

A IMPORTÂNCIA DA ZONA CILIAR EM MICROBACIAS

Fernando Genz¹

Resumo - A zona ciliar está muito relacionada com as características do sistema fluvial e dos processos hidrológicos dominantes. A análise de ambos indicou a importância da mata ciliar nas vertentes e microbacias pela sua localização nas adjacências dos cursos de água, no que se refere à produção de água e sedimentos, e também, para a recuperação de rios. Em termos de representatividade, verificou-se que a mata ciliar tem maior proporção de ocupação da área nas microbacias do que nas bacias maiores.

Abstract - The riparian zone is very related with the river system characteristics and the main hydrological processes. The analysis of them indicated the importance of the riparian zone in zero basin order or micro basins due the location along river banks, referring to water and sediment delivery and also for river recovery. In terms of cover significance, it was verified that the riparian forest has a greater occupation in micro basin than in larger basins.

Palavras-Chave: Microbacias; Zona ciliar; Processos hidrológicos.

INTRODUÇÃO

A mata ciliar é um compartimento de floresta que ocupa as margens dos córregos ou rios, ou seja, a zona ciliar. A sua localização dentro da bacia hidrográfica é apresentada na figura 1.

Lima (1989) atribui várias funções à mata ciliar:

- *diminuição e filtragem do escoamento superficial* que impede ou dificulta o carreamento de sedimentos para o sistema aquático, contribuindo, desta forma, para a manutenção da qualidade da água nas bacias hidrográficas;

¹Superintendência de Recursos Hídricos - SRH/GEREI - 3ª Av., 390 - Ala Norte - Plat. IV - CAB - CEP 41746-900 - Salvador/BA - e-mail: genz@srh.ba.gov.br - Fone:(0xx71) 370-6195.

- *tampão e filtro* entre os terrenos mais altos e o ecossistema aquático, participa do controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica, através da ação tanto no escoamento superficial, quanto na absorção de nutrientes do escoamento subsuperficial pela vegetação ciliar;
- *estabilização* da área crítica que são as ribanceiras do rio, pelo desenvolvimento e manutenção de um emaranhado radicular;
- integração com a superfície da água proporciona: *cobertura e alimentação* para peixes e outros componentes da fauna aquática;
- intercepta e absorve radiação solar, contribuindo para a *estabilidade térmica* dos pequenos cursos de água.

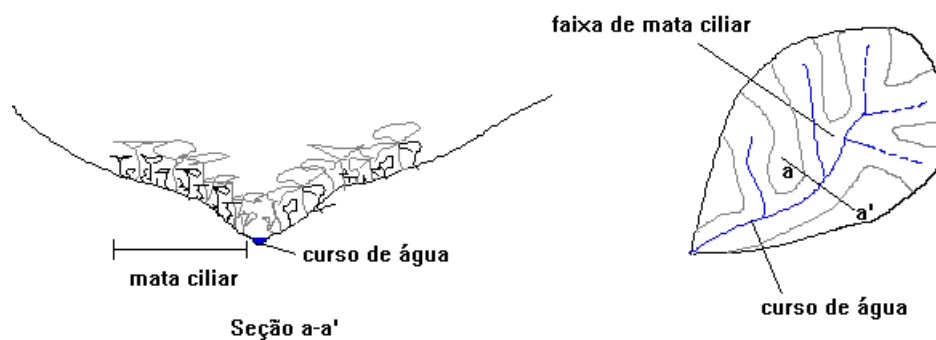


Figura 1 Localização da mata ciliar na bacia hidrográfica

No caso de microbacias, a importância da mata ciliar está relacionada com as características do sistema fluvial, os processos hidrológicos dominantes e as funções ambientais.

Características do sistema fluvial na bacia hidrográfica

De modo geral, com o passar do tempo, os processos em ação no ciclo hidrossedimentológico acabam por moldar as feições das bacias hidrográficas, dando-lhes as formas que hoje conhecemos (figura 2, Bordas e Semmelmann, 1993):

- Rede de drenagem mais densa e mais entalhada na parte superior da bacia do que na inferior, cercada por várzeas cuja extensão lateral aumenta geralmente ao se aproximar o rio de sua foz (2.a);
- Perfis longitudinais dos cursos de água e dos interflúvios (vertentes) mais suaves que originalmente, em decorrência da erosão das cabeceiras e da formação de depósitos nas partes mais baixas (2.b);

- Leitões que também vão se alargando de montante para jusante, e cujo material de fundo vem simultaneamente diminuindo de tamanho (2.c e 2.d).

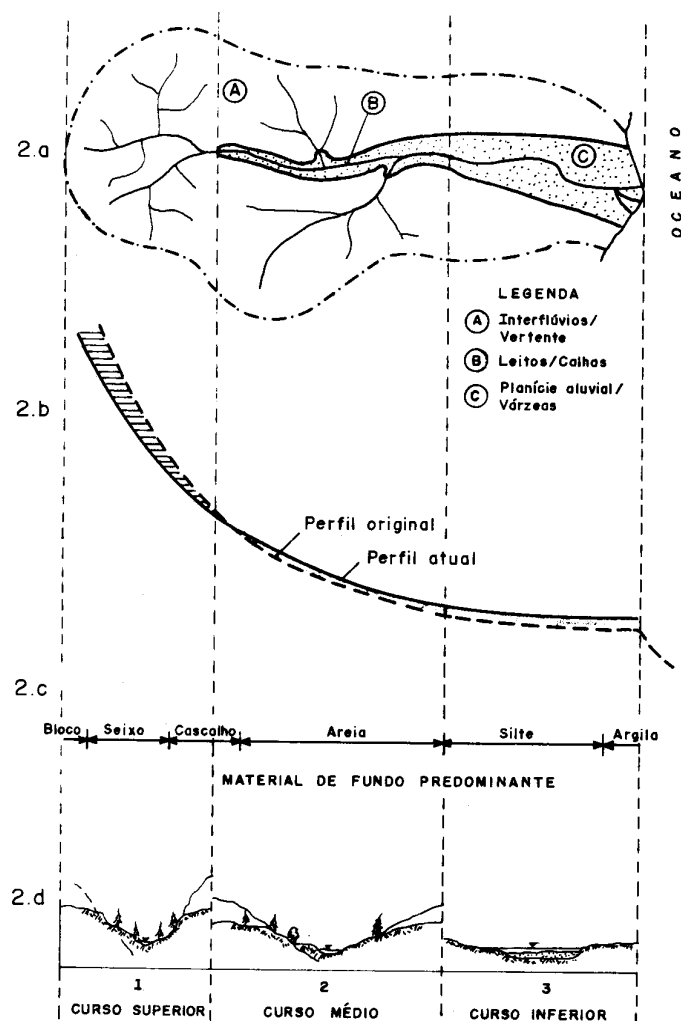


Figura 2 Representação esquemática do sistema fluvial e os processos Hidrossedimentológicos (Bordas e Semmelmann, 1993)

Dessa forma, distinguem-se também os diferentes processos hidrológicos aos quais estão associados os sedimentos e a formação do sistema fluvial:

- ✓ Escoamento superficial/subsuperficial difuso nas vertentes, com destacamento e, conseqüentemente, produção de sedimentos;
- ✓ Escoamento superficial em canal no curso médio da bacia, ocorrendo transporte do material sólido produzido nas vertentes e, também, deposição da parte mais grosseira dos sedimentos, a depender da energia do sistema;
- ✓ Escoamento superficial em canal no curso inferior, com transporte e, principalmente, deposição do material sólido mais fino;

PROCESSO HIDROLÓGICO PREDOMINANTE EM MICROBACIAS: GERAÇÃO DE ESCOAMENTO

Em termos hidrológicos, as áreas de contribuição efetivas para o hidrograma de cheia são as áreas de vertentes de pequenas bacias hidrográficas, isto é, as vertentes são as áreas “produtoras” de água, uma vez que a separação do escoamento ocorre nos planos inclinados das vertentes. As figuras 3 a 6 ilustram esse efeito.

A figura 3 apresenta exemplos de hidrogramas em três bacias com diferentes áreas de drenagem, o primeiro com os valores absolutos e o segundo com as vazões específicas, ou seja, a vazão dividida pela área da bacia de drenagem. Observa-se que a medida que a área de drenagem aumenta as vazões específicas diminuem, ressaltando o aspecto de produção de água nas bacias menores.

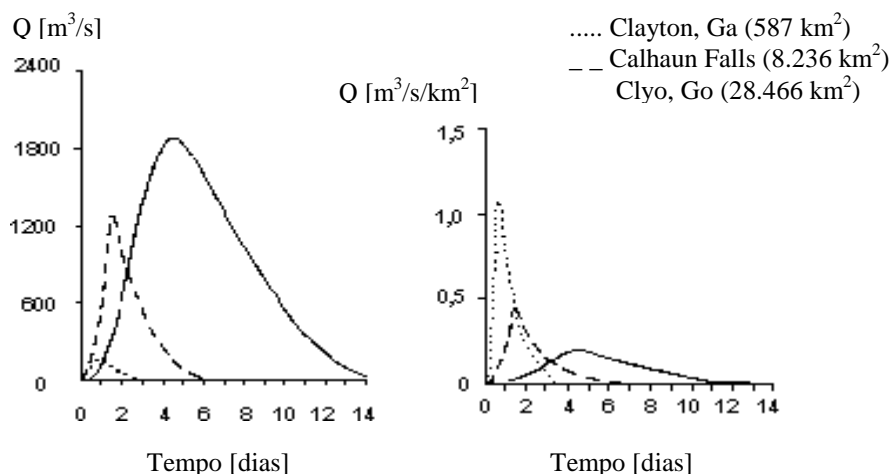


Figura 3 Variação da vazão em função da área de drenagem (Burt, 1989)

A produção específica de água mais acentuada em bacias de pequeno tamanho também é identificada nos valores de enchente média, conforme indica o gráfico da figura 4.

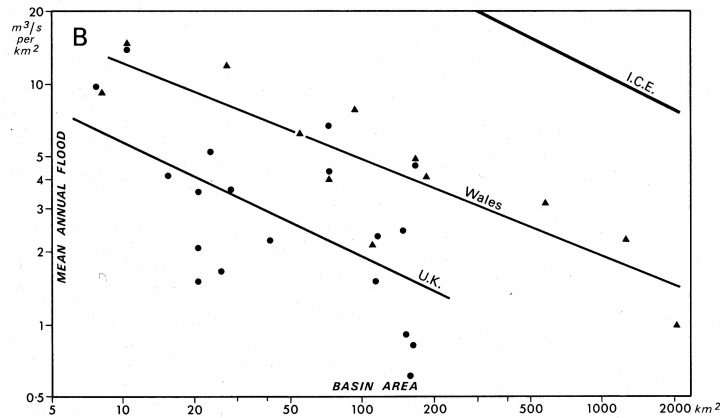


Figura 4 Vazão de cheia específica em função da área da bacia (Gregory e Walling, 1973)

As figuras 5 e 6 mostram a variação da vazão média anual específica em função da área de drenagem para duas áreas da Bahia, apontando novamente para uma relação decrescente da vazão à medida que aumenta a área. Existe é claro uma grande restrição nestes dados à análise de pequenas e microbacias devido a falta de postos de medição de vazão em bacias dessa magnitude. Há que se destacar que a questão do que é uma grande, média, pequena ou microbacia hidrográfica ainda carece de definição uma vez que temos no Brasil desde a bacia Amazônica até bacias de poucos quilômetros quadrados. É o caso na Bahia quando se compara o Rio São Francisco com riachos litorâneos de pequeno tamanho.

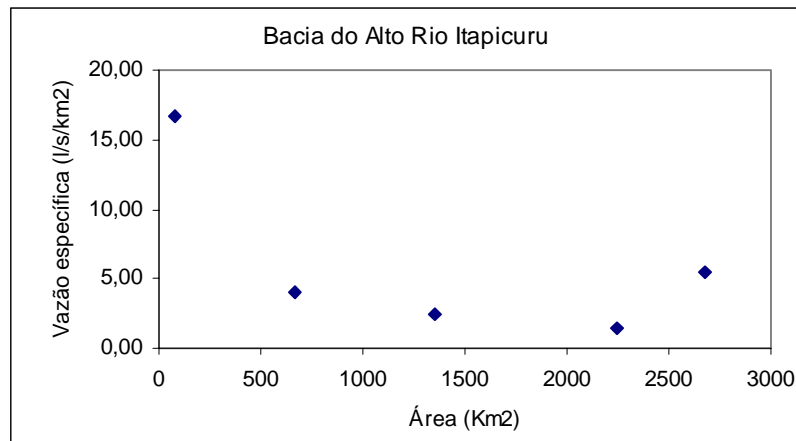


Figura 5 Relação da vazão média anual específica x área na bacia do Alto Rio Itapicuru/BA

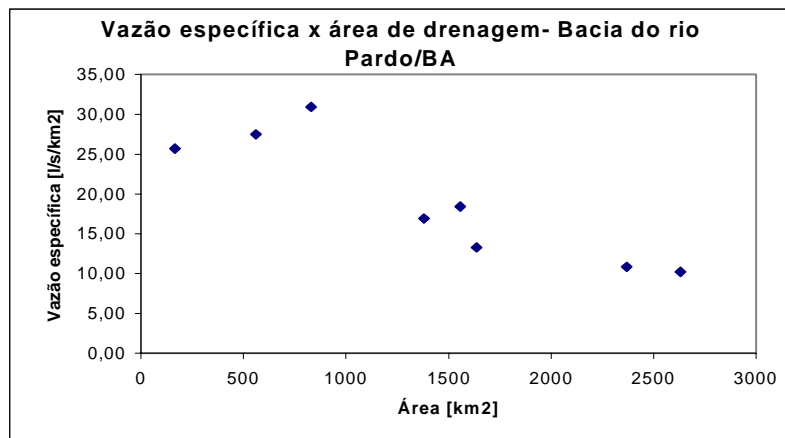


Figura 6 Relação entre a vazão média anual específica x área de drenagem – Rio Pardo/BA

O sedimento estando associados ao ciclo hidrológico também tem sua principal fonte de material sólido nas vertentes das microbacias, conforme pode ser verificado na figura 7, onde se apresentam algumas relações entre a produção de sedimentos em suspensão e a área de drenagem das bacias.

A confirmação do significado das áreas vertentes em termos de produção dos sedimentos demonstra a importância de desenvolver trabalhos de conservação e manejo das microbacias. Porém para enfocarmos a mata ciliar dentro das microbacias é necessário dar uma olhada nos processos de formação do escoamento nas vertentes.

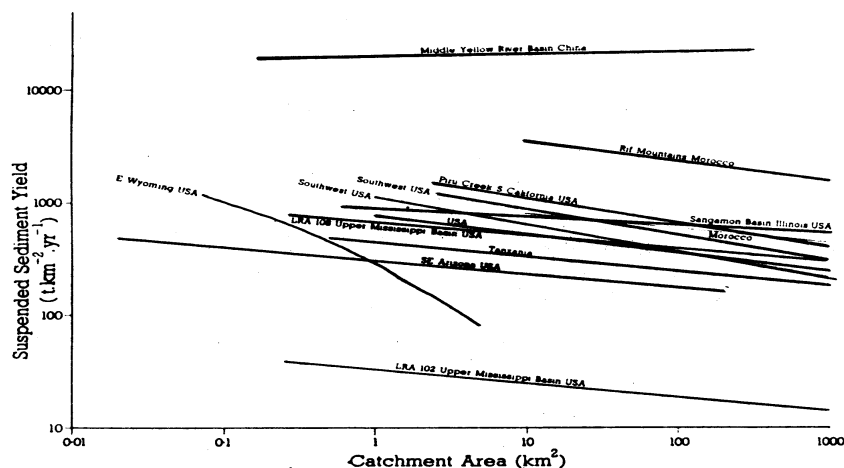


Figura 7 Variação da produção de sedimentos em função da área de drenagem (Walling, 1983)

Na figura 8 é mostrada esquematicamente a visão atual do comportamento do escoamento nos cursos de água nas vertentes em resposta a uma precipitação, integrando todos os processos formadores do escoamento. Verifica-se que as áreas saturadas adjacentes à rede de drenagem são as

principais fontes do escoamento superficial/subsuperficial e do processo de transporte de sedimentos para os pequenos canais de drenagem que se formam a partir das vertentes. Dunne (1978) estudando as áreas saturadas na bacia hidrográfica mostra que elas expandem-se a partir dos cursos de drenagem. Faria (1997) aponta que as nascentes nas microbacias podem ser do tipo fixo, móvel, difusa, pseudonascente, primárias e secundárias. Segundo o autor as nascentes móveis migram até 290 m nas bacias estudadas, destacando que na época de estiagem isso pode levar a acreditar que se trata de córrego seco e, portanto, o desmatamento e a ocupação dessa área de nascente não desprezita os limites legais.

Burt(1989) mostra que a frequência e a magnitude do escoamento das chuvas é controlado pela extensão das áreas saturadas, variáveis no tempo e espaço, dando lugar aos conceitos de geração de escoamento devido à Áreas Variáveis e Área Parcial. Nas vertentes e microbacias predomina o escoamento sobre a superfície do solo e no subsolo, através do meio poroso, macroporos e tubos subsuperficiais (Mendiondo e Tucci, 1997), propiciando a erosão formadora das nascentes, dos canais de drenagem e o transporte dos sedimentos.

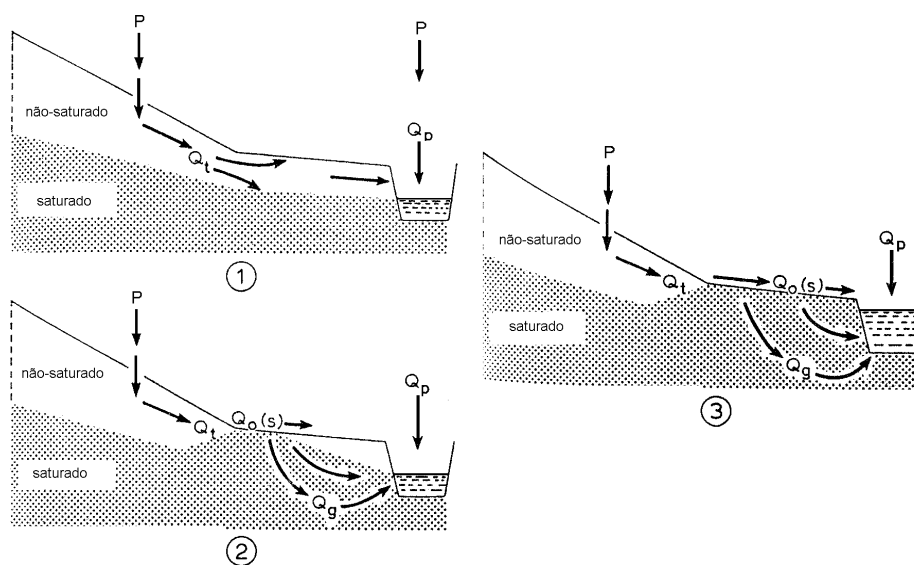


Figura 8 A resposta do escoamento nos cursos de água em resposta a uma precipitação em áreas úmidas: uma visão integradora (Ward, 1984).

Dessa forma, a área destinada à mata ciliar, pela sua posição nas adjacências dos cursos de água, torna-se uma *área de transição entre os processos de escoamento nas vertentes das microbacias e de escoamento concentrado em canais*, de real importância na caracterização da geração do escoamento.

RELEVÂNCIA AMBIENTAL DA ZONA CILIAR

Ao adotarmos uma abordagem integradora, tipo Geo-Bio-Hidrologia (Kobiyama et al., 1998), pode-se ver que os processos geoquímicos e bioquímicos na zona ciliar ou ripária têm alta atividade devido a presença das plantas, da água e das condições alternadas de processos aeróbicos e anaeróbicos. Além das funções atribuídas por Lima (1989) à mata ciliar, Gardner (1999) analisando as relações das águas superficiais e subterrâneas, propõe o conceito de Ecotone para a zona de transição que compreende o escoamento de água e os componentes vivos e inertes das interações superficiais e subterrâneas, chamando-a de "Hyporheic zone" (hypo=abaixo, inferior; rhe=escoamento). A zona ciliar também envolve este ecotone, que tem importantes funções ecológicas, tais como estabilização térmica, química e do escoamento (armazenamento nas margens), alimentação, habitat, refúgio (Gardner, 1999). A figura 9 apresenta a visão esquemática da "Hyporheic zone".

A característica de ser um sistema contínuo atribuí à rede de drenagem um importante papel de distribuição e transporte, não só de sedimentos, mas também de energia, nutrientes, sementes, bentos, ovos, etc. Por isso, as microbacias têm um papel fundamental como reserva estratégica de elementos físicos, químicos e biológicos naturais para a recuperação ambiental de rios que tenham passado por um evento destrutivo. Milner (1993) destaca que à distância do local de destruição do sistema biótico e/ou físico à fonte de elementos que possam substituir àqueles removidos é importante para a recuperação do rio. Por isso, quanto maior a ordem do trecho de rio afetado maior a possibilidade de uma recuperação mais rápida, devido aos diferentes tipos de fontes de alimento e colonizadores que devem existir a montante, nas microbacias.

Milner (1993) também aponta a "hyporheic zone" como uma importante fonte de elementos para a recuperação de rios, caso não tenha sido destruída no trecho atingido ou mesmo se permanecer intacta próxima do local afetado.

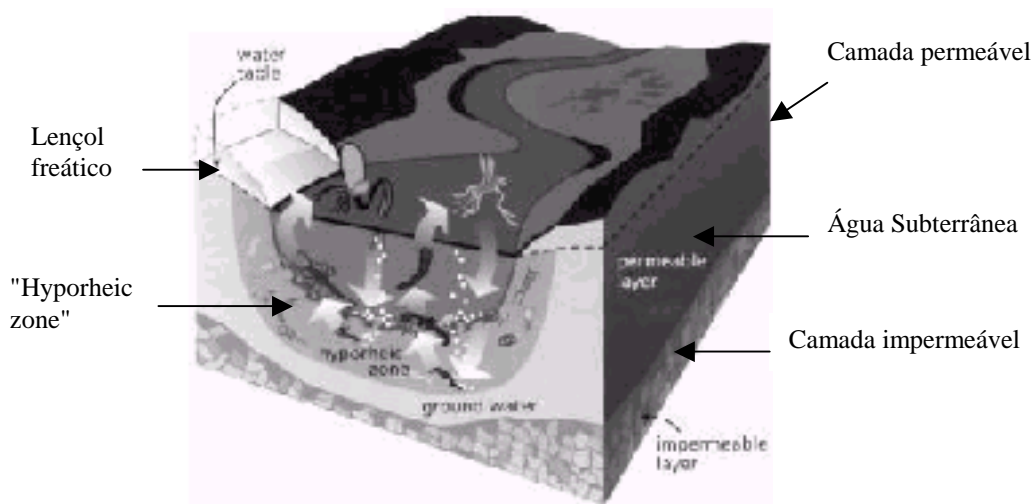


Figura 9 Visão esquemática da "Hyporheic zone" (Gardner, 1999)

REPRESENTATIVIDADE DA MATA CILIAR EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

No momento em que se desejar analisar a questão de mata ciliar em uma bacia hidrográfica, para planejar a conservação ou a recuperação, é necessário definir e quantificar a área a ela destinada, o que depende da largura e extensão da faixa da mata ciliar. De acordo com o estabelecido no artigo 2º do Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771 de 15/09/65), a faixa de área destinada à mata ciliar varia de acordo com a largura do canal nas seguintes proporções:

- 1) L (faixa ciliar) = 30 m para B (largura do canal) < 10 m;
- 2) L = 50 m para $10 < B < 50$ m;
- 3) L = 100 m para $50 < B < 200$ m;
- 4) L = 200 m para $200 < B < 600$ m;
- 5) L = 500 m para $B > 600$ m.

Observando as características do sistema fluvial exemplificado na figura 2, pode-se constatar que a medida que nos deslocamos da cabeceira para a foz a faixa da mata ciliar legal aumenta seguindo as mudanças da seção transversal do rio principal.

No entanto, a ocupação de mata ciliar em termos de área vai ser influenciada pela sua posição na bacia hidrográfica. Isto é, uma vez que a área de mata ciliar é fixada pelo Código Florestal em faixas que dependem da largura dos cursos de água, há uma tendência de quanto mais longe das cabeceiras, menor ser a porcentagem de ocupação em termos de área total, devido à forma escalonada e finita da largura da mata ciliar legal. Para verificar esta hipótese, foram utilizados dados da bacia do Alto Rio Itapicuru/BA, estabelecendo as relações de comprimento e largura dos cursos de água em função da área de drenagem:

$$L = 1,046A^{0,568} \quad (R^2 = 0,98) \quad \text{e} \quad B = 0,511A^{0,588} \quad (R^2 = 0,92) \quad (1)$$

onde A= área em km²; L= comprimento, em km; e B = largura, em m. Os gráficos da figura 10 mostram o resultado dos ajustes dos dados de largura e comprimento, respectivamente.

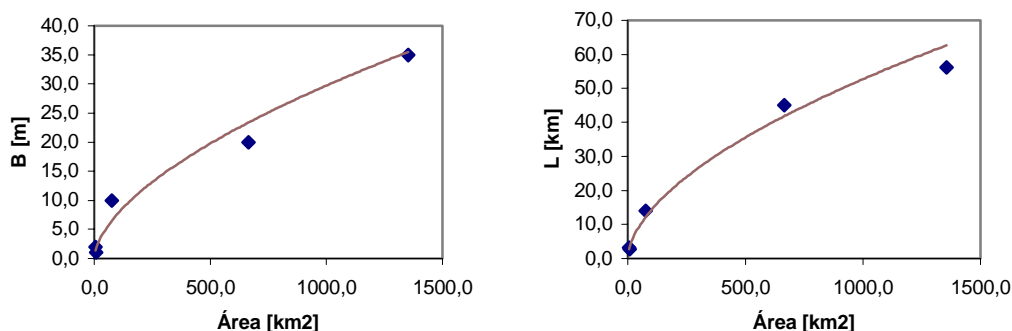


Figura 10 Ajuste aos dados de largura e comprimento x área para bacia do Alto Rio Itapicuru

A faixa de variação das áreas de drenagem da bacia do Alto Rio Itapicuru para ajuste das equações foi de 5 a 1.350 km². Os dados de largura foram obtidos em levantamentos de campo e os de comprimento dos rios através de cartografia em mapas na escala 1:100.000.

Pode-se verificar em um exemplo hipotético qual seria a ocupação em termos de área, considerando a recuperação da mata ciliar para diferentes tamanhos de sub-bacias do Alto Rio Itapicuru através das equações obtidas. A tabela 1 a seguir apresenta os resultados da variação da área de ocupação da mata ciliar em função das áreas de drenagem e da faixa estabelecida segundo o artigo 2º do Código Florestal. A figura 11 apresenta graficamente a relação de ocupação da mata ciliar em uma bacia hidrográfica.

Tabela 1 Porcentagem de ocupação da mata ciliar (mc) em uma bacia hidrográfica

Área [km ²]	Comp. L[km]	Largura B [m]	Faixa mc [m]	Área mc [km ²]	% ocupação
0,5	0,7	0,34	30	0,042	8,47
1	1,0	0,51	30	0,063	6,28
10	3,9	1,98	30	0,232	2,32
50	9,7	5,10	30	0,579	1,16
75	12,1	6,47	30	0,729	0,97
100	14,3	7,67	30	0,858	0,86
150	18,0	9,73	30	1,081	0,72
200	21,2	11,53	50	2,121	1,06
500	35,7	19,76	50	3,569	0,71
1000	52,9	29,72	50	5,291	0,53

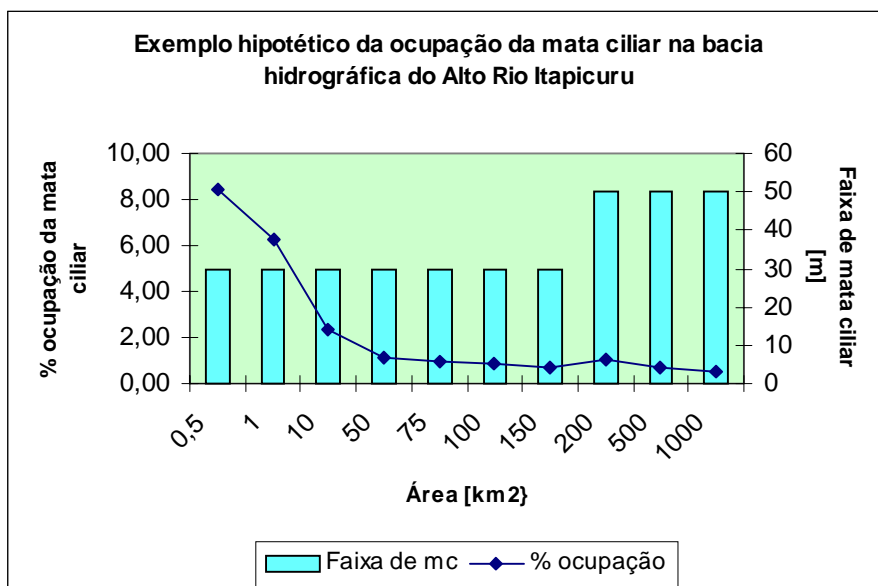


Figura 11 Exemplo da relação de ocupação da mata ciliar em uma bacia hidrográfica hipotética

Confirma-se pela tabela 1 a hipótese de que a recuperação de mata ciliar nas pequenas e microbacias tem maior proporcionalidade em termos de área da bacia hidrográfica. Desta forma, o impacto do reflorestamento nas áreas ciliares de microbacias será mais intensamente sentido do que se fossem recuperadas as margens dos cursos d'água principais, devido às características enfatizadas anteriormente.

CONCLUSÕES

Ficou evidenciado na análise dos processos hidrológicos que a zona ciliar, pela sua posição nas adjacências dos cursos de água, torna-se uma *área de transição entre os processos de escoamento nas vertentes das microbacias e de escoamento concentrado em canais*, exercendo um papel fundamental na geração de escoamento e sedimentos.

Por isso, *Burt* (1989) afirma que se pode esperar mudança do hidrograma e da qualidade das águas de cheia de uma bacia devido a mudança do uso do solo na pequena escala e nas condições da zona ciliar.

No enfoque ambiental de recuperação de rios, a presença da mata ciliar nas microbacias pode servir como importante fonte refúgio e de elementos para reconstituição de trechos destruídos a jusante.

A preservação ou recuperação da mata ciliar representa maior proporção em termos de área ocupada se for realizada nas microbacias, seguindo as normas da legislação vigente. Desta forma, os

trabalhos com mata ciliar em microbacias e áreas vertentes se tornam fundamentais nas interações Geo-Bio-Hidrológicas do sistema fluvial.

BIBLIOGRAFIA

- BORDAS, M.P., SEMMELMANN, F.R., 1993. Engenharia de Sedimentos. *In: Hidrologia: ciência e aplicação*. TUCCI, C.E.M. (org.). Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP, Porto Alegre, Cap 10.
- BURT, T.P., 1989. Storm Runoff Generation in Small Catchments in Relation to Flood Response of Large Basins. *In: Floods: Hydrological, Sedimentological and Geomorphological Implications*. BEVEN, K., CARLING, P. John Wiley & Sons Ltd, Chap 2.
- DUNNE, T., 1978. Field Studies of Hillslope Flow Processes *In: Kirkby, M. (Ed.), Hillslope Hydrology*, New York: John Wiley & Sons, p.227-293
- FARIA, A. P., 1997. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. *In: A Água em Revista (CPRM)*, 8:74-80.
- GARDNER, K.M., 1999. The importance of surface water/groundwater interactions. Issue Paper. EPA-910-R-99-013. Environmental Protection Agency. USA.
- GREGORY, K.J., WALLING, D.E., 1973. Drainage Basin Form and Process. Edward Arnold Ltd. London. p. 266.
- KOBIYAMA, M., GENZ, F., MENDIONDO, E.M., 1998. Geo-Bio-Hidrologia. *In: I Fórum de Geo-Bio-Hidrologia: Estudos em Vertentes e Microbacias Hidrográficas*. Anais. Curitiba. p 1-25.
- LIMA, W. de P., 1989 Função hidrológica da mata ciliar. *In: Simpósio sobre mata ciliar*. Anais. Fundação Cargill. Campinas/SP, p.25-42.
- MENDIONDO, E.M., TUCCI, C.E.M. (1997). Escalas Hidrológicas II: diversidade de processos na bacia vertente. *In: RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. ABRH. v.2, n.1, p. 81-100.
- MILNER, A.M., 1993. System Recovery. *In: The Rivers Handbook*. Calow, P. e Petts, C. Chap 5. Blackwell Science, Osney Mead, Oxford. Vol. 1. Chap. 5. p. 77-97.
- WALLING, D.E., 1983. The Sediment Delivery Problem. *Journal of Hydrology*. Amsterdam, V. 65, p. 209-237.
- WARD, R., 1984. On the Response to Precipitation of Headwater Streams in Humid Areas. *Journal of Hydrology*. Amsterdam, V. 74, p. 171-189.