

A dinâmica da água em microbacias hidrográficas reflorestadas com eucalipto

Eliseu dos Santos Oleriano ¹
Herly Carlos Teixeira Dias ¹

Universidade Federal de Viçosa – UFV
Campus Universitário, s/nº – Viçosa – MG, Brasil
eoleriano@yahoo.com.br
herly@ufv.br

Abstract: The importance of the water in the current geo-political context turns it into a research theme that focuses on conserving its quality and improving its use conditions in certain systems. The hydrologic cycle consists of water exchanges among rivers, lakes, and oceans, as well as atmosphere and soil. The species of the genus eucalyptus possess a very fast growth rate in relation to native species, what causes a large demand for water, even though their water use efficiency is better. As well as any vegetable species, the eucalyptus uses water to satisfy their physiologic demands, promoting its growth. As a result eucalyptus promotes reduction in the flow of water in watercourses. Areas covered with forest plantations, besides improving the landscape as a whole, promote the reduction of soil erosion, and reduce lumber pressure on native species.

Palavras-chave: hidrologic cycle, forest plantation, eucalyptus, small watershed, ciclo hidrológico, florestas plantadas, eucalipto, microbacia.

1 - Introdução

A importância da água no contexto geopolítico atual faz dela elemento de pesquisas no intuito de conservar a sua qualidade e melhorar as condições de uso e aproveitamento da mesma em um determinado sistema. A água é um recurso vital para qualquer atividade que o homem realize. Por isso mesmo, atualmente, organismos nacionais e internacionais apontam a poluição e a escassez das águas como o maior problema ambiental que a humanidade irá enfrentar neste século.

A água na verdade não se perde no sistema. Ela é sempre renovada através do chamado ciclo hidrológico. O ciclo hidrológico consiste no intercâmbio das águas dos rios, lagos e oceanos, envolvendo ainda a atmosfera e o solo.

Atualmente temos o conceito de Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento estratégico. A gestão por bacias hidrográficas é um modelo onde a administração ultrapassa fronteiras políticas, possibilitando a otimização dos usos múltiplos, promovendo técnicas inovadoras capazes de manter um meio sustentável.

A quantidade de florestas plantadas principalmente com espécies exóticas tem crescido a cada dia, o que vem preocupando alguns setores da sociedade. As espécies do gênero eucalipto possuem um crescimento muito rápido em relação às espécies nativas, e isto faz com que a sua demanda por água seja bem grande, embora a eficiência no aproveitamento da mesma seja melhor. Assim como qualquer espécie vegetal, o eucalipto utiliza água para satisfazer suas demandas fisiológicas, promovendo assim o seu crescimento.

Em florestas plantadas, ocorre uma divergência quanto ao benefício geral que as árvores do reflorestamento proporcionam à sociedade. Alguns seguimentos da sociedade acreditam que as plantações florestais prejudicam a micro bacia hidrográfica e degradam a paisagem como um todo, principalmente no que tange às características hidrológicas originais. Esta questão deve ser alvo de intensas pesquisas, no intuito de solucionar este problema. Basicamente o efeito visível do consumo de água é comum em qualquer tipo de plantação, seja florestal ou não, em níveis variados, dependendo da espécie plantada. Mesmo as florestas naturais consomem água dos mananciais e do solo, contudo tal questão persiste sobre o eucalipto visto que esta espécie causa muita polêmica no meio social.

Áreas cobertas com plantações florestais, além de melhorar a paisagem como um todo, promovem a redução de erosão do solo, ajudando na potencialização da infiltração da água da chuva no solo, para que esta possa abastecer os lençóis subterrâneos, além de reduzir a pressão do setor madeireiro sobre as espécies nativas.

O presente estudo teve como objetivo a revisão de algumas obras referentes à Hidrologia Florestal, principalmente as relativas a florestas plantadas com Eucalipto, uma vez que esta tem sido o centro de questões divergentes em relação a alterações positivas ou negativas no ambiente local como um todo.

2 – Revisão de literatura

2.1 - O Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico é a movimentação que a água realiza entre os três grandes reservatórios existentes, que são a atmosfera, os oceanos e os continentes. Este ciclo é responsável pela renovação da água no planeta. Sua manutenção se dá pela energia proveniente do sol, uma vez que tal energia aumenta as demandas por evaporação da água líquida ou do derretimento da mesma quando em seu estado sólido.

A energia solar ao incidir sobre a superfície terrestre, provoca o aquecimento, que faz com que a água em seu estado líquido sofra o processo de evaporação passando ao seu estado gasoso e ficando disponível para a atmosfera. Os organismos vivos também participam do processo, principalmente os vegetais, através da transpiração. Combinados os dois processos denominamos evapotranspiração. A evaporação é extremamente alta nos oceanos, o que provoca ajuntamento das moléculas de água. Após a condensação das mesmas ocorre a precipitação que é a forma como a água retorna para a superfície terrestre. A precipitação pode ser em forma de chuva, neve ou granizo (p.ex.).

Abaixo apresenta-se a **tabela 1** contendo valores aproximados da quantificação de água existente no planeta.

Tabela 1: Valores referentes ao volume de água na Terra

Volumes de água na Terra		
Fonte	Volume (Km ³)	Volume (%)
Oceanos	1.348.000.000	97,39
Gelo polar, geleiras, icebergs	227.000.000	2,01
Água subterrânea, umidade do solo	8.062.000	0,58
Lagos e rios	225.000	0,02
Atmosfera	13.000	0,001
Soma	1.384.120.000	100,00
Água potável	36.020.000	2,60

Fonte: N. Meinardus (1928)

A **figura 1** representa um esquema do ciclo hidrológico.

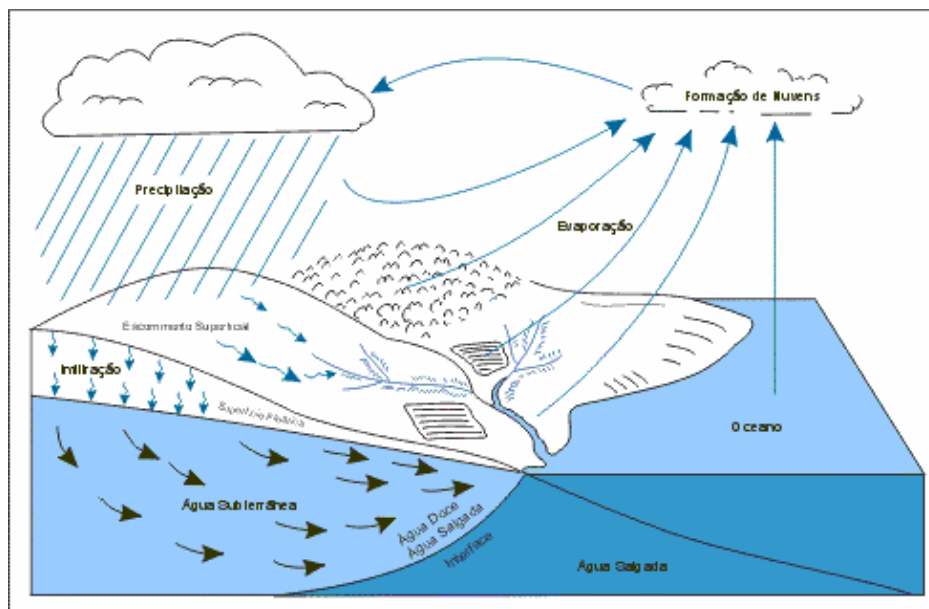


Figura 1: O ciclo da água

Fonte: Heat, R. Hidrologia Básica de Águas Subterrâneas. United States Geological Survey Water Supply Paper 2220

2.2 - A Bacia Hidrográfica

A Bacia Hidrográfica é a unidade de planejamento estratégico que transpõe as barreiras políticas, pois uma mesma bacia pode conter diversos municípios. Por isto devemos ter em mente que as ações propostas para resolução de problemas relacionados à bacia carecem de um planejamento a nível regional. Contudo uma bacia de diminuto tamanho serve como palco para experimentos que levem solução para problemas encontrados nas de maior porte.

Bacia Hidrográfica ou bacia de contribuição de um curso d'água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada de um rio (Pinto et al, 1978). Para Nunes (2001), a bacia hidrográfica de um rio é formada pelo território do qual pode afluir água para esse rio. Nesse contexto vemos que a microbacia hidrográfica é a área que drena as águas de chuvas por ravinas canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída desaguando diretamente em outro rio, visto em Rocha (1991).

A **figura 2** representa uma modelagem de uma bacia hidrográfica, onde se vê os divisores topográficos e a rede de drenagem.

As bacias hidrográfica constituem ecossistemas adequados para avaliação dos impactos causados pela atividade antrópica, que podem acarretar sérios riscos ao equilíbrio e à manutenção da quantidade e qualidade da água (Ranzini, 1990). Elas se constituem em unidades naturais para a análise de ecossistemas, apresentando características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas (Castro 1980).

O cuidado com a bacia hidrográfica é essencial para a vida de uma comunidade, pois segundo Cristofolletti (1981) para que um rio exista e funcione deve sempre haver uma área

que lhe garanta o abastecimento, constituindo-se a sua bacia de drenagem. A mesma condição é válida para o surgimento de nascentes e cabeceiras fluviais.

O manejo de uma microbacia consiste na elaboração e aplicação de diagnósticos físicos - conservacionistas, sócio - econômicos, ambiental, hídrico, edáfico, botânico e faunísticos, para identificar problemas da bacia e propor soluções compatíveis com cada situação (Rocha, 1997). De fato o manejo exige um estudo preliminar, para evitarmos maiores danos ao hidrossistema.

Para Pozzebon (2000), o ciclo hidrológico, ao ser estudado em sua fase terrestre, tem como elemento fundamental as bacias hidrográficas. A recarga do lençol freático é de suma importância para a vazão da nascente, pois ele é que garante a continuidade de sua vazão.

Pinto et al (1976) separa os lençóis subterrâneos em dois tipos, sendo: a) Lençol freático, quando a sua superfície é livre e está sujeita à pressão atmosférica, e b) Lençol cativo, quando está confinado entre duas camadas impermeáveis, sendo a pressão na superfície superior diferente da atmosfera. O lençol freático será a nossa preocupação maior.

A vida do lençol depende da infiltração. Pinto et al (1976) conceitua infiltração como sendo o fenômeno de penetração da água nas camadas de solo próximas à superfície movendo-se para baixo através dos vazios, sob ação da gravidade. Esta é aumentada quando o escoamento superficial diminui. Orlandini (2005) diz que a infiltração pode ser aumentada com o pisoteio do gado no solo, que forma canais em arquibancada, quebrando a cinética da água de escoamento dando tempo para que esta infiltre no solo antes da chegada ao canal do curso d'água.

As técnicas de manejo aplicadas na microbacia tais como terraços, caixas de captação, etc., têm enorme influência na diminuição do escoamento superficial, pois quebram a linha de fluxo contínuo da lâmina de água na superfície do solo (Gomes, 2005).



Figura 2: Modelagem de uma Bacia Hidrográfica
Fonte: Eco - Unicamp/Gestão de Bacias Hidrográficas

2.3 - As florestas plantadas e a Hidrologia Florestal

De acordo com Oliveira (1989) a expansão de terras cobertas com florestas implantadas é explicada pela demanda crescente por produtos florestais, o que resulta em uma silvicultura intensiva.

A pesquisa em hidrologia florestal tem mostrado que a economia de água na terra é afetada por sua cobertura vegetal, e em particular as árvores e florestas podem causar

substanciais mudanças na produção de água em bacias hidrográficas (Lee, 1970 apud Oliveira, 1989).

Segundo Neto (2001) o fato do eucalipto ser uma espécie florestal de crescimento rápido, tem causado preocupação ambiental, uma vez que pode provocar redução da quantidade de água contida no solo. O uso da água pela planta é controlado por diversos fatores que devem ser conhecidos, sendo que esses fatores englobam desde questões como umidade do solo até processos ocorridos na atmosfera, tais como radiação solar e temperatura do ar, passando é claro pela fisiologia do vegetal (condutância estomática). Leite (1996) afirma que as perdas de água nas espécies vegetais são comandadas pela demanda climática principalmente.

A intensidade de corte em uma floresta relaciona-se com a exportação de nutrientes pelo deflúvio. Ranzini (1990) cita um trabalho realizado por Avolio et alii (1980) onde foram testadas três bacias sendo uma com vegetação herbácea natural, uma com floresta adulta de eucalipto e outra submetida ao corte raso no início do experimento. A erosão, segundo o experimento, foi maior na primeira bacia experimental e a segunda foi mais eficiente no controle erosivo. A terceira foi intermediária, sendo que com o passar do tempo e conseqüente regeneração das espécies vegetais, a erosão diminuía.

Para Neto (2001) a precipitação fluvial é um dos elementos meteorológico que contribui de forma direta para o bom desenvolvimento de qualquer cultura, pois é a fonte de água para os processos vitais. A importância da água gira em torno do transporte de nutrientes minerais, contribuindo também nos processos de termo regulação e reações fisiológicas tais como a fotossíntese.

Numa bacia hidrográfica florestal cuja cobertura seja uma floresta plantada, a regularidade do dossel faz com que a interceptação das gotas de chuva seja praticamente uniforme.

Sendo a espécie florestal a mesma, o comportamento estomático, que regula funções como transpiração e fotossíntese, é praticamente o mesmo para as folhas, dependendo da posição que estas ocupam na copa. Para Zakia (1987) a densidade de vegetação modifica a área da superfície transpirante, radiação líquida, interceptação, padrões de vento afetam as taxas de evapotranspiração de povoamentos florestais.

Balieiro (1999) apud Neto (2001) explica que a água da chuva ao atingir o dossel realiza duas vias. A primeira é aquela onde a água escorre pelos galhos e folhas, sendo conhecida como precipitação interna. A segunda via é quando a água escoar pelo tronco das árvores e vai até o solo. Quanto a isso Leite (1996) apud Neto (2001) verificou que a precipitação interna decresce com a intensidade populacional, nas culturas de eucalipto no município de Santa Bárbara, Minas Gerais. Gomes (1994) apud Neto (2001) ao avaliar o efeito do espaçamento no crescimento e relações hídricas de três espécies de eucalipto, entre 14 e 26 meses de idade, percebeu que maiores taxas de transpiração ocorrem em plantas com maiores espaçamentos.

Nas folhas, em sua superfície existem minúsculas estruturas denominadas estômatos, que são orifícios com funcionamento sensível à luz, temperatura e potencial hídrico, bem como à concentração de gás carbônico. A demanda por transpiração da planta é comandada entre outros fatores pela abertura estomática. Numa espécie latifoliada como o eucalipto, a transpiração ocorre em menores taxas que em espécies coníferas, tais como o *pinus*, pois este último possui uma maior área foliar, acarretando uma maior superfície evaporativa (Neto, 2001).

Em relação aos procedimentos de regulação da vazão, bacias florestadas aparentam melhorar a regularidade da vazão, uma vez que favorecem o processo de infiltração. Azevedo (1995) ao comparar diversas microbacias cobertas com mata nativa, pastagem e *Eucaliptus*

grandis, percebeu que na terceira bacia a vazão diminuía lentamente, após chuva, mostrando que a saída de água era mais lenta se comparada à bacia coberta somente com pasto. Disso se conclui que a interceptação das gotas de chuva pelo dossel melhora o processo de infiltração, que por sua vez recarrega o lençol freático, melhorando a vazão da bacia.

Azevedo (1995) também concluiu que a cobertura da microbacia com eucalipto foi responsável pelo baixo coeficiente de variação da vazão.

De acordo com Castro (2001), as florestas alteram a composição química da água de chuva, sendo que ao interagir com a vegetação, a água arrasta certa quantidade de nutrientes. Lima & Barbin (1975) apud Castro (1980) ao medir a alteração na composição química da água, em plantações de *Eucalyptus saligna* smith constataram que esta tem maior capacidade de alterar a água do que a espécie *Pinus caribaea* Morelet.

Castro (1980) realizou um estudo comparativo entre duas microbacias na região de Viçosa, sendo uma coberta com pastagem e a outra coberta com mata natural, sendo que após os estudos verificou que a primeira bacia apresentou maior deflúvio que a segunda. Em relação ao escoamento superficial a segunda bacia apresentou menor quantidade. Concluiu Castro (1980), através do estudo que a cobertura vegetal é fator preponderante na regularização dos cursos d'água em bacias hidrográficas, sendo que a interceptação da água da chuva pelas copas das árvores é um processo que contribui para a redução do volume de água que chega na superfície do solo, diminuindo o escoamento superficial.

O manejo da vegetação em bacias hidrográficas pode ser um método alternativo para melhorar sua produção de água, segundo Oliveira (1989). A supressão da vegetação provoca inicialmente um aumento na vazão de nascentes, contudo seus efeitos adversos surgem com o passar do tempo. Oliveira (1989) ainda conclui ao observar trabalho de Brakenstek & Akerman (1960), que o reflorestamento pode reduzir a produção de água, uma vez que as plantas lenhosas têm grande demanda por água.

Segundo Evans (1982) apud Oliveira (1989) as plantações florestais constituem ecossistemas ecologicamente pobres e simples, apresentando semelhança com os estágios iniciais de sucessão em ecossistemas naturais.

2.4 - A necessidade de água do eucalipto

Alguns segmentos da sociedade criticam as culturas de eucalipto por causa da sua grande demanda por água em seu ciclo de cultura. Apresentamos abaixo a **tabela 2** onde podemos observar o consumo médio de diversas espécies de interesse econômico, entre as quais algumas que não costumam receber críticas por parte da opinião pública, tais como cana-de-açúcar e o café:

Tabela 2: Quantidade de água necessária durante um ano ou ciclo da cultura

Quantidade de água necessária durante um ano ou ciclo da cultura	
Cultura	Consumo de água (mm)
Cana-de-açúcar	100-2000
Café	800-1200
Citrus	600-1200
Milho	400-800
Feijão	300-600
Eucalipto	800-1200
Obs: 1 mm(milímetros) corresponde a 1 litro por metro quadrado	

De acordo com a tabela acima observamos que não existe muita diferença entre a cultura de eucalipto e as demais apresentadas em relação ao consumo de água. O eucalipto consome menos água do que uma cultura de cana-de-açúcar.

As bacias hidrográficas florestais se comparadas com as de pastagens ou outro tipo de vegetação não florestal possuem uma vazão hipoteticamente menor. Isto se dá porque as plantas no seu desenvolvimento, principalmente nos estágios iniciais, necessitam de muita quantidade de água. Por isto as bacias não florestais apresentam maior vazão se comparadas com a outra.

Segundo Lima (1996) o eucalipto é uma árvore que possui um crescimento muito acelerado por isso sua demanda por água é maior, porém não diferindo muito de outras espécies florestais. No entanto sua eficiência no uso de água é melhor que a de muitas espécies florestais, pois a quantidade de madeira produzida por unidade de água evapotranspirada é considerada alta. Em outras palavras o acúmulo de biomassa promovido pelo eucalipto é mais rápido em relação a algumas nativas. O eucalipto se desenvolve de três a cinco vezes mais rápido do que algumas árvores nativas, além de se apresentar com um tronco bem mais retilíneo.

Lima (1996) explicita ainda que a mesma responsabilidade que possui o eucalipto no consumo de água deve ser exigida dos grandes rebanhos bovinos, das plantações de soja e também de outras “mega monoculturas”.

3 – Considerações finais

Baseado na presente revisão à respeito de algumas obras referentes à hidrologia florestal, principalmente no tocante às florestas plantadas concluímos que:

A água é um recurso importantíssimo para a manutenção da vida, e que ela tem sua ciclagem realizada através do ciclo hidrológico, que consiste no intercâmbio entre os diversos reservatórios, incluindo-se a atmosfera e o solo.

A microbacia hidrográfica é a unidade de manejo ideal para que sejam realizadas as pesquisas e as ações referentes à conservação ambiental, buscando a otimização dos recursos hídricos, bem como dos recursos utilizados na produção.

As pesquisas no campo da hidrologia florestal têm mostrado que a cobertura vegetal é um fator de grande importância para a preservação da água no solo, conservando a mesma por mais tempo na bacia hidrográfica.

O gênero *Eucalyptus* possui diversas espécies que são utilizadas comercialmente, plantadas em grandes extensões de terra, sendo o Brasil o país com maior área plantada.

As espécies de eucalipto possuem crescimento rápido, o que faz com que sua demanda por água seja muito grande, embora relativamente sua eficiência na produção de biomassa seja melhor que a de muitas espécies arbóreas nativas.

A interceptação das águas da chuva pela copa das árvores minimiza os impactos das gotas no solo, o que reduz a taxa de erosão. A interceptação reduz a velocidade da queda da gota de água, favorecendo a infiltração no solo.

Bibliografia

AZEVEDO, E. C. **Vazão e características físicas e químicas do deflúvio de microbacias hidrográficas cobertas com mata nativa, pastagem e *Eucalyptus grandis***. 91 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 1995.

- CASTRO, Paulo Sant'anna e. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG.** 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) ESALQ, Piracicaba, SP, 1980.
- CLARKE, R.; KING, J. **O Atlas da Água. O mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta.** {Tradução Anna Maria Quirino}. 1ª ed. São Paulo: Publifolha, 2005. 128 p.
- CRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial – V. 1 - O canal fluvial.** 1ª ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1981. 313 p.
- GOMES, M.A. **Solos, Manejo e Aspectos Hidrológicos na Bacia Hidrográfica dos Araújos.** 100 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2005.
- LIMA, W.P.; ZAKIA, M.J.B. **Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas. In: Workshop sobre monitoramento ambiental em áreas florestadas, 1, PIRACICABA, 1996.** Memória. Série Técnica IPEF, v.10, n. 29, p.11-21, 1996.
- NETO, O. B. Sacramento. **Balanco hídrico em plantios jovens de eucalipto na região de Belo Oriente-MG.** 77 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, UFV. Viçosa, MG, 2001.
- NUNES, A. P. **Código de Águas.** Revista dos Tribunais. São Paulo, 1987. 549 p.
- OLIVEIRA, Francisco de A. **Produção e qualidade da água em bacias hidrográficas contendo diferentes coberturas vegetais na região de Agudos, São Paulo.** 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). ESALQ/USP, Piracicaba, 1989.
- ORLANDINI, D. **Avaliação do uso dos recursos naturais de uma sub-bacia do Ribeirão São Bartolomeu com vista ao aumento da produção de água com qualidade.** 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2002.
- PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. **Hidrologia Básica.** 1ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 279 p.
- POZZEBON, E. J. **Simulação de escoamento em Microbacia Hidrográfica utilizando sistemas de informações geográficas e de modelagem hidrológica.** 234 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e Drenagem). Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba – SP, 2000.
- RANZINI, Maurício. **Balanco hídrico, ciclagem geoquímica de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus saligna* Smith, no vale do Paraíba, SP.** 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). ESALQ/USP, Piracicaba – SP, 1990.
- ROCHA, J. S. M. **Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** 2ª ed. Santa Maria: UFSM, 1991. 1981 p.
- ROMANOVSKI, Z. **Morfologia e aspectos hidrológicos da Microbacia Rua Nova, Viçosa, MG, para fins de manejo.** 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa, MG, 2001.
- VOTORANTIM CELULOSE E PAPEL – VCP. **Sustainable growth with value creation and solid returns.** São Paulo: VCP, January-December, 2004. 28p.
- ZAKIA, Maria J. B. **O balanço hídrico, levando-se em conta o sistema solo-planta-atmosfera, de quatro tipos de coberturas vegetais na região de Grão Mogol, MG.** 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). ESALQ, Piracicaba, SP, 1987.