

# **AVALIAÇÃO MULTITEMPORAL DA DINÂMICA DE OCUPAÇÃO E USO DO SOLO NA SUB-BACIA DO CÓRREGO SÃO DOMINGOS, PARÁ**

## **EVALUATION MULTITEMPORAL OF DYNAMIC OCCUPANCY AND LAND USE IN SUB-BASIN STREAM SÃO DOMINGOS, PARÁ**

**Rayane Pacheco Costa**

Técnica em Agrimensura - IFPA  
Graduanda em Gestão Ambiental – IFPA  
**enayar.costa@hotmail.com**

**Jacqueline Bailão da Silva Lopes**

Engenheira Ambiental – UFT  
Especialista em Geoprocessamento e Georreferenciamento  
MBA em Auditoria, Perícia e Gestão Ambiental  
Mestranda em Engenharia Ambiental - UFT  
Professora Efetiva do IFPA/ Campus de Conceição do Araguaia  
**jacquelinebailao@hotmail.com**

### **RESUMO**

O córrego São Domingos constitui-se um relevante afluente do rio Araguaia, desse modo, a sub-bacia formada por este recurso hídrico abrange entre outros aspectos ambientais a área de influência direta da zona urbana e porções da zona rural do município de Conceição do Araguaia – PA. Com isso, este trabalho dedicou-se a realizar uma avaliação multitemporal das últimas quatro décadas (1973-2011), analisando as modificações da cobertura e uso do solo resultante das atividades antrópicas, por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto e ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica), com o uso de imagens dos satélites Landsat 1, 2 e 5, sensores MSS e TM, concomitantemente. Portanto, observou-se que a vegetação primária teve um decréscimo de 63% em relação ao primeiro ano de análise (1973), enquanto que as áreas destinadas à agropecuária aumentaram 17% nos últimos 21 anos (1990-2011).

**Palavras-chave:** SIG, sensoriamento remoto, bacia hidrográfica, dinâmica, uso do solo.

### **ABSTRACT**

The São Domingos stream constitutes an important tributary of the Araguaia river, thus the sub-basin formed by this water resource covers among other things environmental area of direct influence of the urban area and portions of the rural municipality of Conceição do Araguaia - PA. Therefore, this work was dedicated to conduct an assessment of multitemporal last four decades (1973-2011), analyzing the changes of land use and cover resulting from human activities, through techniques of Remote Sensing and GIS (System Geographic Information), with the use of satellite images Landsat 1, 2 and 5 MSS and TM sensors concurrently. Therefore, it was observed that the primary vegetation decreased by 63% in the first year of analysis (1973), while the areas intended for agricultural increased 17% over the past 21 years (1990-2011).

**Key-words:** GIS, remote sensing, watershed, dynamics, land use.

## **INTRODUÇÃO**

A Lei nº 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, aborda em um dos seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da política e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Na visão de Araújo et al. (2009) a bacia hidrográfica, dentro de uma visão integrada, deve ser a unidade de caracterização, diagnóstico, planejamento e gestão ambiental, com vistas ao desenvolvimento regional sustentável, pois os impactos ambientais podem ser mensurados e corrigidos mais facilmente.

Em estudos de bacias e sub-bacias de drenagens, o mapeamento do uso e cobertura do solo é de grande importância, visto que o uso de forma não planejada degrada o meio ambiente, como abordou Lopes (2008). Para tanto, o mapeamento facilita detectar áreas exploradas de forma inadequada, contribuindo com a tomada de decisões pelos órgãos competentes encarregados da fiscalização.

Nas várias situações em que se utilizam as técnicas de sensoriamento remoto, o emprego de imagens de satélites coletadas em uma única data às vezes não é suficiente para mapear o uso e a ocupação do solo. Neste caso, utiliza-se uma abordagem multitemporal, ou seja, emprega-se imagens coletadas de mais datas. Desse modo, o enfoque multitemporal não restringe apenas o uso de imagens de um mesmo sensor (MOREIRA, 2011).

Nesse contexto, insere-se o córrego São Domingos, afluente do rio Araguaia. O citado córrego possui área de influência direta, juntamente com seus afluentes, da zona urbana e rural do município de Conceição do Araguaia – PA, somando-se a isto, a sub-bacia está situada em área da Amazônia Legal.

Com isso, tornou-se objetivo deste estudo realizar a avaliação multitemporal, dos últimos 38 anos (1973-2011), na dinâmica de ocupação e uso do solo na sub-bacia do córrego São Domingos por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto e ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica).

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A bacia hidrográfica é definida como uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. É composta basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos d'água que confluem até resultar um leito único no exutório (SILVEIRA, 2001).

Segundo Tricart (1977) apud Santos e Rizzi (2010) a paisagem está em constante transformação, resultante de processos naturais ou de atividades humanas. Existem muitos exemplos da relação entre a degradação ambiental e o uso e ocupação das terras, reflexos de ausência de planejamento ou mesmo de um planejamento que não considera as potencialidades e fragilidades ambientais, na questão da expansão das cidades e ocupação do solo em zonas rurais.

As causas imediatas do desmatamento são a expansão da agropecuária, a criação de infraestrutura econômica (como estradas, hidrelétricas, barragens, por exemplo), a expansão urbana e a extração florestal (BACHA, 2004). O mesmo autor aborda ainda que a partir de meados da década de 70, o desmatamento intensificou-se na Amazônia Legal. Entre 1975 e 1999, essa região perdeu 44,9 milhões de hectares (INPE, 2000), o que corresponde a pouco menos do que duas vezes o território do Reino Unido.

Em afirmação a estas causas, Fasiaben et al. (2009) buscou em uma extensa literatura onde foram analisadas as causas do desmatamento da Floresta Amazônica, os autores constatou que a especulação fundiária e a “pecuarização” são de fato apontados como os principais causadores desse desmatamento na região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O objeto central do estudo, a sub-bacia do córrego São Domingos, está localizada entre as coordenadas UTM 9.080.000 m a 9.092.000 m N e 680.000 m a 694.000 m E, fuso 22L, no município de Conceição do Araguaia, região sudeste do Estado do Pará (Figura 1), situado na Amazônia Legal. Na superfície desta sub-bacia encontra-se consolidada parte da zona urbana e rural do município.

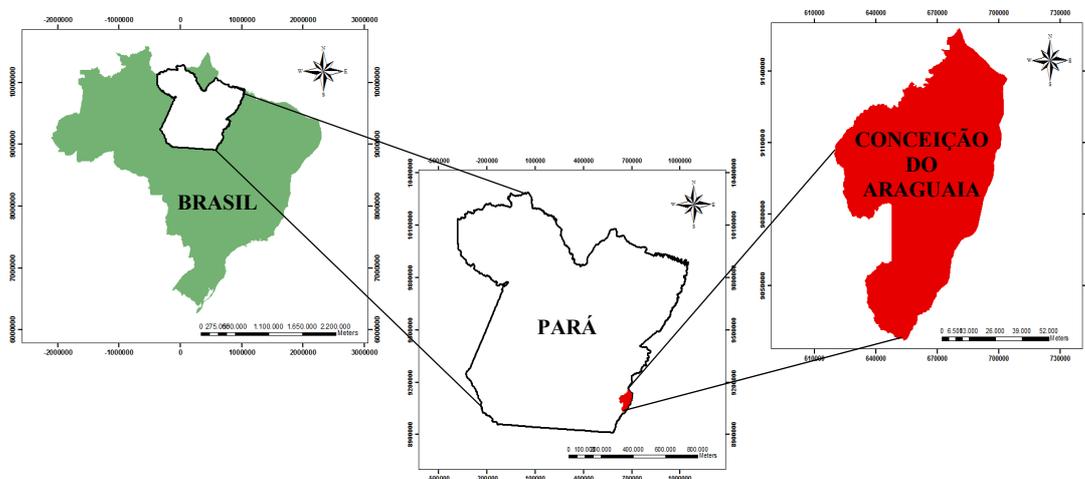


Figura 1: Localização do município de Conceição do Araguaia - PA.  
Fonte: As autoras (2013).

A avaliação multitemporal da área foi possível a partir da aquisição das imagens de satélites não processadas e não georreferenciadas, dos anos de 1973, 1980, 1990, 2000 e 2011, conforme apresenta o Quadro 1, todas disponibilizadas gratuitamente pelo banco de dados do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

É oportuno mencionar que, a seleção das bandas espectrais do Landsat 5 sensor TM, para o desenvolvimento da pesquisa, foram baseadas no ensinamento de Steffen (2005) apud Silva (2010), onde as suas principais aplicações são no mapeamento de estradas, áreas urbanas, solo exposto e diferenciação de espécies vegetais para a banda 3 e, levantamento de biomassa, relevo, mapeamento de corpos d'água e morfoestruturas são atribuídas à banda 4 e para a banda 5, são conferidos os mapeamentos de corpos d'água, unidade da vegetação e discriminação de tipos de rochas.

Quadro 1: Imagens utilizadas na avaliação multitemporal da sub-bacia do córrego São Domingos.

<b>SATÉLITE</b>	<b>SENSOR</b>	<b>DATA</b>	<b>BANDA</b>	<b>CENA</b>
Landsat 1	MSS ( <i>Multispectral Scanner System</i> )	03/08/1973	4,5 e 6	239/66
Landsat 2	MSS ( <i>Multispectral Scanner System</i> )	29/08/1980	4,5 e 6	239/66
Landsat 5	TM ( <i>Thematic Mapper</i> )	25/05/1990	3,4 e 5	223/66
Landsat 5	TM ( <i>Thematic Mapper</i> )	24/08/2000	3,4 e 5	223/66
Landsat 5	TM ( <i>Thematic Mapper</i> )	07/08/2011	3,4 e 5	223/66

Fonte: As autoras (2013).

Foi atribuída a composição colorida “RGB” (*red, green, blue*), sendo verde, vermelho e azul para as bandas 4, 5 e 6, respectivamente, dos anos de 1973 e 1980 e composição R3G4B5 para os demais anos (1990, 2000 e 2011), utilizando-se as técnicas de sensoriamento remoto por intermédio do *software* ArcGIS 9.3.

Após a composição das imagens, deu-se início aos procedimentos para o georreferenciamento, adotando assim o método de imagem por imagem como explica Nishida (2005) apud Silva (2010). Dessa forma, utilizou-se outra imagem similar que continha os mesmos conjuntos de elementos e já estava georreferenciada, com isso, foram usados oito pontos de controle de forma distribuída, que correspondia ao mesmo objeto nas duas imagens.

Logo adiante, realizou-se a classificação das imagens usando a técnica de classificação supervisionada com o método estatístico da máxima verossimilhança (NOVO, 2010; SILVA, 2010). Neste sentido, foram consideradas as seguintes classes para análise: vegetação primária (compreendendo a vegetação mais densa, levando em conta as formas mais irregulares e a tonalidade de verde mais escuro na imagem), vegetação secundária (considerando a vegetação em estágio inicial e intermediário de regeneração onde a vegetação nativa foi eliminada total

ou parcialmente para atividade agropastoril), agropecuária (levando em conta as áreas com pastagem e agricultura), solo exposto (adotou-se o termo para classificar as áreas como pastagem degradada, estradas e vias de acesso, aberturas para plantio de culturas e afloramento rochoso), área urbana (grande concentração de edificações e pavimentação, perímetro urbano) e corpo hídrico (presença de mananciais).

Para fins de sustentação, foram coletados *in loco* 45 pontos distribuídos na sub-bacia. Desse modo, as coordenadas e o tipo de ocupação existentes verificados, serviram de base para a interpretação das imagens, permitindo assim a geração de cada classe pertinente.

Em linhas gerais, a análise multitemporal apresenta informações de cobertura e uso do solo da sub-bacia nos períodos de 1973-2011, gerando assim os mapas com as classes de ocupação.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à pesquisa permitiram a verificação das alterações da cobertura e uso do solo dos últimos 38 anos na sub-bacia do córrego São Domingos. Sendo assim, foi possível levantar o uso do solo no ano de 1973 (Figura 2).

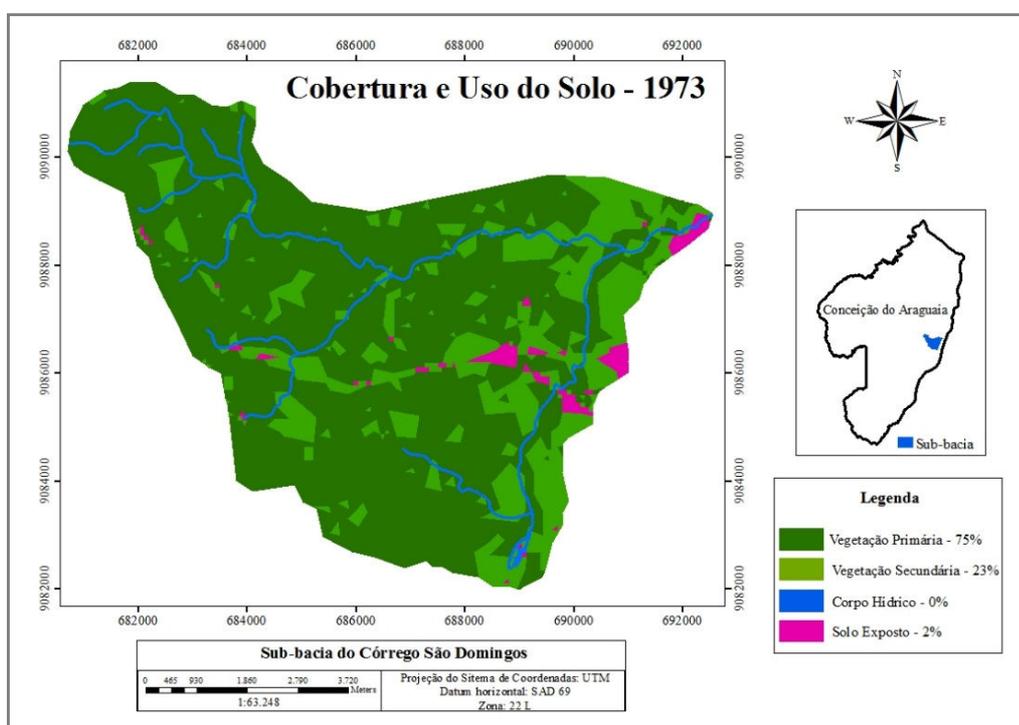


Figura 2: Cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos no ano de 1973.  
Fonte: As autoras (2013).

Observa-se a ocupação da área da sub-bacia na década de 70, esta por sua vez, retrata a vegetação primária com uma área correspondente a 75% do total e a vegetação secundária com 23%, somando-se a isto, a classe solo exposto apresenta 2%.

É importante elencar que nessa data, a presença de vegetação de maior porte era mais densa se compararmos com os próximos anos estudados. Além disso, é viável citar que na década de 1970 a urbanização não se mostrava significativa no perímetro da sub-bacia.

Em seguida, é exposto o mapa de cobertura e uso do solo no ano de 1980, da sub-bacia em estudo.

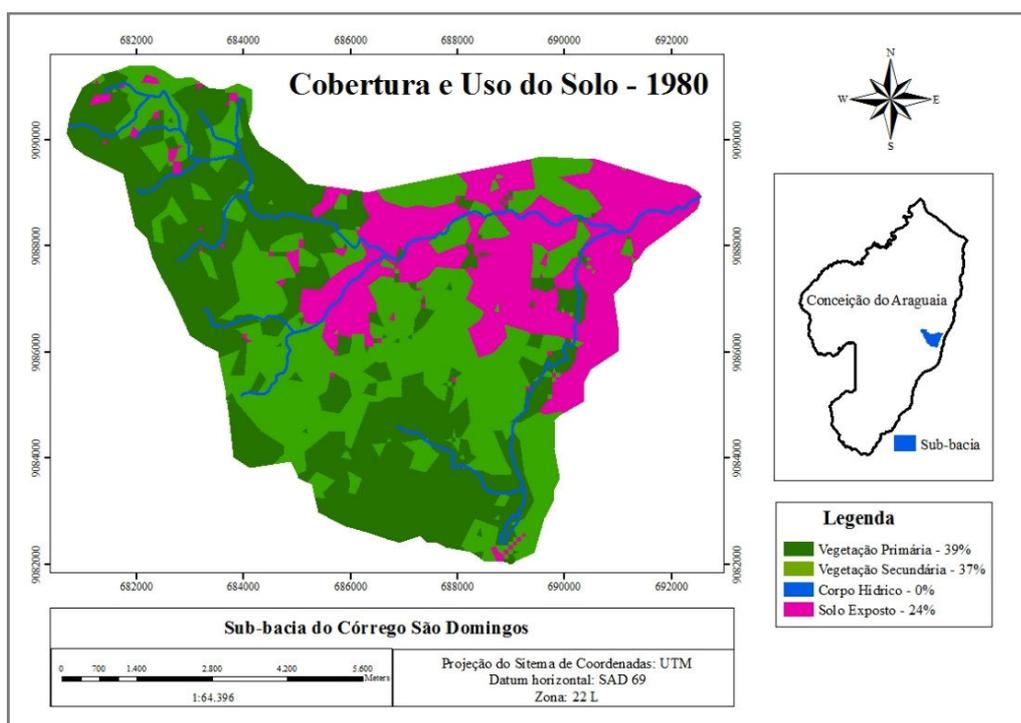


Figura 3: Cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos no ano de 1980. Fonte: As autoras (2013).

Todavia, a disposição das classes em 1980 apresenta novos valores de área, sendo, vegetação primária e secundária com 39% e 37%, respectivamente, já o solo exposto houve um aumento de 22% em relação a 1973. Igualmente ao mapa da Figura 2, a Figura 3 não apresenta o núcleo urbano na área da sub-bacia.

Por seguinte, as áreas de vegetação primária foram muito reduzidas em extensão no ano de 1990 (Figura 4). Cumpre observar que em 1990, a vegetação primária e secundária corresponderam a 20% e 26% da sub-bacia e solo exposto com 13%, nesta ilustração é possível identificar outras classes, o caso da área urbana com 5%, agropecuária com cerca de 35% e corpo hídrico com 1%.

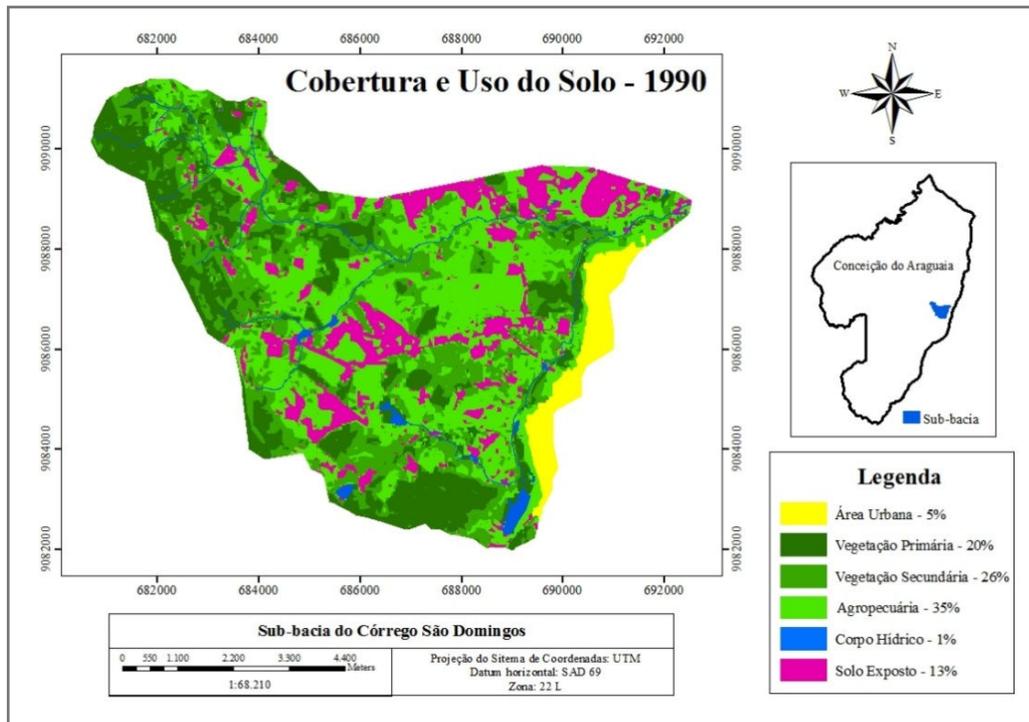


Figura 4: Cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos no ano de 1990.  
Fonte: As autoras (2013).

Provavelmente, a observação das duas últimas classes citadas (agropecuária e corpo hídrico) pode ter ocorrido devido a melhor resolução das imagens, por serem do sensor TM que possui resolução espacial de 30 metros para as bandas 3, 4 e 5 aqui utilizadas, enquanto que o sensor MSS é de 80 metros (FLOREZANO, 2011). A Figura 5 (ano 2000), retrata maior presença de solo exposto.

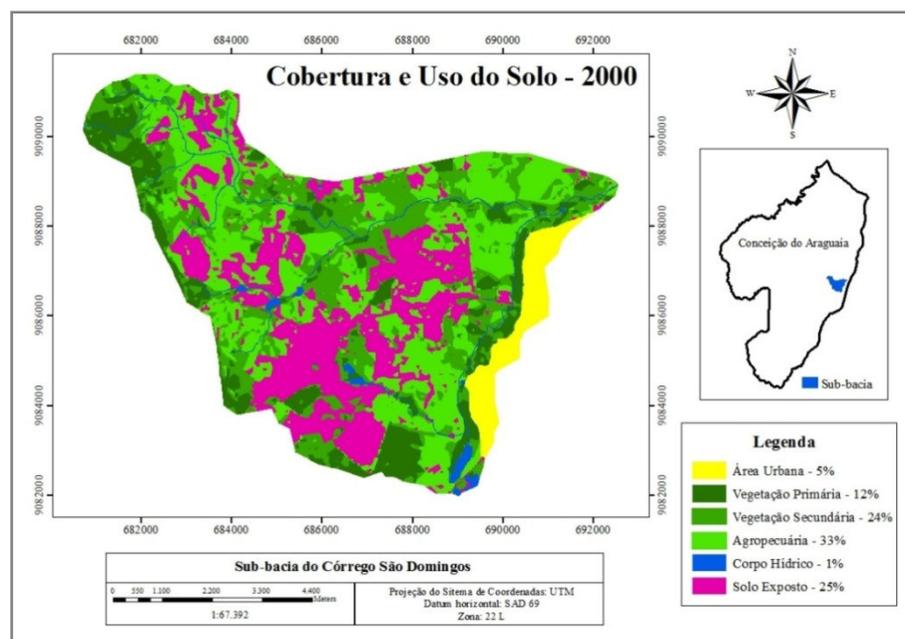


Figura 5: Cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos no ano de 2000.  
Fonte: As autoras (2013).

O mapa de 2000 retrata as classes agropecuária e solo exposto sendo as maiores identificadas, correspondendo a 33% e 24%, simultaneamente. É evidente o amplo abatimento das áreas com vegetação e as poucas manchas estão presentes nas partes mais altas da sub-bacia e às margens de afluentes. Já a área urbana expande-se às margens do rio Araguaia e assumi lugar na sub-bacia.

No mapeamento de 2011 (Figura 6) verifica-se um aumento considerável do setor agropecuário.

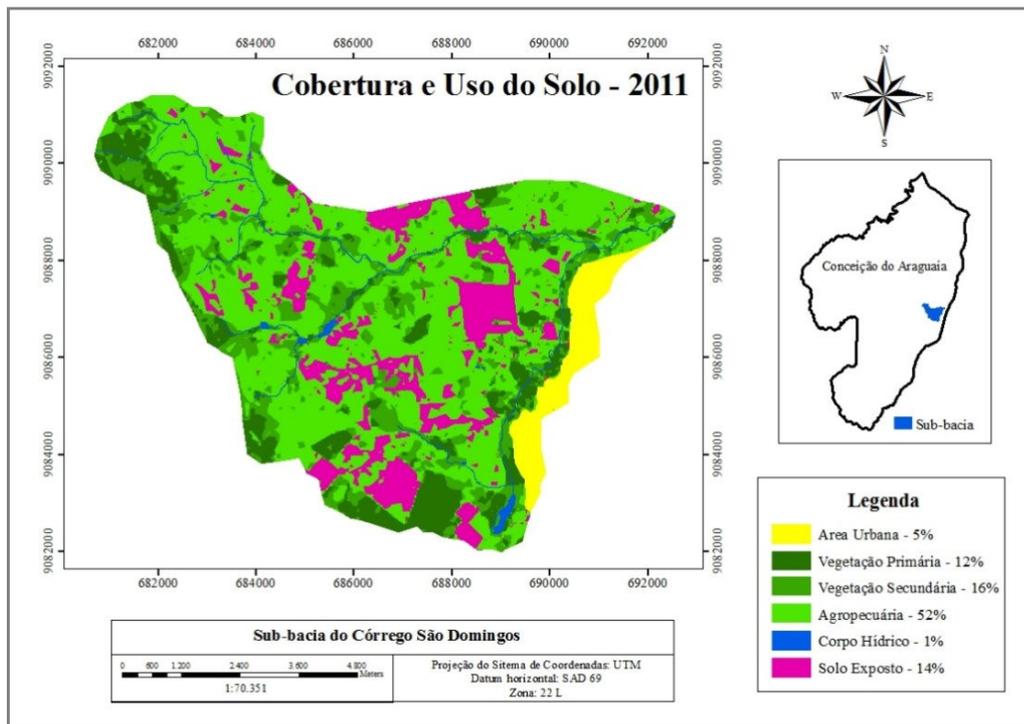


Figura 6: Cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos no ano de 2011.  
Fonte: As autoras (2013).

Em 2011 as áreas destinadas à agropecuária teve um crescimento de 17% em relação ao ano de 1990. Cogita-se que devido a ampliação das atividades antrópicas, houve um decréscimo das áreas de vegetação primária, chegando aproximadamente, seis vezes maior que o valor de área em 2011, correspondendo a 6,89 km<sup>2</sup>.

A Tabela 1 apresenta os valores de cada classe correspondente aos anos de 1973, 1980, 1990, 2000 e 2011. Por outro enfoque, a Figura 7 representa em gráfico os valores de área abordados na tabela citada acima.

Tabela 1: Avaliação multitemporal da cobertura e uso do solo na sub-bacia do córrego São Domingos, nos períodos de 1973, 1980, 1990, 2000 e 2011.

		ÁREA km <sup>2</sup>				
		1973*	1980*	1990*	2000*	2011*
CLASSES	Vegetação Primária	42,95	22,46	11,27	7,17	6,89
	Vegetação Secundária	13,05	20,80	15,14	13,69	9,21
	Agropecuária	-----	-----	19,95	18,64	29,69
	Solo Exposto	1,12	13,91	7,55	14,28	8,08
	Área Urbana	-----	-----	2,66	2,85	3,01
	Corpo Hídrico	0,05	-----	0,60	0,54	0,28
<b>TOTAL</b>		<b>57,17</b>	<b>57,17</b>	<b>57,17</b>	<b>57,17</b>	<b>57,17</b>

\*Ano

Fonte: As autoras (2013).

Analisando os dados obtidos, observa-se que por um lado, a vegetação primária ao longo dos anos foi perdendo espaço na sub-bacia, de 1973 para 2011 houve uma diminuição de 63% da vegetação. Por outro, é notória a expansão da área urbana, sendo que essa classe foi verificada somente nos três últimos anos (1990, 2000 e 2011). Também, é indispensável lembrar que o solo exposto aponta o maior índice de área com 14,28 km<sup>2</sup> no ano de 2000.

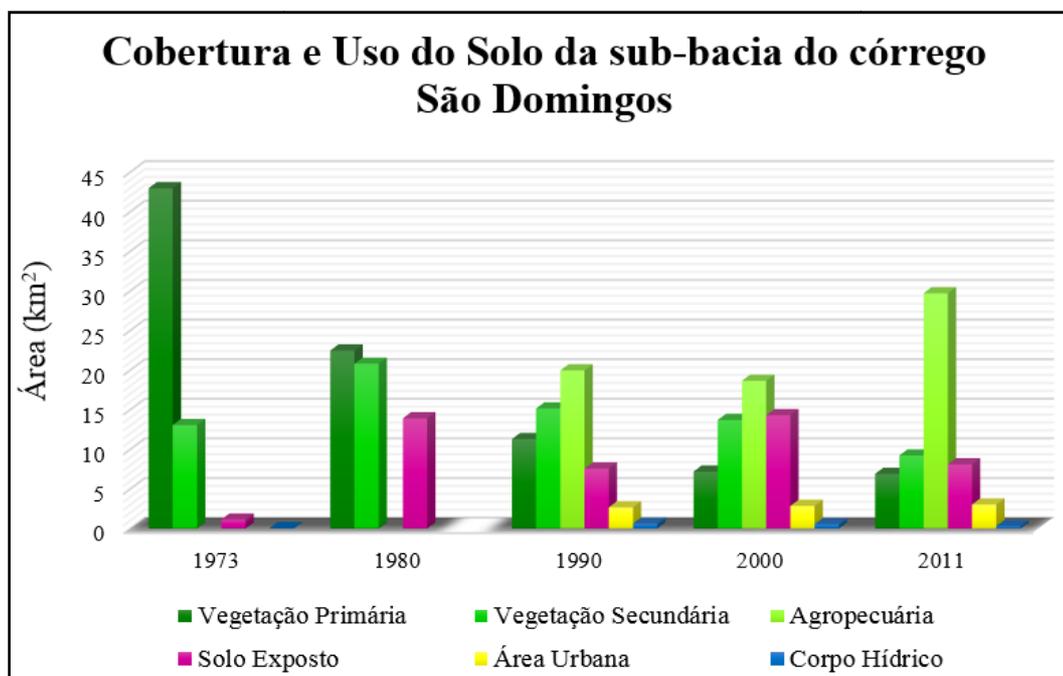


Figura 7: Representação da cobertura e uso do solo da sub-bacia do córrego São Domingos em forma de gráfico. Fonte: As autoras (2013).

O gráfico demonstra que a vegetação primária possuía uma área bem considerada na sub-bacia em 1973 e, comparando-se com os anos subsequentes, é claramente observada a expansão da atividade antrópica, em especial a produção de pastagem, o que se analisa na região é a grande potencialidade para criação de bovinos, certamente o principal meio de subsistência de grande parte da população que vivem na zona rural, é a pecuária, neste enfoque, é importante salientar que a expansão da pecuária se alavancou em meados de 1990 nessa área, podendo ser resultado dos incentivos por parte do governo com realização de financiamentos para formação e reforma de pastagem, aquisição de gado leiteiro e de corte, construção de cercas e curral.

## CONCLUSÕES

Essa análise realizada na sub-bacia do córrego São Domingos, proporcionou uma avaliação multitemporal, ou seja, de diferentes datas. Dessa forma, verificou-se as vastas áreas desmatadas para o domínio do setor agropecuário, que tem crescido aceleradamente desde a década de 70. Além do mais, houve uma expansão considerável da zona urbana.

Se a vegetação nativa teve seus espaços reduzidos com 63%, porém, atividades voltadas para a agropecuária, em especial, abertura de novas áreas para introdução de pastagens, veio crescendo e se expandido nos últimos 38 anos com cerca de 17%. Desse modo, tomadas de decisões e políticas públicas cada vez mais sustentáveis para a sub-bacia do córrego São Domingos tornam-se necessárias de modo a impedir que os níveis de degradação ambiental possam aumentar nos próximos anos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. P. DE; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4631-4638. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.07.25/doc/4631-4638.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.

BACHA, C. J. C. O. **Uso de Recursos Florestais e as Políticas Econômicas Brasileiras - Uma Visão Histórica e Parcial de um Processo de Desenvolvimento.** EST. ECON., SÃO PAULO, V. 34, N. 2, P. 393-426, ABRIL-JUNHO 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v34n2/v34n2a07.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

BRASIL, Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).** Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LF/Leis/Lei9\\_433.htm](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LF/Leis/Lei9_433.htm)>. Acesso em: 14 fev. 2012.

FASIABEN, M. DO C. R.; ANDRADE, D. C.; REYDON, B. P.; GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Estimativa de aporte de recursos para um Sistema de pagamento por serviços ambientais na Floresta Amazônica brasileira. **Ambiente e Sociedade**. Campinas v.XII, n. 2. Jul.-dez.2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v12n2/a02v12n2.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2013.

FLOREZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3 ed. ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

INPE. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite 1999-2000**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, maio de 2000.

LOPES, L. H. M. Uso e cobertura do solo no município de Tailândia-PA utilizando o TM/Landsat e técnica de classificação não supervisionada. **ENGEVISTA**, v. 10, n. 2, p. 126-132 dezembro 2008.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação** – 4. Ed. Atual. E ampl. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2011. 422p.: ul. (algumas col.); 28 cm.

NOVO, E. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010.

SANTOS, J. S. dos; RIZZI, N. E. Dinâmica de uso do solo da bacia hidrográfica do rio Luís Alves, sub-bacia do rio Itajaí, Santa Catarina, Brasil. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 335-344, abr./jun. 2010.

SILVA, R. M. da. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações** – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2010. 184 p.; 21 cm.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. São Paulo: EDUSP, 2001, p. 35-51.

Recebido para publicação em 03/06/2013

Aceito para publicação em 27/06/2013