CONCEITOS DE ZONA RIPÁRIA E SEUS ASPECTOS GEOBIOHIDROLÓGICOS

Masato Kobiyama
Professor Doutor em Engenharia Florestal
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - Universidade Federal de Santa Catarina
Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis – SC
E-mail: kobiyama@ens.ufsc.br

RESUMO
Com base em uma breve revisão bibliográfica sobre o termo relacionado ao espaço próximo ao corpo da água em bacias hidrográficas, conclui-se que o termo zona ripária é mais adequado para chamar esse espaço. Então, a zona ripária é definida como um espaço tridimensional que contêm vegetação, solo e rio. Sua extensão é horizontalmente até o alcanço de inundação e verticalmente do regolito (abaixo) até o topo da copa da floresta (acima). Na região do leito ativo (molhado) do canal, a zona ripária estende verticalmente da superfície livre de água até o fundo da zona "hyporheic". No caso de precisar-se tratar o sistema, processos, mecanismo entre outros na zona ripária, é melhor usar o termo ecossistema ripário. Esta zona foi discutida com conceito de área variável, ordem zero e geobiohidrologia. Devido aos processos geobiohidrológicos encontrados na zona, precisa-se ainda mais pesquisa sobre a mesma abordando estes aspectos geobiohidrologicos.
Palavras-chave: *zona ripária; terminologia;* geobiohidrologia

ABSTRACT: Riparian zone concept and its geobiohydrological aspects
Based on a brief bibliographical review about the terminology for a space nearby the waterbody in watersheds, it is concluded that the term "riparian zone" is more adequate to this space. Then, the riparian zone is defined as a three-dimensional space that contains vegetation, soil and river. Its extension is horizontally outward to the limits of flood and vertically from the regolith (bottom) to the top of tree. In the region of stream watercourse, a riparian zone extends vertically from water level to the bottom of the hyporheic zone. In order to study a system, processes, mechanism, etc. in the riparian zone, it is better to use the term "riparian ecosystem". The riparian zone was discussed with the concept of variable source area, zero-order basin and geobiohydrology. Because of the geobiohydrological processes which occur in the riparian zone, it is necessary to realize more research about this zone with geobiohydrological aspects.
Key-words: riparian zone; terminology; geobiohydrology

1. INTRODUÇÃO

A relação entre floresta e os recursos hídricos é um assunto mundialmente discutido há muito tempo. Essa discussão encontra-se em diversos simpósios internacionais, por exemplo, SOPPER & LULL (1967) e OHTA (1994). Devido ao avanço científico e tecnológico, os conhecimentos sobre a relação floresta-água têm aumentado significativamente. Isso causa e acelera no mundo, a proteção florestal contra desmatamento em grandes áreas e também o reflorestamento comercial e não comercial, ou seja, ambiental.

Entretanto, ainda hoje existe muita dúvida e incerteza sobre essa relação. Por exemplo, a floresta reduz a disponibilidade da água em bacias? (KURAJI, 2001). Dentre as enormes dúvidas, uma das mais importantes pode ser quantos metros da faixa de vegetação ao longo do rio precisa-se proteger (ou recuperar) para ter um bom ambiente fluvial. Esta vegetação ou área se chama zona ripária, mata ciliar, floresta de galeria, entre outros, nas sociedades, ambas comum e científica. Tomando como base a imprensa falada e escrita, assim como atividades de educação ambiental, pode-se dizer que o termo "mata ciliar" é mais popular na sociedade brasileira.

Procurando apenas termos utilizados para este assunto (tal vegetação e tal área), nota-se que há diversidade dos termos. Esta diversidade implica, e resulta da complexidade deste assunto. Entretanto, para executar ciência, deve-se que uniformizar alguns termos técnicos.

Portanto, este trabalho pretende inicialmente, apresentar diversos termos e suas respectivas definições. Depois, discutir os fenômenos que ocorrem no espaço próximo ao corpo da água, e apresentar um único termo, isto é zona ripária. Por fim, mostrar alguns aspectos geobiohidrológicos nesse espaço físico.

2. DIVERSIDADE DE TERMOS

Em inglês, a floresta (vegetação) que ocupa o espaço próximo ao rio se chama riparian forest (vegetation). Segundo GREGORY & ASHKENAS (1990), o termo riparian (ripária) é derivada da palavra latina, para banco de areia ou de terra depositada junto à margem dos rios e/ou terra perto da água e simplesmente refere-se à área próxima ao corpo da água.

A Tabela 1 apresenta diversos termos utilizados nos idiomas inglês, português e japonês. Nota-se uma enorme diversidade da terminologia. Mesmo quando usam o mesmo termo, os diferentes autores definem de diferentes maneira, por exemplo, GREGORY et al. (1991) e GEORGIA ADOPT-A-STREAM (2002) para a zona ripária e SCHIAVINI (1997) e BARBOSA (1997) para a floresta de galeria.

Tabela 1 - Diversos termos para zona ripária. (a) inglês; (b) português; e (c) japonês.

(a)

Autor(es)	**Termo utilizado**	**Definição**
DILLAHA et al. (1989)	Faixa vegetal de filtragem (*vegetative filter strip*)	Área de vegetação estabelecida para remover sedimento e outros poluentes a partir do escoamento superficial através de filtragem, deposição, infiltração, adsorção, absorção, decomposição, e volatilização.
GREGORY & ASHKENAS (1990)	Área ripária	Ecossistema aquático (EA) e as porções do ecossistema terrestre (ET) próximas ao EA, que diretamente afetam ou são afetado pelo EA. Inclui rios, lagos, banhados, planície de inundação, uma parte de vertente.
GREGORY & ASHKENAS (1990)	Zona de manejo ripário	Área especificamente estabelecida para objetivos do manejo ripário. Está dentro da área ripária, mas não necessariamente inclui toda parte da mesma.
GREGORY et al. (1991)	Zona ripária	Interface entre ecossistemas terrestre e aquático. É ecótono. Estende horizontalmente até o limite que a inundação alcança, e verticalmente até o topo da copa da vegetação. É reconhecida como corredor para movimento de animais dentro do sistema de drenagem.
BREN (1993)	Zona ripária	Área em maior proximidade a rios
HUPP& OSTERKAMP (1996)	Zona ripária	Uma parte da biosfera inundada e suportada pela paisagem fluvial atual. Inclui barranco, planície de inundação
NRCS (1997)	Armazenamento florestal ripariano (*Riparian Forest buffer*)	Área de árvores e arbustos, localizada próximo de rios, lagos, lagoas e banhados.
BREN (1997)	Armazenamento do rio (*Stream buffer*)	Área adjacente ao rio a partir da qual o desamamento não é permitido.
BREN (1998)	Faixa de armazenamento (*Buffer strip*)	Área de terra ao longo do rio, protegida da prática de uso do solo na bacia hidrográfica, para proteger o rio dos impactos de montantes.
GEORGIA ADOPT-A-STREAM (2002)	Zona ripária	Área de vegetação (natural) em torno de corpo de água.
McKERGOW, et al. (2003)	Área ripária	Terra bem próxima a rios, podendo potencialmente minimizar impactos da agricultura sobre rios. Minimizar impactos da agricultura sobre rios.
WEBB & ERSKINE (2003)	Zona ripária	Conjunto de canal, barraco e planície de inundação.

Tabela 1 - Continuação

(b)

Autor(es)	**Termo utilizado**	**Definição**
SALVADOR (1987)	Floresta ripícola ou ciliar	Vegetação arbórea das margens dos rios, que desempenha funções ecológicas e hidrológicas importantes em uma bacia hidrográfica.
MANTOVANI (1989)	Floresta ripária	Formações com particularidade florística, em função das cheias periódicas, variáveis em intensidade, duração e freqüência e da flutuação do lençol freático.
MANTOVANI (1989)	Floresta de condensação	Floresta situada no fundo de vales, em condições mesoclimáticas que favorecem a condensação e a permanência de neblina nas primeiras horas do dia, ao menos em algum período do ano.
MANTOVANI (1989)	Mata aluvial	Floresta que se situa sobre aluviões
MANTOVANI (1989)	Floresta paludosa ou de várzea	Floresta que se situa em várzeas
RODRIGUES (1991)	Floresta ripária	Faixa de vegetação sob as interferências diretas da presença de água em algum período do ano.
RODRIGUES (1991)	Mata ciliar	Qualquer formação às margens de cursos da água, incluindo as matas ripárias, de galeria e até de brejo, quando se tem um curso da água bem definido.
TORRES et al. (1992)	Floresta de brejo	Floresta sobre solos permanentemente encharcados, com fluxo constante de água superficial.
SCHIAVINI (1997)	Floresta de galeria	Florestas situadas nas faixas marginais dos cursos da água, formando uma galeria. Dessa maneira, é um caso especial da floresta ciliar.
BARBOSA (1997)	Floresta de galeria	Formações vegetais características de margens de corpos da água com espécies altamente tolerantes e resistentes ao excesso da água no solo.
BRAZÃO & SANTOS (1997)	Áreas das formações pioneiras com influência fluvial ou lacustre (vegetação aluvial)	Áreas de acumulação dos cursos de água, lagoas e assemelhados, que constituem os termos aluviais sujeitos ou não a inundações periódicas.
SOUZA (1999)	Vegetação ripária	Toda e qualquer vegetação de margem, não apenas a vegetação relacionada ao corpo da água, seja este natural ou criado pelo homem.
RODRIGUES (2000)	Formação ribeirinha	Formação vegetacional e fitogeográfica em áreas de entorno de cursos de água, definindo uma condição ecotonal (ecótono ciliar).
DIAS (2001)	Áreas de preservação permanente ciliares	Áreas com qualquer formação às margens de cursos da água (ciliares), legalmente protegidas, de acordo com o Código Florestal.
SELLES et al. (2001)	Mata ciliar	Faixa de mata na margem da água.

Tabela 1 – Continuação

(c)

Autor(es)	Termo utilizado	Definição
OHTA & TAKAHASHI (1999)	Zona ripária	Ecossistema aquático, tais como rios e lagoas, e ecossistema terrestre que influencia diretamente os mesmos.
THE JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING (2000)	Zona ripária	Zona próxima a rios, lagos, pântanos, etc. Esta zona influencia fortemente a transferência de energia, nutrientes, sedimentos etc. entre os ecossistemas terrestre e aquático. Incluem planície, vertente, vegetação, e a estrutura subterrânea onde a água subterrânea se movimenta.
THE JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING (2000)	Zona de armazenamento (*buffer*)	Zona que minimiza efeitos físicos, químicos e biológicos dos usos da terra sobre outros ambientes vizinhos.
THE JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING (2000)	Zona de manejo ripário.	Zona florestal protegida, em torno de rios e lagoas, pela legislação.

Além disso, a terminologia possui uma regionalidade. Por exemplo, no Cerrado o termo de "mata (floresta) de galeria" é mais comum, e em planície sulina usa-se "mata de fecho ou de anteparo" (MANTOVANI, 1989). Mencionando diversos nomes, BARBOSA (1996) comentou que os termos mais utilizados pelos técnicos e cientistas no Brasil são floresta ciliar e floresta de galeria.

RODRIGUES (2000) fez outro comentário. Segundo ele, o termo florestas ou matas ripárias é mais comumente usado para florestas ocorrentes ao longo do curso da água em regiões onde a floresta cobre as vertentes (interflúvios). Na legislação brasileira, o termo floresta ou mata ciliar vem sendo utilizada de forma extremamente genérica. O mesmo autor definiu a formação ribeirinha e classificou-a ainda em três categorias: formação ribeirinha com influência fluvial permanente; formação ribeirinha com influência fluvial sazonal; e formação ribeirinha sem influência fluvial.

NRCS (1997) classificou a área mais detalhadamente com critério de geomorfologia e uso da terra (Figura 1). Na figura, a Zona 3 é considerada como faixa de filtragem que é exclusivamente para reduzir a quantidade dos sedimentos e solutos (fertilidade e agrotóxicos) que vêm da área de cultivos e entram no rio.

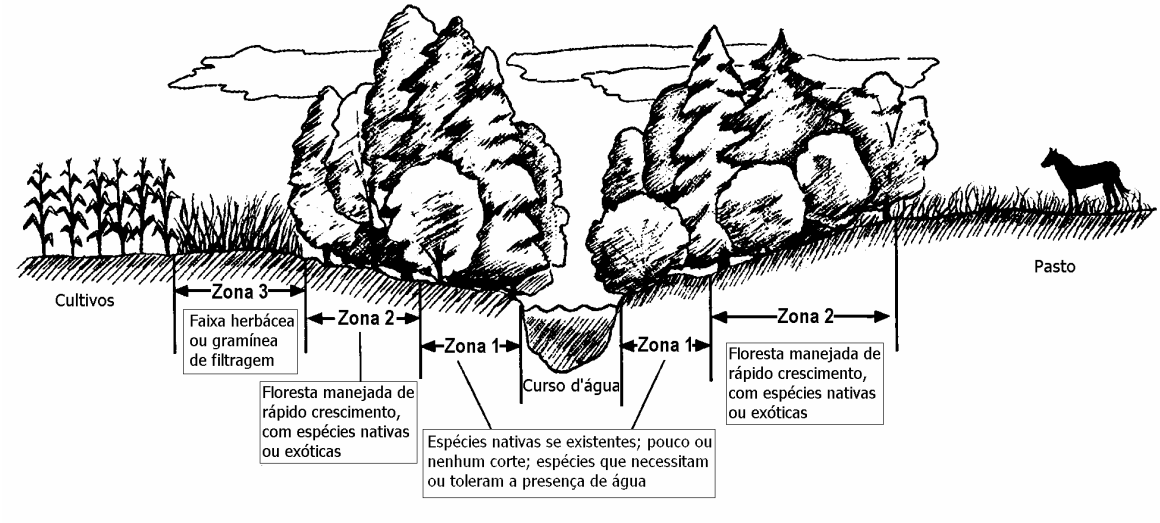

Figura 1 – Zoneamento da faixa de armazenamento (Fonte: NRCS, 1997)

No caso da proposta de GREGORY & ASHKENAS (1990), a zona de manejo ripário não coincide com a zona ripária. Isso é natural, pois para melhorar a condição da zona ripária, o manejo deve ser efetuado não somente na zona, mas também em seu redor (Figura 2). Nesta figura, a zona ripária coincide com a planície de inundação.

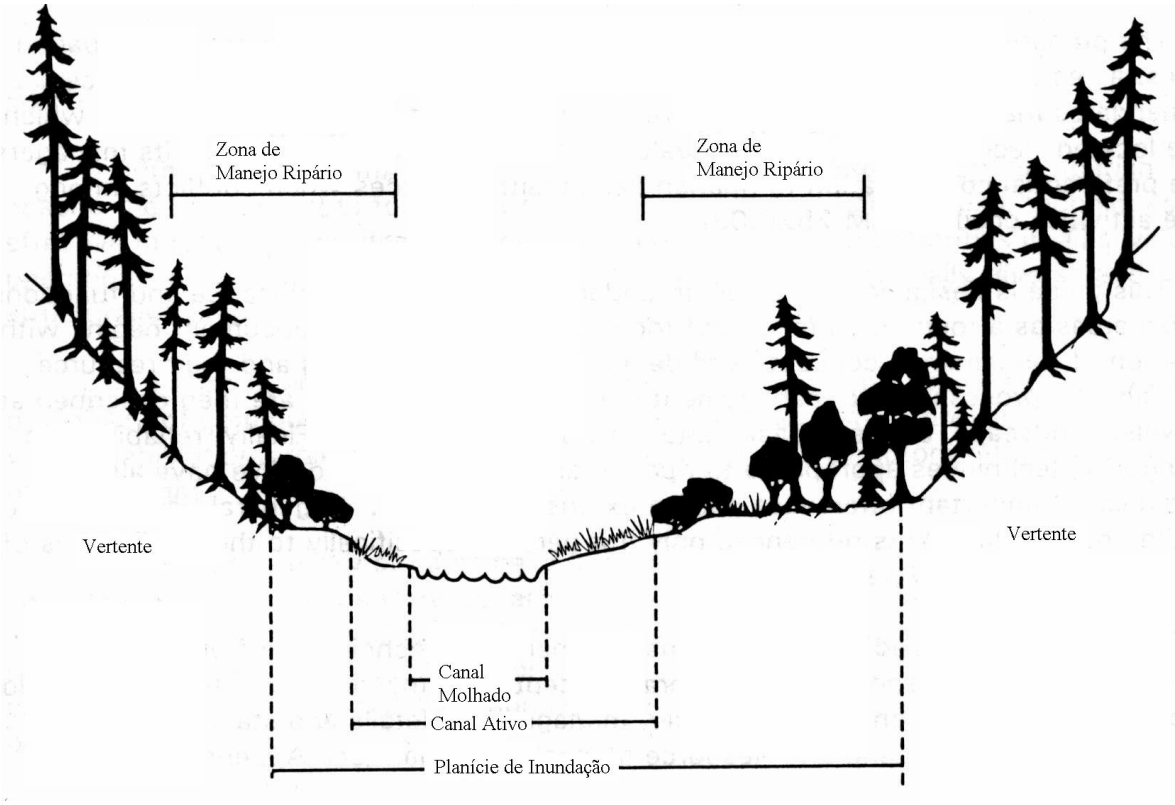

Figura 2 - Zona de manejo ripário (Fonte: GREGORY & ASHKENAS, 1990)

Analisando os termos e suas respectivas definições, aqui se colocam alguns comentários. Comparando "mata" e "floresta", observa-se que o termo mata é mais utilizada para aspecto geral de vegetação e literalmente mais utilizada do que vegetação. Neste caso, floresta já implica existência de árvores, e também dá uma sensação mais científica do que mata. Vegetação é um termo geral que inclui não somente floresta, mas também arbustos e grama.

O termo "ciliar" é originado de cílio, significando então, proteção. Neste sentido, floresta utilizada para quebra-vento poderia ser mata ciliar também. Entretanto, ripária significa próximo ao corpo de água, então tratando conceito de distância e também água. Então, ripária é mais correto do que ciliar para assunto do presente trabalho.

Na literatura em inglês, encontram-se os termos filter (filtragem) e buffer (tampão e armazenamento). Estes indicam mais função que floresta ripária possui.

Os termos "faixa" e "área" dão impressão de conceito de bi-dimensão horizontal. Nesse sentido, a zona ripária pode ser também bidimensional.

Em fato, precisa-se tratar um espaço tridimensional que inclui vegetação (árvore, grama, entre outros), solo e rio (corpo da água). Com essa razão, o presente trabalho recomenda o uso do termo "zona ripária" que trata o espaço acima descrito. Resumindo aqui, a zona ripária é definida como um espaço tridimensional que contêm vegetação, solo e rio. Sua extensão é horizontalmente até o alcanço de inundação e verticalmente do regolito (abaixo) até o topo da copa da floresta (acima). A determinação desta extensão horizontal e vertical é semelhante à de GREGORY et al. (1991). A planície de inundação é geralmente superfície plana e é geralmente inundada em média uma vez por 1 a 3 anos (HUPP & OSTERKAMP, 1996). Na parte baixo da superfície, no caso do leito, a zona ripária inclui a zona "hyporheic" que é segundo STANFORD & WARD (1988), espaço importante para ecologia dos organismos aquáticos no fundo do canal.

TAKAHASHI & OHTA (1999) definiram a zona "hyporheic" como uma zona onde água fluvial entra por baixo do leito do canal e a condição hidráulica da água fica entre aquelas das águas fluvial e subterrânea (Figura 3). Neste sentido, a zona "hyporheic" também é considerada com ecótono onde a água subterrânea flui entre os ecossistemas terrestre e aquático. Segundo os mesmos autores, a profundidade é normalmente 20 a 60 cm, sendo difícil determinar este valor na prática. HENDRICKS (1993) e WHITE (1993) propuseram uma forte relação entre o movimento da água subterrânea nessa zona e a estrutura do trecho do canal, ou seja estrutura soleira (riffle) – depressão (pool). TRISKA et al. (1993)observaram que o

fluxo água "hyporheic" cruza abaixo do leito ativo do canal.

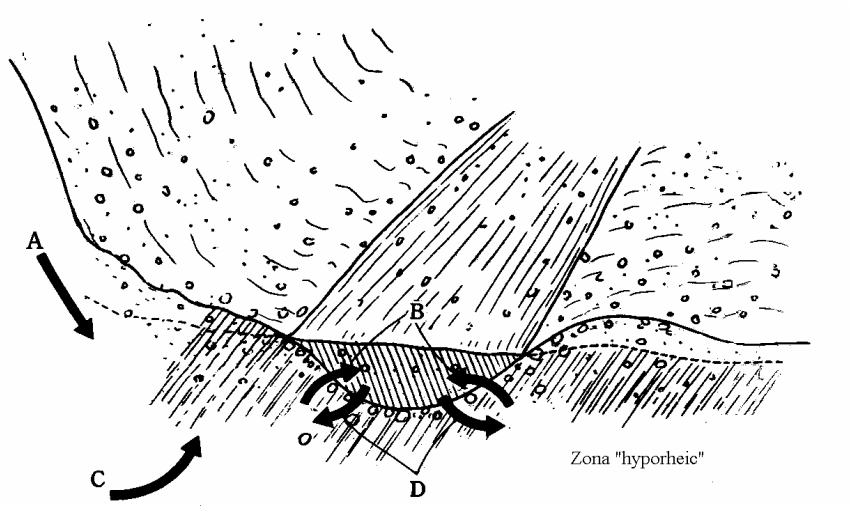

Figura 3 - Conceito da zona "hyporheic". (Fonte: TAKAHASHI & OHTA, 1999). Observação: A origem da água no rio é da água subsuperfical de vertente (A), água subsuperficial da zona "hyporheic" (B), e água subterrânea bem profunda (C). Normalmente a água "hyporheic" recarrega o rio, mas às vezes o rio recarrega a zona "hyporheic" (D).

A definição da zona ripária do presente trabalho é também semelhante ao modelo numérico proposta por LOWRANCE et al. (2000), isto é, Riparian Ecosystem Management Model (REMM). Esse modelo foi construído com base no conceito proposto por NRCS (1997), por isso possui lateralmente três subzonas. Além disso, no modelo encontram-se três camadas (zonas) no sentido vertical, que correspondem aos horizontes A, B e C. Portanto, pode-se dizer que há uma semelhança entre o conceito da zona ripária do presente trabalho e o conceito do REMM.

Finalizando a discussão sobre a terminologia, a zona ripária deve ter melhor apresentação em termo de espaço físico tridimensional. Entretanto, neste caso, a zona ripária implica apenas espaço. Quando se precisa tratar o sistema, processos, mecanismo entre outros, é melhor usar o termo ecossistema ripário. Este ecossistema é sistema aberto. Por isso, ele é considerado ecótono entre os ecossistemas terrestre e aquático através da movimentação das águas superficial e subterrânea (Figura 4).

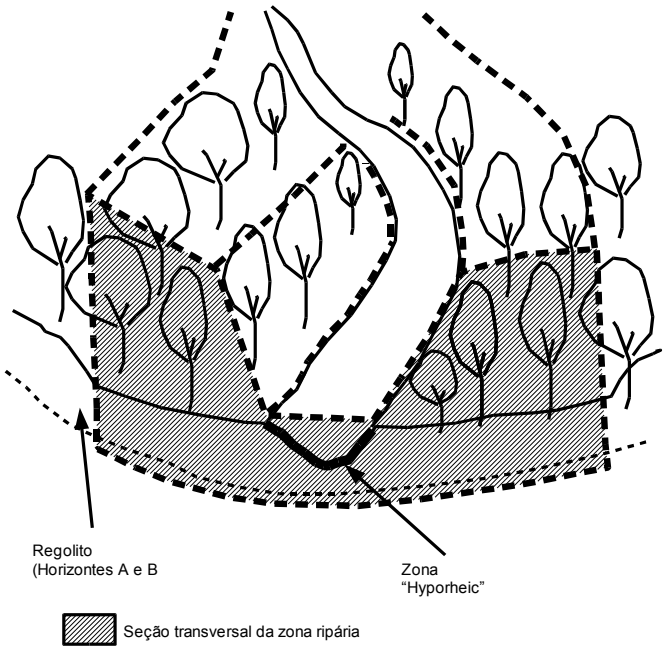

Figura 4 – Zona ripária (espaço físico do ecossistema ripário)

3. ASPECTO GEOBIOHIDROLÓGICO NA ZONA RIPÁRIA

Na hidrologia, especialmente hidrologia de encosta (KIRKBY, 1978) e hidrologia física (HORNBERGER et al., 1998; BEVEN, 2001), trata-se de conceito de área variável de fonte (variable source area) que foi proposto por HEWLETT (1961a e 1961b). Esta área não necessariamente coincide com a zona ripária, mas possui um semelhante conceito da mesma. A Figura 5 mostra ocorrência da área variável de fonte com vários tempos em um hidrograma. No momento do pico do hidrograma, essa área encontra-se a máxima que poderia ser a zona ripária se o hidrograma correspondesse ao evento de chuva intensa que ocorre uma vez por 1 a 3 anos.

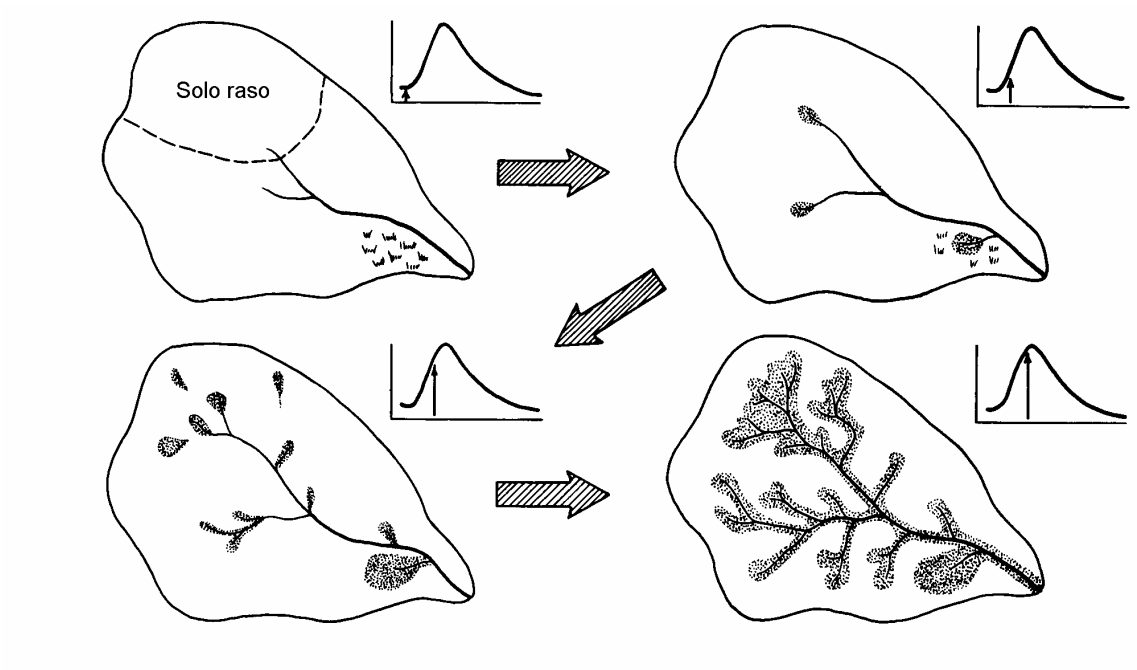

Figura 5 – Área variável de fonte (Fonte: HEWLETT, 1982)

Embora não usou o termo área variável de fonte, TSUKAMOTO (1961) demonstrou esse conceito, com medição intensiva em pequena bacia no Japão. TAKASAO (1963) também apresentou esse conceito através da modelagem numérica com teoria de onda cinemática. Além disso, BETSON (1964) notou esse conceito com análise dos dados de processo chuva-vazão, propondo outro termo "área parcial de fonte (partial source area)". Assim sendo, através da revisão bibliográfica em relação à área variável, nota-se que nos EUA e no Japão diversos pesquisadores descobriram individualmente o mesmo conceito com diferentes maneiras. Isto é historicamente interessante. Descrição mais detalhada sobre esse conceito encontra-se em CHORLEY (1978) e MENDIONDO & TUCCI (1997).

O conceito de área variável de fonte explica dinâmica hídrica da água em entorno da rede fluvial. Entretanto, ele não explica a dinamismo geomorfológico nesta área. Estendendo a classificação de hierarquização da rede fluvial de STRAHER (1952), TSUKAMOTO (1973) introduziu o novo conceito "ordem zero". Este local de ordem zero é onde ocorre erosão superficial e subsuperficial, conseqüentemente sendo a fonte de sedimento em bacia hidrográfica. Os aspectos hidrogeomorfológicos em ordem zero foram discutidos com medição em campo, por TSUKAMOTO & MINEMATSU (1987).

A zona ripária sofre uma drástica evolução geomorfológica. Esta evolução ocorre freqüentemente na nascente (ou ordem zero). SCHUMM (1994) mostrou essa evolução (Figura 6). A evolução geomorfológica foi demonstrada por COEHN & BRIERLY (2000) através da observação de um rio na Austrália que apresentou três fases na evolução: (1) incisão do canal; (2) retificação e alargamento; (3) ajustamento lateral. No caso de HUPP & SIMON (1991) que estudou um rio nos EUA, há 6 fases que incluem a condição de quase-equilíbrio do rio.

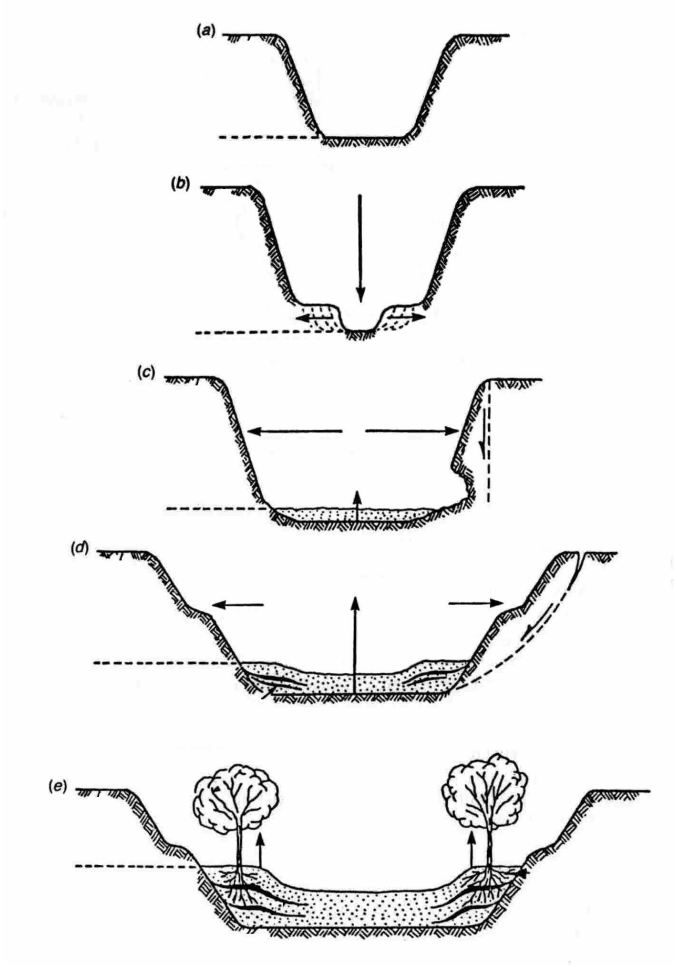

Figura 6 – Evolução da seção do canal (Fonte: SCHUMM, 1994)

Segundo GREGORY et al. (1991) e HUPP & OSTERKAMP (1996), a vegetação ripária ocupa uma das áreas mais dinâmica de paisagem. Distribuição e composição das comunidades de planta ripárias refletem a história da inundação. Inundações freqüentes dificultam o estabelecimento da vegetação pela erosão superficial e também pelos efeitos fisiológicos da inundação. Magnitude, freqüência e duração de inundação diminuem lateralmente para fora do curso ativo da água, influenciando a distribuição de espécies. Então na área próxima ao rio, a vegetação é mais nova e baixa. Mesmo na área de inundação, se for longe do curso da água, normalmente a vegetação é mais antiga e alta. Ainda, SEDELL et al. (1990) comentaram que as variações das características hidrológicas, enchentes e secas, condicionam o desenvolvimento de espécies animais e vegetais na zona ripária e altera o habitat dos peixes. Além de magnitude, freqüência e duração de inundação, sedimentos depositados também influenciam a distribuição de espécies (MELICK & ASHTON, 1991).

A vegetação ripária exerce a influência significativa sobre geomorfologia fluvial por afetar resistência ao fluxo, resistência mecânica do solo em barranco, armazenamento de sedimento, estabilidade de leito e morfologia do canal (HICKIN, 1984) e é importante para função de ecossistema aquático (GREGORY et al., 1991). Nos canais, a floresta ripária produz escombros lenhosos que influenciam processos fluviais (KELLER & SWANSON, 1979; NAKAMURA & SWANSON, 1993). Segundo BROOKS & BRIERLEY (1997), existe extensa prova sobre que vegetação na zona ripária modifica a eficiência geomorfológica dos eventos de inundação.

Assim sendo, a vegetação ripária e o ambiente fluvial são bem relacionados. Essa relação foi detalhadamente revisada por MALANSON (1993) que enfatizou a ecologia de paisagem.

Segundo VANNOTE et al. (1980) que propuseram o conceito de contínuo fluvial (River Continuum Concept), a influência da floresta ripária é maior na parte montante da bacia onde os cursos da água são caracterizados por pequena largura, velocidade, vazão, profundidade, entre outros. Ela relativamente diminui mais para jusante. Usando este aspecto, KOBIYAMA et al. (1998) concluíram que a influência biológica na hidrologia é mais acentuada quanto menor tamanho da bacia.

Considerando os fenômenos acima mencionados, observam-se os processos geomorfológicos, biológicos e hidrológicos e também as interações entre estes processos na zona ripária. Este tipo de assunto deve ser pesquisado pela geobiohidrologia proposta por KOBIYAMA et al. (1998). Estes autores mencionaram que o estudo da zona ripária seria um desafio dessa ciência, pois nesta zona os processos geobiohidrológicos são mais intensos e mais complexos. A figura 7 ilustra a esquematização dos processos geobiohidrológicos no ecossistema ripário.

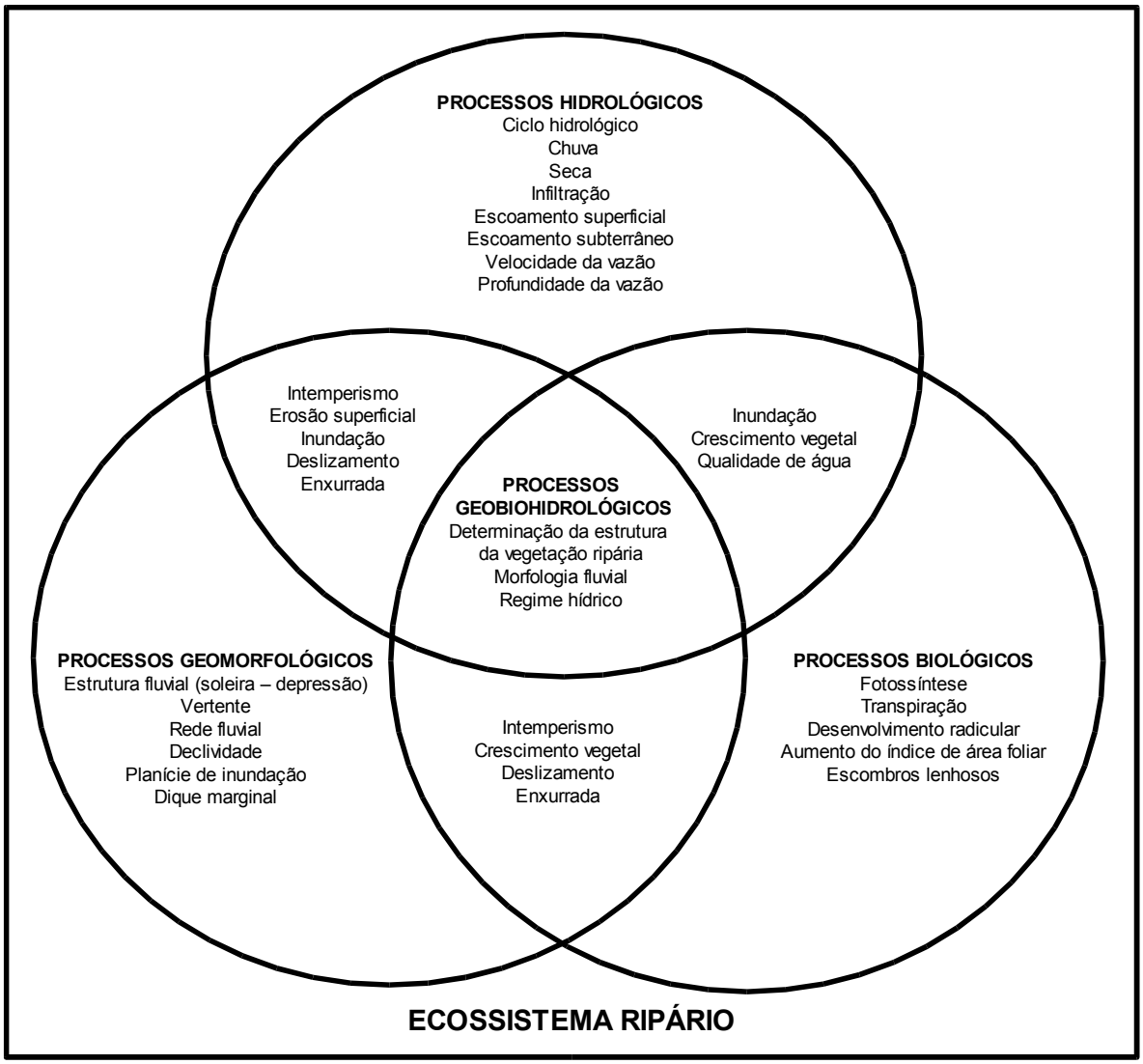

Figura 7 – Processos geobiohidrológicos no ecossistema ripário.

4. CONCLUSÃO

Revisando-se a terminologia para espaços próximos ao corpo de água, observou-se que existem diversos termos em português, inglês e japonês. Bem provável, em outros idiomas pode haver também diversidade nos termos. Isso resulta da complexidade dos fenômenos que ocorrem neste espaço. Estes fenômenos são influenciados pelo clima regional. Além disso, ao se investigar uma rede fluvial mesmo em um único tipo de clima, encontram-se diversos tipos de paisagens. Os processos geobiohidrológicos de cada paisagem diferem de outras. Ainda mais, a zona ripária possui diversas funções (BREN, 1993), entre quais cada uma vem sendo pesquisada individualmente. A alta complexidade e as numerosas funções dessa área dificultam uniformizar o termo do conceito, pois cada pesquisador pensa de diferente maneira.

Mesmo assim, o presente trabalho recomenda o uso do termo "zona ripária" para discutir a extensão (delimitação) desse espaço e "ecossistema ripário" para discutir os processos nesse espaço.

FRISSELL et al (1986) hierarquizaram a rede fluvial em cinco diferentes níveis em termo de grandeza, isto é, bacia, segmento (ordem) do rio; trecho (reach) do canal; unidade do canal; e microhabitat.

Então, deve ter essa hierarquização para a zona ripária também. Nesta circunstância, precisa-se ainda mais realizar pesquisas sobre a zona ripária com aspectos geobiohidrológicos.

AGRADECIMENTO

O autor agradece ao Engenheiro Roberto Valmir da Silva pela crítica ao presente trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L.M. Ecological significance of gallary forests, including biodiversity. In: **International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special referencew to Gallery Forests** (1996: Brasília) Brasília: UNB, Proceedings, 1997. p.157-181.

BETSON, R.P. What is watershed runoff? **J. Geophys Res.,**0 v.69, p.1541-1552, 1964.

BEVEN, K.J. **Rainfall-Runoff Modelling: The primer**. Chichester: John-Wiley & Sons, 2000. 360p.

BRAZÃO, J.E.M.; SANTOS, M.M. Vegetação. In: **IBGE Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil**. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. p.111-124.

BREN, L.J. Riparian zone, stream, and floodplain issues: a review. **J. Hydrology**, Amsterdam, v.150, p.277-299, 1993.

BREN, L.J**.** Effects of increasing riparian buffer widths on timber resource availability: A case study. **Australian Forestry**, v.60, p.260-269, 1997.

BREN, L.J. **T**he geometry of a constant buffer-loading design method for humid watersheds. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.110, p.113-125, 1998.

BROOKS, A.P.; BRIERLEY, G.J. Geomorphic responses of lower Bega River to catchments disturbance, 1851-1926. **Geomorphology**, Amsterdam, v.18, p.291-304, 1997.

CHORLEY, R.J. The hillslope hydrological cycle. In: **KIRKBY, M.J. (ed.) Hillslope Hydrology**. Chichester: John-Wiley & Sons, 1978. p.1-42.

COHEN, T.J.; BRIERLEY, G.J. Channel instability in a forested catchment: a case study from Jones Creek, East Gippsland, Australia. **Geomorphology**, Amsterdam, v.32, p.109-128, 2000.

DIAS, P.L.F. **Estudo e proposição de parâmetros para a definição de áreas de preservação permanente ciliares em reservatórios**. Curitiba: UFPR, 2001. 138p. (Dissertação de mestrado no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo da UFPR).

DILLAHA, T.A.; RENEAU, R.B.; MOSTAGHIMI, S.; LEE, S. **Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control**. Transactions of ASAE, St. Joseph, v.32, p.491-496, 1989.

FRISSELL, C.A.; LISS, W.J.; WARREN, C.E.; HURLEY, M.D. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. **Environ. Manage.,** v.10, p.199-214, 1986.

GEORGIA ADOPT-A-STREAM **Visual stream survey**. Atlanta: Georgia Adopt-A-Stream, 2002. 74p. (Disponível em < http://www.riversalive.org/AAS%20manuals/Visual/Visual%20Manual20complete%20 winter%202002.pdf > Acesso em 22 de agosto de 2003).

GREGORY, S.V.; ASHKENAS, L. **Riparian Management Guide**. USDA Forest Service Pacific Northwest Region, 1990. 120p.

GREGORY, S.V.; SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones. Focus on links between land and water. **BioScience**, v.41, p.540-551, 1991.

HENDRICKS, S.P. Microbial ecology of the hyporheic zone – a perspective integrating hydrology and biology. J. **North Am. Benthological Soc.,** v.12, n.1, p.70-78, 1993.

HEWLETT, J.D. **Watershed management.** Asheville, USDA Forest Service Southeastern Forest Experiment Station, 1961a. p.61-66.

HEWLETT, J.D. **Soil moisture as a source of base flow from steep mountain watersheds**. Asheville, USDA Forest Service Southeastern Forest Experiment Station, 1961b. 11p. (Station Paper No. 132).

HEWLETT, J.D. **Principles of Forest Hydrology**. Athens: The Univ. of Georgia Press, 1982. 183p.

HICKIN, E.J. Vegetation and river channel dynamics. **Canadian Geographer**, v.28, p.111-126, 1984.

HORNBERGER, G.M.; RAFFENSPERGER, J.P.; WIBERG, P.L. ESHLEMAN, K.N. **Elements of Physical Hydrology**. Baltimore: The Johns Hopkins Univ. Press, 1998. 302p.

HUPP, C.R.; OSTERKAMP, W.R. Riparian vegetation and fluvial geomorphic processes. **Geomorphology**, Amsterdam, v.14, p.277-295, 1996.

KELLER, E.A.; SWANSON, F.J. Effects of large organic material on channel form and fluvial processes. **Earth Surface Processes and Landform**, v.4, p.361-380, 1979.

KIRKBY, M.J. (ed.) **Hillslope Hydrology**. Chichester: John-Wiley & Sons, 1978. 389p.

KOBIYAMA, M.; GENZ, F.; MENDIONDO, E.M. Geo-Bio-Hidrologia. In: **Fórum Geo-Bio-Hidrologia: Estudo em vertente e microbacias hidrográficas** (1:1998: Curitiba) **Anais**, Curitiba: Curso de Pós-Graduação em Solos-UFPR, 1998. p.1-25.

KURAJI, K. Time necessary for forest and water to come back**. Science Journal KAGAKU**, Tokyo, v.71, n.1, p.57-66, 2001. (em japonês)

LOWRANCE, R.; ALTIER, L.S.; WILLIAMS, R.G.; INAMDAR, S.P.; SHERIDAN, J.M.; BOSCH, D.D.; HUBBARD, R.K.; THOMAS, D.L. REMM: The Riparian Ecosystem Management Model**. J. Soil Water Conserv**., v.55, n.1, p.27-34, 2000.

MALANSON, G.P. **Riparian landscape**. New York: Cambridge Univ.Press, 1993. 296p.

MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: Simpósio sobre Mata Ciliar (1989: São Paulo) Campinas: Fundação Cargill, **Anais**, 1989. p.11-19.

McKERGOW, L.A.; WEAVER, D.M.; PROSSER, I.P.; GRAYSON, R.B.; REED, A.E.G. Before and after riparian management: sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. **J. Hydrology**, Amsterdam, v.270, p.253-272, 2003.

MELICK, D.R.; ASHTON, D.H. The effects of natural disturbances on warm-temperate rainforests in south-eastern Australia. **Australian J. Botany**, v.39, p.1-30, 1991.

MENDIONDO, E.M.; TUCCI, C.E.M. Escalas hidrológicas. II: Diversidade de processos na bacia vertente. **Rev. Bras. Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.2, n.1, p.81-100, 1997.

NAKAMURA, F.; SWANSON, F.J. Effects of coarse woody debris on morphology and sediment storage of a mountain stream system in western Oregon. **Earth Surface Processes and Landform**, v.18, p.43-61, 1993.
NRCS Riparian Forest Buffer. Seattle: USDA-NRCS-Watershed Science Institute, 1997. (Disponível em <http://www.wcc.nrcs.usda.gov/watershed/wssi-products.html> Acesso em 22 de agosto de 2003.)

OHTA, T.; FUKUSHIMA, Y.; SUZUKU, M. (eds.) **Proceedings of the International Symposium on Forest Hydrology 1994**. Tokyo: Organizing Committee, 1994. 672p.

RODRIGUES, R.R. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.L. (eds.) **Matas ciliares: conversação e recuperação**. São Paulo: EdUSP, 2000. p.91-99.

SALVADOR, J.L.G. Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios. **CESP Série Divulgação e Informação**, São Paulo, n.105, p.1-29, 1987.

SCHIAVINI, I. Environmental characterization and groups of species inf gallery forests. In: **International Symposium on Assessment and Monitoring of Forests in Tropical Dry Regions with Special referencew to Gallery Forests** (1996: Brasília) Brasília: UNB, Proceedings, 1997. p.107-113.

SCHUMM, S.A. Erroneaou perceptions of fluvial hazards. **Geomorphology**, v.10, p.129-138, 1994.

SEDELL, J.R.; BISSON, P.A.; SWANSON, F.J.; GREGORY, S.V. What we know about large trees that fall into streams and rivers. In: **From the Forest to the Sea – A Story of Fallen Trees**. Corvallis: USDA Forest Service, 1990. P.47-81. (General Tech. Report PNW-229).

SELLES, I.M. et al. **Revitalização de rios – orientação técnica**. Rio de Janeiro: SEMADS, 2001. 78p.

SOPPER, W.E.; LULL, H.W. (eds.) **International Symposium on Forest Hydrology.** Oxford: Pergamon Press, 1967. 813p. (Proceedings of a National Science Foundation Advanced Science Seminar held at The Pennsylvania State Univ. in 1965).

SOUZA, M.C. Algumas considerações sobre vegetação ripária. **Cadernos da Biodiversidade**, Curitiba, v.2, n.1, p.4-10, 1999.

STANFORD, J.A.; WARD, J.V. The hyporheic habitat of river ecosystem. Nature, v.335, p.64-66, 1988.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Bull. **Geol. Soc. Am.,** v.63, p.1117-1142.

TAKAHASHI, G.; OHTA, T. Physical structure of mountain stream environment. In: OHTA, T.; TAKAHASHI, G. (eds.) **Erosion Control and Ecological Management of Mountain Streams**, Tokyo: Univ. Tokyo Press, 1999. p.7-16.

TAKASAO, T. (1963) Occurrence area of direct runoff and its variation process. **Annuals Disaster Prev. Res. Institute of Kyoto Univ**., Kyoto, v.6, p.166-180, 1963.

THE JAPAN SOCIETY OF EROSION CONTROL ENGINEERING **Management of Riparian Zone**. Tokyo, Kokon-Shoin, 2000. 329p.

TORRES, R.B.; MATTHES, L.A.F.; RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. Espécies florestais nativas para plantio em áreas de brejo. **O Agrônomo**, Campinas, v.44, p.1-3, 1992.

TRISKA, F.J.; DUFF, J.H.; AVANZINO, R.J. Patterns of hydrological exchange and nutrient transformation in the hyporheic zone of a gravel-bottom stream – examining terrestrial-aquatic linkages. **Freshwater Biology**, v.29, p.259-274, 1993.

TSUKAMOTO, Y. An experiment on subsurface flow. **J. Jap. Soc. Forestry**, Tokyo, v.43, p.61-68, 1961.

TSUKAMOTO, Y. Study on the growth of stream channel (I). Relationship between stream channel growth and landslide occurring during heavy storm. **J. Jap. Erosion Control Soc.,** Tokyo, v.25, n.4, p.4-13, 1973.

TSUKAMOTO, Y.; MINEMATSU, H. Hydrogeomorphological characteristics of a zero-order basin. In: **Symposium Erosion and Sedimentation in the Pacific Rim** (1987: Corvallis), Proceedings, IAHS, 1987. p.61-70. (IAHS Publ. No. 165).

VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, L.R.; CUSHING, C.E. The river continuum concept. **Can. J. Fish Aquat**., v.37. p.130-137, 1980.

WEBB, A.A.; ERSKINE, W.D. A practical scientific approach to riparian vegetation rehabilitation in Australia. **J. Environmental Management**, Amsterdam, v.68, p.329-341, 2003.

WHITE, D.S. Perspectives on defining and delineating hyporheic zone**. J. North Am. Benthological Soc.**, v.12, n.1, p.61-69, 1993.