

Análise Temporal do Uso e Cobertura da Terra na Bacia do Rio Boa Vista, Ouro Preto do Oeste-RO

Temporary Analysis of Land Use and Coverage in the Rio Boa Vista River, Ouro Preto do Oeste-RO

Leonardo Rosa Andrade

Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Sanitária
Professor das Faculdades Integradas de Cacoal-UNESC, Brasil
leo.r.andrade@gmail.com

João Paulo Papaleo Costa Moreira

Engenheiro Ambiental, Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua
Analista Ambiental da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM), Brasil
eng.ambjoapaulo@gmail.com

Alex Mota dos Santos

Tecnólogo em Sensoriamento Remoto, Doutor em Geografia
Professor Adjunto da Universidade Federal de Goiás, Brasil
alex.geotecnologias@gmail.com

Resumo

O município de Ouro Preto do Oeste tem na microbacia do Rio Boa Vista a principal fonte de água para abastecimento público, e vem enfrentando problemas de baixa disponibilidade hídrica durante o período de estiagem. No sentido de compreender melhor a microbacia e de que maneira ocorreu a dinâmica de uso e ocupação da terra na mesma, este estudo realiza uma análise temporal de imagens de satélite para os anos de 1973, 1984, 1993, 2007 e 2018, relacionando às mudanças da paisagem com as características da microbacia e o tipo de atividade econômica, além de propor medidas de gestão dos recursos hídricos que possam melhorar a qualidade e aumentar a disponibilidade hídrica na microbacia. Nos períodos analisados houve um aumento progressivo das áreas antropizadas, passando de 52,59 km² (29,03%) em 1973, para 155,47 km² (85,94%) em 2018. A análise temporal da cobertura vegetal da microbacia do Rio Boa Vista indica um comportamento coerente com o processo vigente nas últimas décadas na região, ou seja, antropização inicial acelerada, com posterior remoção gradual da floresta. Assim, foi possível identificar que os fragmentos de floresta remanescentes estão isolados e que nas porções oeste e sul da microbacia encontram-se as áreas mais vulneráveis às ações de erosão, dado o relevo, o tipo de solo, o elevado índice de antropização e a criação de gado.

Palavras-chave: Ocupação da Amazônia, Sensoriamento Remoto, Gestão de Recursos Hídricos.

Abstract

The county of Ouro Preto do Oeste have the Boa Vista River the primary source of water for public supply and has been facing problems of low water availability during the dry season. In order to better understand the watershed and how the dynamics of use and occupation of the land as well, this study performs a temporal analysis of satellite images since 1973, 1984, 1993, 2007 and 2018, relating to changes of the landscape with the characteristics of the watershed and the type of economic activity, in addition to propose measures of water resources management that can improve the quality and increase the availability of water in the watershed. In the analysed period there was a progressive increase in the areas occupied by man, from 52.59 km² (29.03%) in 1973, to 155.47 km² (85.94%) in 2018. The temporal analysis of the vegetation cover of the watershed of the

river Boa Vista indicates a behaviour consistent with the current process in recent decades in the region, i.e. anthropisation accelerated initial, with gradual subsequent removal of the forest. Thus, it was possible to identify that the remaining forest fragments are isolated and that in the West and South portions of the watershed are the most vulnerable areas erosion actions, given the topography, soil type, the high level of anthropisation and cattle breeding.

Keywords: Occupation of the Amazon, Remote Sensing, Water Resources Management.

1. INTRODUÇÃO

A ocupação da Amazônia foi uma forma encontrada pelo governo brasileiro de garantir a soberania do território nacional. No entanto, o modelo de ocupação utilizado causou considerável impacto ambiental numa região que era até então “intocada”.

É de conhecimento geral que o projeto de integração nacional acarretou perversidades em termos ambientais e sociais, mas deve-se reconhecer o que restou de positivo nesse processo, porque são elementos com os quais a região conta hoje para seu desenvolvimento (BECKER, 2005).

Neste processo, dá-se destaque ao estado de Rondônia, que foi objeto de programas de colonização a partir da década de 1970, sendo o Projeto Integrado de Colonização Ouro Preto (PICOP) o pioneiro, tendo assentado 5.098 famílias em lotes de 100 ha até 1981 (INCRA, 1982). A cidade de Ouro Preto do Oeste surgiu como fruto deste projeto de colonização e se encontra numa das regiões com maior índice de antropização do Estado, conforme definido pelo Zoneamento Socioeconômico - Ecológico do Estado de Rondônia – ZSEE, o que acaba provocando efeitos negativos para a população, como a ocorrência de baixa disponibilidade hídrica durante o período de estiagem.

O fenômeno de déficit hídrico percebido nesta bacia está associado ao elevado grau de desmatamento nas propriedades rurais, o que altera o comportamento hidrológico da bacia, considerando que este é influenciado por suas características físicas como, por exemplo, tipo de solo, geomorfologia, forma, densidade de drenagem, uso e cobertura da terra, etc. O desmatamento aqui destacado, também é compreendido como um fator que contribui para a ocorrência de processos erosivos, o que reduz a capacidade de retenção de água na bacia hidrográfica, e, por conseguinte, compromete qualitativamente e quantitativamente os recursos hídricos da microbacia.

Neste sentido, Fearnside (2005) destaca que, a erosão, a compactação do solo e a exaustão dos nutrientes estão entre os impactos mais óbvios do desmatamento, alterando as funções da bacia hidrográfica (condições de retenção e circulação da água), devido às mudanças no regime hidrológico ocorrentes quando a floresta é convertida em áreas de produção agropecuária. Logo,

para favorecer a infiltração de água no solo, o que está intimamente relacionado com a cobertura vegetal, deve-se realizar medidas de revegetação nos locais afetados.

Assim, torna-se necessário compreender melhor a região de interesse e de que maneira ocorreu a dinâmica de uso e ocupação do solo na mesma, para fornecer subsídio ao planejamento das atividades antropogênicas. Atualmente, uma das formas mais recorrentes de se avaliar mudanças no uso do solo são as análises temporais por imagens de satélite. Esta técnica permite monitorar e auxiliar os trabalhos de extensão agrícola, bem como avaliar a evolução dos desmatamentos e o crescimento urbano (CARVALHO JÚNIOR et al., 2005).

Segundo Rodrigues Junior et al. (2009), as imagens de satélite constituem-se numa importante ferramenta bem consolidada como fonte de dados espaço-temporais, permitindo uma análise profunda das mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra, ou seja, na forma como o espaço está sendo utilizado pelo homem. Isto é possível dado que, as técnicas de geoprocessamento e de processamento digital de imagens permitem que a partir de atividades interativas de análise e reconhecimento de padrões, possam ser identificados os elementos chave que geralmente são considerados no processo de interpretação dos dados, tais como tonalidade, cor, textura, forma, estrutura, sombra e contexto das imagens. Logo, tais técnicas são capazes de descrever um objeto ou alguma outra entidade de interesse em uma imagem. Este conceito indica que um alvo na imagem de sensoriamento remoto apresenta uma organização peculiar que o distingue de todos os outros, sendo então possível a identificação de padrões.

Assim, o objetivo principal deste trabalho é realizar uma análise temporal de imagens de satélite da microbacia de captação de água do Rio Boa Vista dos anos de 1973, 1984, 1993, 2007 e 2018, a fim de detectar a dinâmica de uso e ocupação do solo, relacionando às mudanças da paisagem com as características da microbacia e o tipo de atividade econômica; além de propor medidas de gestão dos recursos hídricos que possam melhorar a qualidade e aumentar a disponibilidade hídrica na microbacia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange a bacia de captação de água do rio Boa Vista, que se localiza no município de Ouro Preto do Oeste, estado de Rondônia. O Município de Ouro Preto do Oeste está situado na região leste de Rondônia, e se enquadra na zona 1.1 do Zoneamento Socioeconômico - Ecológico do Estado de Rondônia - ZSEE (região com intensa ocupação). O município ocupa uma área de 1.970,15 km² e sua população em 2018 foi estimada em 36.340 habitantes (IBGE, 2018), sendo que no Censo IBGE 2010, 74,3% da população era urbana e os outros 25,7% estavam distribuídos na zona rural.

O rio Boa Vista é tributário do rio Machado, sendo este último um dos principais rios do Estado, e o maior rio totalmente rondoniense. A bacia do rio Machado possui uma área aproximada de 75.400 km², e atravessa o estado no sentido sul-norte, desaguando no Rio Madeira. O rio Boa Vista, fornece suas águas para o abastecimento público do município de Ouro Preto Oeste, fato que o torna de interesse para este estudo. Será considerada neste estudo somente a bacia de captação de água (Figura 1), que conta com uma área aproximada de 181 km².

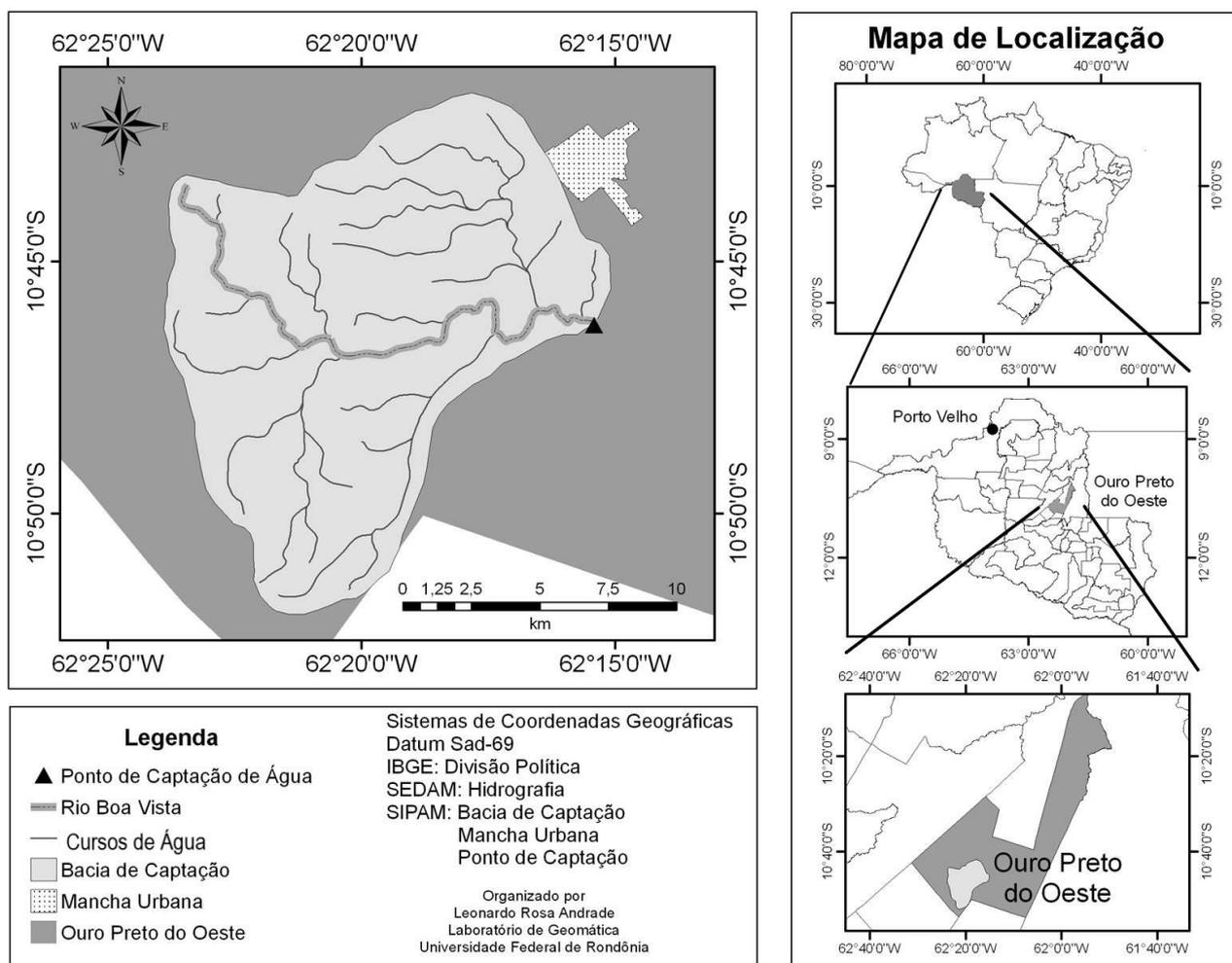


Figura 1 - Microbacia do rio Boa Vista no município de Ouro Preto do Oeste.

Fonte: Autoria própria.

Baseado na malha hídrica da SEDAM (escala 1: 100.000), a microbacia do Rio Boa Vista é enquadrada como de quarta ordem (método de Strahler), indicando que o sistema de drenagem é pouco ramificado. Segundo Tonello et al. (2005), ordem inferior ou igual a 4 é comum em pequenas bacias hidrográficas e reflete os efeitos diretos do uso da terra, considerando-se que, quanto mais ramificada for a rede, mais eficiente será o sistema de drenagem.

Segundo a classificação de Köppen para o estado de Rondônia, a área de estudo possui clima do tipo Aw - Clima Tropical Chuvoso, com período seco bem definido durante a estação de

inverno, quando ocorre na região um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês (SEDAM, 2011).

As principais unidades geomorfológicas ocorrentes na microbacia do Rio Boa Vista são as unidades denudacionais dos tipos superfície de aplanamento e agrupamento de morros e colinas, e as unidades estruturais/denudacionais do tipo superfícies tabulares, sendo que as cotas altimétricas variam entre 110 e 580 metros de altitude. Já os solos, são classificados como Latossolo Vermelho-escuro Eutrófico, que ocupa toda a porção centro-leste da área em estudo; Cambissolo Eutrófico, toda porção oeste e Cambissolo Distrófico, que está associada a unidade denudacional na porção sul da área em estudo (SEDAM, 2001).

Por meio da Figura 2-a) e 2-b), podemos observar o mapa hipsométrico de acordo com dados extraídos do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e o mapa de solos da microbacia do Rio Boa Vista.

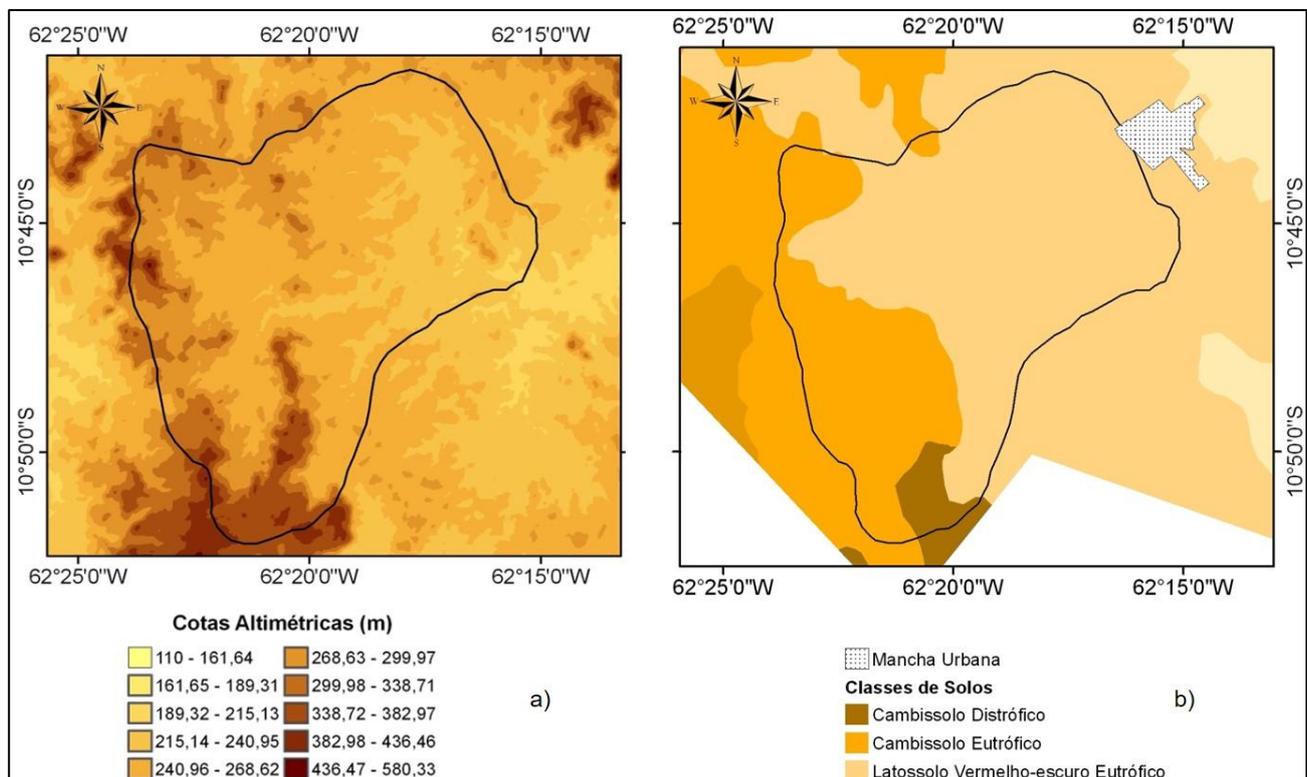


Figura 2 - a) Mapa Hipsométrico; e b) Mapa de Solos da microbacia do Rio Boa Vista.

Fonte: Autoria própria.

As cotas mais elevadas coincidem com a unidade geomorfológica de denudação na porção sul e com os agrupamentos de morros e colinas na porção oeste da bacia, sendo que a redução gradual das cotas em direção a porção leste coincide com a superfície de aplanamento.

As unidades identificadas são classificadas como unidades de degradação por contemplarem formas de relevo submetidas mais intensamente aos processos erosivos tais como *footslopes*,

superfícies de aplanamento, agrupamentos de morros e colinas com e sem controle estrutural, areias brancas com escoamento impedido, superfícies tabulares e *cuestas*. A superfície de Aplanamento ou superfície de erosão caracteriza-se por ser uma área do relevo, aplainado ou arrasado por processos erosivos durante um longo tempo, truncando diferentes litologias ou estruturas do substrato geológico.

A classificação de superfície Tabular compreende uma série de relevos elaborados sobre rochas sedimentares de idade cretácea e formações terciário-quadernárias. O padrão de formas predominantes é composto por interflúvios amplos e levemente tabulares, com fundos de vale geralmente abertos e amplos. Pequenas planícies fluviais formam-se em setores restritos da rede de drenagem. Compreende também uma série de relevos tabulares elaborados sobre rochas meta-vulcano sedimentares com diferentes graus de dissecação e dimensões interfluviais.

De modo geral os Latossolos são solos bastantes intemperizados, apresentando como principais minerais derivados da argila, caulinita, gipisita, minerais amorfos e sesquióxidos de ferro e alumínio. Apresentam evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização ou laterização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e, ou, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintização.

Os Cambissolos caracterizam-se pela presença de horizonte “câmbico”, o qual contém uma boa proporção de mineráveis intemperizáveis. São pouco a moderadamente profundos e ocorrem nas encostas das colinas, como podemos perceber através de comparação entre as Figuras 2-a) e 2-b). Geralmente se desenvolvem a partir de rochas ácidas possuindo baixa fertilidade e reação ácida. Em função do seu relevo e de suas características físicas, são muito suscetíveis à erosão se desprovidos da sua cobertura vegetal. A classificação em Distrófico e Eutrófico refere-se à saturação do solo por bases, sendo respectivamente solos com porcentagem de saturação por bases inferior a 50% (solos de fertilidade média ou baixa), e solos com porcentagem de saturação por bases superior a 50% (solos de fertilidade alta).

2.1. Imagens Utilizadas e pré-processamento

Neste trabalho foram utilizadas imagens dos Satélites Landsat 1, Landsat 5 e Landsat 8, sendo os sensores MSS, TM e OLI, respectivamente. As imagens foram utilizadas no modelo de cor RGB, que é baseado nas cores vermelha (*Red*), verde (*Green*) e azul (*Blue*). Estas cores são descritas como as cores primárias do sistema de cores aditivo: misturando-as em diferentes

proporções obtém-se uma grande variedade de cores (MOREIRA, 2011). Na composição RGB, três bandas da imagem são utilizadas, sendo que cada banda é associada à uma das três cores. Neste estudo foi utilizada a composição 4(R) 6(G) 5(B) para a imagem MSS, 5(R) 4(G) 3(B) para as imagens TM e 6(R) 5(G) 4(B) para a imagem OLI.

Para a realização do pré-processamento e processamento, utilizou-se o *software* Sistema de Processamento de Informação Georeferenciada (SPRING) (CÂMARA et al., 1996), disponível gratuitamente no *site* do INPE. Nesta pesquisa não se identificou a necessidade de pré-correções do tipo remoção de ruídos. Assim, realizou-se o registro e realce de contrastes.

As imagens foram adquiridas gratuitamente junto ao catálogo de imagens do INPE. A área em estudo está coberta por imagens dos sensores: MSS, órbita/ponto 248/67 para o ano de 1973; TM, órbita/ponto 231/67, anos de 1984, 1993, 2007; e OLI órbita/ponto 231/67 para a imagem de 2018.

As datas das imagens foram selecionadas de acordo com os seguintes fatores:

- a) Em 1973 foi registrada a primeira imagem de satélite do local, pouco depois do assentamento das primeiras famílias do PIC Ouro Preto;
- b) Em 1984 foi concluída a pavimentação da BR-364, o que intensificou o fluxo migratório;
- c) Em 1993 deu-se início ao Plano Agropecuário e Florestal de Rondônia – PLANAFLORO, plano no qual resultou no Zoneamento Econômico Ecológico de Estado;
- d) Em 2007 foi dado o primeiro passo no intuito de resolver o problema de escassez hídrica no município, através de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado entre o Ministério Público Estadual e os proprietários de lotes rurais ao longo do Rio Boa Vista. Este TAC previa a recomposição da mata ciliar nas propriedades rurais ao longo do Rio Boa Vista;
- e) 2018 é o ano corrente e serve para verificar se as ações de reflorestamento previstas no TAC firmado em 2007 foram efetivas.

Neste trabalho foi utilizada a classificação supervisionada nas imagens escolhidas. Na classificação supervisionada o usuário define as classes e seleciona amostras representativas para cada uma, a partir das quais ele pode calcular parâmetros estatísticos para descrever cada classe (CENTENO, 2004). O método de classificação utilizado foi Método da Máxima Verossimilhança (MAXVER), que é o método de classificação, que considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes (CÂMARA et al., 1996).

Antes de se realizar o processamento foi feita a análise das amostras, o que permite saber se estas são representativas da classe, e para minimizar os erros de processamento. Esses erros podem ser analisados por meio da matriz de confusão e de desempenho médio. A matriz de confusão contém dados obtidos a partir das amostras utilizadas para a classificação, a qual se relaciona a porcentagem de pixels classificados de forma correta e errônea. Para as amostras serem satisfatórias, os valores da diagonal principal devem ficar o mais próximo possível de 100%. O desempenho médio e a confusão média são calculados por meios estatísticos a partir da matriz de confusão, que pode ser obtida por meio do próprio SPRING. Por meio da Tabela 1 podemos verificar a confusão entre as classes observadas nas imagens estudadas.

Tabela 1 - Matriz de confusão da classificação.

Data da Imagem	Classe	Floresta	Antropização	Água
25/07/1973	Floresta	83,47%	16,53%	-
	Antropização	7,33%	92,67%	-
19/07/1984	Floresta	92,34%	1,75%	5,91%
	Antropização	4,44%	95,56%	0%
	Água	0%	6,98%	93,02%
28/07/1993	Floresta	98,46%	1,11%	0,43%
	Antropização	0,98%	95,71%	3,31%
	Água	0%	6,82%	93,18%
04/08/2007	Floresta	97,48%	1,04%	1,48%
	Antropização	0,09%	99,18%	0,73%
	Água	0%	14,17%	85,83%
18/08/2018	Floresta	99,32%	0,52%	0,16%
	Antropização	0,0%	99,93%	0,07%
	Água	0,0%	0,0%	100%

Observando os dados, temos que a classificação da imagem de 1973 teve um desempenho médio de 84,14% e uma confusão média de 15,86%. Este valor pode ser explicado pela baixa resolução espacial e radiométrica da imagem do sensor MSS, o que potencializa as chances de confusão entre os *pixels*. Dado estes fatores, partiu-se para uma análise visual da imagem e pôde-se perceber que as pequenas áreas classificadas como sendo áreas desmatadas na imagem classificada, que dão a impressão de corte seletivo, são na verdade, áreas de floresta, de modo que os dados superestimam o desmatamento para o período.

Ainda com relação a Tabela 1, podemos verificar que a confusão entre as classes observadas para as imagens de 1984, 1993, 2007 e 2018 possuem um comportamento parecido, tendo um desempenho médio de 93,11%, 97,33%, 98,25% e 99,49% respectivamente. Já a confusão média apresentou os valores de 6,89%, 2,67%, 1,75% e 0,51% respectivamente. Este comportamento é

encontrado, pois as imagens são de média resolução espacial e foram captadas pelo mesmo sistema sensor (para as imagens de 1984, 1993, e 2007).

A partir de então, procedeu-se o processamento propriamente dito das imagens, que é um processo de identificação e de entendimento de padrões que sejam relevantes à performance de uma tarefa baseada em imagens. Os resultados foram basicamente determinados de acordo com as classes floresta, antropização e água. Após a etapa de classificação, foi possível determinar a área ocupada por cada classe e confeccionar os mapas temáticos de antropização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises prévias, foi verificado que as imagens selecionadas estavam aptas para uso, e, portanto, poderiam ser utilizadas para a confecção dos mapas, conforme pode ser vislumbrado pela Figura 3.

Assim, a partir da Figura 3-a), percebe-se que em 1973 a interferência humana era baixa, com área antropizada de 52,59 km² (29,03% da microbacia), enquanto a área de floresta era de 128,58 km² (70,97% da microbacia). Neste período as primeiras famílias tinham sido assentadas há pouco tempo, sendo que a maior parte da cobertura vegetal original ainda estava em pé. As áreas que estavam derrubadas tinham a finalidade de formar a vila central, as vias de penetração, bem como para a formação dos primeiros lotes. Podemos perceber que na porção norte encontram-se as áreas mais expressivas de retirada da vegetação, justamente na região mais próxima da BR-364.

Analisando a Figura 3-b), percebe-se que no ano de 1984 já havia uma consolidação da região como fronteira agropecuária em relação à 1973, até porque a fase de implantação do PIC Ouro Preto já havia terminado, assentando mais de cinco mil famílias, e a microbacia já contava com uma área antropizada de 93,66 km² (51,70%), enquanto a área de floresta era de 83,04 km² (45,84%). A área classificada como Água atingiu 1,92 km² (0,63%). Podemos perceber que neste período a antropização se deu bem espacializada, sendo um pouco maior na porção norte da microbacia. Neste ano foi concluída a pavimentação da BR-364, o que de certa forma aumentou a pressão sobre as áreas de floresta da região. Outro fator que pode ter influenciado o desmatamento nesta época foi à abertura no ano de 1980, da antiga BR-429 (atual RO-470), uma estrada de penetração que corta a microbacia e que deveria ligar Ouro Preto do Oeste à Costa Marques, mas que só chegou até Mirante da Serra. Esta estrada acabou sendo realocada para Presidente Médici em 1985 para contornar a Terra Indígena Uru-Eu-Wau-Wau. Vale destacar que para este ano, a Abstenção (áreas que não foram associadas a alguma classe pelo *software*) atingiu uma área total de 3,32 km² (1,83%).

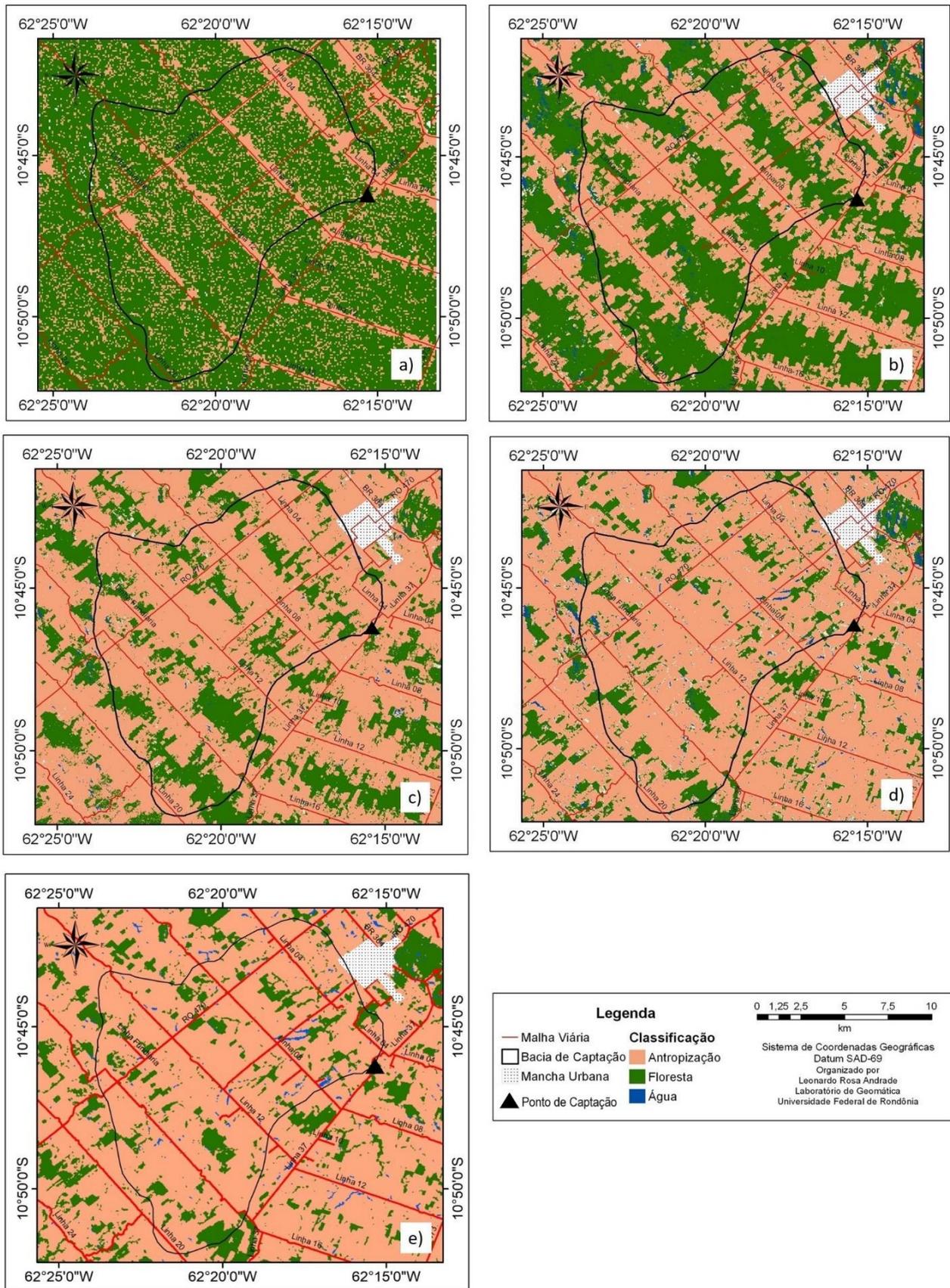


Figura 3 - Evolução temporal do uso e cobertura da terra na Microbacia do rio Boa Vista: a) 1973; b) 1984; c) 1993; d) 2007; e) 2018. **Fonte:** Autoria própria.

Por meio da Figura 3-c), percebe-se que a taxa de desmatamento entre 1984 e 1993 se comportou de forma parecida com o desmatamento ocorrido no período de 1973 a 1984, sendo que a área antropizada chegou a 134,23 km², o que representa 74,09% da área da microbacia, e a área de floresta foi reduzida a 44,48 km², o que representa 24,55% da área da microbacia. A classe Água reduziu para 0,54 km² (0,30%) neste período. Observa-se que se concentram na porção sul as áreas mais preservadas da microbacia, possivelmente por conta das dificuldades impostas pelo relevo. Neste período os corredores ecológicos não mais são percebidos devido à intensa fragmentação, o que resultou em poucos polígonos com áreas maiores na porção sul. A partir deste período começa uma mudança da economia local, principalmente por conta do declínio do setor madeireiro na região, que já não dispunham de áreas de florestas contínuas, e também por conta da nova política agroflorestal estabelecida pelo PLANAFLORO. Nesta imagem, a Abstenção foi de 1,92 km² (1,06%). A redução da classe Água provavelmente está relacionada com a confusão entre *pixels* contendo sombras, em função do relevo, com os *pixels* que contém água, dado que a assinatura espectral destes alvos é semelhante.

Observando a Figura 3-d) podemos perceber que em 2007 a fragmentação vegetal já estava consolidada neste período, pois poucos são os remanescentes florestais presentes na microbacia, sendo que estes se mostram dispersos na paisagem, configurando antropização de quase totalidade da microbacia. A área antropizada chegou a 149,13 km², o que representa 82,31% da área da microbacia, enquanto a área de floresta foi reduzida a 24,47 km², o que representa apenas 13,51% da área da microbacia. A área classificada como Água atingiu 2,1 km² (1,16%), já a Abstenção chegou a 5,47 km² (3,02%). Neste período as madeiras que anteriormente tinham uma grande representação na economia local já haviam fechado as portas, e a produção leiteira que começou a ter destaque na década de 1990, já possuía o status de principal produto do setor primário, até porque as áreas do município utilizadas para lavouras temporárias e permanentes representavam apenas 8,4% da área ocupada por pastagem (IBGE, 2009). Vale lembrar que foi somente no ano de 2007 que as autoridades locais passaram a dar importância para a gestão dos recursos hídricos, pois perceberam que a baixa disponibilidade hídrica poderia comprometer o abastecimento de água do município.

Por fim, podemos identificar por meio da Figura 3-e) como a microbacia do Rio Boa Vista se encontra atualmente, após a identificação do problema e realização de algumas ações no sentido de minimizar os problemas apresentados. No período atual, observa-se que há poucas mudanças nos números em relação ao ano de 2007, sendo que a área classificada como antropizada passou para 155,47 km², o que representa 85,94% da área da microbacia, enquanto a área classificada como floresta teve uma leve redução para 23,42 km², o que representa apenas 12,94% da área da

microbacia. Já a classe Água, foi classificada como tendo 2,02 km², o que representa 1,12% da área em estudo. Para esta imagem, não foram observadas abstenções.

Assim sendo, podemos resumir os dados levantados neste trabalho por meio da Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 - Evolução da Antropização na microbacia do Rio Boa Vista (1973 - 2018).

Uso Ano	Floresta (km ²)	Antropização (km ²)	Água (km ²)	Abstenção (km ²)
1973	128,58	52,59	-	-
1984	83,04	93,66	1,15	3,32
1993	44,48	134,23	0,54	1,92
2007	24,47	149,13	2,1	5,47
2018	23,42	155,47	2,02	-

Considerando os dados levantados neste estudo, é possível traçar algumas implicações práticas que podem ocorrer na área de interesse, sendo que algumas destas implicações podem ser facilmente observadas na região.

Atualmente existem muitas áreas degradadas na microbacia do Rio Boa Vista, reflexo do processo de colonização da região. O desmatamento é um dos maiores fatores que ocasionam a erosão hídrica na região, aliados ao estresse do solo pelo manejo inadequado, fatores estes que contribuem para o panorama de escassez hídrica no período de estiagem. Além disso, o que se vê na região é a falta da observância do código florestal nas propriedades quanto às áreas de preservação permanente (APP's) e a reserva legal.

Considerando que o processo de ocupação da microbacia do Rio Boa Vista teve uma elevada taxa de desmatamento nos primeiros vinte anos da colonização, temos como implicações diretas deste processo, uma acentuada alteração nos parâmetros físicos dos solos (degradação estrutural ou compactação), resultado direto da utilização ou movimentação de maquinários sobre a terra, ou também pelo pisoteio do gado. Quando se retira a vegetação nativa, o solo fica desprotegido e mais suscetível a erosão, sendo que num primeiro momento, o processo erosivo causado pela água da chuva se torna o principal fator de perda de solo, até por conta de questões climáticas, pois os índices pluviométricos da região são bem elevados num período concentrado do ano.

Quando a chuva ocorre, as gotas de água atingem o solo com uma elevada carga de energia cinética, o que antes não ocorria com a presença da vegetação densa. Com o impacto, as partículas de solo são desagregadas, e acabam preenchendo os vazios do solo, o que reduz a infiltração da água no solo e conseqüentemente aumenta o escoamento superficial, carreando sedimentos e lixiviando compostos químicos presentes no solo. Quanto a este último ponto, em seus estudos,

Krusche et al. 2005, demonstram que na bacia do Rio Machado, as áreas de pastagens são fatores determinantes na composição química das águas superficiais dos rios estudados, onde, as concentrações dos íons estudados aumentaram de forma consistente à medida que o rio drena áreas com maior proporção de áreas de pastagem.

Além disso, as transformações observadas ao longo do tempo na microbacia acabam influenciando no ciclo hidrológico local, pois a supressão da cobertura vegetal faz com que os padrões de infiltração, de escoamento superficial e o regime das chuvas sejam alterados. Este fator é agravado se levarmos em conta que as características físicas naturais da microbacia contribuem para acentuar os processos erosivos, dado que os solos encontrados na porção sul e oeste (Cambissolos), são muito suscetíveis à erosão, se desprovidos da sua cobertura vegetal, em função do seu relevo, que neste caso é moderadamente acidentado.

A ocorrência de externalidades negativas nas áreas vulneráveis depende necessariamente dos tipos de uso e cobertura da terra, sendo que o que mais se destaca na microbacia do Rio Boa Vista é o de cultivo de pastagem, pois, de acordo com os dados do Censo Agropecuário de 2017, mais de 85% da área dos estabelecimentos agropecuários do município de Ouro Preto do Oeste são formadas por pastagens, onde em sua maioria é desenvolvida a criação de gado bovino de forma extensiva, tanto para corte, quanto para leite. Isso faz com que as pastagens ocupem uma grande parte do território municipal, e pode certamente aumentar a vulnerabilidade ambiental na microbacia, potencializando os problemas relacionados à erosão, pois o pisoteamento do gado nas pastagens potencializa a compactação do solo. Por meio da Figura 4 podemos observar a evolução do rebanho bovino e da produção leiteira no município.

É possível observar que, nos últimos anos houve uma redução na taxa de crescimento do rebanho bovino. Isso acontece pelo fato de que atualmente, há poucas áreas disponíveis para serem convertidas em novas áreas de pastagens, e também por conta da maior fiscalização dos órgãos ambientais sobre o desmatamento. Desta forma, o efetivo do rebanho bovino no município tende a ter uma flutuação em torno de um valor médio de suporte, a não ser que seja difundido na região o sistema intensivo de produção, que na prática permite uma taxa de crescimento exponencial do rebanho, e por sua vez, traz diversos inconvenientes no âmbito ambiental.

Para solucionar os problemas observados nesta microbacia, é necessário antes de tudo, o apoio da população, principalmente dos proprietários de lotes rurais dentro da microbacia, pois estes são os principais agentes modificadores da paisagem na área. No entanto, no estudo de Bell et al. (2009), foi observado que na bacia do Rio Machado, como um todo, os produtores rurais não se mostraram conscientes sobre questões que envolvam a disponibilidade hídrica associada às práticas agrícolas e pecuárias.

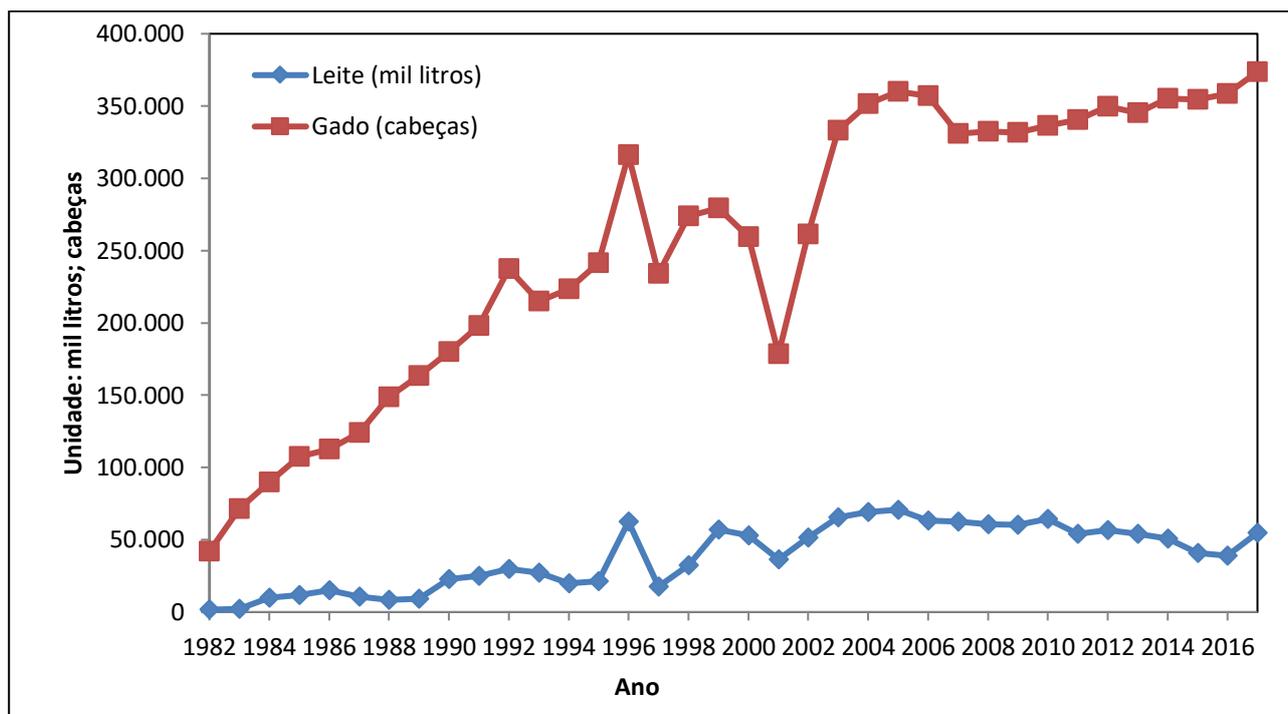


Figura 4 - Evolução do rebanho bovino e da produção leiteira.
Fonte: Pesquisa Agropecuária Municipal 2017 (IBGE, 2017).

O ideal é que seja criado um comitê de bacia na microbacia do Rio Boa Vista, pois este dispõe de dispositivos legais para a efetiva gestão de recursos hídricos, podendo até implementar a cobrança pelo uso da água para os usuários de grandes volumes de água, o que gera recursos para investimento na recuperação da microbacia. Este caminho deve ser discutido amplamente entre a população e as autoridades locais, pois este comitê pode definir o futuro da sociedade ouro-pretense através da aprovação do plano de recursos hídricos da bacia.

Uma alternativa interessante que poderia ser realizada na microbacia é a implantação de um mecanismo de pagamento por serviços ambientais, tal qual, o Programa Produtor de Água, que é um programa desenvolvido pela Agência Nacional de Águas (ANA) com vistas ao controle da poluição difusa rural, dirigido prioritariamente a bacias hidrográficas de importância estratégica para o país. Este programa tem como foco a redução da erosão, melhoria da qualidade da água e regulação do regime hidrológico dos rios, utilizando práticas mecânicas e vegetativas de conservação de solo e água. Este programa também utiliza o instrumento de pagamento por serviços ambientais, ou seja, baseado no princípio do provedor-recebedor, o “produtor de água” recebe incentivo financeiro por conta das externalidades positivas que suas práticas produzem (ANA, 2009).

O programa deve proporcionar condições adequadas à implementação das práticas conservacionistas, tornando a atividade além de ambientalmente sustentável, financeiramente

exequível e economicamente atrativa, de forma que, por meio do recebimento de proventos por serviços ambientais, os produtores rurais da região se sintam mais incentivados a realizar práticas conservacionistas em suas propriedades de forma espontânea. Inúmeras são as práticas que podem ser adotadas no programa, como por exemplo, o reflorestamento, a utilização dos sistemas agrosilvopastoris, a plantação consorciada, a plantação em curvas de nível, a recuperação de áreas degradadas, a construção de bacias de infiltração, etc.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da classificação digital de imagens de sensoriamento remoto foi possível determinar a evolução da antropização na microbacia do Rio Boa Vista, o que contribui para compreender de que forma a região foi ocupada e suas implicações no futuro. A partir das análises temporais de imagens de satélite foi possível confeccionar os mapas de uso e ocupação, que é uma representação da paisagem capaz de auxiliar a tomada de decisões.

As técnicas de sensoriamento remoto se mostraram ferramentas eficientes para o monitoramento do uso do solo, uma vez que teve um bom desempenho na detecção da dinâmica de antropização da microbacia do Rio Boa Vista, através da análise temporal de imagens de satélite da para os anos de 1973, 1984, 1993, 2007 e 2018.

Podemos perceber que houve um aumento progressivo da antropização na área de estudo para os períodos analisados, passando de 52,59 km² (29,03%) em 1973, para 93,66 km² (51,70%) em 1984; 134,23 km² (74,09%) em 1993; 149,13 km² (82,31%) em 2007 e 155,47 km² (85,94%) em 2018.

A análise temporal da cobertura vegetal da microbacia do Rio Boa Vista indica um comportamento coerente com o processo vigente nas últimas décadas na região, ou seja, antropização inicial acelerada, com posterior remoção gradual da floresta. Pode-se observar que o desmatamento possui certo padrão. Este padrão ficou conhecido como “espinha de peixe”, pois o desmatamento segue a malha viária, começando pela frente do lote e avançando para o fundo. No trabalho nota-se a influência da BR-364 na taxa de desmatamento da região, pois as áreas mais próximas a BR (porção norte) possuem índices de antropização mais elevadas.

Por meio da pesquisa foi possível verificar que os fragmentos de floresta remanescentes estão isolados e necessitam da criação de corredores ecológicos. Também foi possível identificar que nas porções oeste e sul da microbacia encontram-se as áreas mais vulneráveis as ações de erosão, dado o relevo, o tipo de solo, o elevado índice de antropização e a criação de gado.

Por fim podemos chegar à conclusão de que esta pesquisa é uma importante ferramenta que pode ser utilizada pela prefeitura de Ouro Preto do Oeste como subsídio para o planejamento

das ações de recuperação da microbacia do Rio Boa Vista, para que assim as demandas futuras de água não sejam comprometidas.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. **Programa Produtor de Água**. Brasília: ANA; SUM, 2009. p. 20.
- BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19 n.53, 2005.
- BELL, A; NASCIMENTO, T. E. P. F; MARCHETTO, M. Os Desafios para implementação dos comitês de bacia na região Amazônica: estudo de caso na bacia do Rio Machado/RO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. **Anais eletrônicos...** Campo Grande: 2009. 1 CD-ROM.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; MITSUO II, F. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO, A. P. F.; GOMES, R. A. T.; MELO, A. F.; SILVA, P. A. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005.
- CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2004.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 113-123, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Pecuária Municipal 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Avaliação do Projeto Integrado de Colonização Ouro Preto para fins de emancipação**, 1992.
- KRUSCHE, A. V.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; BERNARDES, M. C.; LEITE, N. K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. C.; TOLEDO, A. M.; OMETTO, J. P.; MOREIRA, M. Z.; GOMES, B. M.; BOLSON, M. A.; NETO, S. G.; BONELLI, N.; DEEGEN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A. K.; RICHEYBY, J. E. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. **Revista ACTA Amazônica**. v. 35, n. 2, p. 197-205, 2005.

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

RODRIGUES JUNIOR, J.; SOUSA, M. T.; SERAFIM, V. F. **Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo do Município de Senador Canedo – GO**. Goiânia: IFGO, 2009. Monografia (Tecnólogo em Geoprocessamento), Coordenação de Geomática – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2009.

SEDAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Acervo Técnico do Zoneamento Socioeconômico Ecológico**. 2001.

SEDAM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental. **Climatologia**. Disponível em: <<http://www.sedam.ro.gov.br>>. Acesso em: 29 de agosto de 2018.

TONELLO, K.C. et al. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

Trabalho enviado em 13/09/2018

Trabalho aceito em 07/02/2019