

A limnologia em relação ao ambiente terrestre, identificado com o uso de imagens CBERS-2, em distintas áreas de captação da bacia hidrográfica do arroio Barriga, RS – Brasil

Flávio Wachholz¹
Waterloo Pereira Filho¹

¹Departamento de Geociências, Prédio 17, Universidade Federal de Santa Maria
97105-900 – Santa Maria – RS, Brasil
fwalemao@yahoo.com.br
waterloo@base.ufsm.br

Abstract. This paper showed the forms and the dynamics of the landuse and their influences in the aquatic variables in the basin of Barriga stream, localized no southern the Brazil. The parameters identified were: temperature, TDS, electric conductivity and pH, and the sampling happened in may and august of 2004, in main channel and their tributaries. The landuse was characterized by CBERS-2 CCD. It was verified that in areas with forest prevalence the limnology variation is smaller. The other side, where the human activities were larger, the changes in the water was more accentuated.

Palavras-chave: limnology, CBERS 2, landuse, limnologia, CBERS 2, uso da terra.

1. Introdução

As características sinóticas do sensoriamento remoto permitem avaliar a dinâmica dos recursos naturais. Estas informações são obtidas através de técnicas de aquisição e processamento de imagens oriundas de qualquer lugar do globo terrestre a partir de sensores orbitais (INPE, 2003). O Brasil está investindo em sistema sensores como o CBERS 2 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) que foi lançado em 21 de outubro de 2003, e é designado na captura de imagens de alta resolução, constituído de sofisticados sensores: WFI (Imageador de Visada Larga), o IR-MSS (Varredor Multiespectral Infravermelho) e o CCD (Câmara de Alta Resolução).

O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é ideal para acompanhar a dinâmica do uso da terra e analisar espacialmente os objetos ao longo do tempo. Visto que, as intervenções antrópicas no ambiente natural resultam em mudanças na composição e distribuição da vegetação, no tempo e no espaço (Roy e Tomar, 2001).

No entanto, a presença da mata ciliar tem a sua importância na proteção às margens dos rios, habitat da vida animal, a proteção do ecossistema aquático adjacentes, e constitui um dos fatores que, em conjunto com outras práticas conservacionistas, compõem o manejo adequado da bacia com a finalidade de garantir a quantidade e qualidade dos recursos hídricos.

Em uma bacia hidrográfica, a redução da vegetação intensifica os processos erosivos, desencadeando uma maior perda de solos em decorrência do escoamento superficial. O material particulado alcança os rios, alterando as propriedades opticamente ativas inerentes à superfície aquática.

Para Mota (1997) há uma grande interrelação entre os ambientes aquáticos e terrestres, no entanto, o desmatamento, os movimentos de terra, a impermeabilização do solo, e as atividades urbanas e rurais, podem provocar alterações nos ambientes aquáticos, com graves prejuízos para seus organismos.

A cor da água é o resultado das substâncias dissolvidas e suspensas na água, provenientes principalmente da lixiviação da matéria orgânica. Em consequência pode limitar a penetração dos raios solares na água. A temperatura da água depende também da presença de mata ciliar ao longo dos canais e do fornecimento hídrico subterrâneo ou superficial. O pH caracteriza-se

pela medida da concentração hidrogeniônica da água, sendo controlado pelas reações químicas e pelo controle entre íons presentes advindos da superfície terrestre.

As florestas propiciam o fornecimento de ácidos orgânicos, conjuntamente com os dejetos, detritos e poluentes lançados pelas áreas urbanas e industriais podem elevar o pH da água (Christofolletti, 1988). A distribuição dos usos da terra em uma bacia hidrográfica influem no comportamento da condutividade elétrica da água (Pereira Filho, 2000). A condutividade elétrica é sensível à presença de sólidos dissolvidos e a presença de sais.

As rochas influenciam na condutividade elétrica e no pH, em que as áreas de captação onde há presença de granitos e gnaisses têm estas variáveis atenuadas, enquanto em presença de rochas vulcânicas, areníticas e carbonatadas são acentuadas (Champman, 1997). Destaca-se que o TDS (Totais de Sólidos Dissolvidos) representa todo material dissolvido em um determinado volume de água (Feitosa e Manoel Filho, 1997).

O objetivo da pesquisa consiste em avaliar a vulnerabilidade da condutividade elétrica, pH, TDS e a temperatura em relação às formas e a dinâmica de uso da terra, considerando os meses de maio e agosto de 2004. Esta pesquisa realizou-se na bacia hidrográfica do arroio Barriga, afluente do rio Jacuí – este de grande importância no fornecimento hídrico para a agricultura no estado do Rio Grande do Sul (Brasil).

2. Área de estudo

A bacia hidrográfica do arroio Barriga abrange quatro municípios no Estado do Rio Grande do Sul, podendo-se destacar: Cachoeira do Sul, Cerro Branco, Novo Cabrais e Paraíso do Sul. A área compreendida pela bacia é de 165 km² em que 62% da área tem altitude inferior a 100 metros que essencialmente está localizada no compartimento geológico-geomorfológico da Depressão Periférica Sul-rio-grandense e a área compreendida de 200 a 550 metros localiza-se no rebordo do Planalto Sul-rio-grandense. Enquanto a área ocupada pela Depressão Periférica é plana com a presença de várzea junto aos canais e também a presença de colinas, já no rebordo do planalto, área de contato entre depressão e planalto, caracteriza-se pela presença de morros íngremes, que limitam a ocupação humana.

A população residente na bacia é essencialmente rural dedicando-se principalmente as culturas de fumo, soja, milho e arroz, que está relacionado com a aptidão de uso. A cultura do fumo está localizada nas áreas de colinas e no rebordo do planalto, vista a possibilidade e do cultivo mais rentável em pequenas propriedades. O milho é cultivado nas colinas, plantado não somente como cultura única anual, mas como segunda cultura anual nas restevas de fumo. A cultura do arroz ocorre nas várzeas sob a forma sistematizada em que necessita uma alta disponibilidade hídrica, que advém do arroio Barriga e de reservatórios, atividade esta desenvolvida principalmente no centro-sul da bacia. A soja está concentrada a leste da bacia nas colinas, esta atividade é cultivada em áreas mais amplas e caracteriza-se principalmente por variedades transgênicas.

3. Metodologia

Os dados do ambiente aquático foram definidos por 28 pontos amostrais distribuídos uniformemente pela bacia hidrográfica do arroio Barriga. Estes pontos foram designados a partir de uma amostragem no canal principal e nos principais afluentes, sendo localizado nestes respectivamente, 13 e 15 pontos amostrais (**Figura 1**).

Em cada ponto amostral foram avaliados os seguintes parâmetros limnológicos: condutividade elétrica, TDS, temperatura, obteve-se através do condutímetro ORION 515; o pH obteve-se através do peagâmetro Sensoglass. As amostras foram geradas em uma primeira

coleta realizada 15, 16 e 17 de maio de 2004; e a segunda coleta realizada 21, 22 e 23 de agosto de 2004.

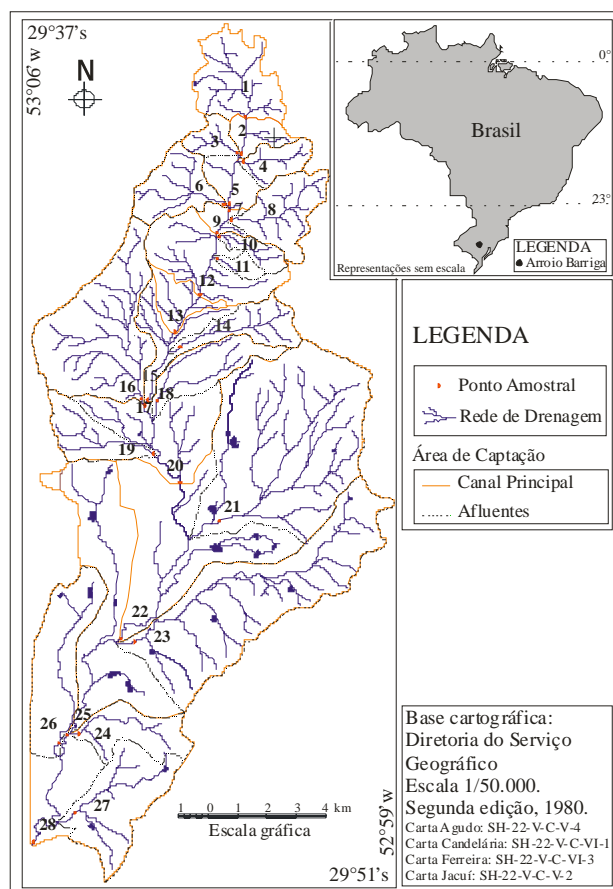


Figura 1: Disposição dos pontos amostrais na bacia hidrográfica do arroio Barriga – RS

As imagens adquiridas foram do satélite CBERS 2 – CCD (Órbita-ponto 159/133). A imagem de satélite utilizada para relacionar com os dados da primeira coleta das amostras foi de 21/05/2004 e para a segunda coleta das amostras foi de 12/07/2004. A escolha das imagens decorreu em função das passagens do satélite e a cobertura de nuvens. As bandas utilizadas foram: 2, 3 e 4, que compreendem respectivamente as faixas do espectro eletromagnético do verde, vermelho e do infravermelho próximo.

O processamento das imagens das duas datas desenvolveu-se no software SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). Para informar as formas de uso da terra foi realizada a classificação digital da imagem (Maxver) após esta etapa foi suprimida as áreas poligonais constantes a cada uma das 28 áreas de captação. Os usos da terra foram quantificados e avaliados seguindo-se as categorias: floresta, sombra, campo, cultura, solo exposto e água.

Cada variável limnológica foi avaliada correspondendo o uso da terra da área de captação do ponto amostral. Sendo avaliados, os dados das duas coletas, frente à dinâmica do uso da terra entre os dois períodos, abedecendo a mesma continuidade espacial. Juntamente foram considerados os dados oriundos dos trabalhos de campo na verificação das influências do ambiente terrestre no entorno amostral.

4. Resultados e discussões

4.1. Ambiente Terrestre

O ponto amostral mais a nascente tem sua área de captação mais preservada que em relação a demais unidades amostrais. No entorno deste ponto há uma grande presença de mata ciliar, o que confere a água menores perturbações, em relação às atividades antrópicas.

As áreas de captação de 1 a 17, as florestas encontram-se preservadas, com o predomínio de espécies nativas e a presença de florestas secundárias. Nestes setores, o desmatamento produz lenha para o uso doméstico como também na secagem do fumo, onde o eucalipto é principal espécie utilizada.

A jusante do ponto 18 a porcentagem de área florestal apresenta uma brusca redução. Este setor apresenta por outro lado, geomorfologia com relevo plano, o que facilita o desenvolvimento de atividades antrópicas. Ao contrário do setor a montante onde há o predomínio de espécies nativas em relevo dessecado.

As florestas não apresentam uma alteração acentuada durante o período analisado. A diferenciação ocorrida de maio a julho se dá em função da ampliação das áreas de sombra, devido ao relevo. As áreas de sombra são mais significativas na margem esquerda em que há grande presença de vertentes voltadas para oeste e sul, visto a passagem do satélite CBERS 2 ocorrer às 13 horas e 35 minutos (GMT).

As áreas de campo (gramíneas) que ocorrem na bacia hidrográfica são utilizadas para a pecuária de corte de caráter de subsistência e comercial. As áreas de captação a montante do ponto 17 caracterizam-se por apresentarem uma porcentagem de campo em torno dos 20%. Nestas áreas é desenvolvida a pecuária de subsistência. As áreas a jusante do ponto 17 admitida por relevos de colinas é utilizada para a pecuária. As áreas de captação 23 e 27 têm uma maior porcentagem desta cobertura terrestre. Estas áreas se destacam por uma pecuária em que se utiliza técnicas mais avançadas, cujo destino é comercial.

A variação da classe campo entre os dois meses analisados refere-se ao preparo de áreas agrícolas no que está relacionado ao cultivo do fumo, em que este fenômeno é mais recorrente a jusante do ponto 8.

A área de solo exposto abranda-se até o ponto 17, área em que o cultivo predominante no verão é o fumo. Após o estágio de seu desenvolvimento estas áreas apresentam o solo exposto. A jusante da área de captação 18 é crescente a presença solo exposto, cuja localização é próxima aos canais, onde é cultivado o arroz dos meses de outubro a abril, enquanto que de maio a setembro estas áreas de várzea encontram-se com o solo exposto. A maior porcentagem de solo exposto ocorre na área de captação 26, visto se caracterizar como uma área de várzea, o que facilita o desenvolvimento de atividades orizícolas e que, no entanto o solo ficou exposto nas duas datas de passagem do satélite CBERS, com redução desta classe em julho.

A área de solo exposto diminui no mês de julho em relação a maio principalmente a jusante do ponto 17. na data ocorre o plantio de pastagens para prevenção da erosão causada pelo escoamento superficial, já que estas áreas se localizam nas colinas onde os processos erosivos estão mais atuantes.

As pastagens desenvolvidas na bacia hidrográfica do arroio Barriga são mais restritas no alto e médio curso, onde ocupam áreas de cultivo do fumo durante o verão. Visto também esta atividade ser cultivada em pequenas propriedades, a área de pastagem apresenta-se muito segmentada ao longo destes cursos. No baixo curso as pastagens se ampliam em julho, visto que em maio é época de sementeação, que identifica estas áreas como solo exposto. Já na segunda data as pastagens encontram-se desenvolvidas.

A superfície aquática é compreendida principalmente por açudes ou reservatórios, que são utilizados para dessedentação de animais, para a piscicultura e para a irrigação. As duas áreas de captação localizadas a montante têm uma maior presença de superfície hídrica dadas à condição geomorfológica de topo de morro. Do ponto 2 ao 19, a superfície hídrica é pouco

representativa, pois a construção de açudes limita-se a piscicultura e a pecuária. Neste setor há muitos reservatórios de pequena dimensão que não são captados pelo sensor CBERS.

A jusante do ponto 19 há uma maior porcentagem de superfície hídrica, frente aos inúmeros açudes construídos com finalidade de irrigar a cultura do arroz. Estes açudes localizam-se nas rupturas de declive entre as colinas e a várzea, ou ainda nas nascentes dos afluentes do canal principal.

A superfície aquática está mais presente em julho, pois em maio os reservatórios apresentavam pouca água em virtude de seu uso intenso para a irrigação entre os meses de outubro a abril e as chuvas não foram suficientes ao seu preenchimento. O fator redutor da lâmina d'água a montante é o esvaziamento para retrair os peixes. Em julho, após várias precipitações a superfície hídrica é muito superior, porém os reservatórios não estão preenchidos devido à insuficiência das precipitações e também o tamanho dos reservatórios, reduzida fonte hídrica subterrânea e superficial.

4.2. Ambiente aquático

Cada variável limnológica responde diferente a condição do ambiente terrestre. Já a temperatura da água é uma das variáveis limnológicas mais afetadas pelas condições atmosféricas, mas, no entanto, é uma variável fortemente afetada pelas condições terrestres. A condição atmosférica decorrentes pela temperatura do ar caracteriza-se na primeira coleta em que é mais elevada na média de 18 °C, enquanto que para a segunda coleta realizada em agosto é de 14 °C. Essa variação da temperatura do ar entre as duas coletas influenciou nas distinções entre dados da temperatura da água de ambas coletas.

O tempo de residência da água influi diretamente a partir das primeiras unidades amostrais, o que acontece com as quatro primeiras unidades amostrais da água (**Figura 2**). Os pontos 3 e 4, afluentes do arroio Barriga, possui no seu entorno amostral pouca mata ciliar ao contrário dos pontos anteriores. Esta característica destes dois pontos influi no maior recebimento de energia solar e em constância caracterizou no aumento da temperatura da água. Justifica-se ao ponto 5, que não possui esta característica de seu entorno amostral, mas em decorrência da maior largura do canal a temperatura é superior que o ponto 2.

No ponto 6 a temperatura é maior que no ponto a montante e a jusante deste, visto que a área de captação deste afluente tem vertentes de predominância leste e norte, que possibilita um maior recebimento de energia solar, já as florestas presentes no seu entorno atenua a influência das variáveis atmosféricas.

A área de captação 8 apresenta a segunda maior temperatura registrada na bacia. A largura da lâmina d'água em alguns setores é superior que 4 metros, que implica no maior contato atmosférico e torna esse ponto mais suscetível a mudanças. Em decorrência ainda de apresentar um grande volume hídrico, o ponto interfere no ponto do canal principal acentuando na temperatura do ponto a jusante.

Os pontos amostrais entre 14 e 18 o comportamento da temperatura sofreu alteração, em função da temperatura do ar no dia anterior ter sido mais elevada e devido ao retardamento desta influencia sobre a água estes pontos apresentaram esta variável mais acentuada em agosto, apresentando as maiores temperaturas referente ao mês.

A jusante do ponto 19 este comportamento é o mesmo da montante em que as temperaturas relativas ao mês de maio em que está mais acentuada. As condições do comportamento das variáveis resultam da largura inferior do canal ao que ocorre no médio curso. Apresenta mata ciliar mais desenvolvida nesta seção, principalmente a jusante.

A condutividade elétrica é uma das variáveis limnológicas que mais está relacionada com ambiente terrestre (Pereira Filho, 2000). Os primeiros cinco pontos amostrais localizados na

porção montante caracterizam-se por pouca variação, enquanto os pontos a jusante destes caracterizam-se por uma maior variação e também pelo aumento desta variável.

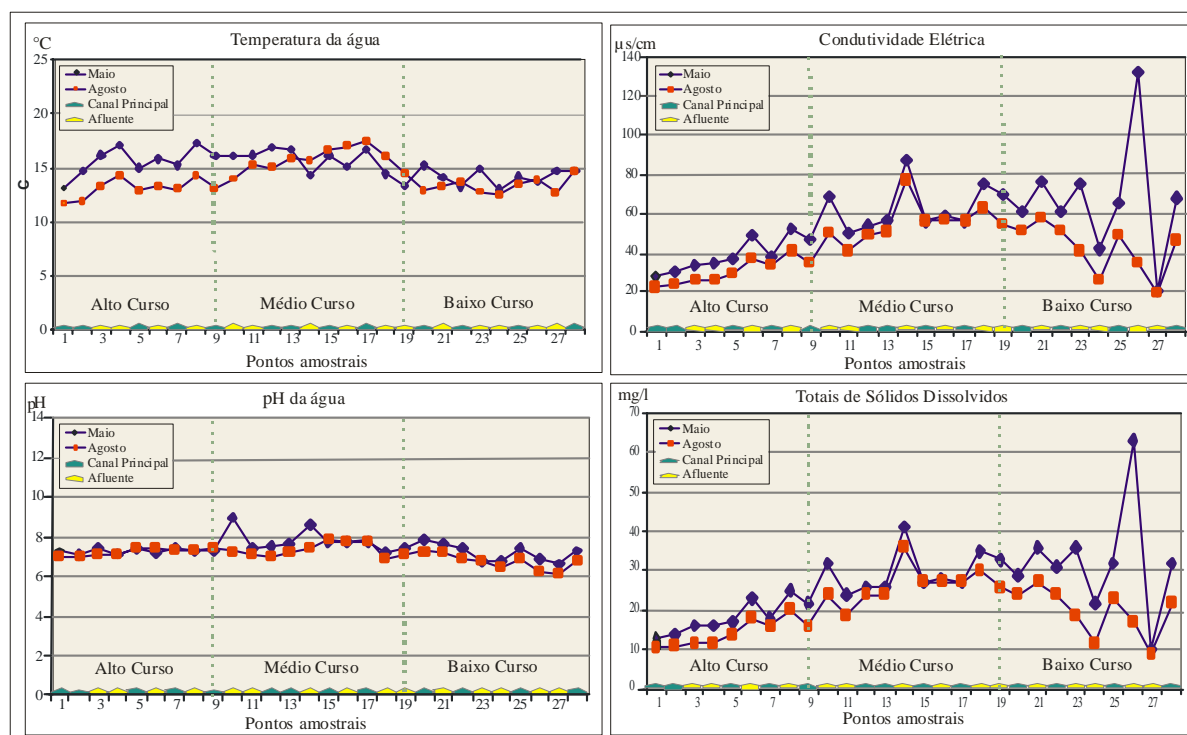


Figura 2: Temperatura, condutividade elétrica, pH e TDS dos pontos amostrais na bacia hidrográfica do arroio Barriga-RS

No baixo curso, a condutividade elétrica em maio é mais acentuada que as amostras obtidas em agosto. Esta característica destes pontos relaciona-se as atividades pluviométricas mais significativas na segunda obtenção amostral. O destaque referente à amostra 26 do mês de maio decorre das atividades desenvolvidas no entorno que relacionam com a forte presença de pecuária, condições que conduzem no aumento da variável.

O total de sólidos dissolvidos tem um comportamento idêntico à condutividade elétrica, visto o comportamento desta variável depender dos sais presentes na água. Estes sais que desprendem das rochas e solos presentes nas áreas de captação. Mas depende também dos usos da terra presentes na bacia hidrográfica, visto que em áreas mais antrópicas esta variável encontra-se mais elevada, como no caso o médio e baixo curso.

O pH da água das nove primeiros pontos amostrais caracterizam-se pouca variação com caráter próximo a neutro, visto haver poucas modificações do ambiente. Os pontos subsequentes como o caso do ponto 10 e 14, em que em maio apresenta os maiores valores de pH superior a 8. Este comportamento refere-se a estes dois afluentes, em decorrência da vinculação de esgoto doméstico, já em agosto quando o canal apresentava uma maior volume hídrico, está influência foi menor. As amostras que compreendem o baixo curso tiveram o mesmo comportamento, porém a interferência principal foi o volume hídrico.

4.3. Vulnerabilidades

Os pontos das áreas de captação da montante as variáveis limnológicas tem um comportamento mais adequado e tem poucas alterações no período analisado. Estas características fortalecem a idéia em que ambientes mais preservados tem um comportamento mais regular.

As áreas de captação situadas no baixo curso são muito mais vulneráveis as atividades desenvolvidas pelo homem. As variáveis limnológicas são afetadas pela cobertura terrestre dinamizada pela ação antrópica, que promove a acentuação destas variáveis. No entanto a cor da água apresenta tonalidades marrons no setor de baixo curso, devido às áreas de solo exposto.

A temperatura e o pH são as variáveis limnológicas que mais se correlacionam com as florestas. A dependência entre estas duas variáveis se destaca pela proteção dimensionada por esta cobertura terrestre, com a menor incidência dos raios solares e também um equilíbrio do fornecimento de ácidos orgânicos.

Em maio a condutividade elétrica correlaciona-se com o solo exposto. Esta influência é oriunda do fornecimento de matéria orgânica e quanto maior for a porcentagem ocupada por esta cobertura maior será condutividade elétrica e total de sólidos dissolvidos.

A presença de culturas no caso as pastagens que apresenta a maior dinâmica em que em julho aumenta o fator de correlação com as variáveis limnológicas. Porém é uma correlação baixa derivada de precipitações nos dias anteriores da coleta.

As áreas de captação adjacente ao canal principal são os principais responsáveis pela sua alteração. A cobertura terrestre das várzeas que se localizam junto ao canal principal tem baixa influência relacionada a poucas perdas por escoamento superficial.

5. Conclusões

As imagens CBERS 2 - bandas 2, 3 e 4 - possibilitaram a identificação da distribuição e da dinâmica dos atributos espaciais em dois períodos do ano: uma em 21 de maio de 2004 e 12 de julho de 2004. A dinâmica do espaço caracteriza-se em função do equilíbrio natural das áreas, em que são desenvolvidas as atividades antrópicas. O ecossistema aquático é mais estável quando a cobertura terrestre na área de captação é a vegetação arbórea. Um fator positivo é o desenvolvimento de espécies de ervas daninhas em solo em exposição e plantio de pastagens passa proteger os ambientes aquáticos em função de perderem, com menor intensidade, sedimentos para o sistema aquático.

6. Agradecimentos

Pelo financiamento a esta pesquisa, dado pelo Fundo de Amparo à Pesquisa no Rio Grande do Sul – FAPERGS – Processo nº 03/50570.4.

7. Referências

FEITOSA, F.; MONOEL FILHO, A.C. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. 412 p.

CHAMPMAN, D. **Water Quality Assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. Second edition. London and New York, 1997. 627 p.

ROY, P.S.; TOMAR, S. Landscape cover dynamics pattern in Meghalaya. **International Journal of Remote Sensing**, v.22, n. 18, p. 3813 – 3825, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1988. 328p.

PEREIRA FILHO, W. **Influência dos Diferentes Tipos de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas sobre Sistemas Aquáticos da Margem Esquerda do Reservatório de Tucuruí-Pará**. 2000. 138 p. Tese (Doutoramento em Geografia Humana)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **SPRING**, Brasil, Ajuda do Software SPRING 4.0, 2003.

MOTA, S. **Introdução à engenharia ambiental**. Rio de Janeiro: Abes, 1997. 292 p.