

Análise temporal da dinâmica de uso e ocupação da sub-bacia do rio Jauru

Valdir Moura ^{1,2}
Luis Marcelo Tavares de Carvalho ¹
José Aldo Alves Pereira ¹

¹ Universidade Federal de Lavras – UFLA/DCF
Campus Universitário – CP. 3037- CEP. 37200-000 – Lavras - MG, Brasil
{passarinho, j.aldo}@dcf.ufla.br

² IFRO – Instituto Federal de Educação Básica, Técnica e Tecnológica de Rondônia
Rod. RO-399 km 05, Zona Rural - 78996-000 – Colorado do Oeste - RO, Brasil
valdir.moura@ifro.edu.br

Abstract. This study aimed to use multitemporal images obtained by the sensed TM/Landsat in the period 1997 to 2009, aimed at monitoring and quantification of the dynamics of use and occupation of land in the sub-basin of the river Jauru, State of Mato Grosso. The sub-basin is located in the coordinates latitude 14°20'39"S and 16°36'23"S and longitude 57°37'13"W and 59°35'49"W. The approach used consisted of comparative analysis of the human action of man in the sub-basin and the area that comprises the so-called "wetland". We used images obtained by the sensor TM/Landsat-5 for the years 1997 and 2009, the images were geometrically corrected with the aid of the letters of DSG / IBGE 1:100.000 scale were subsequently processed using routines implemented in SPRING software v. 5.1. The results were endorsed by using the kappa coefficient, was considered very good (K= 0.79 or 79%) for unsupervised classification using the classifier Ioseg to 95%. In the mapping to the classes referred to as anthropogenic and vegetation, the results were excellent, respectively, K = 0.92 or 92% and K = 0.98 or 98%. The values were tabulated and compared with the percentage of deforestation occurred during the study period, noting that across the sub-basin were disturbed an area of 1105.3492 km² equivalent to 9.13% of the entire sub-basin. The values of the disturbed areas were considered high taking into consideration the short space of time, and by the various conservation programs available.

Key-words: remote sensing, image processing, thematic mapper, landsat, wetland, geographic information system.

Introdução

Toda e qualquer atividade antrópica causa poluição e desequilíbrio ambiental. Porém, hoje, com o atual nível de conhecimento, é possível em muitos casos, aliar desenvolvimento com conservação e preservação dos recursos naturais, principalmente o solo e a água. Isso visa de forma geral, a própria manutenção da qualidade de vida do ser humano, uma vez que este é integrante do meio. Florenzano (2002) afirma que os cenários ambientais construídos ou transformados pela ação do Homem ocupam a maior parte dos sistemas ambientais. O Homem transforma os espaços através de derrubadas de matas, da implantação de pastagens e cultivos, da construção de estradas, portos aeroportos, represas, da retificação e canalização de curso d'água, da implantação de indústrias e áreas urbanas.

Existe atualmente, tanto a nível nacional como internacional, o movimento a favor da conservação e preservação do Pantanal, por ser este uma região receptora de tudo que vem das áreas mais altas que o circunda. Deve-se considerar que toda e qualquer atividade antrópica localizada nessas áreas mais altas que cause desequilíbrio ambiental a níveis não toleráveis acaba afetando de forma intensa o Pantanal.

Desta forma, a preocupação com o Pantanal deve ser constante, em razão do exposto anteriormente. É tal esta preocupação que, hoje, o Pantanal é considerado Patrimônio Nacional (artigo 225 da Constituição Federal). Assim, o presente diagnóstico tem como objetivo mostrar a situação atual das áreas do Pantanal propriamente dito, e também das áreas de influência, com relação à atividade antrópica. Isso visa, ao final, auxiliar no processo de conservação e preservação do Pantanal, por meio de algumas recomendações e sugestões.

O crescimento populacional que vêm ocorrendo no país nos últimos 40 anos tem conduzido o governo brasileiro a considerar a agricultura, mais precisamente o agronegócio como um dos pilares de sustentabilidade no país. O Estado do Mato Grosso vêm sendo alvo de um grande desenvolvimento no meio agrícola, caracterizando em uma importante fronteira agrícola, não só para fins agrícolas, mas também para as demais atividades desenvolvidas no meio rural. Todavia, nem sempre estas atividades têm sido ordenadas por planos que visem a uma ocupação racional do espaço urbano/territorial.

No caso particular da bacia do Rio Jauru, nos últimos 30 anos, ocorreu um grande êxodo, na busca de solos de ótimas características físicas, química e mineralógica que possibilitassem o uso extensivo com práticas associada à indústria madeireira e a agropecuária. Entretanto, junto com o desenvolvimento e a ocupação destas áreas, iniciou e intensificou os processos erosivos, consequência da expansão da fronteira agrícola (agricultura e pecuária), as quais foram conduzidas sem a definição de um planejamento que envolvesse não só as atividades agropecuárias, mas também a questão ambiental.

Filho et al (1998) destacam que o conhecimento dos processos que ocorrem nos sistemas ambientais possibilita a previsão de desequilíbrios, quer sejam causados por fenômenos naturais ou ainda resultantes de ações impactantes decorrentes de desmatamento, atividades agropecuárias, concentrações humanas, etc, e o seu conhecimento torna-se imperioso para subsidiar políticas direcionadas para a sua ocupação ordenada. Para isso, tecnologias espaciais que fornecem dados do terreno de forma sinóptica e repetitiva apresentam-se com um instrumento básico auxiliar no levantamento dos recursos naturais.

Através do advento de novas tecnologias orbitais e a disponibilidade de softwares aplicados exclusivamente para o estudo destas informações, possibilitou a aquisição de imagens em diferentes faixas e/ou bandas e resoluções espectrais, estas características possibilitaram a identificação de características de objetos até então desconhecidos, proporcionando a aquisição de produtos finais, como mapas temáticos da região. O Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP (Brasil, 1997) constituiu um estudo integrado da referida bacia hidrográfica, na qual o Pantanal está inserido, visando à definição de diretrizes para a sua conservação, com base nas informações técnico-científicas geradas no contexto sócio-ambiental (Ross, 2006). Estes produtos, apresentados sobre áreas específicas ou sobre um contexto mais regional, permitem diagnósticos eficientes, propõem soluções de baixo custo e criam alternativas inteligentes para os desafios enfrentados face às mudanças aceleradas que observamos em nosso território.

Dessa forma, necessário se faz entender a ocorrência do processo de uso e ocupação do solo na área da sub-bacia do rio Jauru, devido a sua importância na formação da maior planície alagada do mundo, conhecida com “pantanal”, pois alguns dos principais rios afluentes do rio Paraguai tem a suas nascentes localizadas nesta região, e com isso contribuem para a transformação no conjunto das drenagens que integram a bacia hidrográfica do Alto Paraguai. Portanto, o uso das técnicas de sensoriamento remoto é de suma importância para a identificação da atual situação, visto que a caracterização in loco de todo o seu percurso, seria uma atividade muito onerosa, em função de sua extensão e de suas limitações.

O presente trabalho visa à utilização de imagens multitemporais obtidas pelo sensor TM/Landsat no período de 1997 a 2009, com o objetivo de monitorar e quantificar a dinâmica do uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio Jauru, Estado de Mato Grosso, destacando a importância da utilização de ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica) e produtos de sensoriamento remoto em estudos ambientais.

Área de Estudo

A região de estudo consiste em uma sub-bacia hidrográfica, denominada como “sub-bacia do Rio Jauru”, fica localizado a oeste do Rio Paraguai sob as coordenadas Latitudes

14°20'39"S e 16°36'23"S e Longitudes 57°37'13"W e 59°35'49"W (**Figura 1**), totalizando uma área de 12.105,62 km². Esta sub-bacia abrange na totalidade os municípios de Figueirópolis do Oeste, Glória do Oeste, Indiavaí e Jauru, e parcialmente pelos municípios de Araputanga, Barra do Bugre, Cáceres, Mirassol do Oeste, Porto Esperidião, São Jose dos Quatro Marcos e Tangara da Serra. Apenas 902,23 km² (7,45 %) da sub-bacia constituem o chamado “pantanal matogrossense”. A sub-bacia apresenta uma grande variação em relação a solos, vegetação e formação geológica, sendo que as principais classes de solos encontradas são as dos podzólicos, latossolos, areia quartzosa e os plintossolos; para a tipologia vegetal, as principais formações que ocorrem na sub-bacia, são as formações salvânicas (savanas arborizadas - cerrado, savanas florestadas – cerradão) e de contato (contato floresta estacional/savana) e áreas antropizadas; em relação ao geologia, as principais formações existentes são, a formação Utiariti, a formação Jauru, o complexo do Xingu e a formação Pantanal.

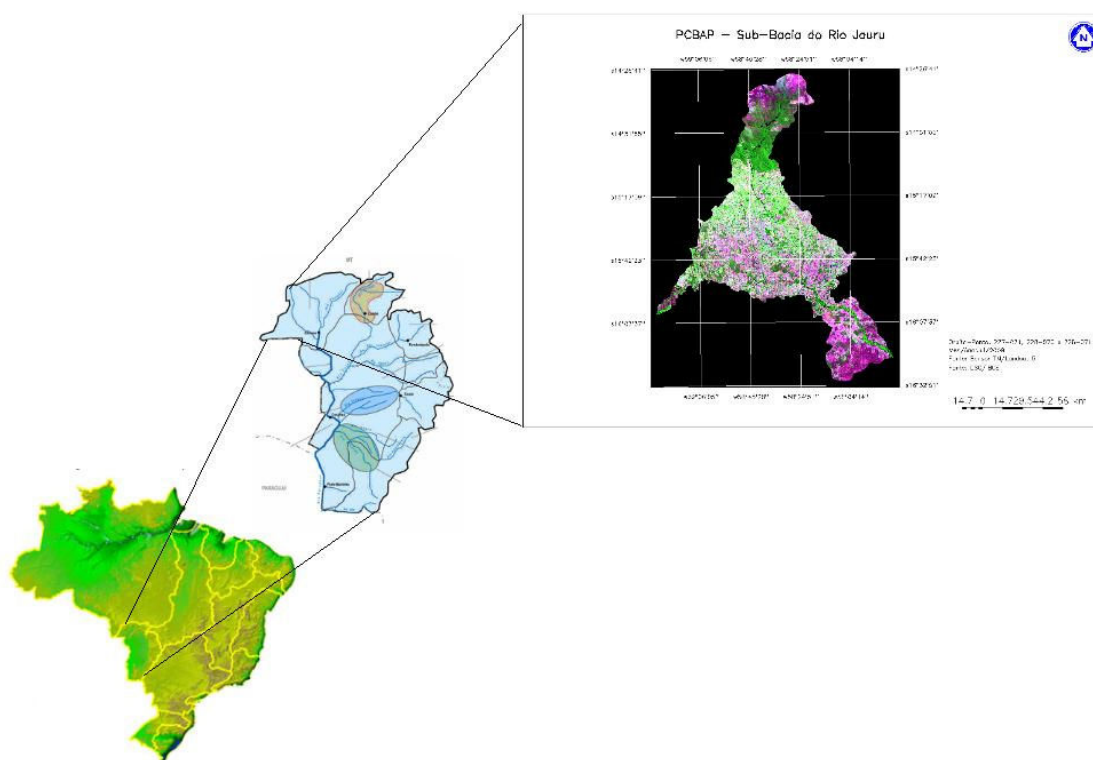


Figura 1. Localização da Área de Estudo

Metodologia

Para este estudo, foram utilizadas três imagens TM/Landsat-5, referentes às *órbitas-ponto* 228-070, 228-071 e 227-071, bandas 5, 4 e 3, dos anos de 1997 e 2009. Em relação aos dados vetoriais, foram utilizadas as cartas topográficas do DSG na escala de 1:100.000, as informações geopolíticas e a definição da sub-bacia foram obtidas respectivamente junto ao IBGE e a ANA. As etapas que foram desenvolvidas durante as diferentes fases deste estudo (da concepção do problema até a execução e análise dos resultados obtidos), estão apresentadas na **figura 2**.

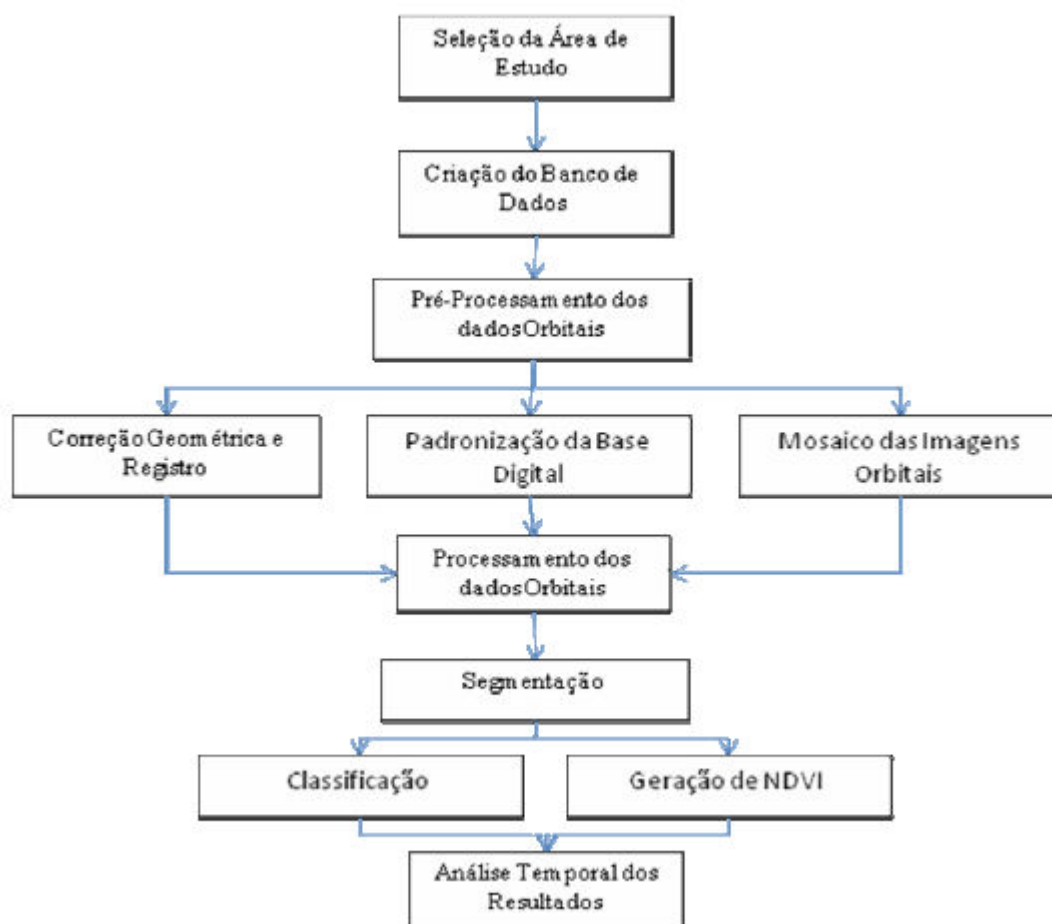


Figura 2. Fluxograma da metodologia utilizada para o monitoramento da dinâmica do uso e ocupação da sub-bacia do rio Jauru.

Resultados e Discussão

Os resultados foram analisados por comparação entre os valores espaciais quantitativos obtidos após a realização das etapas propostas na metodologia para as imagens obtidas no espaço temporal compreendido entre os anos de 1997 e 2009, e destes com as informações oriundas da cobertura vegetal original e do uso potencial da terra.

Abordagem utilizada na análise foi do tipo simples na qual as modificações que ocorreram no tempo e no espaço através da incorporação de novas unidades homogêneas de categoria de uso do solo, ou seja, natural e antrópica, e um nível intermediário de complexidade, o qual culminou com a agregação de valores sobre o uso àqueles já existentes.

As imagens orbitais foram submetidas a uma rigorosa correção geométrica e registro, garantindo assim uma fidelidade nos resultados encontrados. As imagens orbitais foram corrigidas através do método do *vizinho mais próximo* e apresentou erros inferiores a 0,2 *pixels* e sendo considerados satisfatórios, segundo o critério proposto por MILNE (1988).

As imagens foram segmentadas e rotuladas, utilizando o software SPRING v.5.1 e o método adotado foram o do *crescimento por regiões* utilizando os parâmetros de *similaridade* e *área* de 50 e 100 respectivamente, gerando um produto muito satisfatório, mesmo havendo um pouco de confusão, o que é considerado normal para o algoritmo. O processo de segmentação foi executado nas imagens em nível de reflectância e em imagens produto do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Os resultados obtidos nos dois diferentes tipos de imagens não apresentaram diferenças significativas, sendo adequado o uso

de qualquer um dos tipos de imagens para este tipo de estudo. As discussões que serão abordadas seguir, serão sobre as imagens em nível de reflectância.

O processo de segmentação foi adotado com o objetivo de proporcionar uma melhor classificação não supervisionada através do classificador *Isoseg* ao nível de 95%. No processo de classificação, foram utilizadas as classes de uso e ocupação do solo (**Tabela 1**), conforme definido e utilizado no PCBAP (Brasil, 1997), para a geração dos mapas temáticos da BAP. O resultado do processo de classificação teve a sua qualidade avaliada através do uso do coeficiente *kappa* e apresentou um valor de ($K= 0,79$ ou 79%), sendo considerada segundo o coeficiente uma classificação *muito boa* para as classes de uso do solo, conforme a tabela 1. Os resultados obtidos através do cálculo do coeficiente Kappa são comparados pelos valores da tabela de avaliação da qualidade de classificação proposto por Landis e Koch (1977). A **Tabela 2** apresenta intervalos do coeficiente Kappa associados aos critérios de concordância, sendo que esta tabela apresenta algumas restrições quanto à utilização para dados de sensoriamento remoto devido à divisão arbitrária dos valores do coeficiente Kappa.

Tabela 1. Classes de uso e ocupação do solo convencionada para o mapeamento do Bap/MT.

Código	Tema
B	Pastagem Plantada com Sub-Dominância de Policultura
SM	Predominância de Cultivo Extenso de Soja e Milho
C	Cultivo com Cana-de-açúcar
R	Reflorestamento e Silvicultura
G	Garimpo de Ouro e Diamante
AU	Área Urbana

Fonte: Brasil, 1997

Tabela 2. Qualidade da classificação associada aos valores da estatística Kappa.

Kappa	Qualidade
0,00	Péssima
0,01 – 0,20	Ruim
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Boa
0,61 – 0,80	Muito Boa
0,81 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977 p.165).

Após a classificação não supervisionada utilizando o classificador *ISOSEG a 95%*, as imagens foram agrupadas em duas classes, *vegetação nativa* e *área antropizada*, este agrupamento possibilitou a quantificação e o acompanhamento do avanço das áreas antropizadas e conseqüentemente, a redução da vegetação nativa no período desta análise. As figuras 3 e 4 apresentam as imagens classificadas dos anos de 1997 e 2009 respectivamente.

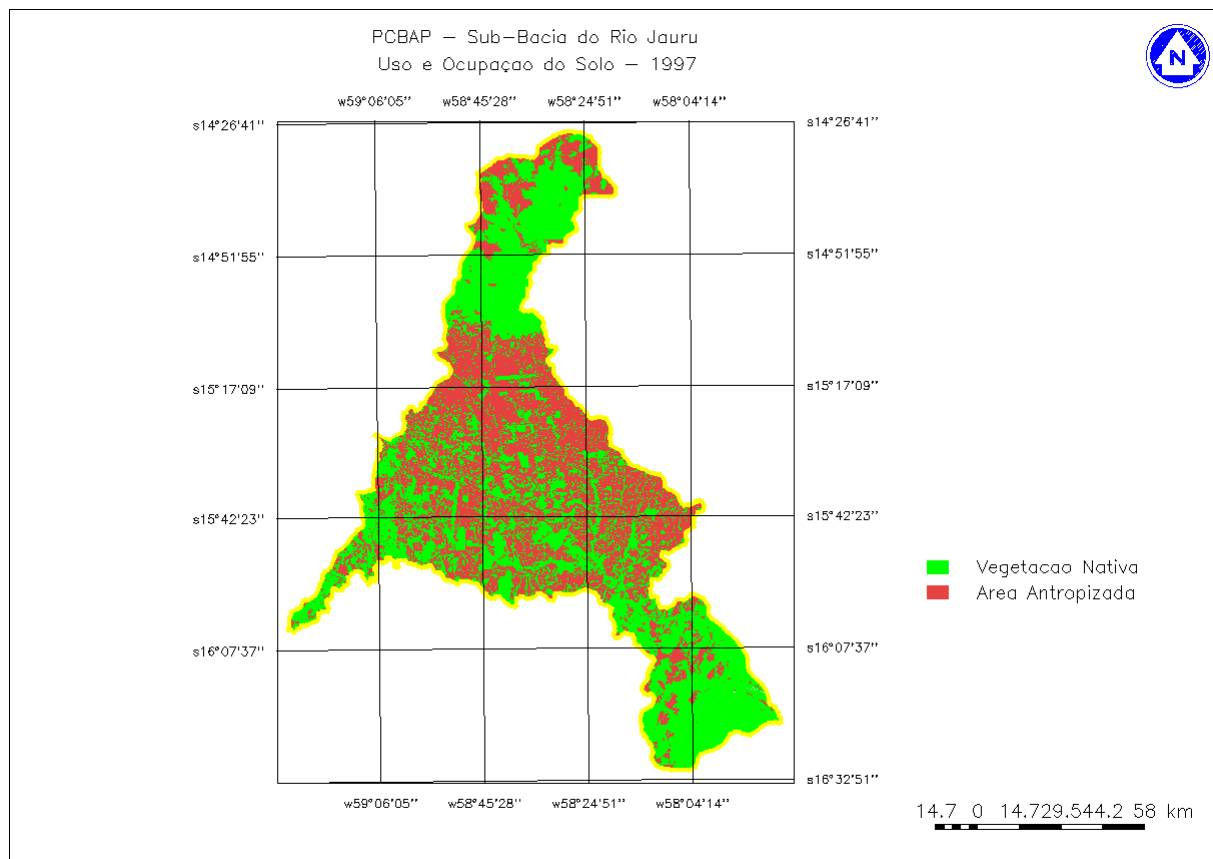


Figura 3. Classificação não supervisionada do uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio Jauru no ano de 1997.

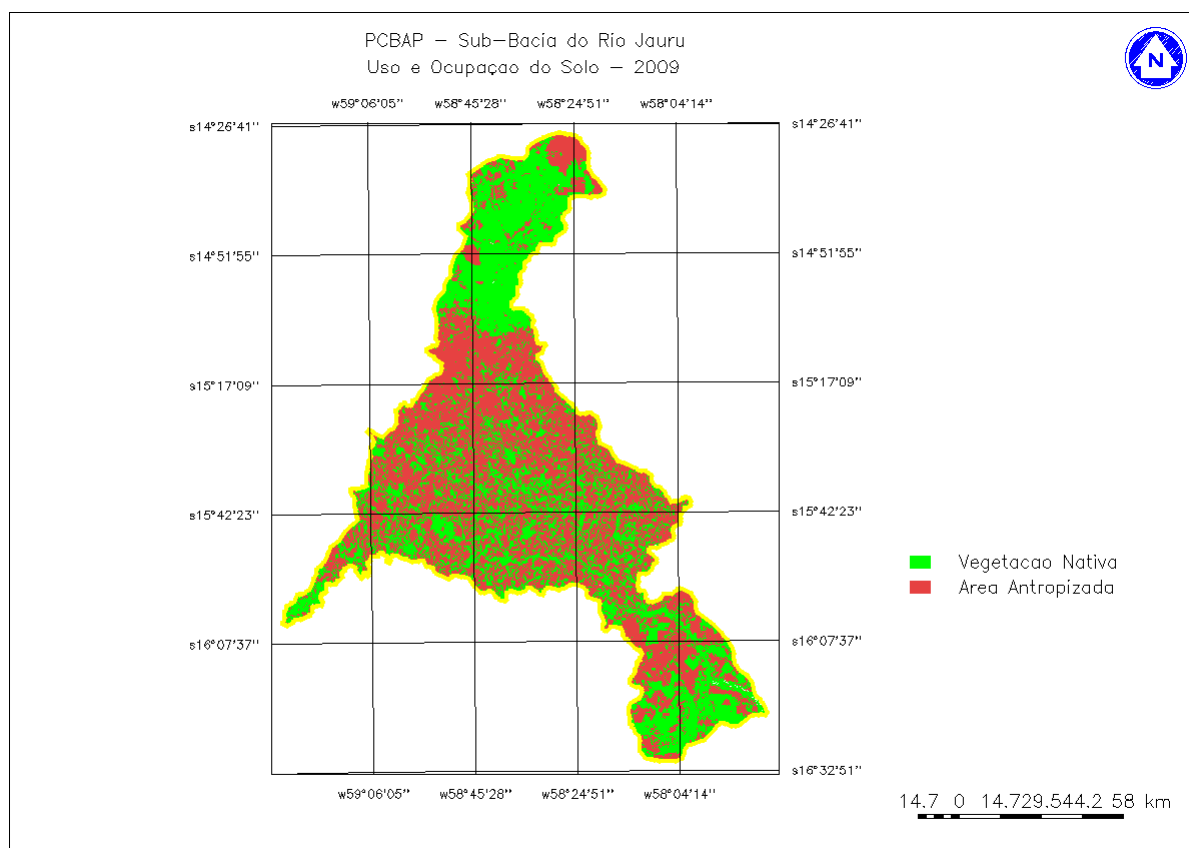


Figura 4. Classificação não supervisionada do uso e ocupação do solo na sub-bacia do rio Jauru no ano de 2009.

A qualidade do resultado do processo de mapeamento obtido foi avaliada através do uso do coeficiente *kappa* e apresentou um valor de ($K= 0,92$ ou 92%), para a classe de área antropizada e de ($K= 0,98$ ou 98%), para a classe de vegetação nativa, ambos os valores foram considerados *excelente* segundo a Tabela 2. Esta melhora significativa nos resultados deve-se principalmente pelo conhecimento *in loco* da região de estudo e pelo conhecimento das técnicas de interpretação de imagens, fundamental para este tipo de estudo. A análise das **Figuras 3 e 4**, proporcionou uma reflexão em relação ao avanço da antropização na sub-bacia do rio Jauru. A **Tabela 3** demonstra de maneira comparativa o avanço da ação antrópica do homem no período entre 1997 a 2009.

Tabela 3. Avanço da ação antrópica na sub-bacia do rio Jauru, no período de 1997 a 2009.

Categoria	1997		2009	
	Área (Km ²)	%	Área (Km ²)	%
Natural	6.465,4252	53,41	5.360,077	44,28
Antropizada	5.640,1938	46,59	6.745,543	55,72
TOTAL	12.105,62	100	12.105,62	100

Analisando a **Tabela 3**, nota-se que mesmo com investimentos empregado pelos governantes no intuito de inibir a substituição da vegetação nativa por diferentes formas de uso, verificou-se que a ação do homem foi significativa dentro da sub-bacia do rio Jauru no período de 12 anos (1997 – 2009), em percentuais esta ação foi de 9,13% isso correspondendo a uma área de vegetação nativa suprimida de 1.105,3492 km².

Analisando as **Figuras 3 e 4**, observa-se também que a área que compõem o “pantanal” apresentou uma alta taxa de ocupação, uma vez que em 1997 não apresentava presença de áreas antropizadas, passando para 228,1659 km² em 2009, atingindo de tal forma um percentual de 25,29% dentro da sub-bacia.

Conclusões

A integração de dados orbitais de sensoriamento remoto e as tecnologias SIG, são de extrema importância para estudos relacionados ao uso e ocupação do solo em diferentes escalas de trabalho.

O conhecimento de campo é essencial para a obtenção de melhores resultados durante o procedimento de classificação digital de imagens orbitais.

A ação do homem dentro da sub-bacia do rio Jauru foi altamente significativa, gerando riscos as nascentes do rio Jauru e seus afluentes, podendo de tal forma em um futuro próximo causar desequilíbrio na maior planície alagada do mundo.

Os valores das áreas antropizadas, foram considerados elevados levando se em consideração o curto espaço de tempo, e mediante aos diversos programas de preservação ambiental existentes.

Referências

Brasil. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.** Programa Nacional de Meio Ambiente. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai- PCBAP. Brasília, DF: PNMA, 1997. 3v.

Filho, P. H.; Polzoni, F.J.; Pereira, M.N. Mapeamento da Fitofisionomia e do Uso da Terra de parte da Bacia do Alto Taquari mediante o uso de imagens TM/Landsat e HRV/SPOT. **Pesq. Agropec. Bras., Brasília**, v.33, Número, p.1755-1762, out. 1998.

Florenzano, T. G. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais.** São Paulo: Oficina de textos, 2002.

Landis, J.R.; Koch, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

Milne, A. *Change detection analysis using Landsat imagery: a review of methodology*. In: International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'88), Edinburgh, 1988. **Proceeding**. Edinburgh: European Space Agency), 1988.

Ross, J.L.S. PCBAP - Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai e o zoneamento ecológico econômico para o Brasil. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal , 1., 2006, Campo Grande, MS. **Anais...**, São José dos Campos:INPE, Campinas:Embrapa Informática Agropecuária