



MUDANÇAS NA MORFOLOGIA DOS CANAIS URBANOS: ALTO CURSO DO RIO PAQUEQUER, TERESÓPOLIS – RJ (1997/98 – 2001)

Viviane Torres Vieira

Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro

Telefone: (21) 2711-9251

E-mail: vtv@globocom.com

Sandra Baptista da Cunha

Professora do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense / Pesquisadora do CNPq

Telefone / Fax: (21) 2234-8878

E-mail: sandracunha@openlink.com.br

Resumo

O presente trabalho procurou avaliar os ajustes ocorridos na morfologia do canal dos rios de 3ª ordem, afluentes do rio Paquequer, localizados na microrregião serrana do Estado do Rio de Janeiro. Para isso, foi levada em consideração a análise de seções transversais coletadas em 1997/98 e em 2001, ao longo do perfil longitudinal. Dados de largura e profundidade foram coletados em trabalhos de campo, tendo sido calculado, em gabinete, a profundidade média e a capacidade do canal que, ao serem avaliadas, indicaram as modificações espaciais e temporais. Deposição e remoção foram encontradas ao longo dos mesmos, ora pela ação fluvial, ora pela ação antrópica, que realizou alargamentos e estreitamentos dos canais ao longo dos quatro anos analisados. Dos sete canais estudados, os rios Cascata dos Amores, Meudon, Ermitage, Príncipe e Fischer sofreram as maiores mudanças.

Palavras-chave: canais de 3ª ordem; seção transversal; ajustes do canal.

Abstract

The present work seeks to assess the changes made to the channel morphology of the third order rivers, tributaries of the Paquequer river, located in a small area of the Rio de Janeiro State sierra. To do so, an analysis was made of the cross-sections studied in 1997/98 and 2001. Field data of width and depth were collected, after which the calculations made showed that there were spatial and temporal modifications. Deposits and removals were found to occur along the whole length, sometimes caused by the flow and sometimes by the hand of man, widening and narrowing the channels during the four years under study. From the seven channels studied, the Cascata dos Amores, Meudon, Ermitage, Príncipe and Fischer rivers saw the greatest changes.

Keywords: third order channels; cross section; channel adjustments.

Introdução

A urbanização em bacias de drenagem promove o aumento dos valores de descarga e de velocidade dos fluxos que resulta no alargamento dos canais (Park, 1977). Assim, a partir do final da década de 70 os pesquisado-

res direcionaram seus trabalhos para esse foco de pesquisa, entretanto, Neller, em 1989, vai associar as mudanças nas seções transversais dos canais a outros distúrbios como, por exemplo, a construção de estradas e os conseqüentes efeitos ou ajustes em função desses distúrbios.

Por outro lado, as modificações no uso do solo através dos desmatamentos e do aumento das superfícies impermeáveis, como também, as constantes mudanças na morfologia do canal, através da realização de obras de engenharia vem alterando drasticamente os cursos dos rios urbanos. Nessas últimas décadas, pesquisadores passaram a examinar a evolução espacial e histórica da resposta do canal devido ao crescimento espacial urbano, sendo de grande valor para prevenir ou conduzir as mudanças na bacia hidrográfica.

Os canais podem sofrer mudanças espaço-temporais nas seções transversais (formato da calha e capacidade do canal) e ao longo da sua extensão. A morfologia do rio pode ser tão complexa que um método utilizado em determinada bacia pode não ser útil à outra, uma vez que a drenagem exibe variabilidade considerável em pequenas distâncias e os canais vêm se ajustando em resposta às influências associadas com as atividades humanas.

Das razões práticas que motivam esse interesse na morfologia do canal citam-se: a capacidade do canal, que pode ser empregada na estimativa da descarga d'água; a geometria dos canais antigos que pode ser utilizada para indicar as condições sobre as quais vem ocorrendo a transformação do canal (Gregory e Park, 1974); o conhecimento da dinâmica da variação da seção transversal, que é útil na construção de margens estáveis em canais retificados e; o estudo da influência da urbanização sobre a morfologia dos canais (Fernandez *et al.*, 2001).

Assim, analisar o impacto do desenvolvimento urbano no sistema fluvial e examinar a complexidade da resposta dos tributários no canal principal é importante para avaliar a necessidade da realização de novos planejamentos no canal ou em áreas do entorno. Estudar o passado e conhecer o presente favorece prover as mudanças futuras e necessárias para melhor administração da cidade, sendo útil para engenheiros, administradores e planejadores urbanos.

Esse trabalho resulta de consecutivo mensuramento das seções transversais, analisando os processos de ajustes ocorridos na morfologia dos canais de 3ª ordem, afluentes do rio Paquequer, descrevendo as mudanças espaciais e temporais ao longo dos rios, entre os anos de 1997/1998 e 2001.

Embasamento Teórico

Ao intensificar o processo de ocupação urbana, agravam-se os problemas de drenagem, aumentando o assoreamento e o represamento das águas causado, muitas vezes, pela presença do lixo. A solução encontrada tem sido a realização de obras no canal que, muitas vezes, são insuficientes para dar vazão ao volume de água e sedimentos que transporta, gerando maiores inundações, que têm contribuído para a degradação da qualidade de vida da população.

Apesar da canalização em zona urbana ter como objetivo, segundo Porto *et al.* (1993), evitar que as ruas sejam inundadas, sendo o canal capaz de escoar sem transbordamento, as obras realizadas, acabam cobrindo vários canais urbanos por placas de cimento e apenas transferem, de acordo com Tucci (1995), os pontos críticos de inundação de um lugar para outro na bacia.

Um dos modos de solucionar o efeito da inundação é canalizar, obra de engenharia realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia impactos consideráveis no canal e na planície de inundação, alterando a seção transversal (Cunha, 1995, 1998).

Brookes (1985, 1987), em seu trabalho, relatou os métodos de canalização, com conseqüente ajustamento do canal e alternativas práticas para melhorar certos efeitos adversos desse tipo de obra. Assim, o canal passa a comportar dois tipos de impactos: o direto e o indireto, sendo o primeiro induzido pela modificação do canal e o segundo como um resultado de conectividade do sistema fluvial, o qual significa que as repercussões de mudança em um dado local pode ser transmitido sobre uma ampla área, especialmente em direção a jusante.

O impacto direto modifica o canal, principalmente por retificação, alargamento, aprofundamento e estreitamento dos cursos d'água. O estreitamento ou diminuição da capacidade do canal reduz a seção do canal pelos aterros e pilares de pontes, passagens de estradas, aterros para aproveitamento das áreas marginais, assoreamento natural do leito do rio e lixo. Segundo Ramos (1995), um tipo de intervenção direta muito comum é o que altera a declividade natural do rio, quer pela retificação do traçado, quer pela construção de soleiras e barragens.

Esses diferentes tipos de intervenções no canal, associados aos impactos indiretos da urbanização destacados por Knighton (1998) como atividades em área fora do canal, modificam a descarga e/ou a carga de sedimentos transformando as características naturais dos rios. As sucessivas obras de engenharia, para atender necessidades locais de alteração e eficiência do fluxo, muitas vezes, sem levar em consideração o rápido crescimento urbano e o conjunto da rede de drenagem, modificam as seções transversais e o perfil longitudinal.

Diversos pesquisadores trabalharam com uma abordagem espaço temporal. Milne (1983) observou diversas seções transversais, ao longo de onze canais no sudeste da Escócia e nordeste da Inglaterra, destacando as variações na forma do leito. Mais recentemente, Cooke e Doornkamp (1994) analisaram as mudanças das seções transversais ao longo do canal. Downs (1994) também analisou os ajustes do canal através da variabilidade espacial e das comparações de mapas de diferentes anos.

Reinfelds (1997) comparou mensurações da largura dos rios determinadas por fotografias aéreas e por trabalhos de campo, demonstrando os diferentes ajustes nos rios ao longo dos anos.

Whitlow e Gregory (1989) estudaram, em Zimbábue, as mudanças ocorridas no canal e os ajustes a jusante da área urbanizada. Jiongxin Xu (1990) realizou experimentos com fluxos em laboratório, com o intuito de analisar a variação na entrada de sedimentos no processo de ajustamento do canal.

Gregory *et al.* (1992) levaram em consideração estudos realizados no final da década de 70 e em 1991 para revelar mudanças nas seções transversais e mostrar como o canal pode responder. Odemerho (1992) considerou as variáveis da morfologia do canal para avaliar as mudanças ocorridas na Nigéria, através da análise de regressão.

Warner e Bird (1988) realizaram experiências através de dados extraídos do passado e de processos geomorfológicos ocorridos no presente com o intuito de prever as futuras mudanças dos canais no sul da Austrália, destacando a importância de se desenvolver técnicas sofisticadas capazes de prever os impactos em áreas mais amplas, envolvendo uma escala maior de tempo.

A morfologia dos canais, ao possuir enorme variabilidade, não permite que os ajustes sejam extrapolados para um modelo geral de mudanças, uma vez que a geometria do canal é determinada não apenas pelo fluxo, mas, também, como destaca Yu e Wolman (1987), pelo transporte de sedimentos e estabilidade das margens, com o estoque e a liberação de água e sedimentos dentro do sistema fluvial, modificando o tamanho e a forma do rio.

A diferença entre valores de largura/profundidade ou, até mesmo, capacidade do canal, obtidos em levantamentos consecutivos, pode fornecer a tendência erosiva ou deposicional do rio na seção transversal. A descrição em cada seção transversal torna-se importante para analisar o comportamento do rio, em que o valor negativo indica erosão no leito e margens e, valores positivos denunciam deposição no canal (Fernandez *et al.*, 2001).

Segundo Olson-Rutz e Marlow (1992), em locais de monitoramento e de amostragem pré-definidos é possível acompanhar e quantificar a forma da seção transversal ao longo do tempo, com dados coletados nessas seções transversais. Para quantificar as mudanças na morfologia do canal precisa apenas ser calculados os mesmos índices.

Assim, a análise dos parâmetros coletados destacando-se a largura, a profundidade e a capacidade do canal, ao serem analisados ao longo do curso do rio e em diferentes tempos, demonstram as mudanças ocorridas nas seções transversais.

Área de Estudo

A área de estudo abrange os sete canais de 3ª ordem, afluentes do rio Paquequer, onde está localizada a cidade de Teresópolis, microrregião serrana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). O município possui uma das áreas mais acidentadas da Serra do Mar, com escarpas íngremes, caracterizadas por picos e elevações. As nascentes dos rios encontram-se, em sua maioria, na Serra dos Órgãos e na Serra do Jacarandá (denominações locais), sendo as altitudes das nascentes divididas em dois grupos distintos (Tabela 1).

Os rios Cascata dos Amores, Quebra-Frascos e Príncipe nascem em áreas mais elevadas (1440m, 1660m e 1420m, respectivamente) e são afluentes da margem esquerda do rio Paquequer (Figura 1). Com cotas topográficas mais baixas, os afluentes da margem direita possuem as nascentes em cotas altimétricas mais rebaixadas, como os rios Meudon e Fischer (1060m).

Os valores de área da bacia são bastante distintos (Tabela 1), excetuando os dos rios Príncipe e Fischer, que possuem 11,88 e 11,63km², respectivamente. A área mais extensa é a do rio Quebra-Frascos (22,39km²), enquanto a de menor tamanho possui área igual a 4,95km² (Ermitage). O comprimento dos canais varia de 3,85km, no rio Cascata dos Amores a 7,5km, no rio Quebra-Frascos e o número total de afluentes entre 12 e 18, excetuando-se os canais Ermitage e Cascata dos Amores, que recebem 6 e 8 afluentes respectivamente.

Os rios Paquequer Pequeno, Meudon, Ermitage e Fischer possuem baixos gradientes, que variam de 3,46% a 5,65%. Os rios Quebra-Frascos e Príncipe possuem gradientes entre 10,40% e 8,12% respectivamente. O maior gradiente é apresentado no rio Cascata dos Amores (14,03%).



Figura 1 - Localização dos canais afluentes de 3ª ordem do rio Paquequer e das suas respectivas seções transversais.

Tabela 1 - Características dos sete afluentes de 3ª ordem.

Rios	Área da bacia (km ²)	Área impermeável 1996 (%)	Comprimento do rio (km)	Nº de afluentes	Altitude da nascente (m)	Altitude da desembocadura (m)	Gradiente %
Paquequer Pequeno	8,47	11,81	5,4	15	1120	900	4,07
Cascata dos Amores	6,34	29,50	3,85	8	1440	900	14,03
Meudon	7,64	53,80	5,2	16	1060	880	3,46
Ermitage	4,95	31,72	4,25	6	1120	880	5,65
Quebra-Frascos	22,39	20,81	7,5	18	1660	880	10,40
Príncipe	11,88	17,26	6,9	12	1420	860	8,12
Fischer	11,63	17,97	7,1	13	1060	760	4,23

Todas as sete bacias (Tabela 1) possuem área urbana superior a 10% e vêm sofrendo o resultado da expansão do uso do solo, que traz conseqüências para os canais. O rio Paquequer Pequeno possui a menor área impermeável (11,81%), enquanto o rio Meudon destaca-se pelo valor que ultrapassa os 50% de área impermeável na bacia.

As encostas íngremes constituídas por rochas intemperizadas, as chuvas intensas (média de 1700mm ao ano) e o aumento da urbanização têm favorecido o rápido escoamento das águas e sedimentos que, junto com a presença de lixo, favorecem o assoreamento dos canais no fundo dos vales.

Ainda, o crescimento da cidade (Figura 2) ocasionou sucessivas obras de engenharia nos canais e significativa alteração na geometria da calha, com modificações constantes na largura e na profundidade.

Levantamento das obras de engenharia realizadas

Nos canais de 3ª ordem, obras foram e vêm sendo realizadas. Mudanças nos rios como construção de galerias de águas pluviais, pontes e pontilhões, muros de arrimo e dragagem tiveram início, segundo Pinto (1991), em 1945.

Naquela época destacavam-se as galerias de águas pluviais executadas em grande parte no bairro Tijuca, que faz parte da bacia do rio Ermitage. Em 1951, foi inaugurada a ponte sobre o rio Meudon, na rua Fileuterpe, tendo sido construído no mesmo rio, em 1956, uma barragem para abastecimento de água aos bairros da Tijuca, Meudon e Bom Retiro.

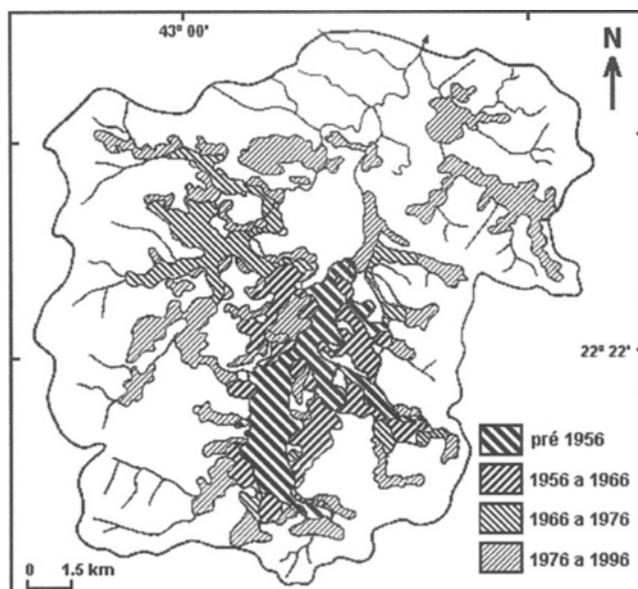


Figura 2 - Crescimento das áreas impermeáveis na bacia hidrográfica do rio Paquequer ao longo de 41 anos (Oliveira, 1999).

Na década de 60 inúmeras obras de saneamento básico foram realizadas, destacando as galerias de águas pluviais como, também, a construção de pontilhões. Pinto (1991) chama atenção para o *boom* imobiliário, que passou a ocorrer, a partir de 1965.

As obras tomaram, assim, maiores destaques e, em 1972, foram inauguradas pontes e diversos pontilhões. Em 1974 e 1975, houve a colocação de galerias de águas pluviais e muros de arrimo e inauguração de ponte nas Ruas Melvin Jones e Tenente Luiz Meirelles, por onde passa o rio Meudon.

Em 1977, forte temporal ocasionou a enchente no rio Paquequer e nos riachos que cortam a cidade, provocando vítimas fatais e, como conseqüência, em 1978, o rio Meudon foi desviado do seu leito original para um novo traçado sob a Avenida 1º de Maio.

No final da década de 80, houve destaque para as obras de drenagem e construção de galerias nos cursos d'água, em especial, naqueles que atravessam a cidade. O rio Meudon, em 1990, foi canalizado e capeado na altura da praça Getúlio Vargas, no bairro São Pedro.

Em 1997, ocorreram chuvas fortes, havendo necessidade de construção de um reservatório no bairro Fonte Santa e a limpeza das galerias, evitando o acúmulo de lixo. Nesses últimos anos, foram realizados o estreitamento de parte do rio Ermitage, alargamento de parte dos rios Fischer e Príncipe e obras de dragagem no rio Meudon e Cascata dos Amores que, junto com os demais canais, preocupam as autoridades pela grande chegada de sedimentos.

Obtenção dos dados

Nos canais de 3ª ordem, foram coletados dados para o traçado dos perfis transversais no ano de 2001, tendo em vista compará-los com os perfis obtidos em 1997/1998 (Vieira, 1999 e Vieira e Cunha, 2001). Dessa forma, seguiu-se a mesma metodologia empregada em 1997/1998 e os mesmos locais de amostragem. A quantidade de seções transversais realizadas nos canais encontra-se de acordo com os perfis transversais traçados em 1997/1998, variando o seu número com o tamanho de cada rio e com as facilidades de acesso. Trabalhos de campo foram realizados e em todas as seções transversais foram coletados, novamente, dados de largura e profundidade do canal (coletas equidistantes em 1 metro).

Em gabinete foram calculadas a profundidade média e a capacidade do canal (obtida pelo produto da largura e da profundidade média), sendo comparadas as variações ocorridas nas seções transversais realizadas em 1997/1998 e 2001, resultando em cálculos que forneceram a tendência erosiva ou deposicional do canal em cada seção transversal.

Mudanças e ajustes na morfologia dos canais

A forma e o tamanho do canal como resultados de várias interações no sistema do rio vêm se ajustando, também, às influências com as atividades humanas (Jiongxin Xu, 1990; Downs, 1994). As transformações que acontecem na bacia hidrográfica ocasionam ajustes no rio, alterando a forma do canal. Assim, largura e/ou profundidade média do canal devem-se modificar, determinando a capacidade do canal que, ao ser analisada, demonstra as mudanças ocorridas nas seções transversais.

Os rios de 3ª ordem encontram-se represados, cobertos por galerias, arruamentos, pontes, casas e garagens, possuindo trechos bastante modificados que, junto com o grande assoreamento dos canais e a intensa presença de lixo tornam-se uma preocupação constante. Desse modo, os dados obtidos nos rios de 3ª ordem, monitorados nos anos de 1997/98 e 2001 foram avaliados, sendo apresentados, a seguir, os ajustes ocorridos nas seções transversais.

Canal Paquequer Pequeno

No rio Paquequer Pequeno foram trabalhadas sete seções transversais (Figura 1), que mantiveram as diferentes capacidades do canal ao longo do perfil longitudinal. Tanto em 1998 (Vieira, 1999; Vieira e Cunha, 2001), quanto em 2001, as seções transversais não apresentaram um aumento proporcional em direção a jusante, ocorrendo aumento e decréscimo dos valores (Tabela 2, Figura 3).

Com menor área impermeável entre todas as bacias (11,81%) apresentou, entre 1998 e 2001, pequenas modificações no leito do canal, não existindo mudanças nas margens em virtude de estarem concretadas (Figura 4).

A capacidade do canal teve aumento nos seus valores do ano de 1998 para o ano de 2001, já que, na maioria das seções transversais, houve a ocorrência de remoção de material do fundo, podendo destacar as seções transversais 2 e 5, que aumentaram em 1,24 e 1,00m² as capacidades do canal, com remoção de 13 e 15cm de camada de sedimentos, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Mudanças na morfologia do canal Paquequer Pequeno entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos Sedimentos
1	5,60	5,60	2,38	2,52	13,33	14,10	-0,77	Remoção
2	9,30	9,30	3,49	3,62	32,46	33,70	-1,24	Remoção
3	7,50	7,50	3,58	3,66	26,85	27,45	-0,60	Remoção
4	8,00	8,00	1,30	1,29	10,40	10,32	0,08	Assoreamento
5	6,70	6,70	3,20	3,35	21,44	22,44	-1,00	Remoção
6	7,80	7,80	3,00	3,09	23,40	24,10	-0,70	Remoção
7	10,30	10,30	4,26	4,07	43,88	42,00	1,88	Assoreamento

(A e B) – Larguras (m); (C e D) – Profundidades média (m); (E e F) – Capacidades do canal (m²)

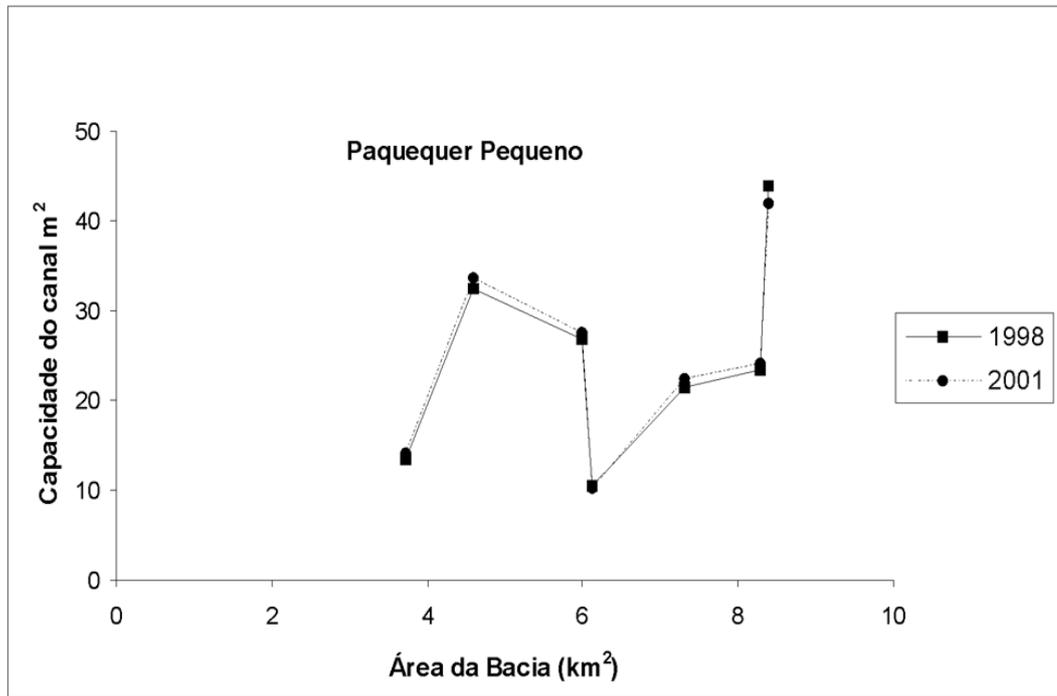


Figura 3 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Paquequer Pequeno nos anos de 1998 e 2001.

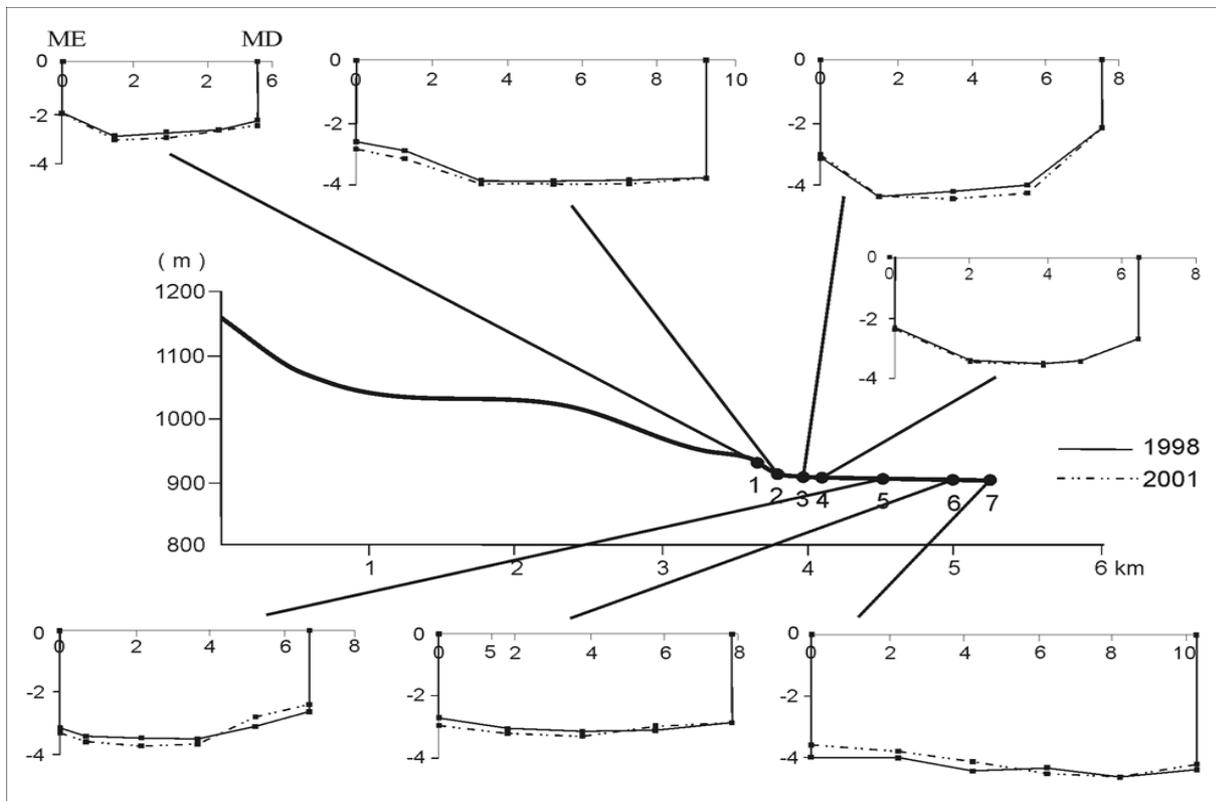


Figura 4 - Superposição das seções transversais do rio Paquequer Pequeno realizadas em 1998 e 2001.

Somente a 4ª e a 7ª seções transversais tiveram seus leitos reduzidos, ocasionando decréscimo na capacidade do canal. Nessa última seção transversal ocorreu maior assoreamento, diminuindo a capacidade do canal em 1,88m² (de 43,88 para 42,00m²), devido a chegada de sedimentos das seções transversais situadas a montante (Tabela 2).

A camada de sedimentos de 19cm, principalmente, na margem esquerda (Figura 4) contribuiu para o assoreamento do rio principal, estando a 7ª seção transversal próxima a desembocadura com o rio Paquequer (Figura 1).

Assim, o ano de 2001 apresentou os mesmos valores de largura (5,60 a 10,30m) encontrados em 1998, com mudanças ocorridas apenas nos valores de profundidade média, ocasionando, em sua maioria, seções transversais mais profundas (Tabela 2).

Apesar da retirada de sedimentos que ocorreu na maioria das seções transversais, permanece a alternância do aumento e da diminuição das capacidades do canal em direção a jusante (Figuras 3 e 4). Nos anos de 1998 e 2001, a largura e a profundidade média não mantiveram um aumento dos seus valores entre as seções transversais, que podem ser demonstrados em ambos os casos. Como, por exemplo, da seção transversal 2 para a seção transversal 3, que ocorreu diminuição da largura (9,30 para 7,50m) e da seção transversal 3 para a seção transversal 4, com uma brusca diminuição da profundidade, tanto no ano de 1998,

de 3,58 para 1,30m, quanto no ano de 2001, de 3,66 para 1,29m (Tabela 2).

Canal Cascata dos Amores

No rio Cascata dos Amores, ao longo desses quatro anos, predominou a remoção de material do fundo do canal. A maior declividade faz com que os sedimentos sejam carregados para o ponto turístico conhecido como Cascata dos Amores e para a última seção transversal, bem próxima a desembocadura com o rio Paquequer (Figura 1).

O assoreamento ocorrido na Cascata dos Amores, através das seções transversais 4 e 5, fez com que a prefeitura retirasse grande quantidade de sedimentos do leito, não só desse ponto turístico como, também, da 5ª seção transversal, que teve grande ampliação da capacidade do canal (Tabela 3, Figuras 5 e 6). A Cascata dos Amores, em maio de 2001, estava com sua comporta aberta para a liberação de água e retirada dos sedimentos do fundo do canal.

A 5ª seção transversal teve sua profundidade média aumentada em 1,12m e a capacidade do canal em 7,62m², passando de 31,55 para 39,17m², aprofundando, principalmente, a margem direita. A 4ª seção transversal com retirada de 40cm de sedimentos, aumentou em 1,88m² a capacidade do canal, através da dinâmica fluvial (Tabela 3, Figuras 5 e 6).

Tabela 3 - Mudanças na morfologia do canal Cascata dos Amores entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	3,70	3,70	4,00	4,00	14,80	14,80	0	-
2	4,50	4,50	6,47	6,47	29,11	29,11	0	-
3	5,70	5,70	3,31	2,33	18,87	13,25	5,62	Rolamento de rocha
4	4,70	4,70	1,88	2,28	8,84	10,72	-1,88	Remoção
5	6,80	6,80	4,64	5,76	31,55	39,17	-7,62	Remoção
6	8,90	8,90	3,69	3,75	32,84	33,40	-0,56	Remoção
7	5,40	5,40	3,29	3,54	17,77	19,12	-1,35	Remoção
8	5,40	5,40	3,21	3,22	17,33	17,40	-0,07	Remoção
9	3,50	3,50	3,11	2,87	10,88	10,04	0,84	Assoreamento

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

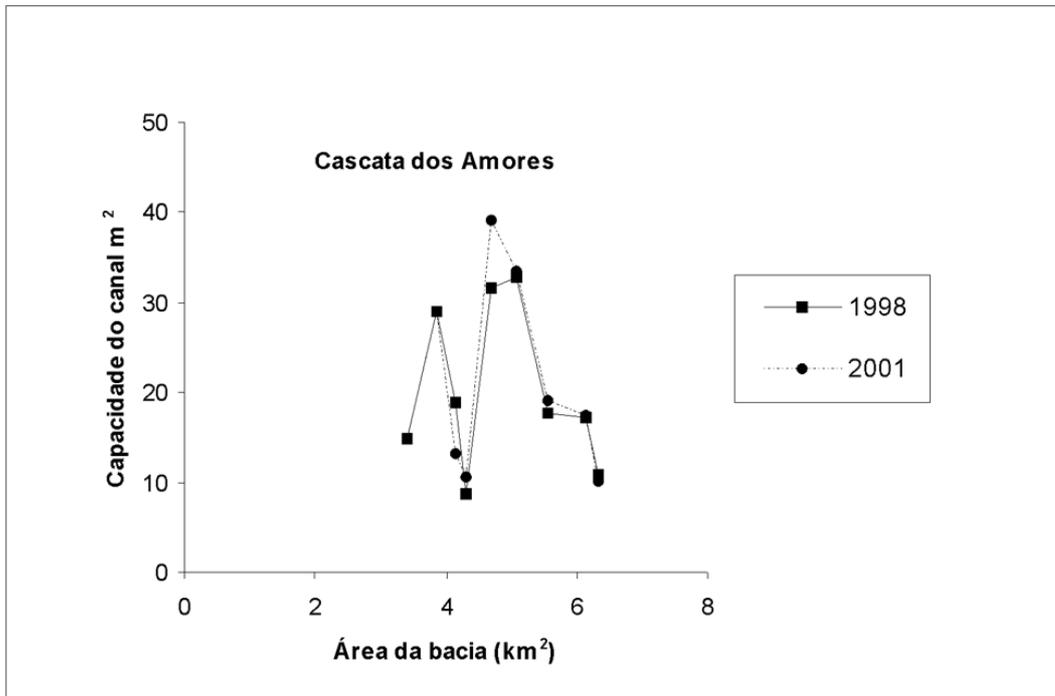


Figura 5 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Cascata dos Amores nos anos de 1998 e 2001.

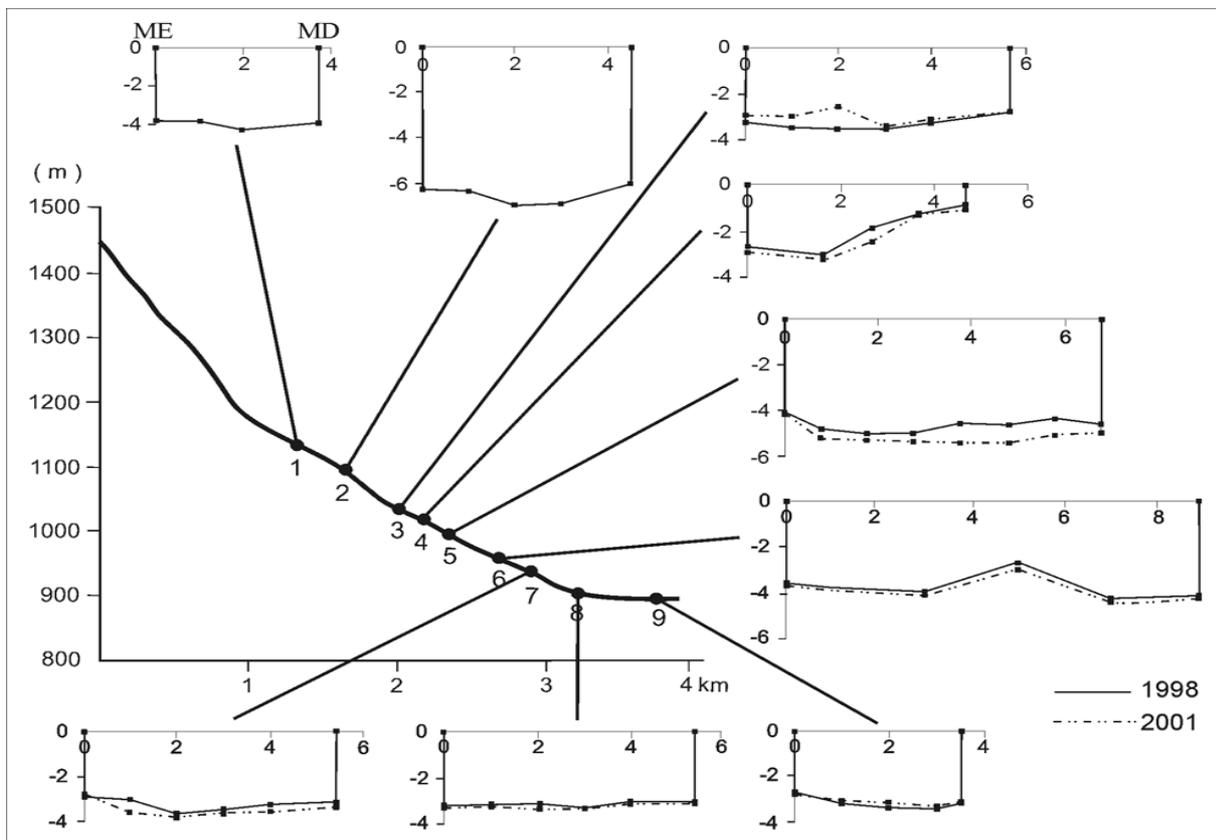


Figura 6 - Superposição das seções transversais do rio Cascata dos Amores em 1998 e 2001.

Na 6ª, 7ª e 8ª seções transversais do rio Cascata dos Amores, a remoção de material também foi observada. A sétima seção transversal teve a maior retirada de sedimentos do fundo do canal, onde foi removido 23cm de sedimentos, aumentando a capacidade do canal de 17,77 para 19,12m² (Tabela 3).

A saída de material das seções transversais a montante, principalmente da seção transversal 7, vem ocasionando deposição na 9ª e última seção transversal, antes da confluência com o rio Paquequer, sendo verificado assoreamento de 76cm.

Outra seção onde ocorreram maiores mudanças foi a 3ª seção transversal, com rolamento de rochas, que se desprenderam da encosta em direção ao canal. As rochas, localizadas na margem esquerda da seção transversal, diminuíram a capacidade do canal em 5,62m², passando de 18,87 para 13,25m² (Tabela 3, Figura 6). As duas primeiras seções transversais não sofreram modificações e encontram-se dentro de terrenos residenciais. As demais seções transversais tiveram mudanças na profundidade média do canal, mantendo valores idênticos de largura para os anos de 1998 e 2001 (Tabela 3, Figuras 5 e 6).

Canal Meudon

Entre os sete canais de 3ª ordem analisados, o rio Meudon, com a maior área impermeabilizada (53,80%), é o mais poluído contendo seu leito grande quantidade de lixo e esgoto. Com quatorze seções transversais amostradas, apresenta variada capacidade do canal, em direção de jusante, possuindo, ao longo do rio, diminuição na capacidade do mesmo (Tabela 4, Figuras 7 e 8).

As seções transversais que foram analisadas, levando em consideração os anos de 1997 e 2001, mostraram tanto remoção, quanto deposição de material do fundo. Os pontos de erosão do fundo do canal são acentuados pelas atividades humanas que dragam o leito, retirando os sedimentos e o lixo. Na época dos trabalhos de campo, a atividade de extração foi registrada nas seções 5, 7, 8, 9, 11 e 12.

Essas seções transversais tiveram as capacidades do canal aumentada em 1, 37, 1,78, 1,43, 1,32, 2,10 e 1,74m², respectivamente, com retirada de sedimentos do fundo do canal, que variou de 24 a 60cm (Tabela 4). Esses sedimentos foram retirados ora pela prefeitura, ora pela população que mora ao lado do rio.

Tabela 4 - Mudanças na morfologia do canal Meudon entre os anos de 1997 e 2001.

Seções	(A) (1997)	(B) (2001)	(C) (1997)	(D) (2001)	(E) (1997)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	4,21	4,21	2,00	1,91	8,40	8,04	0,36	Assoreamento
2	2,60	2,60	2,72	2,67	7,07	6,94	0,13	Assoreamento
3	3,10	3,10	2,22	2,31	7,10	7,15	-0,05	Remoção
4	3,70	3,70	1,78	1,76	6,59	6,56	0,03	Assoreamento
5	5,05	5,05	2,26	2,55	11,53	12,90	-1,37	Remoção
6	3,10	3,10	3,00	2,75	9,60	8,52	1,08	Assoreamento
7	5,85	5,85	2,22	2,47	12,65	14,43	-1,78	Remoção
8	5,20	5,20	3,35	3,62	17,42	18,85	-1,43	Remoção
9	5,55	5,55	1,82	2,06	10,10	11,42	-1,32	Remoção
10	4,40	4,40	1,94	1,93	8,54	8,50	0,04	Assoreamento
11	5,00	5,00	2,28	2,70	11,40	13,50	-2,10	Remoção
12	2,90	2,90	1,95	2,55	5,66	7,40	-1,74	Remoção
13	5,70	5,70	3,00	2,95	17,10	16,81	0,29	Assoreamento
14	6,10	6,10	5,32	5,32	32,45	32,45	0	-

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

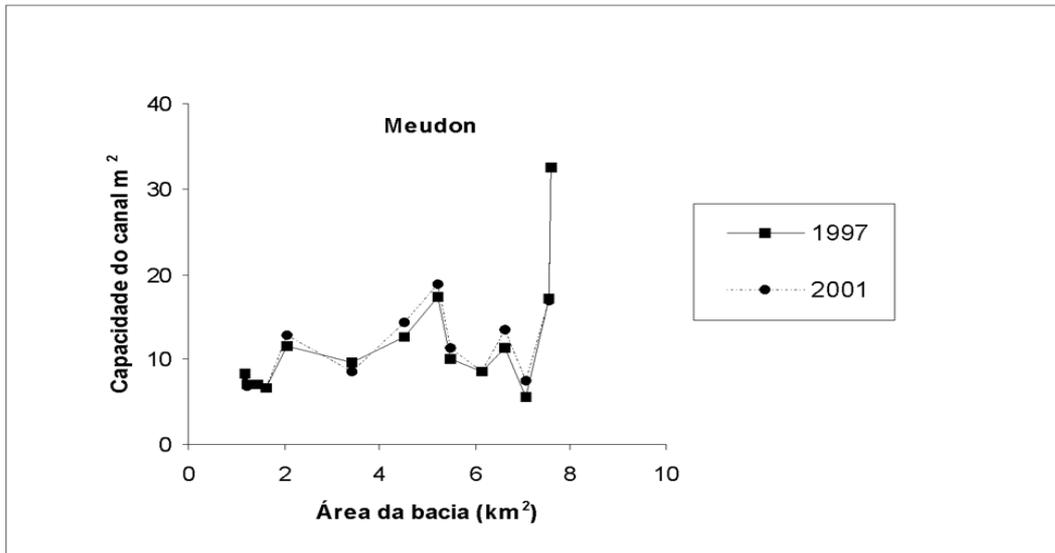


Figura 7 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Meudon nos anos de 1997 e 2001.

A preocupação é constante, podendo destacar a 12ª seção transversal, que possuía a menor capacidade do canal em 1997, sendo local de transbordamento do rio, deixando marcas d'água de 1 a 1,5m de altura na igreja localizada próximo.

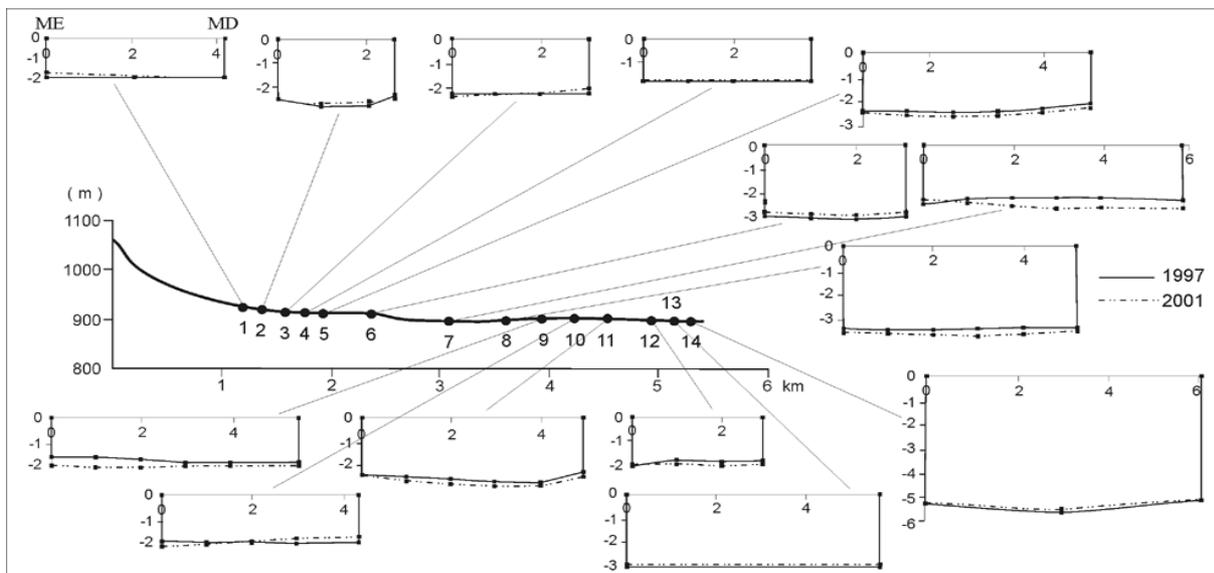


Figura 8 - Superposição das seções transversais do rio Meudon realizadas em 1997 e 2001.

Dentre as seções transversais que indicaram assoreamento, a de maior redução na capacidade do canal foi a sexta seção transversal, com diminuição de 1,08m², e uma perda de 25cm de profundidade média, ao longo do leito do rio (Tabela 4, Figuras 7 e 8). As demais seções transversais sofreram menores modificações.

Assim, ocorreram menores mudanças nas quatro primeiras seções transversais como, também, na décima, décima terceira e décima quarta seções, com esta última perma-

necendo inalterada e com a maior capacidade do canal. Nas demais, com exceção da sexta seção transversal, os valores da capacidade do canal foram maiores em 2001, quando comparados com aqueles realizados em 1997 (Figuras 7 e 8).

Esses valores foram modificados através da variação da profundidade média do canal ao longo dos anos, já que a largura das seções transversais permaneceu sem mudanças em virtude de estar totalmente concretada (Tabela 4, Figura 8).

Canal Ermitage

O rio Ermitage, com menor área da bacia (4,95km²), possui pequenas capacidades do canal em relação aos demais rios estudados (Tabela 5). Porém, as seções transversais também não mantêm um aumento proporcional nas capacidades do canal (Figuras 9 e 10).

Entre 1998 e 2001, o rio apresentou mudanças no leito e nas margens, destacando a atuação antrópica direta no canal na 2ª e na 6ª seções transversais, com maiores modificações nas capacidades do canal (Figuras 9 e 10).

A 2ª seção transversal sofreu grande estreitamento, devido a uma obra realizada no local, ocasionando uma diminuição de 9,86m² na capacidade do canal (11,48 para

1,62m²). Esse estreitamento ocorreu tanto na largura (4,50 para 1,80m), quanto na profundidade média (2,55 para 0,95m), com redução de 2,70 e 1,60m, respectivamente (Tabela 5, Figuras 9 e 10). A mudança dos valores na 2ª seção transversal diminuiu as diferenças que existia na capacidade do canal entre as seções transversais 2 e 3, com esta última inalterada entre os anos de 1998 e 2001.

Na 6ª seção transversal, em que há confluência do rio Ermitage com o rio Tijuca, foi realizada a retirada de sedimentos do fundo do canal. Sua capacidade foi ampliada em 1,80m², com remoção de uma camada de 60cm de sedimentos, com a mesma passando de 4,80m², em 1998, para 6,60m², em 2001 (Tabela 5, Figuras 9 e 10).

Tabela 5 - Mudanças na morfologia do canal Ermitage entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	2,75	2,75	1,49	1,55	4,09	4,26	-0,17	Remoção
2	4,50	1,80	2,55	0,95	11,48	1,62	9,86	Estreitamento do canal
3	2,10	2,10	1,77	1,77	3,72	3,72	0	-
4	2,65	2,65	2,67	2,51	7,08	6,66	0,42	Assoreamento
5	3,40	3,40	1,96	1,85	6,66	6,29	0,37	Assoreamento
6	3,00	3,00	1,60	2,20	4,80	6,60	-1,80	Remoção
7	2,25	2,25	2,65	2,50	5,96	5,62	0,34	Assoreamento
8	3,30	3,30	3,60	3,35	11,88	11,06	0,82	Assoreamento

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

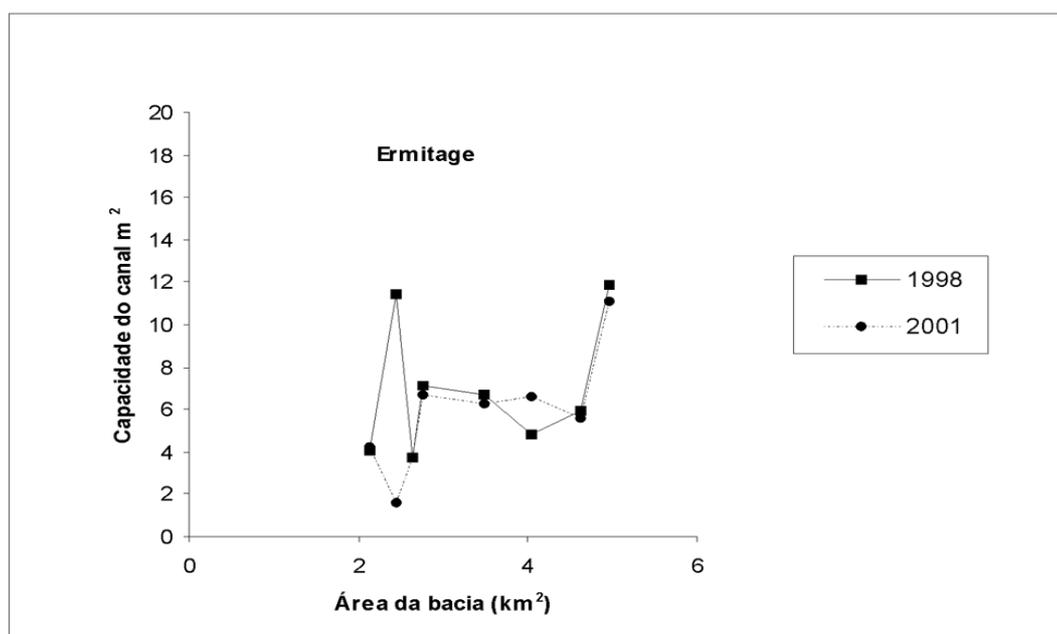


Figura 9 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Ermitage nos anos de 1998 e 2001.

As seções transversais 4, 5 e 7 tiveram pequenas reduções na capacidade do canal, com a profundidade média diminuída em 16, 11 e 15cm, respectivamente. A seção transversal 8 possui seu leito assoreado, fornecendo sedimentos para o rio

Paquequer, sendo grande o assoreamento na confluência, com formação de bancos de areia. Sua capacidade apresentou-se diminuída em 2001, com redução de 0,82m², ocasionado pelo acréscimo de 25cm de sedimentação (Tabela 5, Figuras 9 e 10).

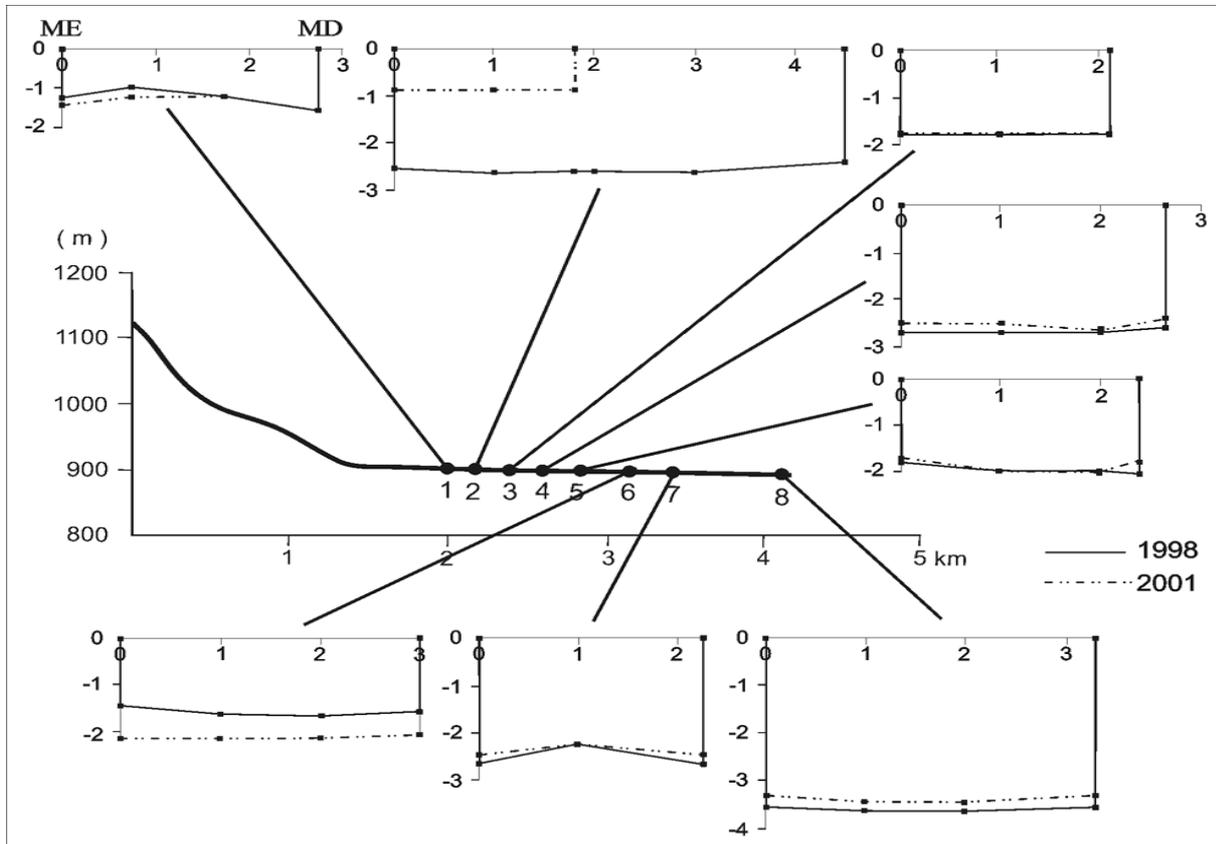


Figura 10 - Superposição das seções transversais do rio Ermitage realizadas em 1998 e 2001.

Assim, no rio Ermitage ocorreu variação não só na profundidade média como, também, na largura, com a 2ª seção transversal passando da maior largura em 1998 para a menor em 2001, com o intuito de manter a proporcionalidade entre a 2ª e a 3ª seção transversal. A menor profundidade média também foi substituída da 1ª seção transversal, em 1998, para a 2ª seção transversal em 2001, modificando as capacidades do canal, com a menor encontrando-se na 2ª seção transversal, deixando de existir a extração de areia no local.

Canal Quebra-Frascos

O rio Quebra-Frascos, com oito seções transversais, apresenta margens ocupadas por vegetação e represamentos de água ao longo do trecho estudado, com o intuito de diminuir a velocidade da água. Suas capacidades do canal são elevadas, destacando valores maiores de largura e profundidade (Tabela 6, Figuras 11 e 12).

O canal, tanto em 1998, quanto em 2001, não manteve um contínuo aumento em direção a jusante, ocorrendo, até mesmo, um decréscimo, que pode ser visto entre as seções transversais 2, 3, 4 e 5 (Figuras 11 e 12). Porém, as elevadas capacidades do canal e os represamentos de água realizados no rio favorecem o contínuo fluxo de água.

Ao longo desses quatro anos, o rio apresentou, na maioria das seções transversais, remoção de material e leve aumento nas capacidades do canal, com exceção das seções transversais 3 e 5 (Tabela 6, Figuras 11 e 12).

As maiores mudanças ocorreram na 2ª e 6ª seções transversais, com a remoção de 76 e 25cm, ampliando a capacidade do canal em 5,30 e 2,03m², respectivamente (Tabela 6). O aumento da capacidade do canal, na 2ª seção transversal, foi ocasionado pelo rolamento das rochas que se encontravam nas margens esquerda e direita, mantendo-se com a maior capacidade do canal, que passou de 47,60 para 52,90m² (Tabela 6, Figuras 11 e 12).

A sexta seção transversal, que possuía a menor capacidade do canal em 1998, teve intervenção direta na modificação do canal com retirada de sedimentos do fundo, no

intuito de aumentar a profundidade em todo o seu percurso (Figura 12).

Tabela 6 - Mudanças na morfologia do canal Quebra-Frascos entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	5,80	5,80	7,05	7,10	40,89	41,18	-0,29	Remoção
2	7,00	7,00	6,80	7,56	47,60	52,90	-5,30	Rolamento de rocha
3	7,00	7,00	5,50	5,40	38,50	37,80	0,70	Assoreamento
4	6,70	6,70	3,74	3,80	25,10	25,46	-0,36	Remoção
5	5,35	5,35	2,82	2,82	15,09	15,09	0	-
6	8,10	8,10	1,65	1,90	13,36	15,39	-2,03	Remoção
7	7,70	7,70	4,07	4,15	31,34	31,96	-0,62	Remoção
8	6,50	6,50	4,30	4,31	27,95	28,01	-0,06	Remoção

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

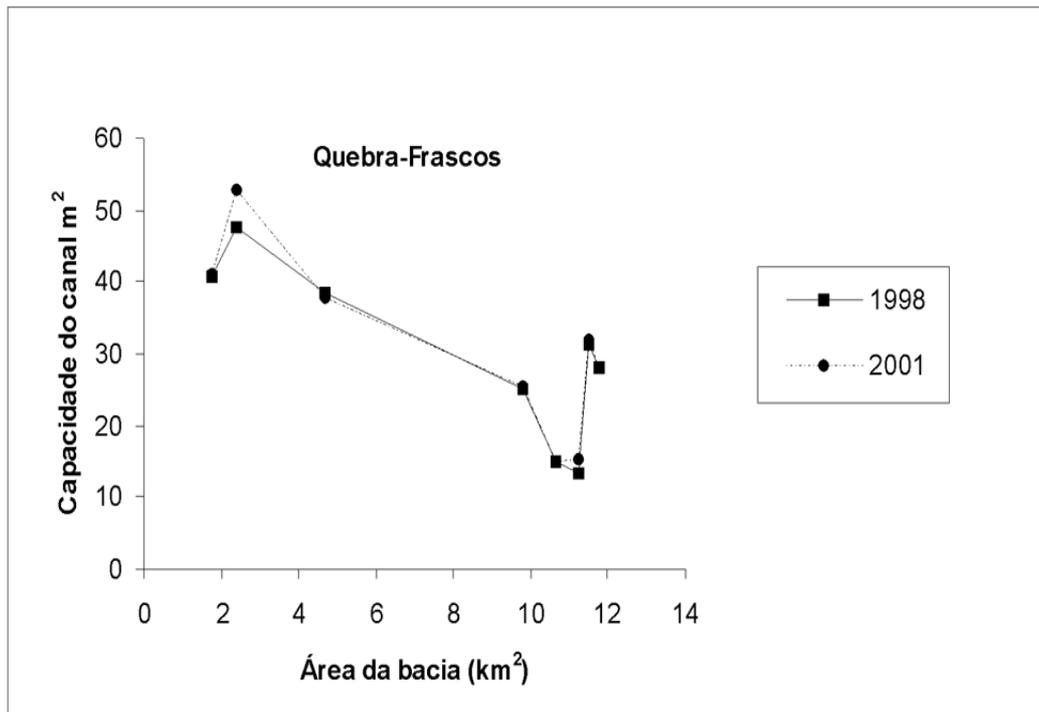


Figura 11 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Quebra-Frascos nos anos de 1998 e 2001.

Somente na terceira seção transversal ocorreu o assoreamento, com um aumento de 10cm na profundidade e de 0,70m² na capacidade do canal (Tabela 6). A seção transversal 5, que passou a ter a menor capacidade do canal, mante-

ve-se inalterada (Figuras 11 e 12), possuindo seu leito concretado e elevada declividade, com a água atingindo elevada velocidade e os sedimentos concentrados a montante, devido ao represamento existente antes dessa seção transversal.

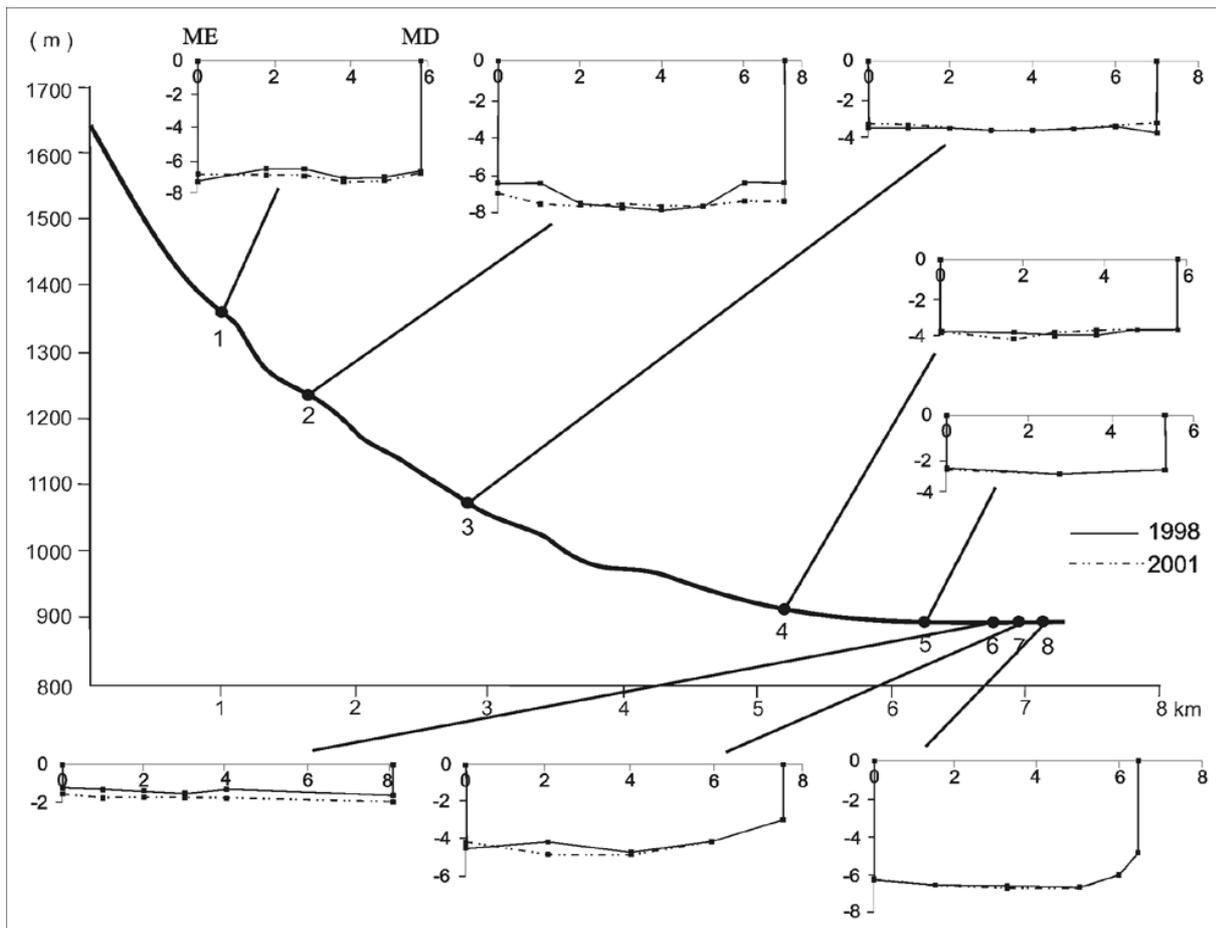


Figura 12 - Superposição das seções transversais do rio Quebra-Frascos realizadas em 1998 e 2001.

As modificações que ocorreram no rio estão relacionadas com a profundidade que, em 1998 encontrava-se entre 1,65 e 7,05m, apresentando, em 2001, valores de 1,90 a 7,56m. Os valores de largura permaneceram os mesmos para 1998 e 2001, variando entre 5,35 e 8,10m (Tabela 6).

Canal Príncipe

No rio Príncipe foi realizado dez seções transversais monitoradas nos anos de 1998 e 2001. Dentre as mudanças apresentadas pelo canal destacam-se o predomínio da remoção de material do fundo, que ocorreu em cinco seções transversais e o alargamento do canal, apenas na nona seção transversal (tabela 7).

As maiores modificações situaram-se na 5ª, 6ª, 7ª e 9ª seções transversais que, em sua maioria, aumentaram as capacidades do canal, com exceção para a 7ª seção transversal que teve seu leito assoreado (Figuras 13 e 14).

A 9ª seção transversal teve a largura e a profundidade alteradas. Na época das chuvas, a margem esquerda foi alargada e a limpeza do fundo do canal foi realizada pela

prefeitura. Com isso, a seção transversal passou de 6,70 para 11,66m², com um aumento de 4,96m² na capacidade do canal, de 110cm na largura e de 62cm na profundidade média da seção, ampliando a diferença de capacidade do canal entre a nona e a décima seção transversal (Tabela 7, Figura 14).

A seção transversal 5 possui elevada velocidade das águas, devido a declividade existente no local, favorecendo a movimentação de grande quantidade de sedimentos, o que ocasionou o aumento da profundidade em 75cm e da capacidade do canal em 2,86m² (Tabela 7 e Figura 14).

A sexta seção transversal é local de extração de areia, favorecido pela chegada de sedimentos das seções anteriores. A retirada do material do fundo do canal ocorreu em especial na margem esquerda, ampliando a capacidade do canal em 2,99m² (Tabela 7, Figura 14).

A maior deposição no canal ocorreu na sétima seção transversal, com diminuição de 41cm na profundidade média e uma capacidade do canal reduzida 2,21m², com a deposição ocorrendo ao longo da seção (Tabela 7, Figura 14).

Tabela 7 - Mudanças na morfologia do canal Príncipe entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	5,00	5,00	2,33	2,34	11,65	11,71	-0,06	Remoção
2	3,90	3,90	1,95	1,94	7,61	7,57	0,04	Assoreamento
3	4,10	4,10	2,12	2,09	8,69	8,57	0,12	Assoreamento
4	3,90	3,90	2,59	2,72	10,10	10,61	-0,51	Remoção
5	3,80	3,80	2,01	2,76	7,64	10,50	-2,86	Remoção
6	5,00	5,00	2,03	2,62	10,15	13,14	-2,99	Remoção
7	5,40	5,40	2,93	2,52	15,82	13,61	2,21	Assoreamento
8	4,70	4,70	1,72	1,72	8,08	8,08	0	-
9	3,60	4,70	1,86	2,48	6,70	11,66	-4,96	Alargamento do canal
10	5,00	5,00	1,11	1,25	5,55	6,25	-0,70	Remoção

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

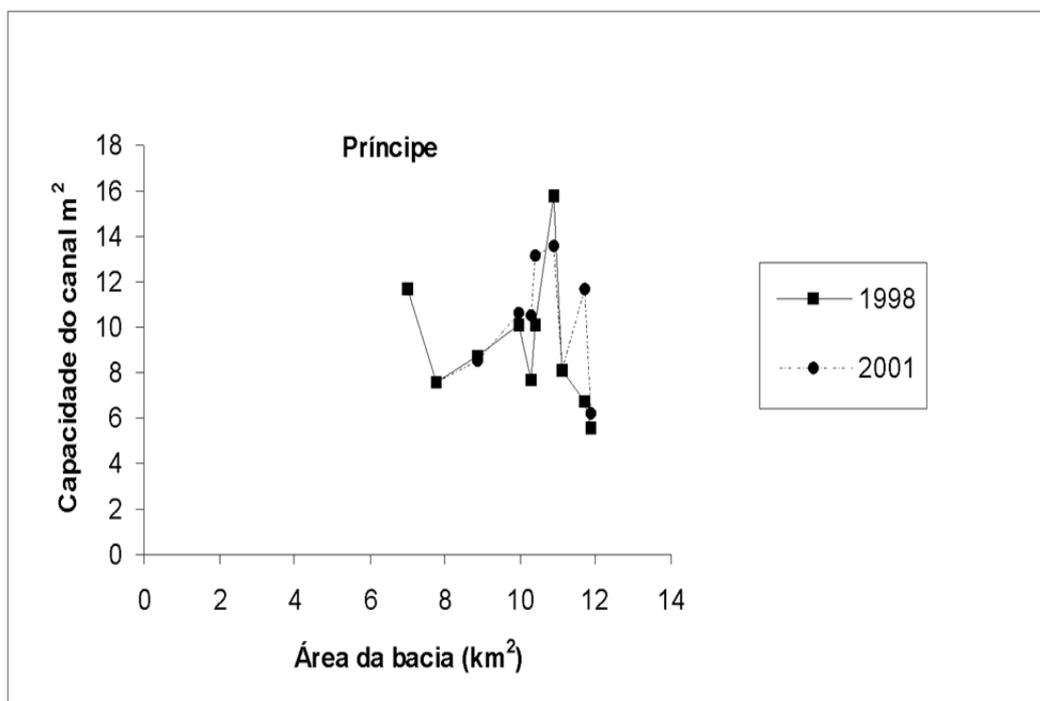


Figura 13 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Príncipe nos anos de 1998 e 2001.

Assim, o rio Príncipe teve menores mudanças nas três primeiras seções transversais e manteve a oitava seção com a mesma capacidade do canal (Tabela 7, Figura 13), sendo a seção limpa pelo condomínio existente no local. A

décima seção transversal indicou pequena erosão, próximo a margem direita do rio, com um aumento em 14cm na profundidade média, ampliando em 0,70m² a menor capacidade do canal entre as dez seções transversais.

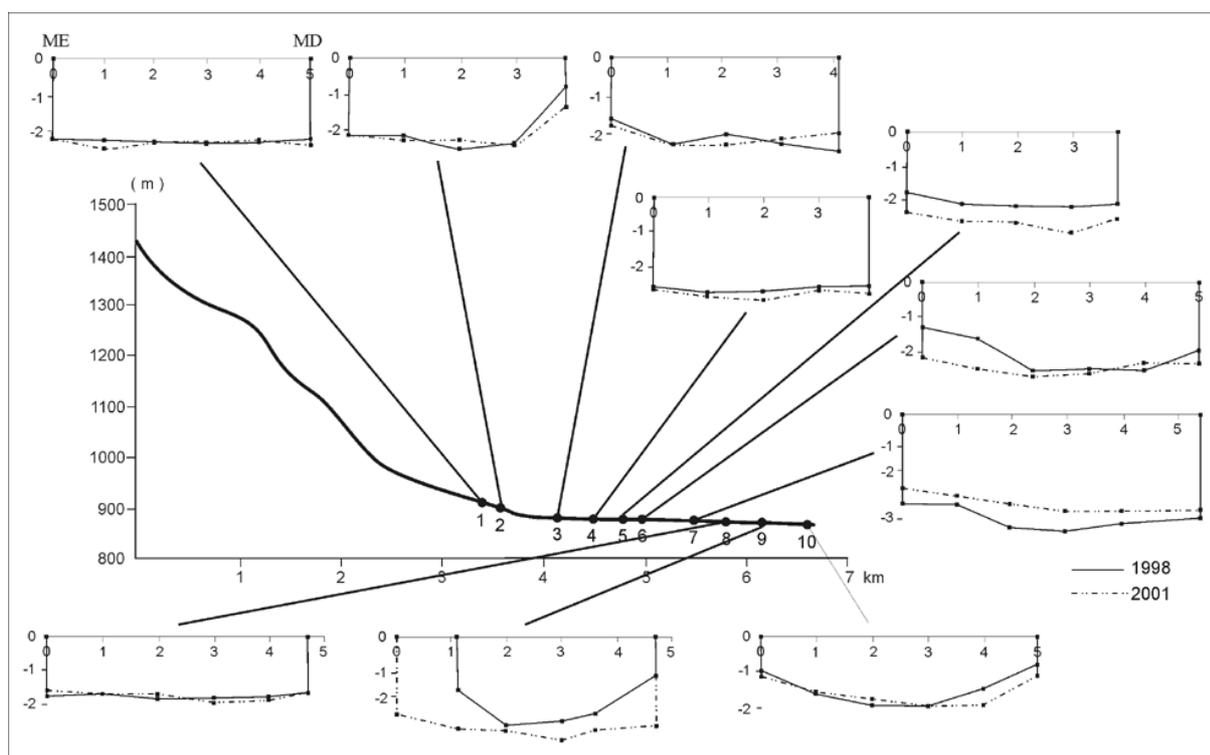


Figura 14 - Superposição das seções transversais do rio Príncipe realizadas em 1998 e 2001.

Esse rio, apesar de não possuir um aumento constante da capacidade do canal ao longo do perfil longitudinal, se destaca pela pequena amplitude dessa variável, que no ano de 2001 variou de 6,25 a 13,61m² (Tabela 7, Figuras 13 e 14).

Canal Fischer

A bacia do rio Fischer teve um grande crescimento em área urbana nas últimas décadas (Figura 2) e das oito seções transversais realizadas, as seções 1, 2, 3, 5 e 7 apresentam menores capacidades do canal em relação a quarta, sexta e oitava seções transversais (Tabela 8, Figuras 15 e 16).

As menores seções transversais, com exceção da 2ª e da 7ª seções, tiveram pequenas mudanças, permanecendo com grande quantidade de sedimentos. Apesar da maior capacidade do canal se encontrar na última seção transversal (25,04m²), seus valores não aumentam em direção a jusante, permanecendo os problemas de inundação, que ocorrem na 1ª e na 3ª seções transversais (Tabela 8, Figuras 15 e 16).

A segunda seção transversal, com grande aumento na capacidade do canal (4,17 para 10,69m²), teve sua largura (3,90 para 6,90m) e profundidade média (1,07 para 1,55m) ampliadas, devido à realização de obras no local. A atuação humana direta no canal ocasionou um aumento de 3m na largura, 48cm na profundidade média e 6,52m² na capacidade do canal. Essa ampliação diminuiu o perigo de inundações no local, porém, acaba prejudicando a seção transversal 3, que é pequena e teve uma leve sedimentação (2cm), não dando vazão para a quantidade de água que chega, preocupando ainda mais a população local (Tabela 8, Figuras 15 e 16).

Das três seções transversais que ocorreram remoção dos sedimentos, a sétima seção transversal foi a que teve maior aumento na profundidade média, com retirada de 36cm de sedimentos e um aumento de 1,81m² na capacidade do canal. Com elevada velocidade das águas, ocorreu um aumento da profundidade ao longo da seção transversal, obtendo entre os anos de 1998 e 2001, um bom acréscimo na capacidade do canal (de 7,63 para 9,44m², Tabela 8, Figuras 15 e 16).

Tabela 8 - Mudanças na morfologia do canal Fischer entre os anos de 1998 e 2001.

Seções	(A) (1998)	(B) (2001)	(C) (1998)	(D) (2001)	(E) (1998)	(F) (2001)	(G) (E-F)	(H) Dinâmica dos sedimentos
1	3,20	3,20	1,58	1,55	5,06	4,96	0,10	Assoreamento
2	3,90	6,90	1,07	1,55	4,17	10,69	-6,52	Alargamento do canal
3	3,90	3,90	0,72	0,70	2,81	2,73	0,08	Assoreamento
4	5,00	5,00	5,10	4,80	25,5	24,00	1,50	Assoreamento
5	5,20	5,20	1,11	1,12	5,77	5,82	-0,05	Remoção
6	3,40	3,40	6,00	5,70	20,4	19,38	1,02	Assoreamento
7	5,05	5,05	1,51	1,87	7,63	9,44	-1,81	Remoção
8	7,80	7,80	3,13	3,21	24,41	25,04	-0,63	Remoção

(A e B)- Larguras (m); (C e D)- Profundidades média (m); (E e F)- Capacidades do canal (m²)

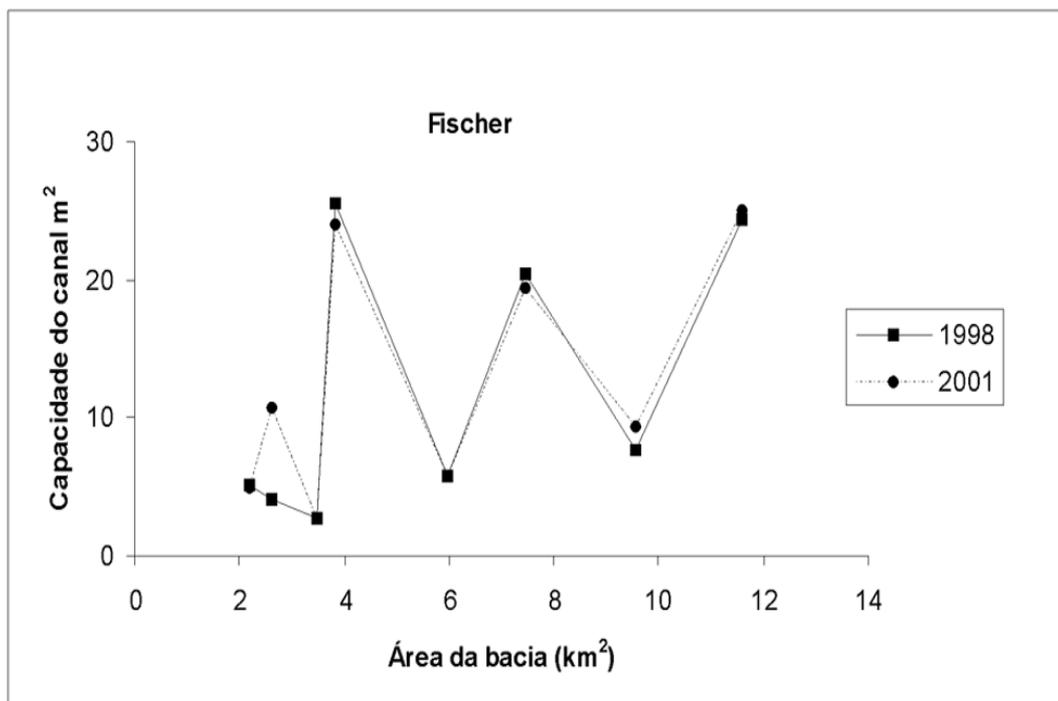


Figura 15 - Variação dos valores da capacidade do canal ao longo do rio Fischer nos anos de 1998 e 2001.

As seções transversais 4 e 6, ambas com deposição de material no fundo, tiveram uma redução de 30cm na profundidade média, resultando numa diferença de 1,50 e 1,02m² na capacidade do canal, respectivamente (Tabela 8). Apesar do assoreamento, as duas seções transversais possuem elevada capacidade do canal (Figuras 15 e 16).

O rio apresentou amplos valores de profundidade demonstrados tanto em 1998 (0,72 a 6,00m), como em 2001

(0,70 a 5,70m) como, também, de largura (3,20 a 7,80m), com capacidade do canal em 2001, encontrando-se entre 2,73 e 25,04m² (Tabela 8). A 3ª seção transversal permaneceu, em 2001, com a menor profundidade (0,70m) que, junto com a largura de 3,90m, gera uma capacidade do canal de apenas 2,73m², sendo a menor ao longo do rio (Tabela 8, Figuras 15 e 16).

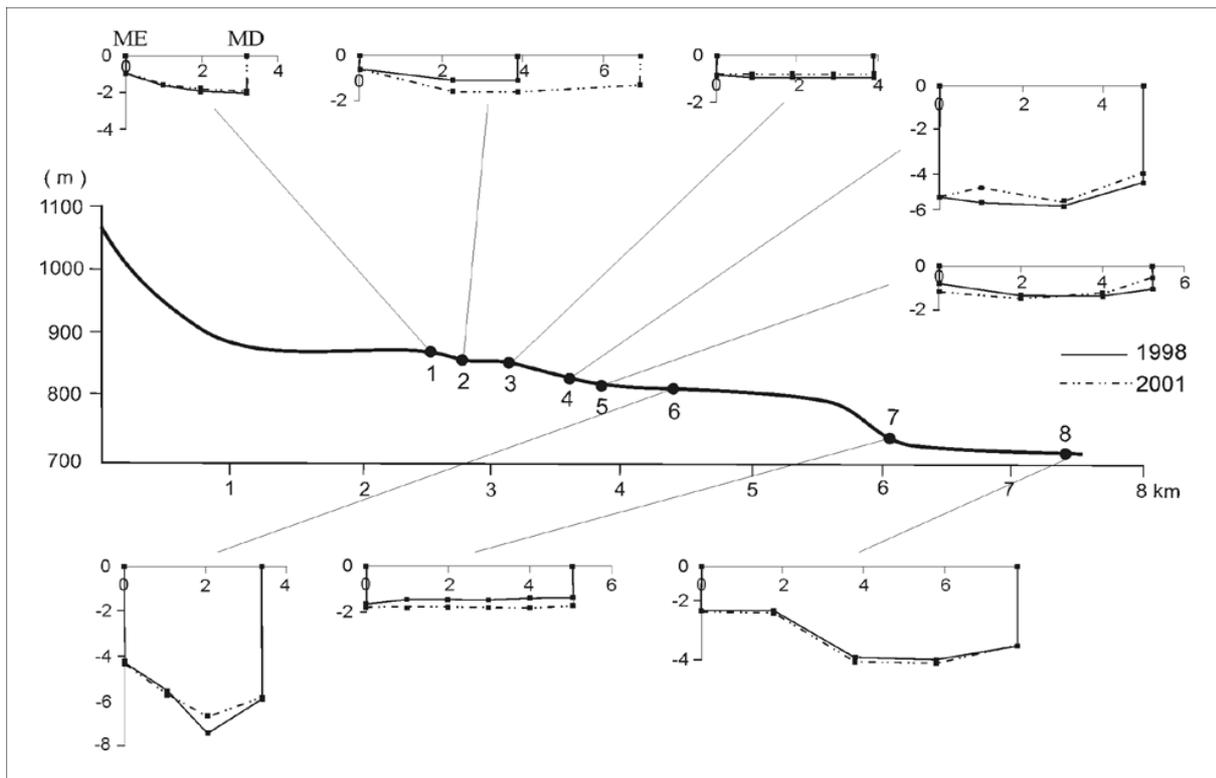


Figura 16 - Superposição das seções transversais do rio Fischer realizadas em 1998 e 2001.

Conclusões

As modificações ocorridas nos rios de 3ª ordem entre os anos de 1997/98 e 2001 foram analisadas através dos dados de largura, profundidade e capacidade do canal de cada seção transversal, que forneceram os casos mais significativos de assoreamento, remoção, estreitamento e alargamento do canal. Ao longo desses quatro anos, além da dinâmica fluvial, foram constantes a atuação antrópica nos rios.

Dos sete canais de 3ª ordem, o rio Paquequer Pequeno foi o único que não apresentou intervenções antrópicas diretas no canal, com suas seções transversais sendo modificadas através da dinâmica fluvial. Com os mesmos valores de largura, predominou a remoção de sedimentos, que acaba favorecendo o assoreamento da última seção transversal (jusante) e a ida de sedimentos para o canal principal.

No rio Cascata dos Amores, a intervenção antrópica no canal ocorreu através da dragagem realizada na 5ª seção transversal e no ponto turístico Cascata dos Amores. Sem mudança nos valores da largura e com o predomínio da remoção, permanece elevado o assoreamento do ponto turístico e da última seção transversal que, também, carrega sedimentos para o rio Paquequer.

Dragagem, também, foi realizada no canal Meudon, que teve remoção de sedimentos na 5ª, 7ª, 8ª, 9ª, 11ª e 12ª

seções transversais. O assoreamento mais marcante ocorreu na 6ª seção transversal, com diminuição da capacidade do canal, ampliando a diferença desse valor, em relação a seção transversal anterior.

No rio Ermitage ocorreu o estreitamento do canal na 2ª seção transversal e a remoção de sedimentos do fundo foi realizada na seção transversal 6. Também nesse rio, vem ocorrendo o assoreamento da última seção transversal, formando bancos de areia na desembocadura com o rio Paquequer.

Com predomínio da remoção de material, o rio Quebra-Frascos só teve intervenção direta no canal na 6ª seção transversal, com remoção de sedimentos do fundo do canal para evitar o transbordamento do mesmo.

No rio Príncipe, a maior mudança ocorreu na 9ª seção transversal, com alargamento do canal, ampliando as diferenças entre a nona e a décima seção transversal. Na 5ª e na 6ª seções transversais verificou-se a remoção de material, assoreando a 7ª seção.

Outro rio que ocorreu alargamento do canal foi o Fischer na 2ª seção transversal, aumentando as diferenças na capacidade do canal entre a 2ª e a 3ª seção. As demais mudanças significativas ocorreram em seções transversais maiores, com exceção para a 7ª seção transversal que teve remoção de material, ampliando a capacidade do canal.

Assim, os sete canais tiveram mudanças, porém, com diferentes intensidades, demonstrando maiores modificações os rios que sofreram atuação antrópica direta nas seções transversais. Ocorreu o predomínio da remoção, destacando as mudanças realizadas na profundidade.

O que se pode perceber é que determinados pontos de remoção de sedimentos, nos afluentes, implicam no assoreamento do rio principal, enquanto outros, na verdade, são seções de acúmulo de sedimentos, que tiveram a capacidade do canal ampliada através das dragagens ou dos alargamentos das seções transversais. Porém, as mudanças realizadas na capacidade do canal não mantêm a proporcionalidade de aumento da calha em direção à jusante o que ocasiona a dependência da população local perante os rios, que precisam de manutenção, com intervenções diretas e constantes no canal.

Assim, torna-se necessário um melhor planejamento, com mudança nas atitudes públicas e de toda a população para com o ambiente da cidade, na tentativa de diminuição de um impacto cada vez mais freqüente, que é a destruição dos rios pela redução ou ampliação aleatória das seções transversais. O conhecimento das alterações ocorridas nos canais favorece uma melhor administração dos rios, com esses estudos servindo de apoio para o desenvolvimento de planos que levem em consideração a bacia hidrográfica como um todo, ao dar ênfase aos ajustamentos dos canais e as variações que ocorrem de uma seção para outra.

Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio financeiro na forma de bolsa de mestrado através do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ e aos bolsistas do laboratório de Geomorfologia Fluvial do Departamento de Geografia da UFRJ, pela ajuda nos trabalhos de campo.

Referências Bibliográficas

- BROOKES, A. (1985). River Channelization: Traditional Engineering Methods, Physical Consequences and Alternative Practices. In: Progress in Physical Geography, 9 (1): 44-73.
- BROOKES, A. (1987). River Channel Adjustments Downstream from Channelization Works Din England and Wales. In: Earth Surface Processes and Landforms, vol. 12: 337-351.
- COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. (1994). Geomorphology in Environmental Management, a New Introduction. Oxford: Clarendon Press, p: 332-338.
- CUNHA, S. B. (1995). Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do Rio São João (Rio de Janeiro-Brasil). Dissertação de Doutorado na Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa. Edição do autor, 347p.
- CUNHA, S. B. (1998). Geomorfologia Fluvial. In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. (orgs.). Rio de Janeiro: 3ª ed., Editora Bertrand, p: 211-252.
- DOWNS, P. W. (1994). Characterization of River Channel Adjustments in the Thames Basin, South-east England. Regulated Rivers: Research e Management, 9: 151-175.
- FERNANDEZ, O. V. Q.; REBELATTO, G. E.; SANDER, C. (2001). Análise Quantitativa de Seções Transversais em Canais Fluviais. In Revista Brasileira de Geomorfologia, ano 2, nº 2.
- GREGORY, K. J.; PARK, C. (1974). Adjustment of River Channel Capacity Downstream from a Reservoir. In: Water Resources Research, vol. 10, nº 4: 870-873.
- GREGORY, K. J.; DAVIS, R. J.; DOWNS, P. W. (1992). Identification of River Channel Change to Due to Urbanization. In: Applied Geography, 12: 299-318.
- JIONGXIN, XU. (1990). An Experimental Study of Complex Response in River Channel Adjustment Downstream from a Reservoir. In: Earth Surface Processes and Landforms, vol. 15: 43-53.
- KNIGHTON, A. D. (1998). Channel Changes Through Time. In: Fluvial Forms and Processes: a New Perspective. New York: Editora John Wiley e Sons, p: 151-260.
- MILNE, J. A. (1983). Variation in Cross-sectional Assymetry of Coarse Bedload River Channels. Earth Surface Processes and Landforms, 8 (5): 503-511.
- NELLER, R.J. (1989) Induced channel enlargement in small urban catchments, Armidale, New South Wales. Environmental Geology and Water Sciences 14(3):167-171.
- ODEMERHO, F. O. (1992). Limited Downstream Response of Stream Channel Size to Urbanization in a Humid Tropical Basin. Southern Illinois University. The Professional Geographer. Forum and Journal of the Association of American Geographers. Vol. 44, nº 3, August: 332-339.

- OLIVEIRA, P. T. T. M. (1999). Relações entre o Crescimento Urbano e as Características da Drenagem Fluvial no Município de Teresópolis – RJ. Rio de Janeiro: Dissertação de mestrado defendida na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 110p.
- OLSON-RUTZ, K. L.; MARLOW, C. B. (1992). Analysis and Interpretation of Stream Channel Cross-sectional Data. *North American Journal of Fisheries Management*, 12: 55-61.
- PARK, C.C. (1977) Man-induced changes in stream channel capacity. In Gregory, K.J. (ed.) *River Channel Changes*, Waley, Chichester: 121-144.
- PORTO, R.; ZAHTEL, F.K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. (1993). Drenagem Urbana. In: *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. ABRH. Porto Alegre, vol. 4: 805-848.
- PINTO, J. O. A. (1991). História de Teresópolis: Síntese Cronológica. Niterói, Editora Cromos, 152p.
- RAMOS, C.L. (1995). Erosão Urbana e Produção de Sedimentos. In: *Drenagem Urbana*. ABRH, vol. 5: 241-275.
- REINFELDS, I. (1997). Reconstruction of Changes in Bankfull Width: a Comparison of Surveyed Cross-sections and Aerial Photography. In: *Applied Geography*, v. 17, n. 3: 203-213.
- TUCCI, C. E. M. (1995). Inundações Urbanas. In: *Drenagem Urbana*. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L.; Barros, M. T. (orgs.). Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil, p: 15-36.
- VIEIRA, V. T. (1999). Rede de Drenagem Urbana: Ação Antrópica nos Canais de 3ª ordem – Alto Rio Paquequer, Teresópolis – RJ. Rio de Janeiro: Monografia defendida na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 81p.
- VIEIRA, V. T.; CUNHA, S. B. (2001). Mudanças na Rede de Drenagem Urbana em Teresópolis – Rio de Janeiro. In: *Impactos Ambientais no Brasil*. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (orgs.). Rio de Janeiro: Editora Bertrand, p: 111-145.
- WARNER, R. F.; BIRD, J. F. (1988). Human Impacts on River Channels in New South Wales and Victoria. In: *Fluvial Geomorphology of Australia*, p: 343-363.
- WHITLOW, J. R.; GREGORY, K. J. (1989). Changes in Urban Stream Channels in Zimbabwe. *Regulated Rivers: Research and Management*, 4: 27-42.
- YU, B.; WOLMAN, M. G. (1987). Some Dynamic Aspects of River Geometry. In: *Water Resources Research*, vol. 23, nº 3: 501-509.