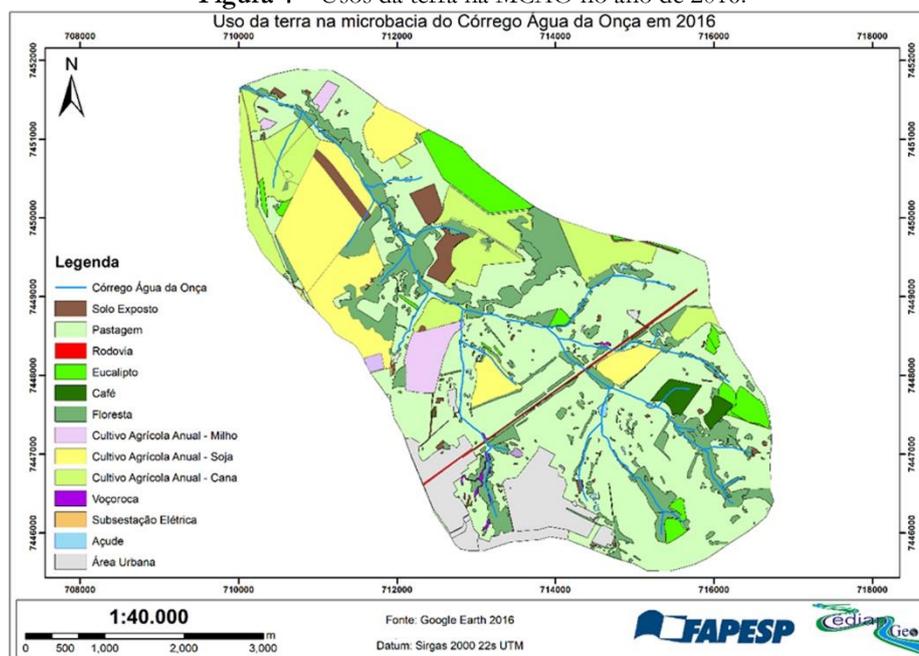
Água da Onça - uso da terra por hectares (ha) e porcentagens – 2005			
Id.	Uso	2005	%
1	Solo Exposto	43,17	1,76
2	Culturas Agrícolas	0	0,00
3	Pastagem	1.354,56	55,11
4	Rodovia	9,00	0,30
5	Eucalipto	100,92	4,11
6	Café	30,51	1,30
7	Floresta	271,35	11,04
8	Cultura Agrícola Anual – Milho	34,87	1,42
9	Cultura Agrícola Anual – Soja	173,8	7,07
10	Cultura Agrícola Anual – Cana	283,69	11,54
11	Voçoroca	4,01	0,16
12	Subestação Elétrica	3,48	0,14
13	Açude	11,27	0,47
14	Área Urbana	137,17	5,58
Total		2.457,80	100,00

Fonte: Elaboração própria.

Uso da terra na MCAO - Avaré, SP, no ano de 2016

Ao se analisar o mapa resultante da classificação do uso da terra na área de estudo no ano de 2016 (Figura 4) verifica-se que a pastagem ainda predominava. No entanto, com área reduzida para 1.175 hectares, cobrindo 47,81% de toda área da microbacia, demonstrando que esta vem sofrendo redução constante desde a primeira época analisada (1972). A mesma continuou sendo substituída pela área urbana na porção sul da área. Na região central e próxima à foz do córrego houve importante substituição da pastagem por cultivos anuais de soja, milho e cana de açúcar. Isto se deve, de acordo com informações obtidas junto a proprietários rurais da área, principalmente à adaptação de variedades, aos avanços nas técnicas de cultivo e ao melhoramento genético destas espécies, que tem feito com que os custos de produção sejam reduzidos e a produtividade seja aumentada, tornando estas culturas viáveis economicamente na região.

Figura 4 – Usos da terra na MCAO no ano de 2016.



As áreas com solo exposto se ampliaram na época da obtenção da imagem analisada, sendo esta condição, na maior parte das áreas, relacionada ao solo descoberto após colheitas uma vez que a imagem utilizada foi do mês de abril. Verificando-se a Tabela 3 nota-se a redução da área ocupada por eucaliptos na MCAO, confirmando a tendência observada desde o primeiro período analisado e a ampliação da área ocupada por florestas, que também manteve a tendência, ocupando no ano de 2016, 372,95 ha ou 15,25% da área estudada. Destacam-se ainda a ampliação das áreas com milho, soja e cana e a redução das áreas dos açudes.

Tabela 3 – Usos da terra e áreas ocupadas no ano de 2016.

Água da Onça - uso da terra por hectares (ha) e porcentagens – 2016			
Id.	Uso	2016	%
1	Solo Exposto	60,49	2,46
2	Culturas Agrícolas	0	0,00
3	Pastagem	1.175	47,81
4	Rodovia	9,01	0,30
5	Eucalipto	91,78	3,73
6	Café	23,48	0,97
7	Floresta	372,95	15,25
8	Cultura Agrícola Anual – Milho	47,03	1,91
9	Cultura Agrícola Anual – Soja	270,59	11,01
10	Cultura Agrícola Anual – Cana	243,87	9,91
11	Voçoroca	4,53	0,18
12	Subestação Elétrica	4,29	0,17
13	Açude	7,34	0,30
14	Área Urbana	145,75	5,93
15	Erosão	1,69	0,07
Total		2.457,80	100,00

Fonte: Elaboração própria.

No ano de 2016 a área urbana se ampliou para 145,75 hectares, ou seja 5,93% da área. E, de acordo com as análises desta pesquisa, contribuiu para a ampliação dos processos erosivos (voçorocas) à jusante da mesma, na região sul da microbacia. Isto ocorreu e continua ocorrendo como consequência da intensa urbanização, que adota na maioria dos terrenos altas taxas de impermeabilização, o que também ocorre nas ruas e acessos. Esta condição impede a infiltração das águas, principalmente pluviais, e acelera seu escoamento superficial em direção às regiões mais baixas do relevo, para onde são direcionadas por sarjetas e tubulações, confirmando o exposto por Tucci & Clarke (1997).

Observações in loco mostraram que nos locais onde a água concentrada é despejada não há sistemas de proteção do solo ou de redução de velocidade o que explica as grandes erosões que tem se tornado voçorocas (chegando ao lençol freático) e se ampliado em velocidade muitas vezes maior do que a dos processos naturais. A Figura 5 mostra o avanço do processo erosivo entre os anos de 2018 e 2019 registrados nos trabalhos de campo desta pesquisa e em imagens de satélite disponibilizadas no Google Earth. Zanata e Perusi (2010) afirmam que a erosão é um fenômeno natural que ocorre independente da ação humana, mas que esta tende a intensificá-la, sobretudo em áreas urbanas e periurbanas.

Nas fotografias e imagens de satélite apresentadas na Figura 5 é possível observar que houve avanço do processo erosivo em cerca de 50 metros em um período aproximado

de um ano. A erosão se aproxima com celeridade da Avenida Espanha e das casas que estão a montante, colocando o conjunto de estruturas sob risco. Neste caso, além do prejuízo ambiental causado pela movimentação de grandes volumes de solo e sua deposição em outros locais, modificando o ecossistema, há ainda o risco de prejuízo financeiro e até de perdas de vidas humanas.

Destaca-se que na porção nordeste da Figura 5, letra D (ano de 2019) é possível observar novo processo erosivo com dimensões significativas, não visível no ano de 2018 (letra C) o que indica que se não forem tomadas providências em pouco tempo os dois processos erosivos poderão se encontrar e ampliar consideravelmente a voçoroca. Estas situações são de conhecimento da população residente na região, que, conforme levantado em conversas, não consegue identificar as origens e as causas destes processos. Da mesma forma, a prefeitura do município conhece o problema e tem tomado algumas iniciativas, que, no entanto, não estão de acordo com a necessidade e nem com a dimensão do problema, uma vez que as ações são focadas quase exclusivamente nas voçorocas e não no manejo das cabeceiras da microbacia.

Figura 5 – Fotografias mostrando o avanço do processo erosivo entre os dias 10/07/2018 (A) e 02/07/2019 (B) e imagens de satélite mostrando a área nos dias 14/07/2018 (C) e 09/08/2019 (D).



Fonte: Pesquisa de campo (2018/2019).

Autores como Piroli (2016) e Tucci (2007) corroboram essa afirmação dizendo que não é no processo erosivo que se deve atuar, mas sim na cabeceira e nas vertentes, onde a água se acumula e concentra para depois chegar com energia excessiva nos pontos mais baixos impactando o solo e os corpos d'água.

Brandão et al. (2012) corroboram com essa afirmação ao dizer que a taxa de infiltração no solo é um dos fatores que mais influenciam o escoamento superficial que é responsável pelos processos de erosão e inundações. Já Pruski, Brandão e Silva (2010) lembram que das fases associadas ao ciclo hidrológico, a mais importante para obras de engenharia é o escoamento superficial que corresponde ao segmento relacionado ao deslocamento da água sobre a superfície do solo.

Todos estes autores destacam a importância da manutenção das taxas de infiltração a partir do manejo adequado e conservacionista do solo e da água para reduzir as erosões, as inundações, os assoreamentos e as perdas de água, que concentradas na superfície, são levadas para longe ao invés de ficarem armazenadas no solo atendendo plantas, animais, lençol freático e, ainda, mantendo o ciclo hidrológico, o que é fundamental para a manutenção das produções agropecuárias e para a segurança hídrica das populações.

Mas, mesmo neste contexto de problemas ambientais na área urbana, foi possível observar mudança significativa na proteção aos recursos hídricos, com a ampliação da vegetação de mata ciliar nas APP, embora em trechos consideráveis, os corpos d'água e algumas nascentes ainda estejam desprotegidos.

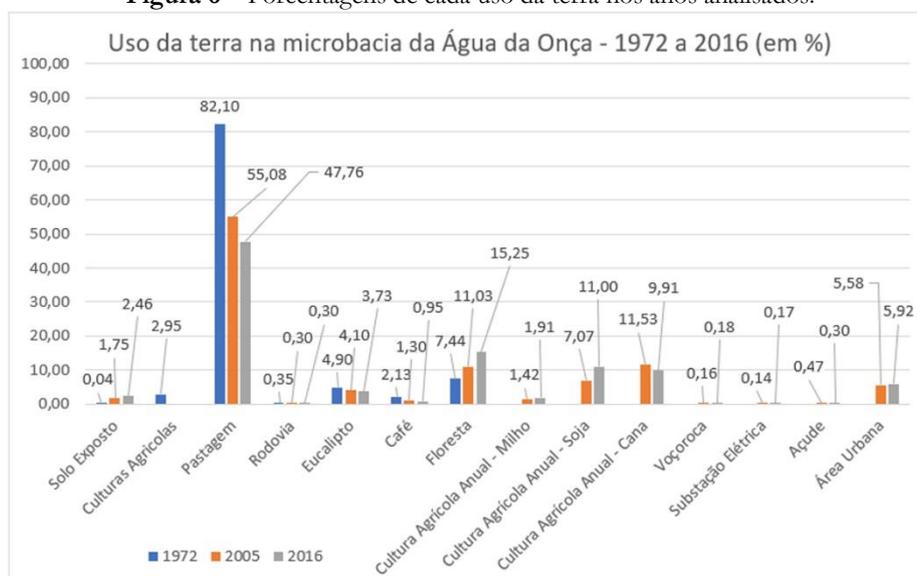
No ano de 1972 é possível verificar que a maioria das nascentes e cursos d'água estavam desprotegidos pela vegetação arbórea nativa. Na época, o Código Florestal, Lei 4.771/65 definia que a APP deveria ter 5 metros ao longo dos córregos de até 10 metros de largura, caso de todos os inseridos na área de estudo. Visando comparação com os anos seguintes adotou-se neste estudo a largura de 30 metros de cada lado dos córregos, conforme estabelecido a partir do ano de 1989 pela Lei 7.803. Em função de que o Cadastro Ambiental Rural (CAR) da área ainda não estava concluído na época da realização da presente pesquisa, desconsiderou-se a variação nas larguras das APP de pequenas propriedades inserida na Lei 12.651/2012.

No ano de 2005 é possível observar algumas modificações do cenário com relação a 1972. O número de nascentes com floresta na sua APP se ampliou, assim como as margens de partes de alguns córregos passaram a ser protegidas por vegetação arbórea. Esta condição passa a ser um pouco mais adequada em termos ambientais, pois, além de ampliar a proteção da água, ainda favorece o deslocamento das espécies da fauna silvestre terrestres, formando partes de corredores ecológicos.

Em 2016 ainda ocorria a falta de cobertura em algumas nascentes e em parte dos cursos d'água, porém houve significativo aumento da área florestal, sobretudo nas APP. Isto se deve principalmente à regulação da legislação, com a Lei 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais) e sua aplicação que se ampliou principalmente ao longo da primeira década dos anos 2000, à melhora nas técnicas de fiscalização e ainda à melhora na conscientização da população, sobretudo dos proprietários rurais.

Visando sintetizar os dados dos usos da terra nos anos avaliados, apresenta-se a Figura 6 que demonstra as mudanças nas porcentagens de cada uso da terra nos anos de 1972, 2005 e 2016. Nela destacam-se a redução das áreas de pastagens e de eucaliptos e o aumento das áreas de florestas e da categoria área urbana.

Figura 6 – Porcentagens de cada uso da terra nos anos analisados.



Fonte: Elaboração própria.

Para complementar a síntese dos resultados a Tabela 4 mostra o conjunto de dados relativos a cada uso em hectares e porcentagens nos anos avaliados.

Tabela 4 – Abrangência das coberturas da terra na MCAO nos três anos analisados com áreas e porcentagens.

Água da Onça - Uso da Terra por Hectares (ha) e porcentagem							
Id.	Uso	1972	%	2005	%	2016	%
1	Solo Exposto	0,92	0,04	43,17	1,76	60,49	2,46
2	Culturas Agrícolas	72,56	2,95	0	0,00	0	0,00
3	Pastagem	2.019,85	82,18	1.354,56	55,11	1.175	47,81
4	Rodovia	8,49	0,35	9,00	0,30	9,01	0,30
5	Eucalipto	120,53	4,90	100,92	4,11	91,78	3,73
6	Café	52,40	2,13	30,51	1,30	23,48	0,96
7	Floresta	183,05	7,45	271,35	11,04	372,95	15,25

8	Cultura Agrícola Anual – Milho	-		34,87	1,42	47,03	1,91
9	Cultura Agrícola Anual – Soja	-		173,8	7,07	270,59	11,01
10	Cultura Agrícola Anual – Cana	-		283,69	11,54	243,87	9,92
11	Voçoroca	-		4,01	0,16	4,53	0,18
12	Subestação Elétrica	-		3,48	0,14	4,29	0,17
13	Açude	-		11,27	0,47	7,34	0,30
14	Área Urbana	-		137,17	5,58	145,75	5,93
15	Erosão	-		-		1,69	0,07
Total				2.457,80	100,00	2.457,8	100,00

(-) não identificado no ano. Fonte: Elaboração própria.

A Figura 7 mostra o destaque da área ao sul da microbacia, onde ocorreu a expansão da área urbana. Nela é possível observar que no ano de 1972 (letra A) a ocupação do solo era composta por pastagens e culturas agrícolas. Não é possível observar com clareza a presença de processos erosivos e de assoreamento. Já na imagem disponível no Google Earth Pró de dezembro de 2004 (B) é possível verificar que na parte central (área do círculo de número 2) há um processo de erosão de grandes dimensões, que na sequência causa assoreamento ao longo do córrego até o círculo 1 que está localizado à montante da Rodovia SP-255. É possível notar que em 2004 alguns bairros já estão implantados na região, sendo os localizados do lado direito do córrego bastante impermeabilizados.

Figura 7 – Mudanças no uso da terra na cabeceira da MCAO de 1972 a 2016 (A- 16/09/1972, B- 14/12/2004, C- 29/07/2016).



No ano de 2016 (letra C) verifica-se que o processo erosivo da área do círculo 2 aparentemente está coberto por vegetação rasteira e arbustiva, o que indica que o mesmo foi temporariamente estabilizado. No entanto, verifica-se que o processo de assoreamento próximo se ampliou consideravelmente. Neste ano é possível observar que na cabeceira do córrego (círculo 3) surgiu um processo erosivo de grandes dimensões que provavelmente é a causa do assoreamento observado entre os círculos 2 e 3. Nota-se que na área leste da imagem houve o preenchimento de espaço vazio com mais um loteamento. Da mesma

maneira é possível verificar que houve intensificação no uso dos terrenos, estando os bairros mais consolidados, e conseqüentemente, mais impermeabilizados.

Esta condição de aumento da impermeabilização justifica o aumento dos processos erosivos e conseqüentemente de assoreamento, conforme pode ser observado na Figura 8. Destaque-se que neste local a água do córrego era represada e coletada para abastecimento de vários bairros. Em função do assoreamento a Sabesp desativou a unidade de captação, conforme pode ser visto na Figura 9.

Figura 8 – Assoreamento na região destacada pelo círculo 1 da Figura 7.



Fonte: Fotografia dos autores, 10/07/2018.

Figura 9 – Posto de captação de água inoperante no momento da pesquisa devido ao assoreamento do ponto de captação.



Fonte: Fotografia dos autores, 10/07/2018.

Como estratégia para redução do volume de água e das erosões e assoreamento, a prefeitura de Avaré construiu barreiras em algumas ruas à montante para desviar as águas das chuvas concentradas na superfície, conforme pode ser visto na Figura 10. Este conjunto de técnicas, redução do volume de água com terraços em nível, é, de acordo com Piroli (2016), eficiente para controle de voçorocas e consequentes assoreamentos. No entanto, se não forem dimensionados adequadamente e monitorados integralmente, podem gerar voçorocas em outros locais, para onde as águas forem direcionadas. Neste caso, o ideal seria aumentar as taxas de infiltração em toda área da MBH, à montante visando a redução do volume de águas superficiais direcionadas às regiões mais baixas. Além disso, poderiam ser implantadas outras estruturas de armazenamento temporário das águas excedentes em períodos de chuvas mais intensas, como piscinões, bacias de infiltração e barraginhas, conforme proposto por Piroli (2016) e Abril (2017).

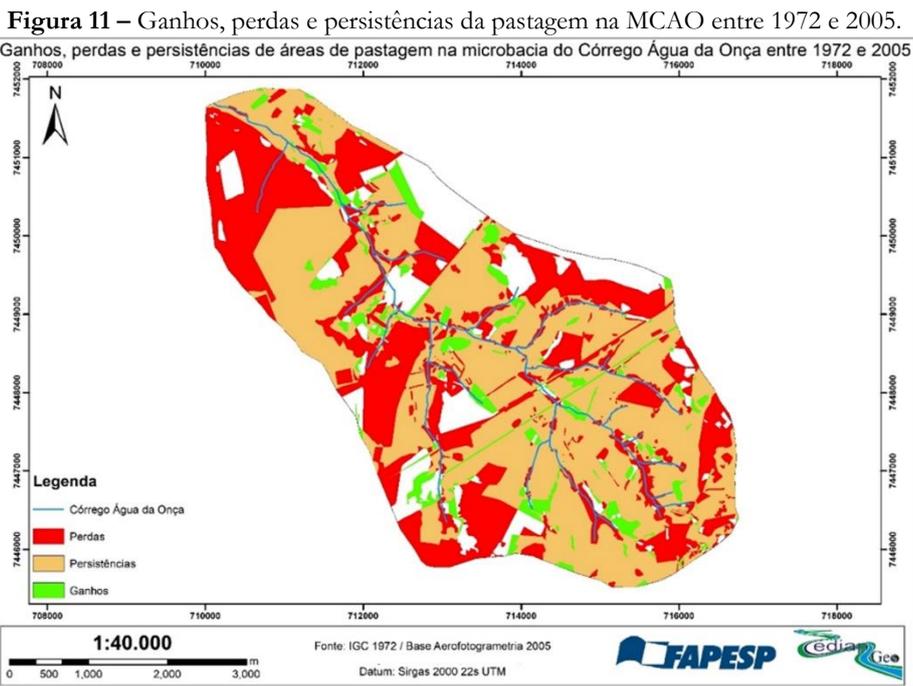
Figura 10 – Aviso sobre fechamento da rua para conter a erosão.



Fonte: Fotografia dos autores, 10/07/2018.

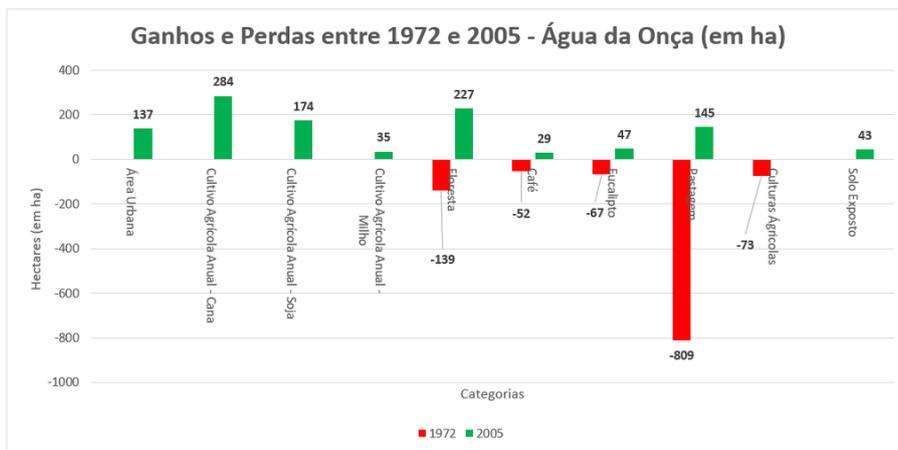
Principais mudanças no uso da terra na MCAO entre os anos de 1972 e 2005

A principal mudança ocorrida entre 1972 e 2005 foi na categoria pastagem, cujos ganhos, perdas e persistências podem ser observados na Figura 11. Nela é possível verificar que a pastagem se manteve na maior parte da área da MCAO. No entanto, perdeu mais áreas do que ganhou. As perdas ocorreram em quase toda a área da microbacia, destacando-se a localizada na região sul, entre as coordenadas 712000 e 714000 onde a pastagem cedeu lugar para a área urbana.



A Figura 12 apresenta os valores em hectares das mudanças ocorridas em cada categoria de uso. As colunas na cor verde indicam as coberturas que ganharam áreas na MCAO e o valor informa o quanto cada área se ampliou. A cor vermelha indica as categorias que perderam e de quanto foi a perda. A ocorrência de colunas com ganhos e perdas em uma mesma categoria indica que ela perdeu área em alguns lugares, mas ganhou em outros.

Figura 12 – Usos da terra que ganharam e perderam áreas e suas respectivas quantidades.



Fonte: Elaboração própria.

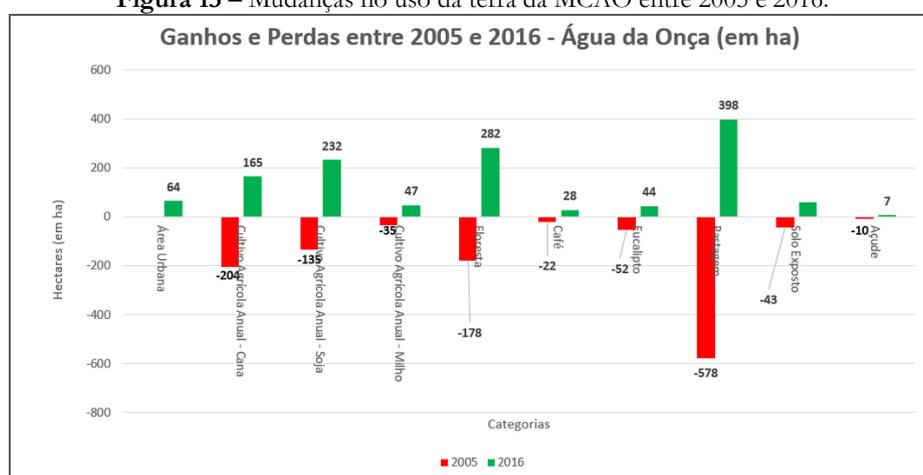
Principais mudanças no uso da terra na MCAO entre 2005 e 2016

Na Figura 13 é possível observar que as categorias floresta, café, eucalipto e pastagem, a exemplo do período compreendido entre 1972 e 2005, continuaram perdendo

área entre 2005 e 2016. No entanto, a floresta e o café ganharam mais áreas do que perderam. Isto indica que estas categorias têm sido retiradas de algumas áreas da MBH e inseridas em outras. No caso da floresta, as análises indicaram que tem perdido áreas espalhadas ao longo da bacia, onde é substituída geralmente pelas culturas agrícolas, e tem se ampliado nas APP das nascentes e córregos.

Destaca-se também, neste período, a ampliação da área urbana e as dinâmicas relacionadas aos cultivos agrícolas anuais e aos solos expostos, que perdem áreas em alguns lugares e ganham em outros, muitas vezes, trocando uma cultura de lugar, o que é normal na região, até pelas recomendações das técnicas de rotação de culturas. Observa-se também que a categoria pastagem participa deste processo em vários locais da MBH.

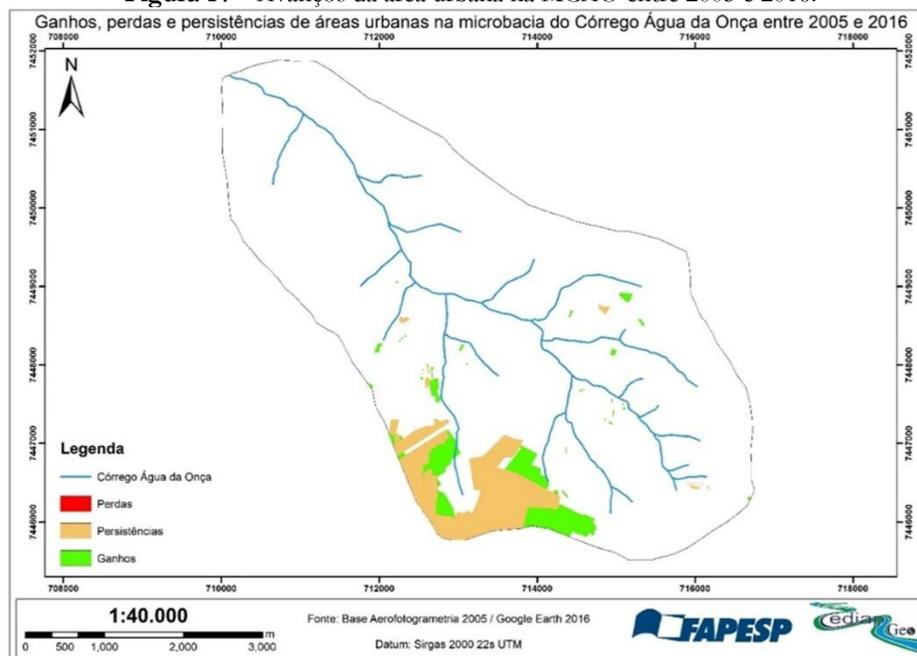
Figura 13 – Mudanças no uso da terra da MCAO entre 2005 e 2016.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 14 observa-se o avanço da área urbana, nas direções norte e leste a partir das áreas já consolidadas. Estes avanços têm ocorrido tanto à montante quanto à jusante e impactado nas taxas de impermeabilização, de concentração de água na superfície e de movimentação do solo, fragilizando sua estrutura ou compactando-o. Destaca-se que a cabeceira da MCAO na década de 1970 não tinha ocupação urbana. Em 2005 observou-se que esta categoria passou a ocupar sua nascente sul com suas casas, ruas e outras estruturas urbanas, consideradas, após o conjunto de análises realizadas, como as principais responsáveis pelo surgimento e pela dinâmica dos processos erosivos e de assoreamento. Isto ocorreu porque esta área é considerada hidrologicamente como zona de infiltração (SOUZA; FERNANDES, 2000). Ao ter os usos agropecuários e com eucalipto substituídos por estruturas urbanas a área passou a ser predominantemente uma zona de escoamento.

Figura 14 – Avanços da área urbana na MCAO entre 2005 e 2016.



As análises efetuadas demonstram que o crescimento das cidades, sem planejamento adequado tem contribuído para importantes impactos sobre o solo e a água (DADASHPOOR et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As avaliações realizadas neste trabalho demonstram que a MCAO sofreu alterações significativas do uso da terra na maior parte de suas áreas entre os anos de 1972, 2005 e 2016. As mudanças predominantes dizem respeito à substituição da pastagem por outros usos. Mas, as mais importantes e que têm trazido consequências graves para o solo e para os corpos d'água ocorreram em parte das cabeceiras da mesma, com a substituição de usos agropecuários por áreas urbanas.

Verificou-se que as infraestruturas urbanas voltadas para a drenagem das águas pluviais não foram planejadas corretamente e não houve preocupação com as consequências da concentração destas águas em pontos específicos. Observou-se que isso causa processos erosivos e que o solo transportado causa o assoreamento do vale e traz prejuízos importantes para o ecossistema do córrego, comprometendo o ambiente e praticamente extinguindo as formas de vida ali existentes. Além disso, verificou-se que a população do município deixou de ter um reservatório de água que a atendia porque o mesmo foi completamente assoreado.

Ao redor das nascentes e ao longo dos córregos, embora tenham havido avanços em termos de matas ciliares, ainda faltam muitos espaços a serem preenchidos com este tipo de cobertura. Deve-se lembrar que estas dão estabilidade para as margens dos corpos d'água, reduzindo processos de erosões e assoreamentos.

Observou-se que a prefeitura do município está tentando recuperar alguns locais com a construção de terraços em nível e de barreiras, mas até o momento não tem alcançado sucesso significativo, uma vez que as tentativas de solução dos problemas foram direcionadas à ações pontuais nos locais nos quais as águas pluviais chegam concentradas, contrariando as recomendações técnicas de ação na bacia de captação com manejo adequado das águas das chuvas.

Notou-se também que a falta de planejamento adequado somada à inexistência de projetos de drenagem eficientes trouxe riscos à área, aos seus recursos naturais e a sua população, que se ampliam toda vez que chuvas um pouco mais intensas precipitam sobre a microbacia.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 6. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2010.

ABRIL, M. J. **Piscinões**. O projeto de retenção de água pluvial na região metropolitana de São Paulo. São Paulo. 2017. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Projeto de Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-18122017-151205/publico/MartaJullianaAbril.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

BRANDÃO, V. S. [et al.]. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2012.

BRASIL. **Lei Federal 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília: Senado Federal, 1965.

BRASIL. **Lei Federal 7.803 de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis n.ºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Brasília: Senado Federal, 1989.

BRASIL. **Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República, 1998.

BRASIL. **Lei Federal 9.605 de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1998.

- BRASIL. **Lei Federal n.12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília: Presidência da República, 2012.
- BRITO, A. O. **Estudos da erosão no ambiente urbano, visando planejamento e controle ambiental no Distrito Federal**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- BURROUGH, P. A., McDONNELL, R. A. **Principles of geographical information systems**. Oxford: University Press, 2004.
- DADASHPOOR, H.; AZIZI, P.; MOGHADASI, M. Land use change, urbanization, and change in landscape pattern in a metropolitan area. **Science of The Total Environment**, v. 655, p. 707-719, 2019.
- DEAN, W. **A Ferro e Fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. Tradução: Cid Knipel Moreira; revisão técnica José Augusto Drummond. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- EASTMAN, J. **Idrisi Taiga Tutorial**. Massachusetts: Clark Labs, 2009. Disponível em: <<http://www.clarklabs.org>>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- EASTMAN, J. R. **Idrisi for Windows - Manual do usuário: introdução e exercícios tutoriais**. Editores da versão em português: Heinrich Hasenack e Eliseu Weber. Porto Alegre: UFRGS; Centro de Recursos Idrisi, 1998. 240 p.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**, 3. ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manuais Técnicos em Geociências, número 7 – Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. (coordenador) [et al.]. São José dos Campos: Parêntese, 2009.
- LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hemann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- LAWLER, J. J. [et al.]. **Projected land-use change impacts on ecosystem services in the United States**. Disponível em: <<https://www.pnas.org/content/111/20/7492>>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- LILLESAND, T. M., KIEFER, R. W., CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 5. ed. Hoboken: Wiley, 2004.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de Matas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2000. v. 1. p. 33-44.

MARQUES, M. C. V.; BARBOSA, L. M. **Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo**. Apresentação. Marília-SP: FAPESP/IBT/GEF, 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2011.

PIROLI, E. L. **Água: por uma nova relação**. Jundiaí: Paco Editorial, 2016. 144 p.

PIROLI, E. L. **Geoprocessamento aplicado ao estudo do uso da terra das áreas de preservação permanente dos corpos d'água da bacia hidrográfica do rio Pardo**. 2013. 150 f. Tese (Livre Docência) - Câmpus de Ourinhos, Universidade Estadual Paulista, Ourinhos, 2013.

PIVETTA, M. Uso do solo e as mudanças climáticas. **Pesquisa FAPESP**, Ano 20, n. 283, p. 56-59, set. 2019. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/09/06/o-uso-do-solo-e-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 10 dez. 2019.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2010.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 7. ed. Uberlândia: UFU, 2009.

SOUZA, E. R.; FERNANDES, M. R. Sub-bacias hidrográficas: unidades básicas para o planejamento e a gestão sustentáveis das atividades rurais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 15-20, nov./dez. 2000.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48).

TUCCI, C. E. M. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R. T. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 135-152, jan./jun. 1997. Disponível em: <<http://rhama.net/download/artigos/artigo22.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2020.

ZANATA, J. M.; PERUSI, M. C. Solos urbanos: degradação ambiental na forma de processos erosivos. **Revista Geografia e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 107-122.

Como citar:

ABNT

PIROLI, E. L.; LEVYMAN, L. A. Mudanças no uso da terra na microbacia hidrográfica do Córrego Água da Onça e intensificação de erosões e assoreamentos. **InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade**, v. 8, e202217, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202217>>. Acesso em: 28 dez. 2022.

APA

Piroli, E. L., & Levyman, L. A. Mudanças no uso da terra na microbacia hidrográfica do Córrego Água da Onça e intensificação de erosões e assoreamentos. *InterEspaço: Revista de Geografia e Interdisciplinaridade*, v. 8, e202217, 2022. Recuperado em 28 dezembro, 2022, de <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.e202217>



This is an open access article under the CC BY Creative Commons 4.0 license.

Copyright © 2022, Universidade Federal do Maranhão.

