

Monitoramento Geobiohidrológico em Microbacia Experimental de Segunda Ordem, no Município de Rio Negrinho-SC, Brasil.

Irani dos Santos, UFPR, irani@ufpr.br

Masato Kobiyama, UFSC

Sérgio Michelotto Braga, UFPR

Fernando Marangon, UFPR

Robson Antonio Delarizza, UFPR

Felipe Costa Abreu Lopes, UFPR

Rodrigo Marcos de Souza, UFPR

Fernando Grison, UFSC

Pedro Luiz Borges Chaffe, UFSC

RESUMO

Este trabalho relata a experiência de implantação do monitoramento geobiohidrológico em uma microbacia experimental de segunda ordem, com área de drenagem de 0,12 km². A microbacia experimental está localizada no município de Rio Negrinho, região nordeste do estado de Santa Catarina, e é caracterizada com reflorestamento de *Pinus taeda* de idade superior a 18 anos. O sistema de monitoramento, ainda parcialmente implantado, visa identificar e medir os processos hidrológicos atuantes na menor escala e estabelecer relações dos mesmos com os demais elementos do meio físico, principalmente com relevo, solos e vegetação. O resultado preliminar mostra a relação entre os comportamentos de precipitação externa, precipitação interna e nível do lençol freático, implicando a presença do tipo de fluxo pistão. Além disso, o ensaio de infiltração indica a improbabilidade de ocorrência de escoamento superficial hortoniano.

Palavras-chave: Microbacia experimental; Hidrologia de encosta; Monitoramento intensivo

ABSTRACT

The present study reports an experience to implement the geobiohydrological monitoring in an experimental catchment of second order stream (0.12 km²). This catchment is located in Rio Negrinho city, northeast region of Santa Catarina State, Brazil, and is characterized with afforestation of *Pinus taeda* which is over 18 years old. The monitoring system is under construction still. Its purpose is to identify and measure the hydrological processes at small scale, and to establish their relation to environmental factors, especially relief, soils and vegetation. A preliminary result shows a relationship among the gross precipitation, throughfall and ground-water table, and implies the presence of the piston flow. The obtained infiltration values indicate the difficulty of the Hortonian overland flow.

Key-words: Experimental catchment; Hillslope hydrology; Intensive monitoring

1 - Introdução

No Brasil, existe predominantemente o monitoramento sistemático de grandes e médias bacias hidrográficas, sendo praticamente inexistentes na rede oficial estações com área de drenagem inferior a 100 km². Isto se deve, principalmente, às dimensões continentais

do país, ao elevado custo do monitoramento e ao fato da hidrologia brasileira estar predominantemente ligada ao interesse do setor de energia hidrelétrica.

Uma vez que o desenvolvimento da hidrologia no Brasil está mais voltado ao dimensionamento de obras hidráulicas de grande porte, os estudos acabam limitando-se ao desenvolvimento de métodos e modelos para tratamento de séries de chuva-vazão. Assim, buscam-se preferencialmente soluções estocásticas, que com um mínimo de dados medidos obtenha-se o máximo de confiabilidade nos resultados. Estas soluções, via de regra, não passam pela compreensão exaustiva da complexidade do funcionamento do sistema bacia hidrográfica, resultando que o monitoramento detalhado das variáveis ambientais e das relações dos sistemas ambientais não seja abordado.

Neste contexto, o estudo de processos hidrológicos na escala de detalhe é bastante incipiente no Brasil, estando ligado a algumas Universidades e Institutos de Pesquisa. Recentemente, este tipo de estudo tem sido incentivado através de editais específicos pelos fundos de financiamento de pesquisa, notadamente pelo CT-HIDRO.

O presente trabalho relata a experiência de implantação e apresenta resultados iniciais do monitoramento geobiohidrológico em uma microbacia experimental de segunda ordem, com área de drenagem $0,12 \text{ km}^2$, com cobertura de reflorestamento de *Pinus taeda*. O sistema de monitoramento, ainda parcialmente implantado, visa identificar e medir os processos hidrológicos atuantes na escala de detalhe e estabelecer relações dos mesmos com os demais elementos do meio físico, principalmente com relevo, solos e vegetação.

A bacia experimental Pinus I integra uma rede de bacias escola embutidas (KOBİYAMA et al, 2008), localizadas na bacia do Alto Rio Negro, na divisa dos estados do Paraná e Santa Catarina, operadas em conjunto pelo Laboratório de Hidrologia (LABHIDRO) da UFSC e pelo Laboratório de Hidrogeomorfologia (LHG) da UFPR.

2 - Contextualização da área de estudo

A rede de bacias experimentais está inserida na bacia do Alto Rio Negro, localizada na porção leste da divisa entre os estado do Paraná e Santa Catarina, sendo o rio Negro afluente da margem esquerda do rio Iguaçu e um dos seus principais formadores. Essa rede se localiza na região natural denominado Primeiro Planalto, no estado do Paraná, e Planalto de Canoinhas, no estado de Santa Catarina. A Figura 1 mostra a localização da bacia do Alto Rio Negro e da bacia experimental Pinus I. A bacia experimental Pinus I está

localizada no município de Rio Negrinho, SC. A vegetação predominante dessa bacia é o *Pinus taeda* (idade superior a 18 anos) com pequena faixa de vegetação nativa na zona ripária.

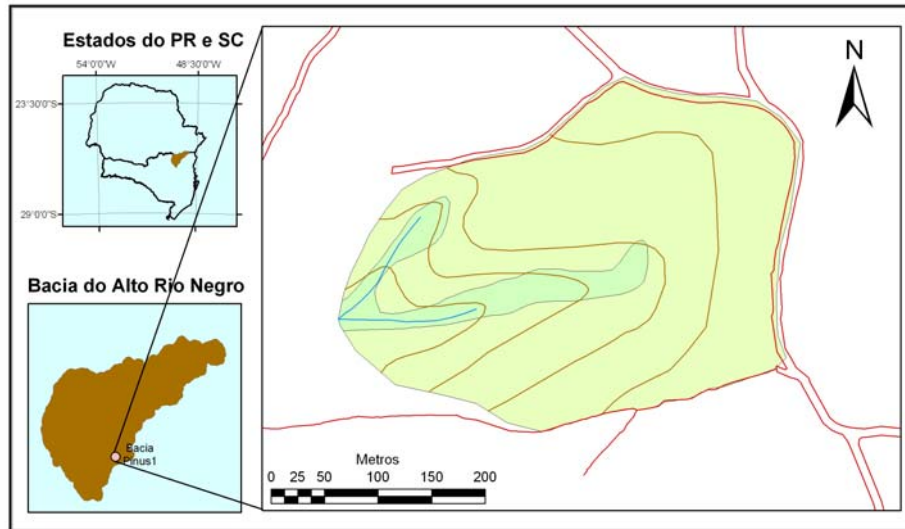


Figura 1 - Localização da bacia do Alto Rio Negro e da bacia experimental Pinus I

Na região predomina o clima do tipo Cfb da classificação de Köppen. A temperatura média anual varia de 15,5°C a 17,0°C, e a precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.360 a 1.670 mm, com o total anual de dias de chuva entre 138 e 164 dias. A umidade média relativa do ar varia de 80 a 86% (EPAGRI/CIRAM, 2006).

O substrato do município de Rio Negrinho é formado por rochas sedimentares pertencentes aos grupos Itararé e Guatá, do super Grupo Tubarão. Esta unidade litoestratigráfica compreende um pacote sedimentar formado por rochas originadas em ambiente glacial e periglacial, que se estendeu do Carbonífero Superior ao Permiano Médio (435 a 225 milhões de anos) (SILVA e BORTOLUZZI, 1987).

Os solos predominantes na região de estudo são os Cambissolos com baixa fertilidade e elevados teores de matéria orgânica, com horizonte B incipiente, definido pelo baixo gradiente textural, pela média e alta relação silte/argila ou pela presença de minerais primários de fácil decomposição (DALAGNOL, 2001).

3 - Implantação do monitoramento e resultados preliminares

A Figura 2 mostra a localização dos pontos de monitoramento já implantados na bacia experimental Pinus I. As coordenadas dos pontos de monitoramento foram levantadas

com o GPS *GeoExplorer XT* – Trimble, equipamento de precisão submétrica com a tecnologia *EVEREST*, para evitar sinais refletidos.

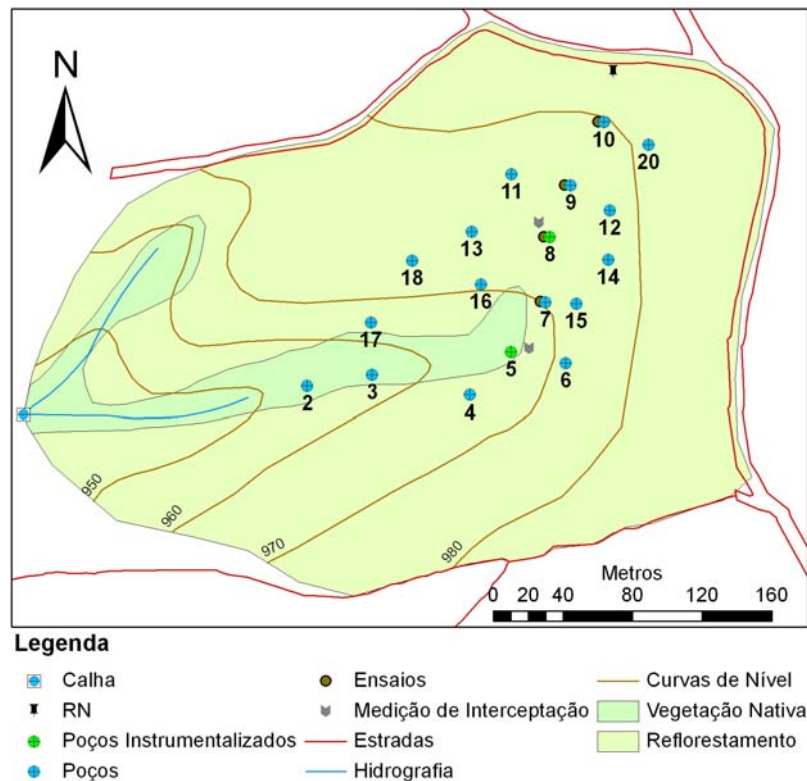


Figura 2 - Bacia experimental Pinus I

Após a coleta em campo, foi realizado o pós-processamento dos dados capturados através do software *GPS Pathfinder Office 3.1* – Trimble, utilizando o sistema de bases GPS *SCNet* – Santiago & Cintra, estação de referência: Curitiba-PR. O pós processamento resultou em uma precisão variando entre 1,1 e 4,2 m de erro em relação à posição horizontal e entre 2,2 e 6,4 m em relação à posição vertical. Os dados foram trabalhados na projeção planimétrica UTM, datum SAD1969. Como o erro vertical do GPS ficou acima do esperado, considerando-se a escala de detalhe e a importância desta informação no estudo de hidrologia de encosta, optou-se pelo levantamento das altitudes por nivelamento geométrico convencional. O levantamento altimétrico teve como base a referência de nível – RN implantada no divisor da bacia (Figura 2), e resultou em um erro de 6 mm no fechamento da poligonal.

Na estação hidrossedimentológica estabelecida no exutório da bacia, se encontra uma estrutura composta de vertedor triangular + calha Parshall + vertedor retangular (Figura

3(b)). Esta estrutura mista permite medir com precisão uma ampla faixa de variação de vazões com um único sensor de nível. O sensor de turbidez foi colocado a cerca de 1 m à montante da estrutura de medição. Estes dois sensores estão conectados a um *datalogger* com registro automático no intervalo de tempo de 10 minutos. A Figura 4 mostra a curva-chave da estrutura no exutório.

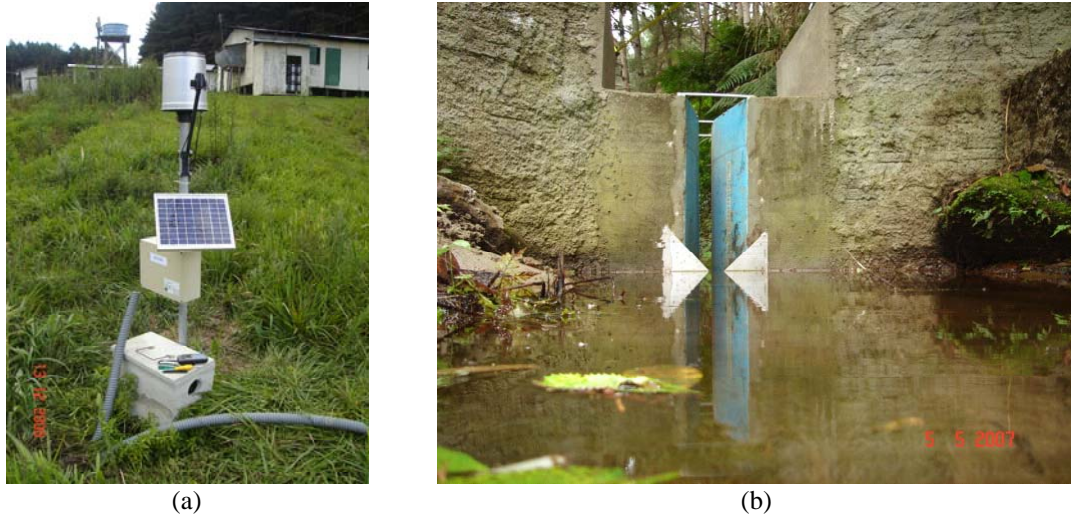


Figura 3 - Estação de monitoramento hidrossedimentológico: (a) estação pluviométrica; (b) Medição de vazão com sistema de vertedor triangular + calha Parshall + vertedor retangular.

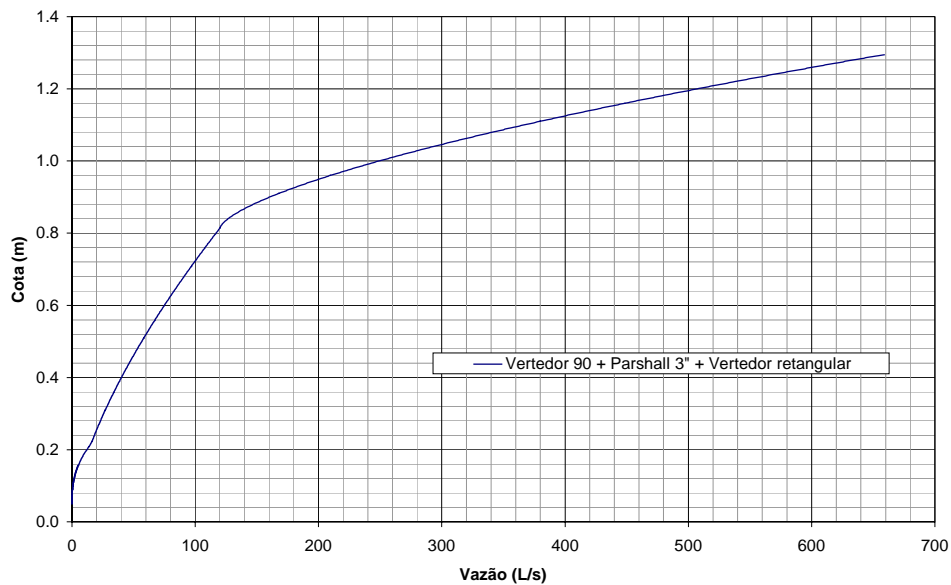


Figura 4 – Curva - chave da estrutura de medição da microbacia Pinus I

Um exemplo de hietograma, hidrograma e sedimentograma obtidos no exutório se encontra na Figura 5. Nota-se que os dados relacionados a sedimento são aqueles primários, sendo expressos na unidade de mV. No futuro desse trabalho, esses serão convertidos à

unidade de sólido em suspensão (mg/L). Observa-se que não há uma boa relação entre vazão líquida e vazão sólida.

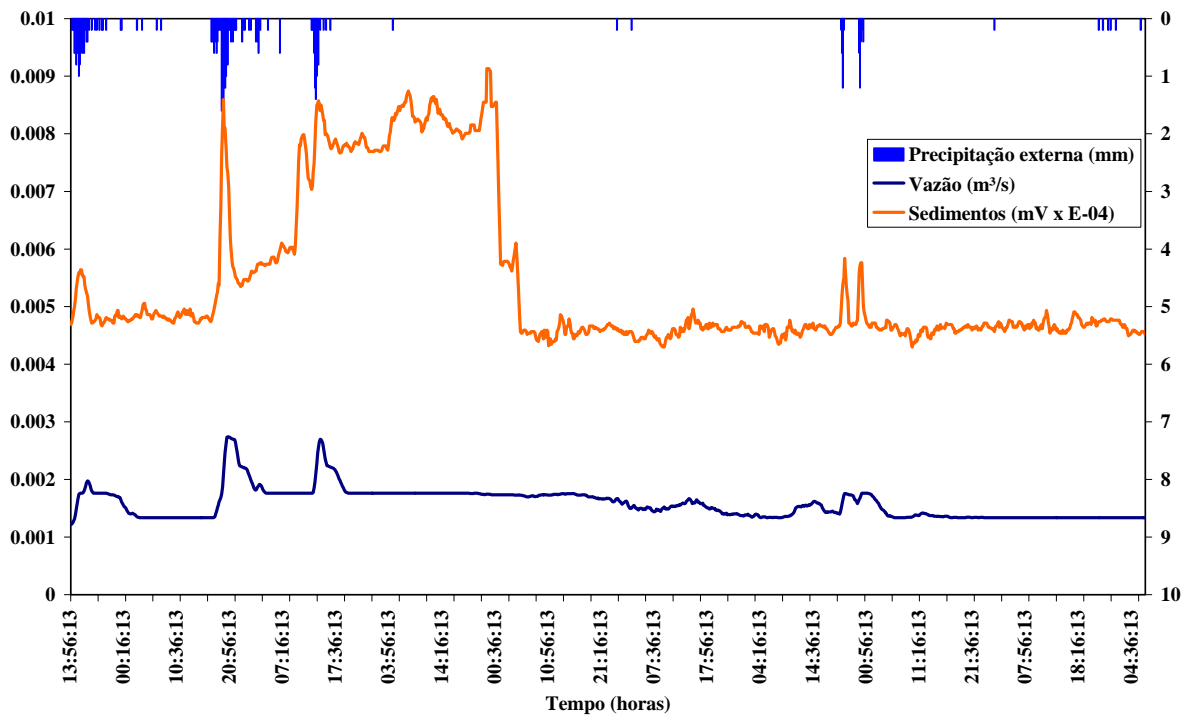


Figura 5 - Exemplo de hietograma, hidrograma e sedimentograma da bacia Pinus I no período de 14 a 23 de outubro de 2007.

A precipitação está sendo medida em uma estação pluviométrica próxima, em um local sem vegetação e situado a cerca de 1 km da bacia Pinus I (Figura 3 (a)). O pluviômetro é do tipo basculante com registro automático e foi calibrado previamente no Laboratório de Hidrogeomorfologia da UFPR, permitindo a correção de erros associados à intensidade da precipitação (BRAGA et al, 2007).

Para o estudo da interceptação da chuva pela vegetação, foi desenvolvido um sistema automático de medição de precipitação interna, sendo testado o protótipo em laboratório e posteriormente construídas duas unidades (Figura 6). O sistema é composto por duas calhas coletoras da precipitação interna; báscula com resolução de 0,1 mm; e *datalogger* para registro automático das leituras.

A Figura 7 mostra os resultados de um evento de precipitação interna e externa. Neste evento, a precipitação interna começa a aparecer após a precipitação externa atingir aproximadamente 3 mm. No momento em que a precipitação acumulada chega a 5 mm, a taxa

da precipitação interna sobre a externa fica entre 40 a 50%. Mas no momento de 25 mm, a taxa fica 10%. Nesse evento, a maior intensidade de precipitação interna foi de aproximadamente 8 mm num intervalo de 10 min, isto equivale a 48 mm/h de precipitação interna.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 6 - Sistema automático para medição da precipitação interna. (a) sistema de básculas; (b) calhas coletoras de precipitação interna; (c) montagem da báscula nas calhas; (d) datalogger de registro das medições das básculas.

O monitoramento do lençol freático está sendo realizado em 20 poços perfurados na bacia Pinus I. Analisando a Figura 7 observa-se que o aumento do nível do lençol freático

pelas medições nos poços 5 e 8 não ocorre no mesmo momento do aumento da precipitação interna. Não há uma resposta imediata do lençol com o acúmulo de chuva. O lençol varia um pouco depois. Portanto, não se sabe qual momento da precipitação provocou a subida do lençol. No dia 19/12 pouco antes do meio dia, observa-se um aumento levemente brusco. Isto implica a possibilidade de ocorrer um fluxo de pistão.

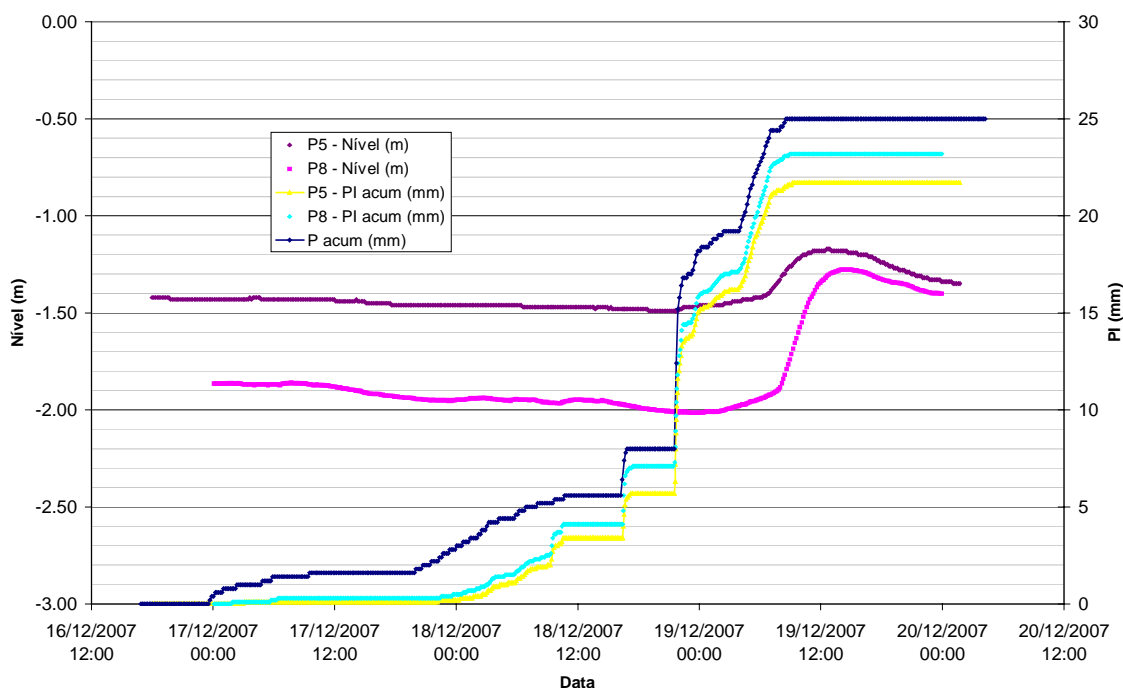


Figura 7 - Resultados do teste de campo da medição de precipitação interna. P5 e P8 são poços de medição de nível, P_{acum} é a precipitação total acumulada e PI_{acum} é a precipitação interna acumulada.

A Figura 8 mostra resultados da observação simultânea do nível de alguns poços em duas diferentes datas. Em alguns poços, não se observa a mudança do nível do lençol.

Foram realizados alguns ensaios de campo para determinação da taxa de infiltração de água no solo (Figura 9). Essa taxa de infiltração foi medida pelo método dos cilindros concêntricos.

Os resultados da Figura 9 mostram um taxa final de infiltração média de aproximadamente 200 mm/h. Pela análise da Figura 7, foi relatada uma intensidade da precipitação interna de 48 mm/h. Considerando esses dois valores, pode-se dizer que nesta bacia é muito difícil ocorrer o escoamento superficial hortoniano.

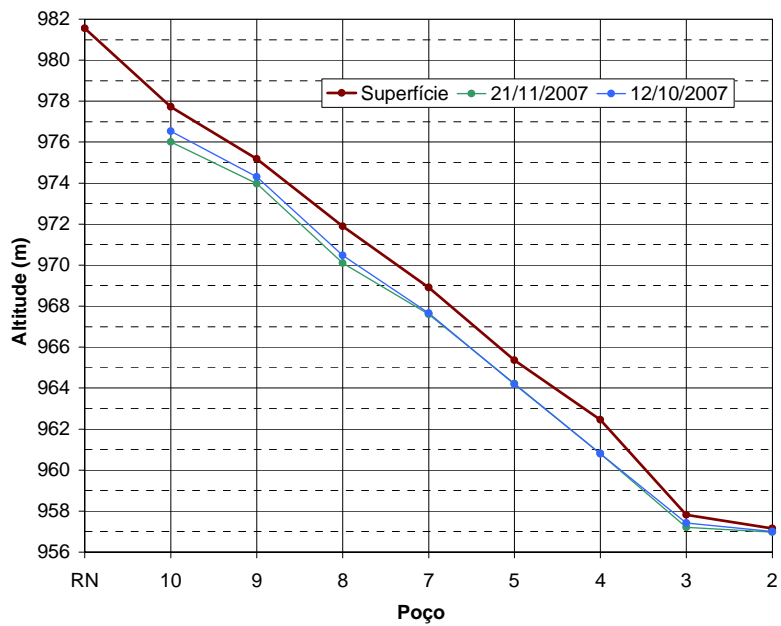


Figura 8 - Níveis observados na linha central de poços em datas diferentes

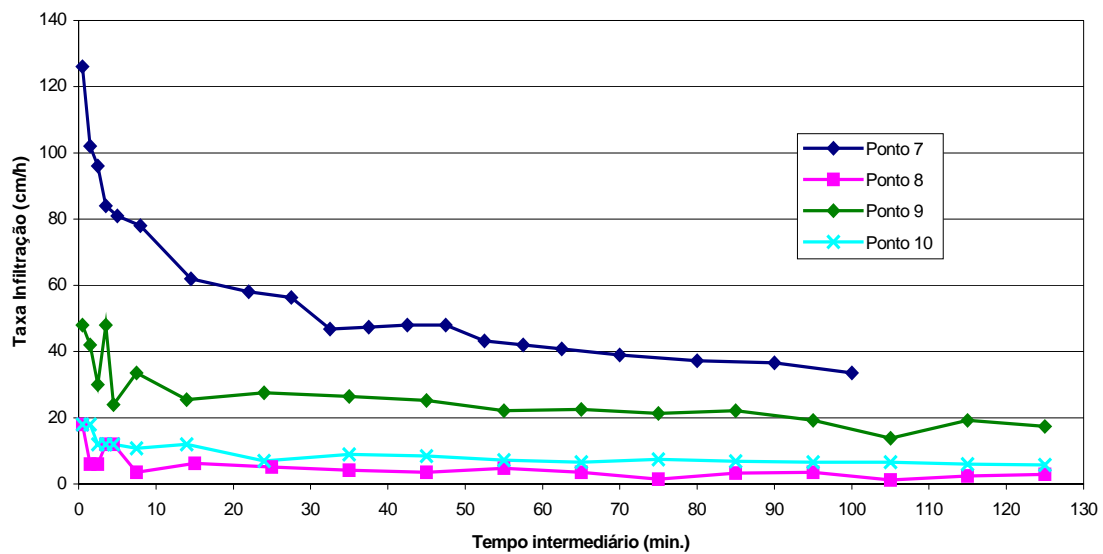


Figura 9 - Resultados iniciais dos ensaios de infiltração na bacia Pinus I

4 - Considerações finais

O presente trabalho apresenta uma bacia experimental com monitoramento hidrológico automático bem detalhado. Esta bacia é caracterizada com reflorestamento de pinus. O resultado preliminar já mostrou que o aumento do nível do lençol freático atrasa mais de uma hora e seu comportamento não coincide com aquele das precipitações externas e

internas. A elevação brusca do lençol implica a possibilidade da presença do fluxo pistão no solo. A relação entre a taxa de infiltração e a taxa de precipitação interna implica a dificuldade de ocorrer o escoamento superficial hortoniano.

Os resultados a serem obtidos nesta bacia experimental possibilitarão uma compreensão melhor sobre a geração da vazão na cabeceira de bacias hidrográficas da região de estudo.

5 – Agradecimentos

O presente trabalho recebeu parcialmente apoio financeiro pelos projetos: processo 553240/ 2005-6 do Edital MCT/CNPq/CT-Hidro 13/2005; processo 520288/ 2006-8 do edital MCT/FINEP CT-Hidro Bacias Representativas 04/2005; e processo 555421/ 2006-6 do edital MCT/CNPq/ CT-HIDRO – 037/2006.

6 – Bibliografia

BRAGA, S.M.; DELARIZZA, R.A.; SANTOS, I.; FERNANDES, C.V.S. Avaliação da performance de pluviômetros de balsa : técnicas para a realização de ensaios pluviométricos em laboratório. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos e 8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, 2007, São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre : ABRH, 2007. v. 1. p. 1-16.

DALAGNOL, E.F.N. *Subsídios para o zoneamento da APA do Rio dos Bugres, Rio Negrinho – SC, com vistas ao aproveitamento de água para abastecimento público*. Florianópolis, 2001. 166f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

EPAGRI/CIRAM. *Zoneamento agroecológico e socioeconômico*. Disponível em: <<http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/zoneamento/zae.jsp>>. Acesso em: 21 jul. 2006.

KOBIYAMA, M.; CHAFFE, P.L.B.; ROCHA, H.L.; CORSEUIL, C.W.; MALUTTA, S.; GIGLIO, J.; MOTA, A.A.; SANTOS, I.; RIBAS JUNIOR, U.; LANGA, R. Implementation of school catchments network for water resources management of the Upper Negro River region, southern Brazil. In HydroChange2008 (Kyoto: 2008) Kyoto: Human and Nature Institute, Proceedings, 2008. (no prelo)

SILVA, L.C.; BORTOLUZZI, C.A. (Org). *Texto explicativo para o mapa geológico do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: 11º Distrito do Departamento Nacional de Produtos Minerais, Coordenadoria de Recursos Minerais da Secretaria da Ciência Tecnológica, Minas e Energia, 1987.