

idéia, poder-se-ia adotar uma sucessão do tipo cultura agrícola (2 anos) — floresta ou cultura agrícola-floresta + cultura agrícola (interplântio). Os prováveis prejuízos para o solo neste tipo de manejo seriam as possibilidades de erosão e de compactação do solo causado pelo intenso tráfego de máquinas.

Por fim, dentre outros usos a que tem sido destinada a floresta, juntamente com o fornecimento de madeiras citam-se a extração de resina no caso de coníferas, óleos essenciais e criação de abelhas. O efeito desses usos sobre a produtividade florestal tem sido pouco estudados. Me preocupa de maneira especial a obtenção de óleos essenciais de folhas de árvores, pois estas são o componente da planta que detêm as maiores concentrações de nutrientes. A utilização das folhas e o seu não retorno e distribuição na área significaria um forte dreno nas reservas de nutrientes do sistema. Com certeza, para a maioria das condições brasileiras, tal tipo de uso resultaria em rápida queda da produtividade florestal podendo até mesmo inviabilizar a atividade da empresa, visto que a reposição dos nutrientes via fertilizantes pode não substituir o papel biológico e físico-químico da matéria orgânica do solo que, neste tipo de uso, é muito reduzida.

Em suma, pode-se dizer que o seu múltiplo das florestas no Brasil é incipiente, para não dizer inexistente. Há necessidade de se desenvolver tecnologia adequada às nossas condições para que as empresas tenham outras alternativas para as suas decisões. O que é certo, contudo, é a crescente pressão sobre a terra. Por isto temos que desenvolver técnicas para elevar a produtividade de nossas florestas sob a pena de enfrentarmos uma forte crise de produtos florestais.

O PAPEL HIDROLÓGICO DA FLORESTA NA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

WALTER DE PAULA LIMA
ESALQ-USP

RESUMO

O presente trabalho discute as relações entre a floresta e alguns processos hidrológicos em bacias hidrográficas, com o intuito de salientar o papel das florestas na proteção dos recursos hídricos. Estas relações vêm sendo estudadas desde há muito tempo em vários países, e resultados experimentais mostrando a influência da floresta na produção de água, na qualidade da água, na erosão, na infiltração, no escoamento superficial, na recuperação de bacias hidrográficas degradadas e na estabilização de encostas são apresentados. Os resultados, no conjunto, mostram o papel decisivo da floresta na proteção dos recursos hídricos. Dentro do enfoque de uso múltiplo, o manejo florestal em bacias hidrográficas deve ser entendido como a concepção de manejo florestal baseado em padrões adequados à proteção dos valores da bacia hidrográfica, ou seja à proteção da quantidade, do regime e da qualidade de água.

SUMMARY

The present paper reviews the effects of forest cover on some hydrologic processes, with the purpose of revealing the role of forests on the protection of water resources. These effects have been studied in several countries, and experimental results showing the influence of forest on water yield, water quality, erosion, infiltration, runoff, watershed reclamation and slope stabilization are presented. Within the concept of multiple use of forest resources, watershed forest management should be viewed as the planning of forest management activities that are adequate for the protection of watershed values, that is for the protection of streamflow quantity, timing and quality.

INTRODUÇÃO

Na natureza, a floresta e a água superficial guardam estreita relação. Embora este relacionamento ainda não seja completamente compreendido em algumas situações, desde o começo deste século passou a ser lugar comum a afirmação de que a floresta é benéfica para os recursos hídricos em geral, o que pode ser observado, por exemplo, no trabalho de ZON (1927), com base, já naquela época, na revisão de mais 1.100 trabalhos publicados.

Essa conclusão foi baseada no fato de que a floresta proporciona excelente cobertura protetora à superfície do solo, permitindo, desta forma, o bom funcionamento do processo de infiltração, em detrimento dos processos de escoamento superficial e de erosão.

Mais especificamente, pode-se afirmar que a cobertura flo-

restal (árvores e vegetação associada) desempenha importante papel na hidrologia de uma bacia hidrográfica, não apenas pelo papel regulador das transferências de água entre os vários compartimentos do sistema, através dos processos de interceptação e de evapotranspiração, mas também por fornecer a matéria orgânica que protege e melhora as condições hidrológicas do solo, além de aliviar o impacto das gotas de chuva sobre a superfície.

Nos últimos 40 anos, os inúmeros trabalhos de pesquisa em hidrologia florestal realizados em diversos países produziram uma riqueza de informações a respeito das relações entre a floresta e as necessidades de aumento da produção de água em bacias hidrográficas, de proteção e melhoria da qualidade da água e de recuperação de bacias degradadas (PEREIRA, 1973), (BROWN, 1976), (LIMA et alii, 1978), (BOSCH & HEWLETT, 1982).

Em muitos países a expressão "Manejo de Bacias Hidrográficas Municipais" acabou sendo desenvolvida no sentido de denotar as atividades relacionadas com o manejo florestal dentro das áreas de influência de reservatórios com finalidade precípua de produção de água para abastecimento público. Nestas áreas, as prefeituras ou as companhias para-estatais de água ou, ainda, agências estatais e federais desenvolvem programas ativos de administração de floresta, baseados nos resultados das pesquisas, visando à manutenção da quantidade e da qualidade da água produzida nas bacias hidrográficas (SOPPER & CORBETT, 1975), (MMBW, 1980). É marcante, neste sentido, o exemplo da bacia hidrográfica municipal de Melbourne, na Austrália, de onde provém a água para cerca de 3 milhões de pessoas. Administrando 121.000 hectares, dos quais 119.000 ha cobertos com floresta natural de eucalipto (*E. regnans*, principalmente), Departamento de Águas de Melbourne se beneficia dessa proteção ao reservatório: o sistema de distribuição de água à população sequer necessita do processo de filtração.

A intenção do presente trabalho é discutir alguns aspectos principais de hidrologia florestal em bacias hidrográficas, a fim de facilitar o entendimento das relações de causalidade entre a floresta e os recursos hídricos.

OS PROCESSOS HIDROLÓGICOS

A Figura 1 ilustra os processos hidrológicos quantitativos e qualitativos que normalmente operam em uma bacia hidrográfica revestida com floresta, cuja participação é efetiva tanto nos processos hidrológicos de superfície que produzem o deflúvio, quanto nos processos e mecanismos que influem na qualidade da água produzida (WALLING, 1980).

De maneira simplificada, ao dar entrada em uma bacia hidrográfica pela participação, a água começa a interagir com a vegetação através do processo de interceptação, o qual resulta em perda parcial por evaporação e numa redistribuição espacial e temporal da água restante, através dos processos de precipitação interna e escoamento pelo tronco. Na ausência da cobertura florestal, a água da chuva atinge a superfície do solo diretamente. Na superfície, a água pode infiltrar-se no solo ou mover-se na direção do declive pelo processo de escoamento superficial, sendo a proporção entre um e outro processos novamente sujeita à ação da vegetação. Já como umidade do solo, a água pode ser evaporada, retirada pela vegetação através da transpiração, percolada em direção ao lençol freático ou transferida em direção aos canais pelo escoamento subsuperficial. Em uma bacia como boa proteção florestal, este último processo predomina quantitativamente e representa uma das importantes contribuições da floresta ao funcionamento hidrológico adequado do sistema, influenciando o regime do deflúvio e a qualidade da água liberada (HEWLETT & HIBBERTT, 1967). Já no lençol freático, a água (subterrânea) pode ainda estar sujeita a perdas por evaporação e transpiração, desde que o lençol freático seja superficial.

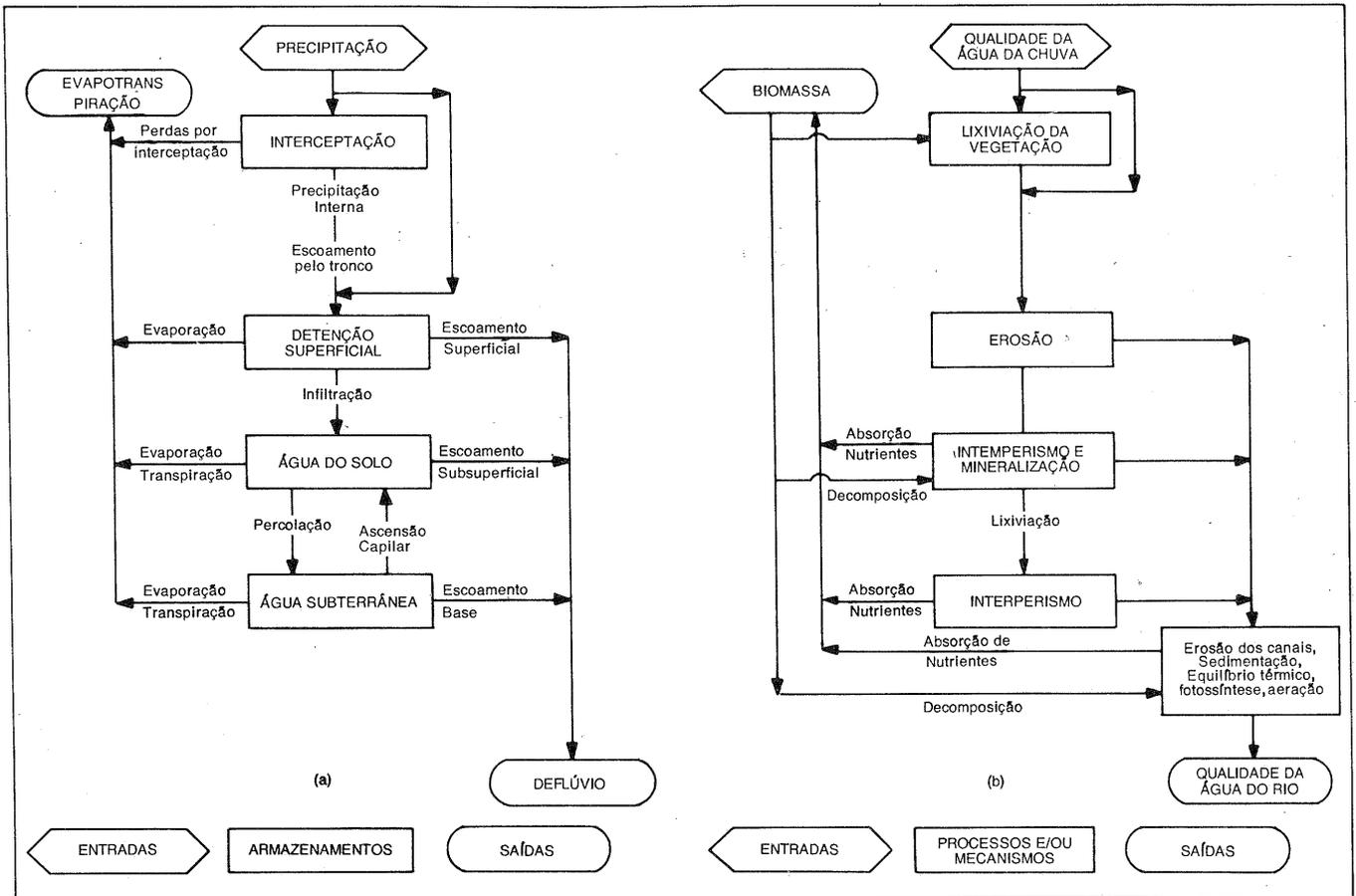


Figura 1
 Representação simplificada dos processos hidrológicos quantitativos (a) e qualitativos (b) em uma bacia hidrográfica florestada (adaptado de WALLING, 1980)

No aspecto qualitativo, à medida que a água da chuva entra no sistema e se move através dos vários compartimentos, a sua qualidade é alterada, de sorte que as características finais do deflúvio serão diferentes daquelas da chuva que o originou. O lado (b) da Figura 1 demonstra que a qualidade da água que drena uma bacia hidrográfica resulta de uma série complexa de interações com o solo, a rocha e a vegetação da bacia. Assim, há que se levar em conta o fato de que os vários processos que controlam a qualidade da água de um rio encontram-se em equilíbrio e que, portanto, qualquer ligeira modificação no ecossistema, como por exemplo o corte da floresta, pode resultar em alterações significativas na qualidade da água (KUNKLE, 1974).

FLORESTA E QUALIDADE DA ÁGUA

O processo de interceptação da chuva pela floresta, além da influência sobre a redistribuição da precipitação e da economia da água do solo (LIMA & NICOLIELO, 1983), desempenha significativa influência sobre a qualidade da água. De fato, pela interação com as folhas, ramos e troncos, através do processo geral referido como lixiviação, a qualidade da água que atravessa a cobertura florestal é significativamente diferente daquela da chuva incidente (LIMA & BARBIB, 1975), (LIMA, 1979), (JORDAN et alii, 1980), (WALLING, 1980), (COLE & RAPP, 1981). Esta alteração varia com as condições locais, com o regime da precipitação e com a espécie florestal. Em termos de concentrações médias dos principais nutrientes para determinados períodos, aparentemente não há diferença entre as espécies de coníferas e as de folhosas (WALLING, 1980). Esta alteração, ainda, pode ser refletida nas propriedades químicas do solo (McCOLL, 1970), (GESPER & HOLLOWAYCHUK, 1971), mas aparentemente não influi significativamente na qualidade da água do deflúvio de bacias hidrográficas contendo diferentes tipos florestais (JOHNSON et alii, 1969), (TALSMA & HALLAM, 1982).

Significativa alteração da qualidade da água do deflúvio, todavia, tem sido observada em diversas situações como decorrência das atividades de uso do solo, principalmente da remoção da cobertura florestal (BROWN, 1976), (BORMAN & LIKENS, 1979).

De importância para o caso de reservatórios, também deve ser lembrada a possível influência de diferentes espécies florestais sobre a qualidade da água, principalmente em termos de parâmetros tais como oxigênio dissolvido, cor, odor, etc., quando existe a possibilidade de contacto direto das folhas e resíduos vegetais com a água. McKEE & WOLF (1963), por exemplo, citam informações sobre algumas essências florestais de folhosas cujas folhas podem, em decomposição na água, causar demanda de oxigênio correspondente a 75% de seu peso, em comparação com espécies de coníferas, cuja demanda observada foi de apenas 50%. BROWN (1976) cita outros trabalhos semelhantes: a) acículas de *Pinus*, por exemplo, exercem demanda contínua de oxigênio dissolvido na água durante até 140 dias após a imersão, sendo esta demanda de cerca de 100 mg de oxigênio por grama de acículas após 20 dias de imersão, caindo para 50 mg/g após 400 dias; b) troncos de árvores submersas na água causaram alteração na cor e liberaram cerca de 54 gramas de material oxidável por metro quadrado de tronco submerso, durante mais de 40 dias. Esta liberação ocorreu através das extremidades cortadas do tronco, sendo, portanto, de se esperar que a taxa de liberação deva ser maior para materiais cortados em tamanhos menores. PONCE (1974) comparou duas espécies de coníferas (*Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga heterophylla*) e uma de folhosas (*Alnus rubra*) no que diz respeito à demanda de oxigênio de material vegetal em contacto com a água, encontrando os seguintes resultados médios para a demanda química de oxigênio (COD):

<i>Pseudotsuga menziesii</i> :	454 mg O ² /g
<i>Tsuga heterophylla</i> :	570 mg O ² /g
<i>Alnus rubra</i> :	882 mg O ² /g

Aparentemente, portanto, a escolha da espécie florestal

adequada para plantio em locais onde haja possibilidade de haver contacto direto entre a vegetação e a superfície da água, como na orla de reservatórios, por exemplo, deve levar em conta não apenas a capacidade de resistência à inundação eventual (SILKER, 1948), como também estes possíveis efeitos sobre a qualidade da água, pelo que se verifica que as coníferas seriam, em geral, mais indicadas do que as folhosas.

FLORESTA E HIDROLOGIA DO SOLO

A erosão do solo pode apresentar dois problemas sérios para os recursos hídricos: a sedimentação e a alteração da qualidade da água.

Através de processos naturais, as impurezas mais importantes que podem contribuir para a degradação da qualidade da água seriam os nutrientes e o material orgânico que eventualmente chegam à água através dos processos de erosão e de sedimentação. O uso inadequado do solo e condições precárias de proteção vegetal podem acelerar esses processos.

A cobertura florestal influi positivamente sobre a hidrologia do solo, melhorando os processos de infiltração, percolação e armazenamento de água, diminuindo o processo de escoamento superficial, contribuindo para o processo de escoamento subsuperficial, influências estas que no todo conduzem à diminuição do processo erosivo (BROWN, 1976), (LEE, 1980), (TAKESHITA, 1981). Nesta ação protetora da floresta, é muito importante a participação da vegetação herbácea e da manta orgânica que normalmente recobrem o solo florestal, as quais desempenham papel decisivo na dissipação da energia das gotas das chuvas, cujo impacto com a superfície do solo dá início ao processo de erosão.

A remoção desse material orgânico em uma área florestada no Colorado, Estados Unidos, resultou, segundo JOHNSON (1940), numa diminuição de cerca de 40% da capacidade de infiltração do solo. Em outro trabalho, ainda nos Estados Unidos, AREND (1942) encontrou os seguintes resultados que evidenciam o efeito da manta orgânica sobre a hidrologia do solo:

Tratamento	Infiltração
Manta orgânica intacta	59,9 mm/h
Manta orgânica removida	49,3 mm/h
Manta orgânica queimada	40,1 mm/h
Pastagem degradada	24,1 mm/h

A medida que melhora a condição de proteção florestal de uma dada área, quer pelo reflorestamento, quer pelo processo natural de sucessão, a capacidade de infiltração do solo tende a aumentar, diminuindo, conseqüentemente, a porcentagem de escoamento superficial, conforme mostram os resultados citados por LULL (1964):

Cobertura	Infiltração
Pastagem abandonada	42,7 mm/h
Floresta de pinheiros (30 anos)	74,9 mm/h
Floresta climax	76,2 mm/h

O efeito da proteção vegetal sobre o escoamento superficial, por outro lado, e também sobre as próprias perdas de solo por erosão, tem sido observado em diversos experimentos, como o apresentado por CROFT & BAILEY (1964), como resultado da aplicação de uma chuva artificial de 62 mm/h durante 1 hora em parcelas experimentais com diferentes condições de cobertura vegetal:

	Condição de Cobertura Vegetal		
	POBRE (10% da área com vegetação)	RAZOÁVEL (37% da área com vegetação)	BOA (75% da área com vegetação)
Escoamento superficial (% da chuva)	73	14	2
Perdas de solo (t/ha)	14	1,2	0,1

Desta forma, a manutenção de uma boa cobertura florestal é de fundamental importância para o controle do processo de erosão, que por sua vez pode resultar na sedimentação dos cursos d'água, no assoreamento e, eventualmente, na eutrofização de reservatórios (PACKER, 1951), (KILBOURNE, 1960), (COPELAND, 1961), (BRITTON et alii, 1975). Resultados concretos destes feitos foram observados ao longo do Vale do Tennessee, nos Estados Unidos.

ELLERTSEN (1968) relata, por exemplo, os resultados obtidos em uma das bacias experimentais instaladas pelo TVA ("Tennessee Valley Authority"). Apenas 23% dos 35 ha da bacia encontrava-se com floresta no início dos trabalhos, sendo o restante da área coberto por pastagens. Nestas condições, o escoamento superficial ocorria na proporção de 90% da chuva incidente e as perdas de solo por erosão alcançavam cerca de 61 t/ha/ano. Além de outras obras de controle de voçorocas, toda a área da bacia foi reflorestada com *Pinus*, sendo então colocada sob proteção contra fogo e pastoreio. Decorridos 20 anos após o plantio, as mudanças observadas foram significativas. A taxa do escoamento superficial reduziu-se para 18% da chuva incidente e as perdas de solo por erosão baixaram para 1,2 t/ha/ano.

Em áreas de topografia acidentada, a presença da cobertura florestal concorre ainda para a estabilização das encostas, principalmente pelo reforço mecânico que o sistema radicular desenvolve, como também pela modificação do regime da água do solo (ZIEMER, 1981). Turmanina (1963), citado por ZIEMER (1981), relatou os resultados encontrados na União Soviética sobre a capacidade de reforço mecânico que oferece o sistema radicular de árvores de *Tilia cordata* ao longo das margens de um rio. Foi verificado que a força total necessária para romper o solo com o sistema radicular foi de 137 toneladas, das quais 130 toneladas foram necessárias para o rompimento das raízes e apenas 7 toneladas foram suficientes para o rompimento do solo.

O excesso de umidade no solo, por outro lado, é geralmente aceito como sendo o principal fator de deslizamento de encostas. A pressão hidrostática exercida pela condição de saturação do solo concorre para a diminuição da resistência ao deslizamento. A floresta, no caso, retirando água do solo através do processo de evapotranspiração, contribui para melhorar estas condições, desenvolvendo e mantendo condições de não saturação, onde a pressão negativa ou tensão da água remanescente concorre para aumentar a resistência do solo ao deslizamento (ZIEMER, 1981).

FLORESTA E PRODUÇÃO DE ÁGUA

Finalmente, para completar a presente abordagem sobre o papel da floresta na hidrologia de bacias hidrográficas, são apresentadas algumas informações não sobre a floresta em si, mas sobre o manejo florestal dentro de uma bacia hidrográfica, visando ao aumento da água, ou ao aumento do deflúvio anual da bacia.

Conforme mencionado no início deste trabalho, são inúmeros os resultados já publicados de trabalhos experimentais sobre o assunto, e a aplicação prática desses resultados já existe consolidada em diversas bacias hidrográficas municipais em vários países.

Dois excelentes revisões já existem, também, disponíveis na literatura. As principais conclusões colocadas a seguir são tiradas desses dois trabalhos (HIBBERT, 1967) e (BOSCH & HEWLETT, 1982), o segundo dos quais baseado na revisão dos resultados de 94 bacias hidrográficas experimentais em vários países:

- em uma bacia hidrográfica, a redução da cobertura florestal concorre para o aumento da produção de água;
- o reflorestamento, na mesma situação, concorre para a diminuição da produção de água;
- os resultados dos tratamentos aplicados são muito variáveis em cada caso;
- para florestas de coníferas, cada corte de 10% da cobertura causa um aumento de aproximadamente 40 mm na produção anual de água, enquanto que o aumento seria de cerca de 25 mm/ano para idêntica redução em floresta de folhosas decíduas, e de ao redor de 10 mm/ano para vegetação de savana;
- a redução da cobertura florestal em uma bacia em proporção menor que 20% da área total não causa alterações mensuráveis no deflúvio;
- as alterações na produção de água em conseqüência do tratamento da vegetação são maiores em climas úmidos;
- a duração do efeito do tratamento, todavia, é maior nas regiões de clima mais seco;
- o maior aumento na produção de água já verificado devido ao corte da cobertura florestal foi de 660 mm/ano, em uma bacia de Estação Experimental Coweeta, nos Estados Unidos.

Portanto, o manejo florestal em bacias hidrográficas pode contribuir tanto para a manutenção da qualidade da água, como para eventuais ganhos em termos de produção de água pela bacia.

CONCLUSÃO

O presente trabalho procurou apresentar e discutir alguns aspectos principais de hidrologia florestal em bacias hidrográficas, visando salientar o papel da floresta na proteção dos recursos hídricos.

Os resultados apresentados mostram que esse papel é decisivo

não apenas em termos de proteção da qualidade da água, da hidrologia do solo, de erosão e da sedimentação, da contenção de encostas e de margens de cursos d'água, etc., como também em termos quantitativos, pela significativa influência sobre o balanço hídrico, conforme mostrado em inúmeros resultados conduzidos em bacias hidrográficas experimentais.

Em cada bacia hidrográfica, ou seja, em cada unidade geomorfológica de espaço físico da Terra, o manejo dos recursos naturais deve procurar não apenas a otimização do uso de um dado recurso, como também a minimização dos distúrbios que esse uso inevitavelmente causa aos demais recursos naturais. A floresta, o solo e a água na natureza estão intimamente interdependentes, e a expressão "manejo florestal em bacias hidrográficas" denota o uso (manejo) dos recursos florestais de uma bacia com o objetivo de produção de água de boa qualidade.

Esse "objetivo de produção de água de boa qualidade" tem dupla conotação. Uma primeira, específica, localizada e utilitária, envolve o manejo florestal em mananciais visando, quando for o caso, a aumentar temporariamente o rendimento hídrico da bacia. A segunda conotação, genérica e abrangente, vem de encontro ao lema deste Congresso, que enfoca o manejo florestal sob uso múltiplo, ou seja, a utilização racional dos recursos florestais considerando a simultaneidade de uso dos demais recursos naturais. Neste sentido, "manejo florestal em bacias hidrográficas" deve ser entendido como uma concepção de manejo florestal, quer seja de florestas naturais, como de florestamentos e de reflorestamentos, em todas as suas fases operacionais, visando à conservação do solo e dos recursos hídricos. Transcende, portanto, a conotação estanque de "manejo de bacias hidrográficas" como apenas um ramo isolado da Engenharia Florestal. Ao contrário, envolve o planejamento das atividades florestais, quaisquer que sejam elas — corte, exploração, construção de estradas e carreadores, limpeza do terreno, preparo do solo, plantio, tratamentos culturais, etc. — sempre dentro de padrões adequados à proteção dos valores da bacia hidrográfica, ou seja, à proteção da quantidade, do regime e da qualidade da água produzida pelas bacias hidrográficas.

Esse é o papel do Engenheiro Florestal.

BIBLIOGRAFIA

- AREND, J. L., 1942. Infiltration as affected by the forest floor. *Soil Science Society of America Proceedings*, 6: 430-435.
- BORNA, F. H. & G. E. LIKENS, 1979. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem*. New York, Springer-Verlag. 235 p.
- BOSCH, J. M. & J. D. HEWLETT, 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55: 3-23.
- BRITTON, J. L.; R. C. AVERETT; R. F. FERREIRA, 1975. *An Introduction to the Processes, Problems and Management of Urban Lakes*. Geological Survey Circular 601-k, USDI. 22 p.
- BROWN, G. W., 1976. *Forestry and Water Quality*. Oregon State University Bookstore Inc., Corvallis. 74 p.
- COLE, D. W. & M. RAPP, 1981. Elemental cycling in forest ecosystems. In: *Dynamic Properties of Forest Ecosystems*, D. E. Reichle (Ed.). Cambridge University Press. p. 341-410.
- COPELAND, O. L., 1961. Watershed management and reservoir life. *Journal of the American Water Works Association*, 53 (5): 569-578.
- CROFT, A. R. & R. W. BAILEY, 1964. *Mountain Water*. USDA, Forest Service, Intermountain Region, 64 p.
- ELLERTSEN, B. W., 1968. Forest hydrologic research conducted by the Tennessee Valley Authority. *Water Resources Bulletin*, 4 (2): 25-33.
- GERSPER, P. L. & N. HOLOWAYCHUK, 1971. Some effects of stem flow from forest canopy trees on chemical properties of soils. *Ecology*, 52 (4): 691-702.
- HEWLETT, J. D. & A. R. HIBBERT, 1967. Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. In: *International Symposium on Forest Hydrology*. W. E. Sopper and H. W. Lull (ed.), New York. p. 275-290.
- HIBBERT, A. R., 1967. Forest treatment effects on water yield. In: *International Symposium on Forest Hydrology*. W. E. Sopper and H. W. Lull (Ed.), Pergamon Press, New York. p. 527-543.
- JOHNSON, W. M., 1940. Infiltration capacity of forest soils as influenced by litter. *Journal of Forestry*, 38: 520-526.
- JOHNSON, N. M.; G. E. LIKENS; F. H. BORMANN; D. W. FISHER; R. S. PIERCE, 1969. A working model for the variation of stream water chemistry at the Hubbard Brook Experimental Forest, New Hampshire. *Water Resources Research*, 5: 1363-1363.
- JORDAN, C.; F. GOLLEY; J. HALL; J. HALL, 1980. Nutrient scavenging of rain fall by the canopy of an Amazonian rain forest. *Biotropica*, 12 (1): 61-66.
- KILBOURNE, R., 1960. Watershed improvement in the Tennessee Valley. *Journal of Forestry*, 58 (4): 294-296.
- KUNKLE, S. H., 1974. Água: su calidad suele depender del forestal. *Unasylva*, 26 (105): 10-16.
- LEE, R., 1980. *Forest Hydrology*. Columbia University Press. 349 p.
- LIMA, W. P. & D. BARBIN, 1975. Efeito de plantações de eucalipto e de pinheiro sobre a qualidade da água da chuva. *IPEF*, 11: 23-35.
- LIMA, W. P.; J. H. PATRIC; N. HOLOWAYCHUK, 1978. Natural Reforestation Reclaims a Watershed: A Case History from West Virginia. USDA Forest Service Research Paper NE-392. 7 p.
- LIMA, W. P.; 1979. Alteração do pH, condutividade e das concentrações de cálcio, magnésio e fósforo na água da chuva em floresta de *Pinus caribaea* Mor. var. *caribaea* em Piracicaba. *IPEF*, 18: 37-54.
- LIMA, W. P. & N. NICOLIELO, 1983. Precipitação efetiva e interceptação em florestas de pinheiros tropicais e em reserva de cerrado. *IPEF*, 24: 43-46.
- LULL, H. W., 1964. Ecological and Silvicultural Aspects. In: *Handbook of Applied Hydrology*. V. T. Chow (Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York. p. 6-1 a 6-30.
- McCOLL, J. G., 1970. Properties os some natural waters in a tropical wet forest of Costa Rica. *Bioscience*, 20: 1096-1100.
- McKEE, J. E. & H. W. WOLF, 1963. *Water Quality Criteria*, California State Water Resources Control Board, Publication 3-A. 548 p.
- MMBW, 1980. Water Supply Catchment Hydrology Research: *Summary of Technical Conclusions to 1979*. Melbourne and Metropolitan Board of Works, Report no MMBW-W-0012. 41 p.
- PACKER, P. E., 1951. An approach to watershed protection criteria. *Journal of Forestry*, 49 (9): 639-644.
- PEREIRA, H. C., 1973. *Land Use and Water Resources in Temperate and Tropical Climates*. Cambridge University Press. 246 p.
- PONCE, S. L., 1974. The biochemical oxygen demand of finely divided logging debris in stream water. *Water Resources Research*, 10 (5): 983-988.
- SILKER, T. H., 1948. Planting of water-tolerant trees along margins of fluctuating-level reservoirs, *Iowa State College Journal of Science*, 22 (4): 431-448.
- SOPPER, W. E. & E. S. CORBETT (ed.), 1975. *Municipal Watershed Management*, USDA Forest Service General Technical Report NE-13. 196 p.
- TAKESHITA, K., 1981. *Systematic evaluation of forest soil quality in relationship to water conservation*. XVII IUFRO World Congress, Kyoto, Japan, 1981, Div. I: p. 91-101.
- TALSMA, T. & P. M. HALLAM, 1982. Stream water quality of forest catchments in the Cotter Valley, ACT. *The First National Symposium on Forest Hydrology*, E. M. O'Loughlin and L. J. Bren (Ed.). The Institution of Engineers, Australia. National Conference Publication N° 82/6, p. 50-59.
- WALLING, E. E., 1980. Water in the catchment ecosystem. In: *Water Quality in Catchment Ecosystems*. A. M. Gower (Ed.). John-Wiley & Sons., New York, p. 1-47.
- ZIEMER, R. R., 1981. The role of vegetation in the stability of forested slopes. XVII IUFRO World Congress, Kyoto, Japan, Div. I: 297-308.
- ZON, R.; 1927. *Forests and Water in the Light of Scientific Investigation*. United States Government Printing Office, Washington 106 p.

PROGRAMA DE PESQUISA EM CULTURA DE TECIDOS DE *Eucalyptus* spp NA CENIBRA FLORESTAL S.A.

LÍNDIA LACERDA DA SILVA
Cenibra Florestal S.A.
SILVIO LOPES TEIXEIRA
Universidade Federal de Viçosa
WILSON DE OLIVEIRA CAMPOS
LUIZ ROBERTO CAPITANI
Cenibra Florestal S.A.

1. INTRODUÇÃO

Considerando a necessidade de desenvolver e adaptar novas tecnologias na área de multiplicação rápida e melhoramento de eucalipto, a Cenibra Florestal S. A. decidiu explorar o potencial oferecido pelas técnicas de cultura de tecidos, como apoio ao programa de melhoramento genético dos povoamentos da empresa. Com este objetivo, foram conduzidas inicialmente pesquisas com cultura de segmentos nodais de "seedlings", prosseguindo com