

AVALIAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO EM UMA PEQUENA BACIA EXPERIMENTAL CARACTERIZADA POR REFLORESTAMENTO DE PINUS ATRAVÉS DE MONITORAMENTO E MODELAGEM

Masato Kobiyama, Dpto. Eng. Sanitária e Ambiental/UFSC. kobiyama@ens.ufsc.br

Dirceu Fruet, Curso de Eng. Agrônômica/UFPR. dirceu@agrarias.ufpr.br

Milena Barcellos, Curso de Eng. Agrônômica/UFPR. milenabarcellos@msn.com

Marco Aurélio Ziliotto, Instituto ECOPLAN. marco@ecowood.com.br

1 INTRODUÇÃO

Caracterizar quantitativamente e qualitativamente os componentes do ciclo hidrológico de bacias hidrográficas é uma maneira de se obterem informações importantes para a tomada de decisões de planejamento e gerenciamento do uso e da conservação dos recursos hídricos nelas existentes. Uma das formas mais simples, práticas e eficientes de estudar a dinâmica da água em bacias hidrográficas é a avaliação do processo chuva-vazão. Pois esta metodologia se utiliza de dados de relativa facilidade de obtenção e avaliação, gerando informações bastante seguras e condizentes com a realidade do comportamento da água nas bacias hidrográficas.

Portanto, nota-se que o monitoramento do processo chuva-vazão em bacias hidrográficas assume uma importância fundamental, pois somente assim, pode-se ter à disposição dados que possam ser utilizados em estudos ou projetos de gerenciamento e uso racional dos recursos hídricos existentes principalmente em pequenas bacias hidrográficas, que geralmente não são visadas em detalhe pelas instituições oficiais de monitoramento e pesquisa de recursos hídricos, tais como a ANEEL. Isto devido ao fato que na maioria das vezes tais áreas não apresentam grande potencial de produção de energia elétrica.

Por outro lado, nas pequenas bacias hidrográficas encontram-se as áreas mais sensíveis à degradação, como nascentes de rios e ambientes favoráveis com a rica biodiversidade. Isso justifica a necessidade de maior proteção e estudo destas bacias. Além disso, para avaliar o efeito do uso da terra sobre a vazão em pequenas bacias experimentais, o estabelecimento das relações entre a vazão e outras variáveis hidrológicas das bacias é indispensável (ARCOVA et al, 1998).

Os fenômenos hidrológicos são de grande complexidade, dificultando estudos para sua compreensão, pela impossibilidade de medir e percorrer todas as suas partes e/ou etapas. Uma abordagem básica destes fenômenos, apenas para compreendê-los fisicamente e de forma genérica, torna-se necessária a utilização de leis empíricas e de hipóteses, o que requer a aplicação da modelagem. Portanto, para estudar os fenômenos, precisa-se ter modelos. O uso deste tipo de modelo está sendo incrementado pelo desenvolvimento da técnica computacional, permitindo sofisticadas.

Para estudos hidrológicos em nível de bacias hidrográficas, KOBİYAMA e MANFROI (1999) explicaram que a modelagem e o monitoramento não se confrontam, passando a serem métodos científicos mutuamente complementares, efetuados sempre em conjunto.

Dessa maneira, a fim de conhecer alguns dos componentes do ciclo hidrológico da região sul do Estado do Paraná, uma pequena bacia hidrográfica experimental foi

estabelecida na Fazenda Pizzatto, no município de General Carneiro, no ano 2000. Para avaliar o balanço hídrico desta bacia, o presente trabalho apresenta alguns dados obtidos pelo monitoramento e também dados simulados com um modelo matemático.

2 ÁREA DE ESTUDO

A pequena bacia hidrográfica experimental localiza-se dentro da Fazenda Pizzatto, no Município de General Carneiro no Estado do Paraná, à 300km a sudoeste de Curitiba. Ela pertence à sub-bacia do rio Iratin na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu.

Esta bacia experimental consiste de uma área em atividade de reflorestamento e mede aproximadamente 18,20 ha, sendo o seu rio de primeira ordem. A área já teve pinus com idade de 10 anos e estas árvores foram cortadas no início do ano 2000. No mês de maio de 2000, um novo reflorestamento de *Pinus* sp foi implantado, e na zona ripária mudas de araucária e imbuía foram plantadas.

O rio existente é de primeira ordem e possui uma vazão média de 7,76 l/s. A temperatura média da região varia entre 15 e 19°C e a precipitação anual situa-se entre 1250 e 2500 mm com distribuição uniforme ou intermediária sem déficit hídrico ao longo do ano.

A Figura 1 apresenta a variação temporal da precipitação medida na Bacia Experimental do Pinus. A precipitação média mensal para os dois anos foi de 185,92 mm/mês e a média anual foi de 2231,00 mm/ano.

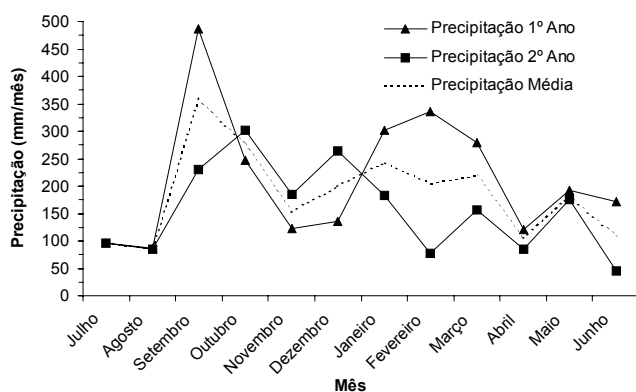


Figura 1 - Variação mensal da precipitação na Bacia Experimental do Pinus em General Carneiro – PR, para o 1º ano (julho 2000/junho 2001) e 2º ano (julho 2001/ junho 2002).

3 MÉTODOS

A partir do dia 01 de julho de 2000, vem sendo efetuada diariamente a medição de vazão e precipitação. O presente trabalho utilizou esses dados diários no período de julho de 2000 a junho de 2002 para obtenção do balanço hídrico da bacia.

Os mesmos dados foram usados como entrada no modelo matemático HYCYMODEL proposto por FUKUSHIMA (1988) para realização da simulação do balanço hídrico. Assim sendo, este trabalho considerou o período de julho de 2000 a junho de 2001 o primeiro ano e o período de julho de 2001 a junho de 2002 o segundo ano.

A calibração do modelo foi realizada de maneira que possibilita fazer uma comparação entre as vazões calculadas (Q_{calc}) pelo modelo, com as vazões medidas (Q_{obs}). Para isso dois tipos de índice de erro foram implementados na estrutura do modelo

$$F1 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|Q_{obs} - Q_{calc}|}{Q_{obs}}}{n} \quad \text{e} \quad F2 = \frac{\left| \sum_{i=1}^n Q_{obs} - \sum_{i=1}^n Q_{calc} \right|}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}}$$

Através dos índices de erro avaliou-se o ajuste do modelo. O ajuste foi considerado melhor quando os valores de $F1$ e $F2$ aproximaram-se de zero, através da alteração dos parâmetros do modelo individualmente, isto é, análise de sensibilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da calibração do modelo HYCYMODEL para o período de julho de 2000 a junho de 2001 foi obtido o hidrograma representado na Figura 2. A correlação encontrada entre a vazão observada e a calculada pelo modelo para este período é apresentada na Figura 3. Observa-se que o ajuste do modelo pode ser considerado satisfatório ($x^2 = 0,7119$). Os valores dos erros foram: $F1=0,411$ e $F2=0,001$, e podem ser considerados baixos. Na Tabela 1 são representados os valores dos parâmetros de ajuste do HYCYMODEL para o primeiro ano.

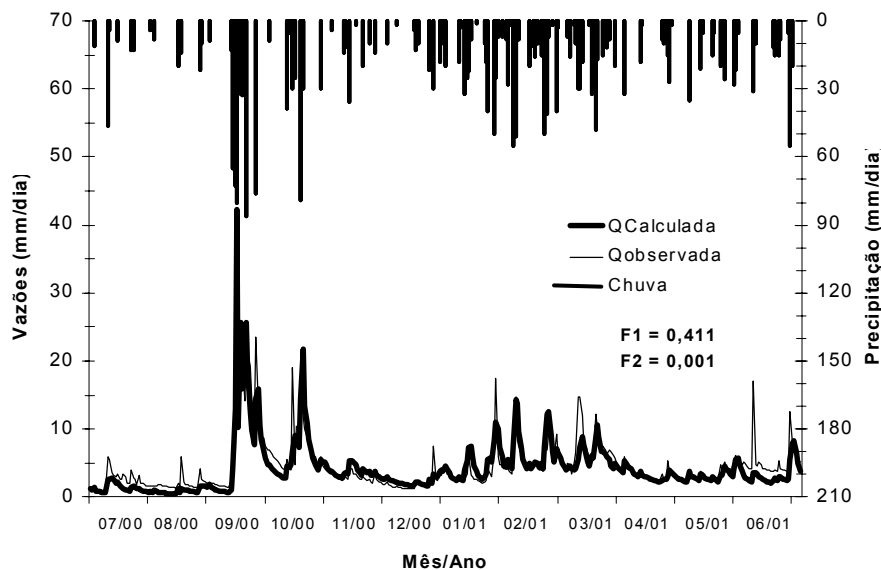


Figura 2 - Hidrograma obtido pela calibração do HYCYMODEL para a Bacia do Pinus no período de julho de 2000 a junho de 2001.

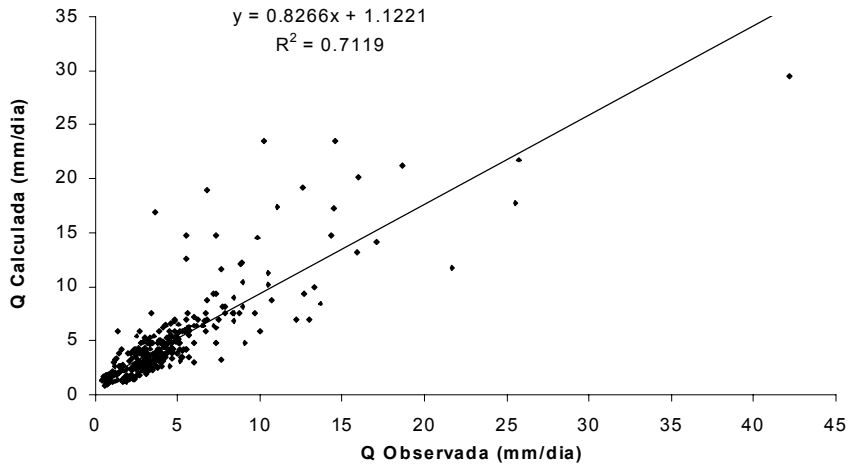


Figura 3 - Correlação entre a vazão observada e a vazão calculada pelo modelo HYCYMODEL para o período de julho de 2000 a junho de 2001.

Tabela 1 - Parâmetros ajustados do HYCYMODEL para o primeiro ano de modelagem

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
C	0,035	K_u	58	K_c	10	STAD	1,53
D_{16} (mm)	1	K_b	110	P_{ta}	12	$STOR$	20,5
D_{50} (mm)	85	K_h	700	P_{tb}	49	$Q4C$	15

A Figura 4 apresenta a separação do hidrograma feito com o HYCYMODEL para o primeiro ano. Nos primeiros três meses, o modelo executou bem a separação. Mas nos demais meses o modelo superestimou o escoamento superficial.

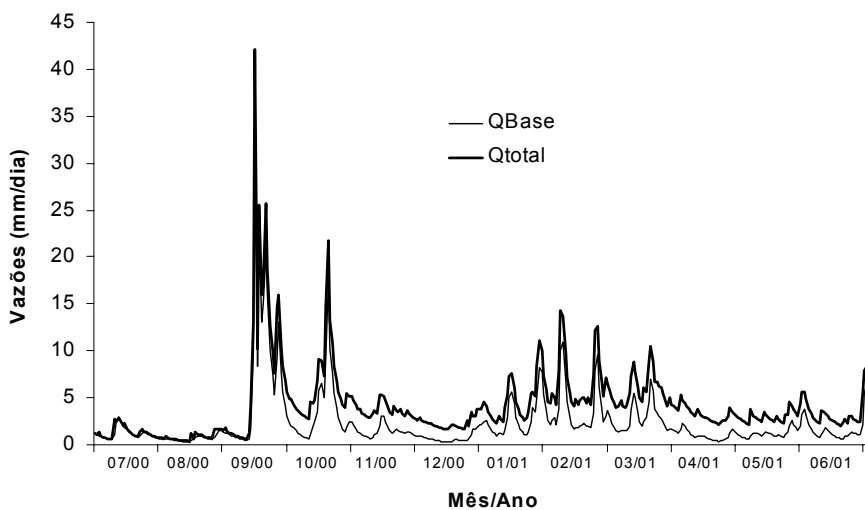


Figura 4 - Separação do hidrograma em escoamento total e escoamento de base, para o período de julho de 2000 a junho de 2001.

As Figuras 5 e 6 mostram o desempenho do modelo para simular a vazão total para o 2º ano (período de julho de 2001 a julho de 2002). Observa-se que o ajuste do modelo pode ser considerado satisfatório ($x^2 = 0,6191$), apesar de ser pior que no primeiro ano. Os valores dos erros foram: $F1=0,285$ e $F2=0,154$. Na Tabela 2 são representados os valores dos parâmetros de ajuste do HYCYMODEL para o segundo ano.

Para o primeiro ano, a evapotranspiração média real foi de 31,06% da precipitação e o escoamento de base representou 55,55% do escoamento total calculado. Já para o segundo ano, a evapotranspiração média real foi de 58,26% da precipitação e o escoamento de base representou 57,17% do escoamento total calculado (Figuras 4 e 7).

O aumento da evapotranspiração real de 31,06% no primeiro ano para 58,26% no segundo ano deve-se ao crescimento da vegetação da área, principalmente plantas daninhas, já que o ganho de massa verde do *Pinus* sp. no período ainda foi pequeno. Esta quantidade maior de vegetação aumentou a interceptação da chuva, elevando a evaporação.

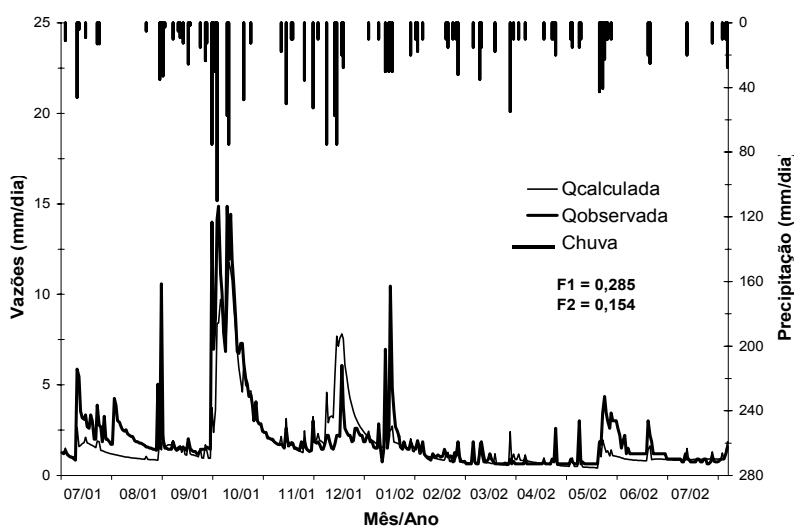


Figura 5 - Hidrograma obtido pela calibração do HYCYMODEL para a Bacia do Pinus no período de julho de 2001 a julho de 2002.

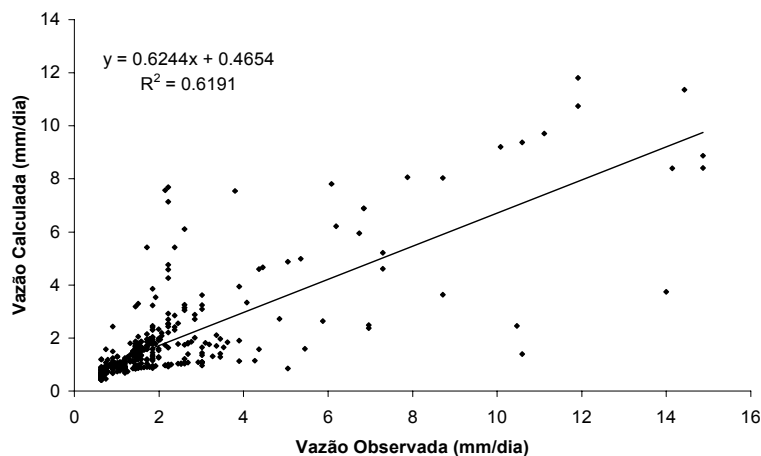


Figura 6 - Correlação entre a vazão observada e a vazão calculada pelo modelo HYCYMODEL para a Bacia do Pinus no período de julho de 2001 a julho de 2002.

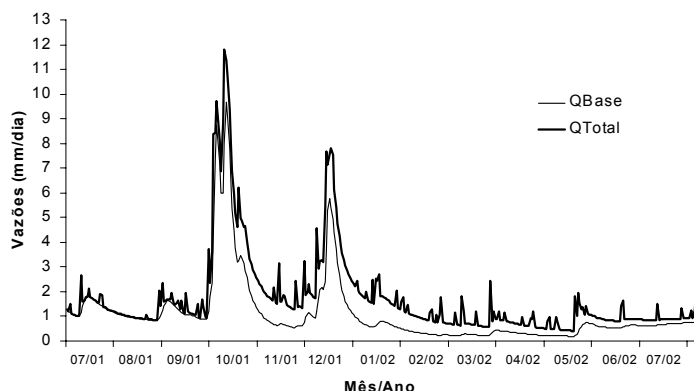


Figura 7 - Separação do hidrograma em escoamento total e escoamento de base, para o período de julho de 2001 a julho de 2002.

Tabela 2 - Parâmetros ajustados do HYCYMODEL para o segundo ano de modelagem

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
C	0,032	K_u	70	K_c	35	STAD	0,956
D_{16} (mm)	1	K_b	240	P_{ta}	20	$STOR$	18,5
D_{50} (mm)	80	K_h	500	P_{tb}	45	$Q4C$	17

5 CONCLUSÕES

Baseando-se nos dados obtidos e avaliados até o presente momento, podemos ter as seguintes conclusões:

o HYCYMODEL demonstrou ter boa calibração para a bacia em estudo em relação com a vazão total;

o escoamento de base médio para o primeiro ano foi de 55,55% do escoamento total e o do segundo ano foi de 57,17% do escoamento total;

a evapotranspiração real no primeiro ano foi de 31,06% da precipitação e no segundo ano foi de 58,26% da precipitação;

A precipitação média mensal é de 185,92 mm/mês ou de 2231,00 mm/ano.

De uma forma geral, pode-se concluir que apesar do reflorestamento ter apenas dois anos desde sua implantação, já são mostradas evidências de sua influência sobre os processos hídricos da bacia, tal como o aumento da evapotranspiração real, assim como o aumento do escoamento de base, o que revela também uma mudança no comportamento da água no solo.

REFERÊNCIAS

ARCOVA, F.C.S.; LIMA, W.P.; CICCO, V. Calibração de duas microbacias hidrográficas no Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, São Paulo. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v.10, n.1, p.109-121, 1998.

FUKUSHIMA, Y. A model of river flow forecasting for small forested mountain catchment. **Hydrological Processes**, Amsterdam, v.2, p.167-185, 1988.

KOBIYAMA, M.; MANFROI, O. Importância da modelagem e monitoramento em bacias hidrográficas. In: Curso “O Manejo de Baicas Hidrográficas sob a Perspectiva Florestal”, Curitiba: UFPR, **Apostila**, 1999. p.111-118.