

**Atividade antrópica e meio ambiente analisados por sensoriamento remoto e sistema de informações geográficas na área da UHE-Tucuruí (Pará)**

Waterloo Pereira Filho  
UFSM - Universidade Federal de Santa Maria  
Estrada de Camobi, Km 9  
97119 Santa Maria, RS, Brasil  
waterloo@brufsm

**Abstract.** Through the remote sensing and geographic information system the anthropic features were defined as the deforestation rate between 1986-1989 and abiotic features represented by geomorphology, in Tucuruí area. This two conditions of terrestrial environment were compared with the aquatic condition in two basin features (rivers Pucuruizinho and Lontra). Was verified that anthropic activity on abiotic adverse feature provide some modification in the environment condition of the reservoir.

### **INTRODUÇÃO**

Em algumas áreas da região amazônica tem ocorrido um intenso uso da terra. A construção de estradas, projetos agropecuários e hidrelétricas, como a UHE-Tucuruí, tem proporcionado alterações significativas em seu ambiente. Uma região que está em processo de ocupação, altera suas características naturais, tornando-se necessário o monitoramento das mudanças ambientais.

O uso de técnicas de sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica permite avaliar diferentes formas de uso da terra e diversos parâmetros do ambiente aquático.

A construção de barragens provoca uma série de transformações no ecossistema terrestre, aquático, atmosférico, e no âmbito social. As relações entre o ambiente terrestre e o aquático em sub-bacias hidrográficas, tem sido enfatizadas por autores, tais como, Odum (1983) e Tundisi (1988).

Este trabalho procurou avaliar as modificações do espaço geográfico, e a sua relação com o ambiente aquático, tendo-se como unidade amostral ambiental a sub-bacia hidrográfica.

Outros trabalhos foram desenvolvidos na área da UHE-Tucuruí com a avaliação de alguns parâmetros ambientais como é o caso de Novo e Pires (1990) e Braga (1990).

### **METODOLOGIA**

Para o desenvolvimento deste trabalho foram selecionadas duas sub-bacias hidrográficas, cujos sistemas de drenagem atingem o reservatório da UHE-Tucuruí (Figura 1). O critério de seleção destas sub-bacias foi a diferença existente entre elas quanto ao relevo e uso do solo. Com base na Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS), identificaram-se alguns parâmetros que representaram alterações ambientais e forneceram subsídios para a comparação das duas áreas selecionadas.

O uso da EUPS neste trabalho não teve o objetivo de quantificar o material erodido em cada área de estudo, mas sim, obter subsídios para a comparação entre elas. Assim, foi possível identificar qual das áreas de estudo possui maior potencial de alterar o ambiente aquático.

A equação considera seis fatores para a identificação de perdas de solo que são: erodibilidade, erosividade, declividade da vertente, comprimento da vertente, tipo de cobertura e práticas conservacionistas. Contudo, devido as características da área de estudo, tornaram-se necessárias algumas adaptações na determinação destes fatores. Dos fatores de natureza abiótica o fator chuva (erosividade) e solo (erodibilidade) foram considerados constantes. Procedimentos como este já foram realizados anteriormente por Hession e Shanholtz (1988) que consideraram o fator chuva como constante, nesta equação.

Em função da realidade da área de estudo os fatores comprimento do declive (L) e grau de declive (S) foram unidos em um só fator, caracterizado pelo grau de dissecação do relevo.

Diversos trabalhos destacam a possibilidade do uso integrado dos fatores L e S, comprimento e declividade da vertente, para a avaliação da erosão, como é o caso de Christofolletti (1974), Bertoni e Lombardi Neto (1985) e Resende e Almeida (1985). Penteado (1978), justifica a perda das partículas, numa relação direta com o seno do ângulo formado entre o plano da superfície e o plano horizontal.

A dissecação do relevo representa o resultado das ações exógenas (clima, vegetação,

...) e endógenas (substrato geológico, lençol freático, ...) que atuam na formação do modelado terrestre (Onstad et al., 1977; Penteado, 1978).

Os fatores ligados a atividade antrópica tais como, uso e manejo (C) e prática conservacionista (P), foram representados somente pelo uso da terra. Primeiro, porque o uso em termos de floresta e não floresta é de fácil classificação pela imagem de satélite e, segundo, porque a prática conservacionista é quase inexistente, conforme constatado no campo. O fator antrópico foi representado pela taxa de desmatamento, ocorrida no período pesquisado.

Áreas cobertas por florestas possuem uma taxa de perda de solos inferior a do solo coberto com gramíneas (Mannering e Fenster, 1977). Strahler e Strahler (1973), observaram que a área com gramíneas perde 100 vezes mais solo do que com mata.

Deste modo as sub-bacias hidrográficas ficaram caracterizadas em termos de potenciais de perdas de material para o ambiente aquático sob duas perspectivas: 1) a ação abiótica, representada pela dissecação do relevo; 2) a ação antrópica, representada pela intensidade de desmatamento.

A alteração ambiental do meio aquático foi avaliada através da variação na infestação por macrófitas aquáticas flutuantes. Associou-se a presença destas plantas com maior condição nutricional do meio a sua subsistência (Tundisi, 1986). Deste modo, comparou-se a taxa de expansão ou retração desta planta, em área, como indicador de alteração ambiental.

Cada fator da EUPS, utilizado neste trabalho, foi considerado como um Plano de Infor-

mação (PI) no Sistema de Informação Geográfica (SIG). Desta forma, da geomorfologia foram extraídos mapas e transformados em PIs. Via mesa digitalizadora, foram digitalizados os dados de geomorfologia, armazenados no formato vetorial e rasterizados (transformado em matriz) com a mesma resolução espacial da imagem do sensor "Thematic Mapper" (TM) do satélite Landsat-5. O uso da terra foi extraído da imagem de satélite, também definido como um PI, contendo as seguintes classes de uso: floresta e não floresta. Os PIs contendo informações abióticas (geomorfologia) e antrópicas (desmatamento) foram cruzados através do SIG.

Com o uso da imagem de satélite foi avaliada a área de macrofitas aquáticas flutuantes presentes em cada compartimento aquático e, também, transformada em PI.

## RESULTADOS

O fator antrópico, representado pela taxa de desmatamento, apresentou resultados que permitiram duas interpretações. A Tabela 1 apresenta os resultados referentes ao desmatamento nas sub-bacias dos rios Lontra e Pucuruizinho, em termos de área desmatada entre 1986 e 1987 e porcentagem em relação a área total.

Tabela 1: Desmatamento nas sub-bacias no período de 1986 até 1989.

data	Pucuruiz.		Lontra	
	km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
22.06.86	41,88	27,5	19,50	7,1
27.07.87	56,68	37,5	31,61	11,5
16.07.89	60,25	39,6	36,62	12,6

Numa primeira análise pode-se identificar a sub-bacia do rio Pucuruizinho como a de maior atividade antrópica, pois apresenta quase 40% de sua área total desmatada, enquanto que na bacia do rio Lontra a área desmatada é de 12,6%, para a última data avaliada, em 1989.

Entretanto, conforme Odum (1983), um ecossistema possui um período de estabilidade após uma determinada perturbação. Por este motivo, foi feita uma análise considerando-se a taxa de alteração de uso da terra na sub-bacia coletora. Levando-se em conta que o incremento do desmatamento no período estudado foi maior na sub-bacia do Lontra do que na sub-bacia do Pucuruizinho, considera-se que a bacia coletora do Lontra teve maior impacto que a do Pucuruizinho, pois já era área desmatada no início do estudo.

A taxa de desmatamento da bacia coletora do rio Lontra foi de 78%, para o período de 1986 a 1989, enquanto que na bacia do rio Pucuruizinho a taxa foi de 44%, no mesmo período. A Tabela 2 apresenta as taxas de desmatamentos por período.

Tabela 2: Taxas de desmatamentos para as áreas estudadas.

Período	sub-bacias hidrogra.	
	Pucuruizinho	Lontra
1987/1986	1,35	1,62
1989/1987	1,06	1,10
1989/1986	1,44	1,78

De acordo com essa tabela, em qualquer período o fator que perturba o equilíbrio do ecossistema é mais intenso na sub-bacia do rio Lontra.

Embora o desmatamento tenha ocorrido em ambas as áreas de estudo, as taxas de desmatamento diminuíram no segundo período em relação ao primeiro. O Pucuruizinho teve uma taxa aproximada de 3% ao mês para o primeiro período (12 meses) e de 0,25% ao mês para o segundo período (24 meses); na bacia do Lontra foi de 5,2% ao mês no primeiro período e de 0,42% ao mês, no segundo período. Com isto percebe-se uma acentuada queda no processo de desmatamento na área de estudo.

O fator abiótico, representado pela geomorfologia, apresentou dissecação média e fraca. A Tabela 3 apresenta as áreas encontradas em cada caso.

Tabela 3: dissecação do relevo das sub-bacias hidrográficas.

sub-bacia				
dissec.	Pucuruiz.		Lontra	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
média	92,51	60,73	243,39	88,57
fraca	59,81	39,27	31,42	11,43
total	152,32		274,81	

A sub-bacia do rio Lontra possui maior parcela de dissecação média, tanto em valores absolutos quanto em valores relativos. Assumindo-se que a perda de partículas está relacionada com a dissecação do relevo, a sub-bacia do rio Lontra deve participar mais intensamente sobre o ambiente aquático.

Outro ponto a ser destacado é a localização do desmatamento. As consequências ambientais são distintas em áreas desmatadas sob relevo declivoso ou plano. Para identificar estas situações, utilizaram-se os

recursos do Sistema de Informações Geográfica que permitiu cruzar os Planos de Informações (PIs), geomorfologia e uso da terra. A Tabela 4 apresenta estes resultados.

Tabela 4: Desmatamentos (1989) localizados segundo os compartimentos geomorfológicos.

dissec.	Pucuruiz. km <sup>2</sup>	Lontra km <sup>2</sup>
fraca	24,6	0,7
média	35,6	35,0
total	60,2	35,7

Com base na área desmatada por classe de dissecação do relevo, para o ano de 1989, observa-se que a sub-bacia do rio Pucuruizinho possui maiores valores, 60,2 km<sup>2</sup> contra 35,7 km<sup>2</sup> na bacia do rio Lontra, sendo que as duas áreas de estudo possuem, praticamente, a mesma área desmatada sobre o relevo com dissecação média e que é a dissecação mais intensa.

Considerando-se o período estudado (1986-1989), a sub-bacia do rio Lontra teve maior taxa de desmatamento (Tabela 2), que ocorreu sobre um relevo acidentado. Portanto, essa sub-bacia esteve sob duas condições, antrópica e abiótica, que favoreceram para maior contribuição de material ao ambiente aquático.

Assumindo-se que as macrófitas aquáticas flutuantes respondem às mudanças nas entradas de nutrientes provenientes das bacias, utilizou-se a área de ocorrência deste vegetal no compartimento aquático de cada sub-bacia, como um indicador da alteração ambiental. Na Tabela 5 pode-se observar estes resul-

tados. As áreas dos compartimentos aquáticos, avaliadas através da imagem de 27/07/87, foi de 42,15 Km<sup>2</sup> para o Pucuruizinho e de 14,79 Km<sup>2</sup> para o Lontra.

Tabela 5: Ocorrências de macrófitas aquáticas em área para os compartimentos aquáticos das duas sub-bacias.

data	Pucuruiz. Lontra			
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
22/06/86	2,96	7,0	0,00	0,0
27/07/87	9,57	22,7	4,64	31,4
16/07/89	13,52	32,1	12,03	81,3

No compartimento aquático do Lontra a área coberta por macrófitas foi menor, mas representa grande parte do compartimento (81,3%). A taxa de expansão desta planta, no período de 1986 a 1989, também foi maior no Lontra.

Estes resultados permitem inferir que alterações no ambiente aquático estão associadas as características da área de captação, sendo que a maior taxa de ocupação, avaliada através do desmatamento no período de 1986 a 1989, esteve associada à maior taxa de expansão de macrófitas aquáticas flutuantes.

As maiores taxas de desmatamento, na bacia do Lontra, ocorreram em relevos de dissecação média, o que permite concluir que a atividade antrópica, em ambientes abioticamente desfavoráveis ao uso da terra, resulta em maior impacto ambiental.

Alguns parâmetros naturais podem proporcionar conclusões errôneas. Por isso, deve-se levar em conta que a presença

de macrófitas pode estar associada aos ventos predominantes na região, que conduziram as macrófitas aquáticas flutuantes existentes no reservatório, para a margem esquerda, onde encontram-se os dois compartimentos aquáticos.

Outro problema que deve ser considerado na análise dos resultados obtidos, é a diferença de relações entre a área das bacias de captação e o volume de água em cada compartimento. Conforme o caso pode ocorrer diluição do material que chega ao reservatório. Este problema foi identificado neste trabalho. A área da sub-bacia do rio Pucuruizinho é menor do que a do Lontra, equanto que o volume de água armazenado é maior.

#### CONCLUSÕES:

Os fatores antrópico e abiótico, na bacia hidrográfica do rio Lontra, apresentaram forte influência sobre as condições ambientais do compartimento aquático e a análise integrada deles permitiu melhor compreensão das transformações ambientais verificadas.

Constatou-se também, que o uso da terra em áreas de relevo dissecado apresentou maiores alterações na água do reservatório.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do Solo. Livro Ceres. Piracicaba, 1985, 392 P.

- Braga, C. Z. F. Avaliação preliminar da produtividade primária na represa de Tucuruí, Pará com utilização de imagens TM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Manaus, 1990. Anais, São José dos Campos, INPE, 1990. p 826-830.
- Christofoletti, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgar Blücher, 1974, 159p.
- Hession, W. C.; Shanholtz, V. O. A Geographical Information System or targeting nonpoint source agricultural pollution. Journal of Soil and Water Conservation. 43(3):264-266, may-june, 1988.
- Mannering, J. V.; Fenster, C. R. Vegetative water erosion control for agricultural areas. In: National Symposium on Soil Erosion and Sedimentation by water. Proceedings. St. Joseph, MI, ASAE, 1977. 91-106p.
- Novo, E. M. L. M.; Pires, J. S. Sensoriamento Remoto e Limnologia: Estudos preliminares do Reservatório da UHE-Tucuruí. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Manaus, 1990. Anais, São José dos Campos, INPE, 1990.
- Odum, E. P. Ecologia. Editora Guanabara S. A. Trad. Rio de Janeiro, 1983, 434p.
- Onstad, C. A.; Mutchler, C. K.; Bowie, A. J. Predicting sediment yields. In: National symposium on soil Erosion and sedimentation by water. Proceedings. St. Joseph, MI, ASAE, 1977. p. 41-49.
- Penteado, M. M. Fundamentos de geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, 1978. cap. 9, p 99-109.
- Resende, M.; Almeida, J. R. de. Modelos de predição de perdas de solos: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. Informe Agropecuário, 11 (128) :38-54 ago. 1985.
- Strahler, A. N.; Strahler, A. H. Environmental Geoscience: integration between natural systems and man. Santa Barbara, CA, John Wiley, 1973.
- Tundisi, J. G. Limnologia de represas e barragens artificiais. Boletim de Hidráulica e Saneamento, sv (11), 1986. 46p.
- Tundisi, J. G. ed. Impactos ecológicos da construção de represas. São Carlos, USP/EESC, 1988. (Monografia em limnologia, V. 1 tomo 1).

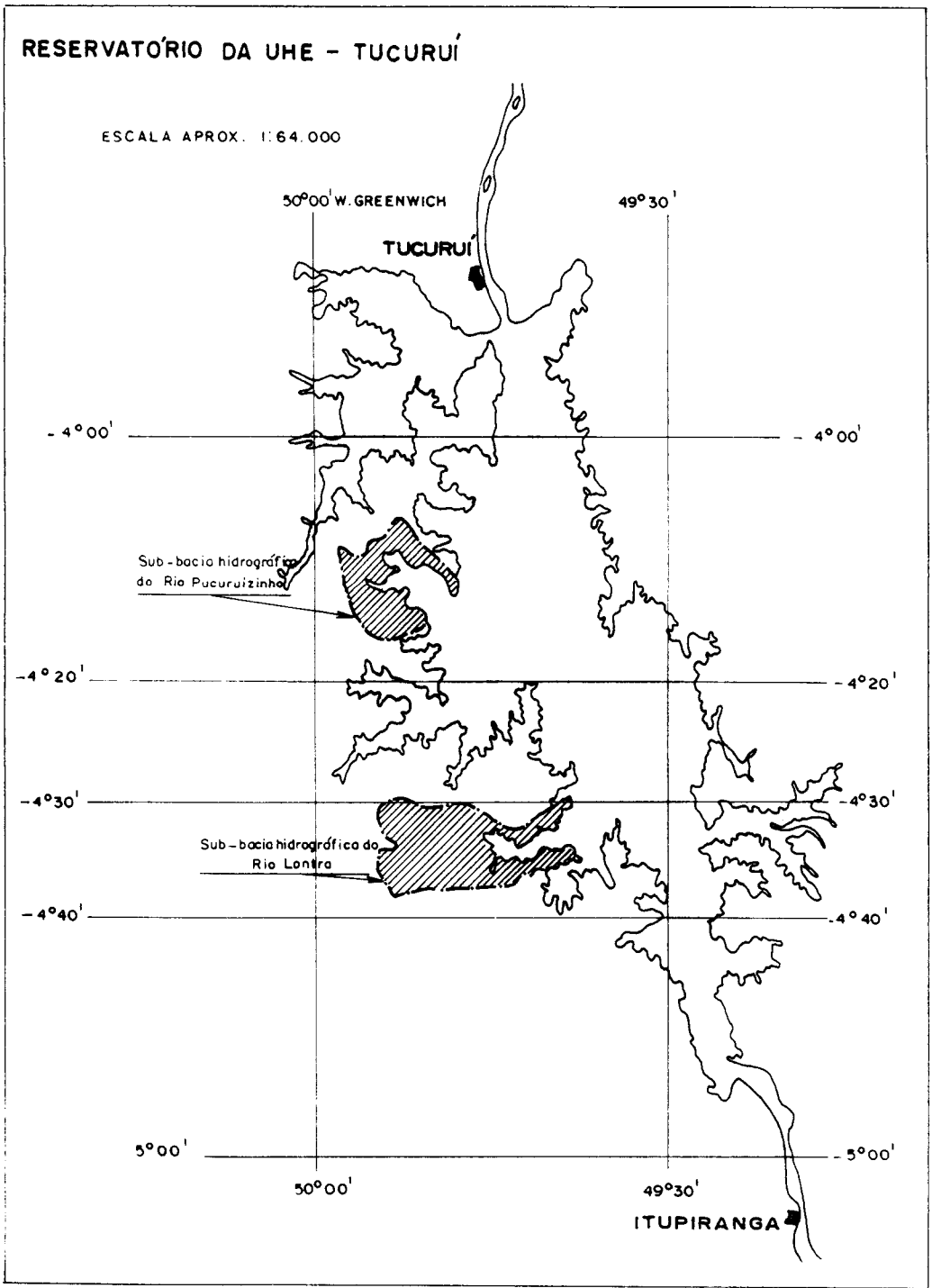


Figura 1: Sub-bacias hidrográficas