

"UMA PROPOSTA DE SELEÇÃO DE CRITÉRIOS PARA ESTUDO DE
ALTERAÇÕES AMBIENTAIS ATRAVÉS DE IMAGENS ORBITAIS"

Waterloo Pereira Filho
Instituto de Pesquisas Espaciais
Ministério da Ciência e tecnologia
Caixa Postal 515, 12201 - São José dos Campos, SP, Brasil

RESUMO

Este trabalho preocupa-se em identificar uma metodologia que possibilite o estudo do comportamento ambiental da região do "entorno" do reservatório da hidrelétrica Tucuruí. Em primeiro instante foi necessária a definição de áreas caracterizadas por fatores com maior ou menor potencial de alteração ambiental. Em todas as sub bacias hidrográficas foram avaliados fatores abióticos e antrópicos que pudessem afetar as trocas geoquímicas entre o ecossistema terrestre e aquático. Os fatores abióticos selecionados foram: geomorfologia e solos. Com relação a geomorfologia utilizou-se a variável dissecação como critério. Para identificar a contribuição dos diferentes tipos de solos, em relação aos sedimentos em suspensão foi observado a variável textura. O fator antrópico foi identificado pela porcentagem e a taxa de desmatamento entre 1979 e 1987, fator este monitorado através de dados Landsat. Através da identificação destas sub bacias hidrográficas pretende-se verificar a interrelação de diferentes condições físicas e antrópicas, identificáveis por satélite, de cada sub bacia na dinâmica das transformações ambientais.

ABSTRACT

The main concern of this work is to elaborate a methodology for the environmental study of hydroelectric power region Tucuruí. At first, areas susceptible to different degrees of degradation had to be defined. Therefore, the region around to lake was divided in to sub basins, which represent the test site modules. Abiotic and anthropic factors which affect geochemical changes between aquatic and terrestrial environments were characterized for in module. The selected abiotic factors were soil type and geomorphology. The soil textures affects the suspended sediment concentration in the reservoir. Terrain dissection degree was used to geomorphology. Concerning to anthropic factor deforestation rates and areas were observed by Landsat data. Finally, this work aims to verify the relationship between physical and anthropical conditions as shown by the Landsat images.

1 - INTRODUÇÃO.

Este trabalho propõe uma metodologia de investigação de alterações ambientais produzidas pela instalação de represas de grande porte na região amazônica. Para isso selecionou-se a Represa de Tucuruí. Como esta região, compreendida pela bacia hidrográfica do Araguaia Tocantins, encontra-se submetida a diversas condições de clima, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e as diferentes formas de ocupação e exploração antrópica, torna-se complexo para um estudo inicial, levar em consideração todas estas variáveis. Deste modo, o estudo restringiu-se apenas a região de entorno, cujo impacto ambiental é mais imediato.

A construção de uma represa ocasiona modificações nos sistemas ecológicos aquático e terrestre na área do lago e entorno, respectivamente. Este ambiente, entretanto, sofre influência das condições geológicas, pedológicas, climáticas, de cobertura vegetal e de outras características à montante da barragem e provoca, também, alterações ambientais a jusante, funcionando como um "vaso de reação" (Tundisi, 1986).

Em decorrência da instalação de uma usina hidroelétrica alteram-se, principalmente, as condições de fluxo, além de instalar no local um novo nível de base que condicionará os processos erosivos das circunvizinhança. Pode-se enumerar um número considerável de consequências decorrentes da construção de uma usina hidroelétrica: "Alteração na migração de peixes e consequente estoque pesqueiro; desenvolvimento de macrófitas aquáticas, o que pode impedir a navegação e a pesca; propagação de doenças como malária, esquistossomose e outras; diminuição do oxigênio da água e presença de gás sulfídrico tóxico decorrentes da grande quantidade de matéria orgânica em decomposição, o que pode diminuir a vida útil das construções e das turbinas" (Wolfgang, 1983 e Tundisi, 1986b).

Somados a estes pontos aparecem também problemas decorrentes do intenso desmatamento da região do entorno acarretando, através da erosão do solo, diferentes níveis de concentração de sedimentos em suspensão levando, entre outros efeitos, a uma diminuição do volume útil da represa e variação do nível trófico.

Esta estrutura complexa desencadeia reações que afetam diretamente o homem e o meio ambiente. Na tentativa de compreender este dinamismo, através de imagens de satélite de recursos naturais, surgiram algumas questões como: O que é realmente

modificação do ambiente? Como avaliar a relação existente entre as condições naturais existentes e a atuação antrópica para as diferentes situações da área do entorno? Que informações de Geomorfologia, Solos, Vegetação e da atividade antrópica para a referida situação devem ser obtidas? Como obtê-las? Como integrá-las? Este trabalho propõe uma abordagem metodológica para tentar responder a estas questões.

2 - CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA ESTUDADO.

A situação compreendida pelo "vaso de reação" caracteriza este sistema como sendo um sistema não-isolado, (Chorley et alii, 1971 e Christofolletti, 1979), pois mantém relações com outros sistemas através de constantes trocas de energia e matéria. Mas, para entender o comportamento deste "vaso de reação" adotou-se áreas amostrais que fossem representativas das diversas condições ambientais encontradas na área de estudo, definindo-se duas sub bacias hidrográficas representativas da área de estudo. Entretanto, foram considerados constantes as variáveis precipitação e insolação, por apresentarem uma variação não representativa.

Segundo Kritz (1985) este sistema aberto caracteriza-se por encontrar-se em equilíbrio dinâmico, isto é, não assume valores inesperados e ainda permite o estabelecimento de limites e padrões de comportamento. Este autor, considera como perturbação as modificações ambientais por motivos não naturais, o que pode ser relacionado com a intensa atividade antrópica estabelecida nos últimos anos, na área em estudo, conforme identificado em imagem de satélite.

Entende-se que cada sub bacia contribui para a caracterização ambiental do lago de acordo com suas características abióticas e antrópicas, desta forma, propõe-se as seguintes fases.

1. Identificação de fatores abióticos que afetam as entradas energéticas no sistema aquático.

2. Atribuição de pesos em função da intensidade com que cada fator pode contribuir para o desequilíbrio ambiental.

3. Classificação das sub bacias hidrográficas abastecedoras do reservatório em função da intensidade de cada fator ponderado pela área de sua incidência na respectiva sub bacia.

3 - IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DA ÁREA EM ESTUDO.

Para avaliar a contribuição de cada fator abiótico e antrópico por sub bacia foi necessário definir um método para quantificar os fatores que promovem a modificação e caracterização ambiental. Os fatores abióticos selecionados foram geomorfologia e solos. O fator antrópico foi quantificado pela área relativa desmatada. Os parâmetros clima e vegetação foram considerados homogêneos para toda a área em estudo, o que produz semelhantes efeitos para as diversas sub bacias em estudo. Por este motivo não são abordados neste trabalho. Com relação aos aspectos abióticos adotaram-se os fatores acima citados por se compreender que as formas do relevo resumem a atuação dos fatores exógenos sobre o arcabouço geológico traduzindo, deste modo, grande parte dos fenômenos da superfície terrestre e que os solos contribuem proporcionalmente com sua textura, isto é, solos arenosos são mais suscetíveis à erosão e, conseqüentemente, aumentam a concentração de sedimentos em suspensão. A abordagem sobre os fatores relevantes é mostrada a seguir.

3.1. - GEOMORFOLOGIA

Com relação à Geomorfologia adotou-se o parâmetro de dissecação do relevo como indicador do grau de suscetibilidade à erosão. A classe de dissecação do relevo foi associada com a fase de entropia do modelado terrestre relacionando-se, deste modo, com a energia disponível no sistema, este raciocínio está associado com as sub bacias dentro de uma perspectiva de um sistema isolado. Leopold e Langbein (1962) in Christofolletti (1980) consideram que a entropia de um sistema é função da energia disponível e não uma função da energia total dentro do sistema. A entropia está relacionada da seguinte forma: Quanto maior a entropia, menor é a quantidade de energia disponível. Esta energia foi associada a fase de dissecação do relevo relacionando o fato de que quanto mais dissecado o relevo, menor é o nível de entropia e maior sua suscetibilidade a erosão e conseqüente contribuição de sedimentos ao meio aquático, obtendo-se, deste modo, uma forma simples e rápida de avaliar a contribuição das vertentes em cada sub bacia.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), salienta a relação da erosividade com a topografia do terreno, verificando que aumenta a erosão à medida que avança-se da depressão para o planalto.

3.2. - SOLOS

Embora alguns autores citem que a erodibilidade dos solos está associada a

diversos parâmetros como teor de matéria orgânica, pH, profundidade dos horizontes dos solos, etc... No trabalho realizado pelo IPT na bacia do Peixe-Paranapanema verificou-se que a erodibilidade está associada principalmente com as características texturais, identificando que a erodibilidade é superior em solos de textura arenosa e média do que em solos de textura argilosa.

O IPT agrupa em três conjuntos os principais fatores naturais mais importantes que contribuem para a suscetibilidade dos solos à erosão, quais sejam: 1) natureza do solo, identificado pela textura, 2) morfologia do terreno, que aqui é observado pela variável dissecação do relevo, anteriormente comentado, e 3) fatores climáticos. Neste trabalho o fator climático foi adotado como constante para toda a área em estudo, isto é, considerou-se como uma única classificação climática, que segundo Koppen encontra-se na classe do tipo Am, isto é, clima tropical úmido com a temperatura média do mês mais frio nunca inferior a 18°C. A letra "m" caracteriza o clima de monção, com precipitação excessiva durante alguns meses (SUDAM, 1984).

Embora a equação universal de perdas do solo seja indicada para pequenas áreas, pelo fato de abordar a contribuição do tipo de exploração agrícola, ela poderá esclarecer a contribuição do critério solo neste estudo, uma vez que são adotados duas classes de cobertura da terra, isto é, floresta e não floresta. Outro aspecto deve ser observado nesta equação para o uso em sub bacias hidrográfica, é o fato de que o solo erodido será levado até o corpo d'água, local onde ocorrerá maior incidência de sedimentos em suspensão e assoreamento. Outras variáveis da equação universal de perdas do solo como morfometria do relevo, como visto anteriormente e precipitação constante.

Com relação à erodibilidade dos solos adotou-se a abordagem de Boyoucos (1935). Este autor relaciona a suscetibilidade do solo à erosão com as diferentes proporções de texturas de solos, chamando de "razão de argila". Este autor comenta que este processo, com raras exceções, não coincidiu com o método realizado pela U. S. Bureau of Chemistry and Soils para a erodibilidade de solos sob mesmas condições. Deste modo foi possível, com apoio de mapas de solos realizado pela Engevix, Themag e Eletronorte, identificar solos com diferentes texturas e, portanto, com diferentes níveis potenciais de contribuição de sedimentos para o meio aquático em cada sub bacia.

3.3. - USO DA TERRA

Pelo fato da área em estudo encontrar-se inicialmente com quase 100% de cobertura florestal e praticamente com uma única classe de cobertura vegetal, decidiu-se identificar a contribuição do uso da terra através do incremento de desmatamento no decorrer do tempo por sub bacia. As datas utilizadas foram 1979 (imagem Landsat-MSS) e 1987 (imagens Landsat-TM). Esta decisão está apoiada em uma relação mostrada por Strahler et alii (1973) que mostra o efeito da retirada da cobertura florestal no aumento da erosão em um determinado solo (próximo de 1000 vezes). Fernside (1980) observa também a baixa erosão em floresta virgem e a erosão em pastagens é alta com desvio padrão quase duas vezes o valor da média. A avaliação desta variável (floresta e não floresta, combinação binária) foi feita através da análise de imagens de satélite. Para esta variável foi atribuído um maior peso (2) em relação aos critérios abióticos (1) por se tratar de uma variável que pode ser controlada no tempo e no espaço.

4. - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS FATORES.

Após a identificação das sub bacias do entorno, da dissecação do relevo, dos tipos de textura dos solos e uso multitemporal da terra, foi feita a avaliação da área e contribuição relativa de cada fator por sub bacia. O método utilizado para avaliar a área de cada classe de intensidade das sub bacias foi o de contagem de pontos. Com isto, foi possível a elaboração de uma tabela que contivesse as informações necessárias a este estudo, ou seja, sub bacias que possuem maior e menor limitação abiótica ao uso da terra pelo homem e maior e menor interferência antrópica independentemente da aptidão da sub bacia.

Para a construção desta tabela avaliou-se a área relativa de cada parâmetro, associando-se proporcionalmente a área de cada parâmetro com a maior ou menor contribuição do respectivo parâmetro por sub bacia. Deste modo, esta tabela possui para o fator geomorfologia, a área de diferentes classes de dissecação do relevo, sendo que, cada classe recebeu diferentes pesos, relacionando-se a classe de maior peso com o maior nível de dissecação, obedecendo às seguintes classes de dissecação, conforme mapa de referência, forte, média, fraca e muito fraca. A contribuição dos solos foi realizada de modo análogo, porém, obedecendo às seguintes classes: arenosa, média e argilosa, também obtidos a partir de mapa de solos.

A contribuição do fator antrópico foi identificado a partir de imagens, conforme anteriormente comentado, e sua contribuição foi verificada segundo dois parâmetros: um indicou o desmatamento relativo por sub bacia nas duas datas e outro indicou o aumento relativo de desmatamento entre as duas datas.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que a abordagem metodológica exposta no presente trabalho, isto é, a forma como são analisados os solos, geomorfologia e atividade antrópica e a forma que é avaliado a interação entre estes fatores, realmente identifica sub bacias representativas das diversas situações ambientais, permitindo, conseqüentemente, uma melhor compreensão das condições ambientais do lago e entorno da UHE-Tucuruí, representando um caminho simples e eficiente para estudos de monitoramento ambiental por satélite de recursos naturais.

Este trabalho fornece suporte para o uso do Sistema Geográfico de Informações (SGI), objetivo de outro trabalho.

Por meio deste método pode ser elaborado um mapa que represente a localização das diversas situações ambientais, e através deste mapa poderão ser definidos os pontos de coleta dos parâmetros de qualidade de água, tornando mais representativa a amostragem para estudos de limnologia.

5 - BIBLIOGRAFIA

- BOUYOUCOS, G. J. The Clay Ratio as a Criterion of Susceptibility of Soils to Erosion. Journal of the American Society of Agronomy, 27:738-741, 1935.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo, EDUSP. 1979. 106p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Edgard Blücher. 2a ed. São Paulo, Edgard. 1980. 188 p.
- CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. Physical Geography: a Systems Approach. London, Prentice Hall, 1971. 370 p.
- FERNSIDE, P. M. A Previsão de Perdas de Terra Através de Erosão do solo sob Vários Usos de Terra na Área de Colonização da Rodovia Amazônica. Acta Amazônica, 10(3):505-511, 1980.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Departamento de águas e energia elétrica. Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo: Bacia do Peixe-Parapanema. São Paulo, s.d. (IPT relatório no. 24739).

KRITZ, M. V. Modelagem de Ecossistemas. Rio de Janeiro, LNCC, 1985, 37p, (LCC 013/85).

STRAHLER, A. N.; STRAHLER, A. H. Environmental Geoscience: Interaction between Natural Systems and Man. Santa Barbara, CA. Hamilton, 1973. 511 p.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. Atlas climatológico da amazônia brasileira. Belém, 1984. 125 p.

TUNDISI, J. G. Limnologia de Represas Artificiais. Boletim de Hidráulica e Saneamento, sv (11), 1986. 46 p.

TUNDISI, J. G. Ambiente, represas e barragens. Ciência Hoje, 5(27):49-54, nov-dez, 1986.

WOLFGANG, J. As águas da região amazônica. In Amazônia Desenvolvimento integração ecologia. São Paulo, Brasiliense/CNPq, 1983. 328p.