

Estudo da conectividade de sedimentos em canais na sub-bacia do rio São Pedro (RJ).

LIMA, R.N.S.¹; BRANDÃO, E.A.F.²; MARÇAL, M.S.³

raphael.lima@globo.com ; milyrio@yahoo.com.br ;
monicamarcal@gmail.com.br

Programa de Pós-Graduação de Geografia – Universidade Federal do Rio de Janeiro – LAGESOLOS – Laboratório de Geomorfologia Ambiental e Degradação dos Solos.

Resumo:

A gestão dos recursos hídricos desempenha hoje, um importante papel no sentido da preservação dos rios e na mediação de conflitos e disputas pelo uso da água. A partir de uma perspectiva geosistêmica, se reconhece que os ambientes fluviais ocupam importante função dentro do contexto da paisagem, sendo importante compreender como os rios se ajustam e se comportam no sistema, para, desse modo, estabelecer planos para a reabilitação da sub-bacia hidrográfica do rio São Pedro. Buscou-se a partir do estudo da forma em planta do canal, gerar um entendimento sobre a dinâmica fluvial e buscar compreender os diferentes níveis de conectividade dos sedimentos nesses sistemas, sendo importante para uma maior compreensão da relação entre os diferentes trechos de um rio, dos mecanismos e tendências de propagação de mudanças morfológicas. Nos trechos mapeados do canal, identificou-se cinco setores com características geomorfológicas bastante distintas, demonstrando que o sistema apresenta formas bem variadas de retrabalhar os sedimentos, podendo-se inferir diferentes níveis de conectividade dos canais. A identificação da conectividade em um sistema de canais é aplicável para compreensão da propagação de mudanças e a evolução do sistema fluvial ao longo do tempo. A análise e a metodologia propostas, são importantes na medida em que colaboram para uma maior compreensão da dinâmica dos sistemas fluviais, podendo ser útil para o processo de planejamento dos recursos hídricos e para a tomada de decisões eficientes.

Palavras Chaves: Conectividade, rio Macaé, Sistemas fluviais.

Abstract:

Nowadays, the management of water resources performs an important role towards the preservation of rivers and mediating conflicts and disputes by the use of water. From a geosystemic manner, the river environment has an important function within the context of the landscape. In order to establish plans for the rehabilitation of the sub-basin of São Pedro river, the knowledgeable of river character and behavior are used to provide a biophysical basis to prioritize river management strategies. The present study, aim the understanding of different levels of sediments connectivity on river system. Based on the planform views, the channel was mapped and five sectors were identified with different geomorphological characteristics, showing that the system presents various landforms. The identification of connectivity levels system is applicable to understanding the changes and evolution of the river system within time. The proposal analysis and methodology are important because they issues to a better understanding of the river system dynamics and may be useful to the process of management and effective decision-making.

Key words: Connectivity; Macaé river, Fluvial Systems

1. Introdução

A gestão dos recursos hídricos desempenha hoje, um importante papel no sentido da preservação dos rios e na mediação de conflitos e disputas pelo uso da água, buscando também, prover o planejamento para que haja uma melhor utilização e aproveitamento desses recursos. A partir de uma perspectiva Geossistêmica, se reconhece que os ambientes fluviais ocupam importante função dentro do contexto da paisagem, sendo importante compreender como os rios se ajustam e se comportam no sistema, para, desse modo, estabelecer planos para a reabilitação da sub-bacia hidrográfica do rio São Pedro.

Com a popularização do sensoriamento remoto, ou seja, com o maior acesso à imagens e dados de qualidade por baixos custos, os estudos Geográficos passaram a ter uma importante ferramenta de análise. O presente trabalho realizou o mapeamento das unidades geomorfológicas presentes ao longo do leito e do vale do rio São Pedro (RJ), a partir da forma em planta do canal. O estudo foi realizado a partir de imagens de satélite e fotografias aéreas, processadas em SIGs.

Buscou-se a partir do estudo da forma em planta do canal, gerar um entendimento sobre o da dinâmica fluvial, isto é, buscar compreender os diferentes níveis de conectividade dos sedimentos em sistemas de canais fluviais, sendo importante para uma maior compreensão da ligação entre os diferentes trechos de um rio, dos mecanismos e tendências de propagação de mudanças morfológicas

2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é mapear as unidades geomorfológicas ao longo do leito e do vale do rio São Pedro, e a partir dessas feições, adquirir informações sobre os aspectos hidrodinâmicos do canal e identificar o seu comportamento e evolução no âmbito da bacia.

O presente mapeamento é feito através da análise da *forma em planta do canal*. Esse estudo permite avaliar a distribuição física dos processos fluviais nos diferentes tipos de canais e mapear a distribuição de unidades geomorfológicas ao longo do leito dos canais, proporcionando uma excelente ferramenta para identificar a maneira com que cada curso do rio ajusta a sua morfologia.

3. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Macaé drena uma área de aproximadamente 1.765 Km² na qual o rio São Pedro é um importante afluente pela margem esquerda. Grande parte da área dessa bacia está situada no município de Macaé. O rio São Pedro chega à sexta ordem segundo a classificação elaborada por Strahler (1967) e sua sub-bacia drena uma área de 520 km² (Figura 1).

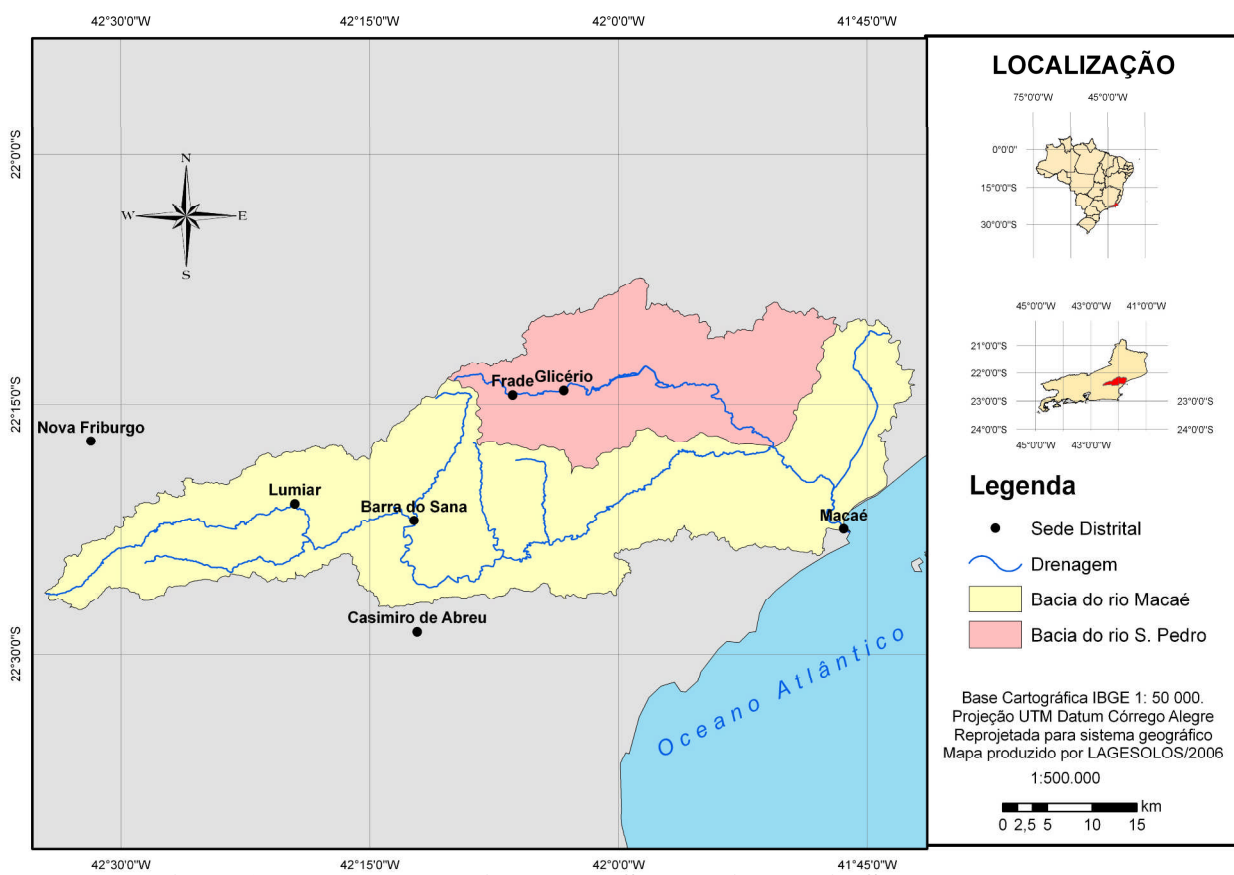


Figura 1: Mapa de Localização da Sub-bacia do Rio São Pedro – RJ

Fonte: Lagesolos

Ao longo da história, a bacia do rio São Pedro sofreu com diversos impactos diretos (modificações diretas no canal, como retificações e represamentos) e indiretos (relacionados ao uso da terra), que durante séculos, modificaram significativamente o sistema hidrológico (Marçal & Luz, 2003).

Durante a década de 1920, a sub-bacia do rio São Pedro teve sua cobertura vegetal original, caracterizada pela mata atlântica, intensamente devastada pela exploração da madeira e pelo cultivo da lavoura do café. Atualmente, o crescimento das

pastagens naturais corresponde à principal pressão sobre os fragmentos florestais da região (Marçal & Luz, 2003).

4. Materiais e Métodos

Para a realização de um diagnóstico ambiental aplicável ao planejamento na bacia hidrográfica do rio São Pedro, é importante uma compreensão do caráter e comportamento dos rios da bacia em questão e seus afluentes. Nessa perspectiva optou-se por utilizar mapeamento da forma em planta do canal com o objetivo de se entender e avaliar o comportamento das diferentes partes de um rio.

Para tal, o presente trabalho abrange três etapas distintas:

1 – Pesquisa bibliográfica de caráter temático, metodológico e acerca de mapeamentos geomorfológicos e geológicos da área de estudo, oriunda de diversas fontes (teses, monografias, livros, artigos, etc.)

2 – Trabalhos de gabinete

Nessa etapa do trabalho, foi realizado o estudo da forma em planta do canal, através do mapeamento das unidades **geomorfológicas do rio** (barras, ilhas, etc.), considerando o **Número de Canais**, **Sinuosidade** (grau de sinuosidade e tipos de sinuosidade), **Estabilidade Lateral do Canal** (desenvolvimento e crescimento de meandros, grau de entrelaçamento e características do entrelaçamento)

O propósito deste nível de mapeamento é prover uma caracterização geomorfológica que integre a forma do vale com as feições fluviais descritas acima.

Devido ao elevado nível de detalhe que o mapeamento necessita e pela dificuldade na obtenção de dados em escala apropriada, a escolha pelas imagens **Quick Bird** obtidas através do programa google earth foi feita pela qualidade da imagem e de seu caráter gratuito.

Para trabalhar com as imagens google em ambiente SIG, realizou-se os seguintes procedimentos:

Primeiramente transferiu-se as imagens do ambiente do programa google earth para o programa Corel Draw, onde gerou-se um novo mosaico controlado das imagens.

Esses mosaicos foram georeferenciados no programa ArcGis 9.2, a partir das coordenadas obtidas no programa Google Earth, sendo assim realizado o mapeamento a partir das feições geomorfológicas visualizadas nas imagens. O resultado do mapeamento está apresentado na figura 7 em forma de croquis.

3 – Trabalho de Campo

Foram realizados dois trabalhos de campo na área de estudo, para confirmar a interpretação das feições mapeadas e tirar dúvidas causadas pela presença de sombras da vegetação nas imagens e outros tipos de esclarecimentos necessários ao longo do mapeamento.

5. Referencial Teórico – Conceitual

- Conceitos para a classificação de rios

Segundo Leopold et al (1964) a morfologia atual dos canais é governada por leis da física que podem ser observadas através das feições dos canais e dos processos fluviais relacionados. De acordo com a referida autora, os padrões encontrados na morfologia dos canais são influenciados por oito variáveis principais, sendo elas, a largura, profundidade, velocidade, descarga, declividade do canal, rugosidade dos materiais, carga de sedimentos e tamanho dos sedimentos. A mudança em qualquer uma dessas variáveis ocasiona uma série de ajustes no canal, que desencadeiam mudanças nas outras variáveis, podendo resultar em uma alteração no padrão do canal (ROSGEN, 1994).

Desse modo, devido ao fato da morfologia dos canais serem o produto desses processos integrados, as variáveis morfológicas, que podem ser medidas, devem ser usadas como um dos critérios de classificação dos canais.

5.2 – Conectividade de Sedimentos:

Segundo Hooke, 2003, a Conectividade de sedimentos “é quando as partículas deslocam-se fisicamente pelo sistema”. Neste contexto conectividade de sedimentos significa que uma partícula tem potencial (capacidade) para se mover por todo um sistema fluvial bem conectado.

O grau de conectividade entre os sedimentos grosseiros varia de acordo com a origem dos sedimentos e com a capacidade do fluxo de transportar os fragmentos grosseiros. Desse modo, vai depender da rota dos sedimentos entre a origem, o depósito, as áreas estáveis de depósitos soterrados e a saída.

Se os sedimentos estão se movendo de uma fonte interna ou externa para um depósito a jusante e esse depósito age como uma fonte interna para o trecho mais a jusante, o sistema está conectado. Entretanto, se o sedimento é depositado em uma barra ou na planície de inundação e fica armazenado durante tempo o suficiente sendo soterrado e tornado-se uma área estável, o sistema está pobremente conectado.

Desse modo, Hooke 2003, propõe 4 níveis de conectividade dos sistemas:

Sistemas parcialmente (ou periodicamente) conectados > são sistemas em que há um pequeno transporte de sedimentos grosseiros entre um trecho e outro, exceto em eventos extremos. Todos os canais tendem a mostrar uma conectividade parcial desde que as frações da carga de fundo sejam transportadas apenas por eventos de grandes inundações. Se diferencia do primeiro porque há evidências de que os sedimentos grosseiros são transportados ocasionalmente.

Sistemas potencialmente conectados > sistemas nos quais os sedimentos grosseiros podem se mover de um trecho para o outro mas isso não ocorre porque não há disponibilidade de sedimentos o suficiente.

Sistemas conectados > sistemas nos quais os sedimentos se movem facilmente e freqüentemente dentro do sistema, transportados por eventos normais de cheias. Os sedimentos podem ficar armazenados durante um tempo, mais são rapidamente removidos.

Sistemas desconectados > sistemas nos quais barreiras impedindo o movimento do fluxo foram construídas (barragens para hidrelétricas, por exemplo).

6. Resultados

Nos trechos mapeados do canal, identificou-se cinco setores com características geomorfológicas bastante distintas, demonstrando que o sistema apresenta formas bem variadas em retrabalhar os sedimentos, podendo-se inferir diferentes níveis de conectividade dos canais. Os resultados do mapeamento estão apresentados em forma de croquis na figura 2.

Pôde-se classificar a partir do mapeamento, cinco tipologias fluviais onde desenvolvem-se diferentes comportamentos e formas descritas a seguir:

No alto curso da bacia identificou-se dois comportamentos específicos. O primeiro deles caracterizado pelo grau de confinamento do canal e pela sua estabilidade lateral, ou seja, o canal não apresenta deslocamento horizontal dentro do vale, com presença elevada de blocos e matacões com diâmetros que podem chegar até 1,5m

(Figura 2). A presença desses blocos (*boulders*) estendem-se até, aproximadamente, o final do médio curso, sendo depositados, tanto nas margens, quanto no leito do canal, ocupando o fundo do vale e apresentando também sequência de quedas d'água (*vertical drops*) (Summerfield, 1991; Brierley & Fryirs, 2000) (Figura 6 C). Nessa região do alto curso, o rio tem uma forte função erosiva, sem possuir planícies ou áreas deposicionais (Figura 3). Essa característica está relacionada aos elevados índices altimétricos e à forma convexa do perfil, com rupturas de declive.



Figura 2: Canal confinado sob o substrato rochoso. Elevada capacidade erosiva e de transporte de sedimentos.
Foto: Lagesolos 2007



Figura 3: Forma em Planta Rio São Pedro em seu médio curso. Vales confinados, seqüência de corredeiras e depressões (*pools*) presença de blocos
Fonte: Google Earth Pro®

O segundo padrão observado ainda no alto curso é a redução do gradiente de declividade observado no perfil longitudinal, que leva a uma diminuição da energia do canal, permitindo a sedimentação de materiais arenosos, formando ocasionalmente, barras longitudinais e ilhas vegetadas. As barras são instáveis, uma vez que esses sedimentos podem ser removidos e retrabalhados em recorrência dos períodos de cheia. Já as ilhas são feições mais estáveis, devido a presença de blocos e de vegetação, que ajudam a fixar os sedimentos (Figura 6 A).

No médio curso, o rio encontra-se confinado, porém apresenta seqüências de planícies descontínuas, em forma de alvéolos, constituído material arenoso. As feições morfológicas que ocorrem no leito do canal, estão associadas ao diferentes comportamentos hidrológicos, tais como ilhas com formadas por blocos, com presença de vegetação, pequenas praias e barras longitudinais.

A velocidade do fluxo varia muito, aumentando e diminuindo devido à formação de corredeiras e áreas de baixa energia. Nesse trecho, há uma alternância de umbrais (*riffles*) e depressões (*pools*) ao longo do leito fluvial, (Summerfield, 1991).

Nota-se que essa região transfere com eficiência os sedimentos que chegam a montante devido a alta energia das águas. O aumento da velocidade do fluxo é diretamente proporcional ao confinamento do vale e da incisão do canal em seu leito. Pode-se dizer que, nessa porção do rio, ocorre grande variabilidade na sua geometria. Ao longo do trecho, o canal apresenta ora caráter erosivo, ora deposicional, que varia diversas vezes, mostrando o potencial do fluxo em retrabalhar os sedimentos depositados.

Já no baixo curso, nota-se a influência de uma extensa e contínua planície fluvial, que compreende uma grande zona de acumulação constituída de sedimentos quaternários arenosos com vales abertos e largos, com gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos canais-tronco. Nessa região, o rio apresenta acumulações de sedimentos predominantemente arenosos e siltosos em forma de praias fluviais (*point bars*) e barras longitudinais (*midchannel bars*) (Summerfield, 1991) (Figura 6 – B). A forma em planta do canal permite observar um padrão sinuoso, apresentando meandros irregulares. O canal possui uma elevada instabilidade lateral, apresentando boa capacidade de ajuste dentro de sua planície de inundação (Figura 4 e 5).



Figura 4: Sedimentos depositados longitudinalmente no leito do canal e em forma de barras laterais (ressaltados em branco na imagem).

Fonte: Google Earth Pro®



Figura 5: Baixo Curso do rio São Pedro. Níveis de terraço, barras laterais e longitudinais. Canal assoreado.

Foto: Lagesolos 2007

O rio São Pedro teve uma parte significativa do canal retificado em seu baixo curso, na década de 1970, pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento

(DNOS) para diminuir a área inundada durante as cheias. Sua morfologia, que outrora apresentava meandros, foi completamente alterada, modificando assim suas características hidráulicas (Figura 6 - D). Entretanto, através dos perfis em planta do canal, pode-se notar uma significativa modificação na morfologia do canal, devido ao desencadeamento processos erosivos nas margens. Ou seja, a forma retificada do canal em decorrência das obras, tem sido alteradas através do processo de ajuste lateral e formação de barras e ilhas, típico de canais com planícies de inundação extensas e contínuas.

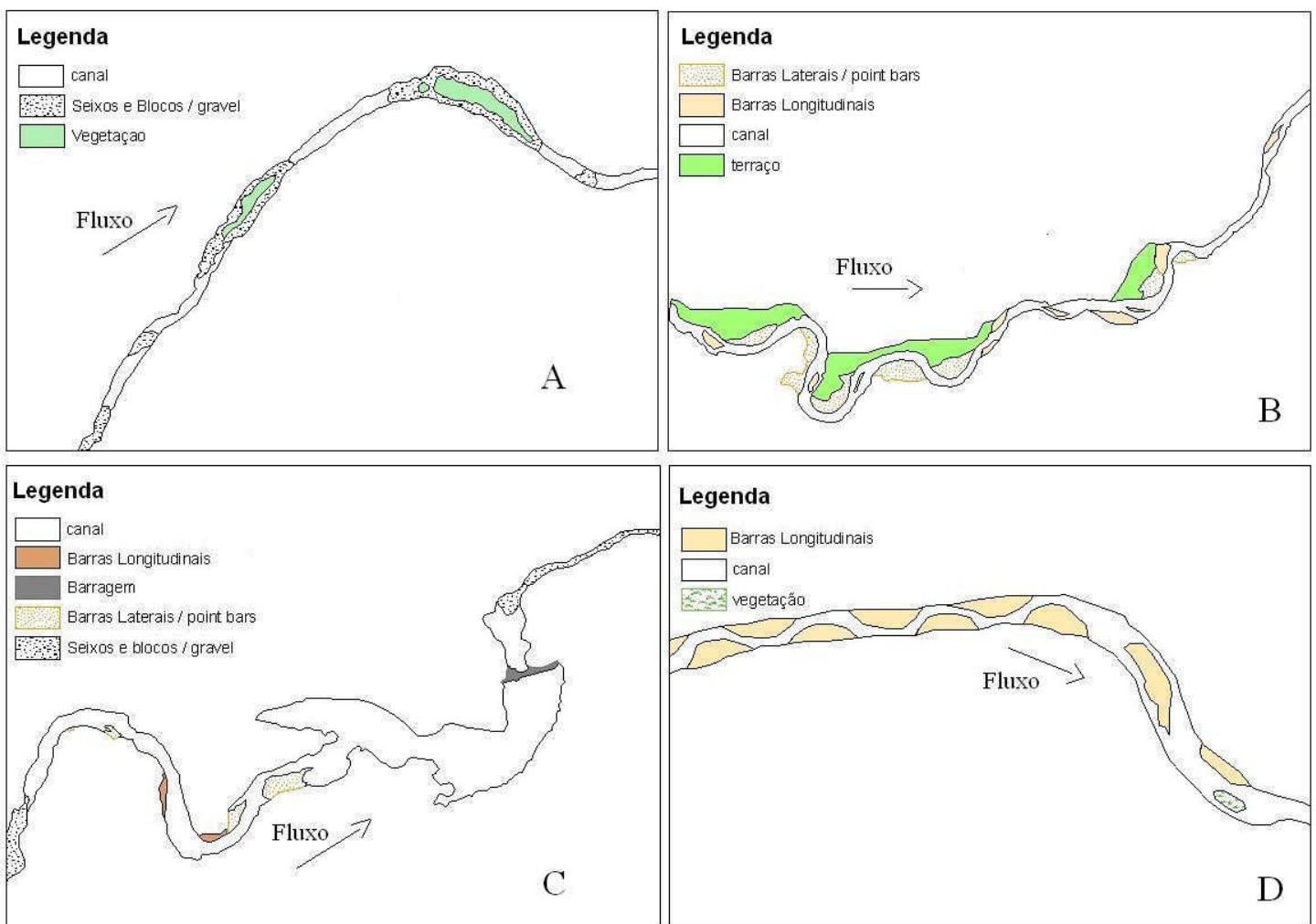


Figura 6: Croquis esquemáticos do mapeamento realizado ao longo do rio São Pedro

7. Conclusões

O grau de conectividade dos sistemas fluviais varia em qualquer momento sendo importante reconhecer que nem todos os sistemas fluviais tem alta conectividade ao longo dos canais.

A classificação em tipos de conectividade fornece uma concepção estrutural para que se possa identificar o caráter de cada trecho de canais fluviais, sendo a base para a compreensão do funcionamento de cada um deles.

A razão específica vai variar de um trecho do canal para outro e de um sistema para outro, mas as evidências morfológicas e sedimentológicas, assim como a localização das fontes e dos depósitos de sedimentos ajudam a identificar os principais processos que compõem a dinâmica do sistema. A identificação da conectividade em um sistema de canais é aplicável para compreensão da propagação de mudanças e a evolução do sistema fluvial ao longo do tempo.

A análise e a metodologia propostas, são importantes na medida em que colaboram para uma maior compreensão da dinâmica dos sistema fluviais, podendo ser útil para o processo de planejamento dos recursos hídricos e para a tomada de decisões eficientes .

Bibliografia:

- FRYIRS, K. AND BRIERLEY, G.J. (2000) A geomorphic approach for the identification of river recovery potential . *Physical Geography* (21) pp.271-287
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G. E MILLER, J.P. (1964) *Fluvial Process in Geomorfology*. W.F. Freeman & Co. San Francisco, pp.552
- MARÇAL, M.S. & LUZ, L.M. (2003) Planejamento e gestão da Bacia do Rio Macaé – Litoral Norte Fluminense, com base em estudos integrados de Geomorfologia e uso do solo. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife, PE, CD-ROM
- ROSGEN, D.L (1994) A classification of natural rivers. *Catena* (22) pp. 169-199.
- SUMMERFIELD, M.A. (1991) *Global Geomorphology: An introduction to the study of landforms*. New York, Longman Scientific & Technical, 537p.