

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE DADOS HIDROLÓGICOS PARA OUTORGA DO USO DA ÁGUA EM PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

**Tiago Veiga Madeira Mauriz, Guilherme de Oliveira Ribeiro,
Leonardo de Moraes & Paulo Jorge Rosa Carneiro**

Universidade Católica de Brasília, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa,
Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental. SGAN 916 Módulo B, Asa Norte,
70790-160 - BRASÍLIA, DF – Brasil Tel.: (61) 34487157 Ramal: 157 Fax: (61) 33405550,
paulojorge@pos.ucb.br

Recebido 20 de março de 2007; revisado 11 de maio; aceito 7 de julho.

RESUMO – A complexidade do gerenciamento dos recursos hídricos fica evidente pelos conflitos decorrentes dos diversos usos e que muitas vezes são concorrentes exigindo conhecimento apurado para orientação das decisões que envolvem a questão da outorga pelo uso da água. A questão da gestão e planejamento dos recursos hídricos, neste trabalho, tem o foco no conhecimento e na avaliação das disponibilidades hídricas de pequenas bacias, tendo em conta as demandas de água na bacia do Rio Preto, Distrito Federal, em específico na sub-bacia do córrego Lamarão, um dos contribuintes do rio Jardim, principal afluente do rio Preto, de forma a obter o máximo de benefícios econômicos e sociais, decorrentes do uso do solo e da água com a mínima degradação ambiental. O trabalho contempla a utilização de um instrumento de modelagem de dados hidrológicos de fácil manuseio, que se utiliza de uma interface intitulada H2Ótima, desenvolvida em plataforma Excelâ. Seus resultados são comparados aos resultados de modelagem obtida por meio da utilização do programa Ribasim (River Basin Simulation Model) que avalia a disponibilidade hídrica de uma bacia e proporciona elementos para tomada de decisões. Além de ser um instrumento de fácil manuseio permite a visualização de singularidades que exigem adoção de medidas específicas de gestão.

Palavras-Chave: gestão de recursos hídricos, modelagem ambiental e geoprocessamento.

ABSTRACT – The complexity of water resources management is evident for the recurrent conflicts by the diverse uses, which requires specific knowledge for orientation in order to take decisions, that involves permissions for the use of the water. The management and planning issues for the water resources, in this work, has the focus in the knowledge and the evaluation of the water availabilities of small basins, having in account the water demands in the basin of the Rio Preto, Distrito Federal, in specific in the sub-basin of the stream Lamarão, one of the contributors of the river Jardim, main tributary of the Rio Preto, observing the maximum of economic and social benefits using the earth and the water with the minimum environmental degradation. It was developed an interface named H2Ótima, using a Excel® platform, an easy instrument of hydrology modeling. The results are compared with the results of the Ribasim program (River Basin Simulation Model) witch evaluates the water availability of a basin and provides elements to assist decisions. Beyond to be an easy instrument, H2Ótima, allows the visualization of singularities demands adopting a specific rules to the management.

Keywords: water resources management, environmental modeling, geoprocessing.

INTRODUÇÃO

Na década de 70, as visões sobre a temática ambiental tornaram-se presente em todo o mundo, sendo incorporadas às políticas públicas, principalmente em países desenvolvidos. Na década de 80, essas visões passam a acontecer também nos países em desenvolvimento, sendo que no Brasil esta questão é observada por meio de diversos diplomas legais, dentre eles a Lei 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH).

A PNRH tem como objetivo assegurar a necessária disponibilidade de água à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos

usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

O Programa de Acompanhamento da Implementação da Política de Recursos Hídricos no Brasil, concebido para subsidiar o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, em um de seus módulos, enfatiza a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de suporte à decisão e trata da importância do conhecimento tecnológico e científico e a disponibilidade de metodologias para se tratar das questões referentes à gestão dos recursos hídricos no país.

O presente trabalho foca a importância das avaliações preliminares de dados hidrológicos para outorga do uso da água em pequenas bacias e utiliza o programa Ribasim (River Basin Simulation Model), como instrumento de modelagem, planejamento e gestão de rios como referencial para elaboração de ferramentas mais acessíveis, tendo em conta o dia-a-dia das entidades gestoras e suas necessidades de ferramentas e procedimentos que permitam agilidade e, ao mesmo tempo, um certo nível de confiança na tomada de decisão.

Neste sentido foi desenvolvida uma interface intitulada H2Ótima em plataforma Excel essencialmente voltada para auxiliar na organização de dados hidrológicos e possibilitar o balanço entre oferta e demanda hídrica em pequenas bacias, onde se faz necessário à implementação de instrumentos eficazes de gestão. Esta ferramenta proporciona a realização de análises e previsões sobre a disponibilidade hídrica de pequenas bacias hidrográficas, oferecendo recursos para um planejamento eficiente.

O trabalho foi dividido basicamente em três etapas. A primeira direcionada

ao desenvolvimento de estudos e levantamentos básicos referentes aos conceitos de dados hidrológicos e modelagem. A segunda direcionada para a aquisição e tratamento de dados e a terceira relacionada ao desenvolvimento da interface H2Ótima e a sua aplicação como ferramenta de planejamento, comparando-se os resultados com os resultados provenientes da aplicação do Ribasim, integrando recursos disponíveis nos Laboratórios de Modelagem Ambiental e Recursos Hídricos – LAMARH e o de Geoprocessamento da UCB.

A pesquisa hidrológica não se traduz apenas na coleta de dados. Refere-se ao conhecimento do comportamento geral de um rio, e principalmente na interpretação deste comportamento para fins de planejamento e gestão, e ainda para ampliar o conhecimento necessário à concessão de outorgas de água, e gestão de conflitos, propiciando assim o uso constitucional do recurso hídrico.

A análise de dados naturais, como os que são apresentados no presente trabalho, está sempre associada a um certo grau de incerteza, por se tratar de situações que envolvem variabilidade temporal e espacial natural, que exigem procedimentos complexos de interpretação, com inevitável generalização de conclusões.

Assim, existe uma necessidade crescente de padronização para análise, obtenção e processamento dos dados hidrológicos, de modo a tornar possível a minimização das incertezas envolvidas.

O PROGRAMA RIBASIM

O RIBASIM (River Basin Simulation Model) é um instrumento de modelagem, planejamento e gestão de rios, que tem uma gama de feições de saídas às quais

fazem o estado da arte das bases do pacote de simulação da dinâmica de rios. O modelo tem sido aplicado por mais de vinte anos em organizações do mundo inteiro e em grande variedade de projetos destinados à gestão de águas para dar suporte ao planejamento de atividades que envolvem o uso de águas.

Grandes e complexas bases de rios têm sido modeladas e simuladas com o RIBASIM (www.wldelft.nl/soft/ribasim/int/index.html), que é uma plataforma desenvolvida para simulação de características dinâmicas de bacias hidrográficas, sob várias condições hidrológicas, tais como, demandas oriundas de irrigação, abastecimento público, geração de energia, aquicultura e operação de reservatórios, que podem ser calculadas.

O programa RIBASIM é um modelo do tipo “link-node”, ou seja, o sistema real é representado por “nós” que indicam componentes de água e estruturas da bacia. Existem cinco tipos de “nós” que representam as áreas irrigadas. As características desses “nós” variam desde uma simples representação da demanda até um “nó” mais avançado que permite análises apuradas sobre o sistema em estudo. O pacote do modelo é compreensivo e possui ferramentas flexíveis que ligam entradas de águas de várias localidades para usuários específicos, dentro da mesma base (Ribeiro, 2005)

O caso em questão consiste no desenvolvimento de um modelo de simulação para gestão de outorga de águas no córrego Lamarão, com onze pontos de captação, visando subsidiar decisões referentes à gestão dos recursos hídricos.

A INTERFACE H2ÓTIMA

A interface H2Ótima é uma customização de rotinas que permitem o cálculo de disponibilidade de água, em pequenas bacias hidrográficas, levando-se em conta as demandas existentes. Esta customização foi desenvolvida para plataforma Excel e Access, na qual é possível visualizar e trabalhar facilmente carências e disponibilidade hídrica para eventuais possibilidades de outorga do uso da água. Uma das características mais marcantes da H2Ótima está na utilização de programas amplamente conhecidos, e que fazem parte da maioria dos Sistemas de Suporte a Decisão (SSD).

A interface foi dividida nas seguintes planilhas:

1. Curva de permanência-II que expõe a série histórica da sub-bacia, a curva de frequência e permanência. Essa planilha calcula a vazão para a porcentagem de certeza requerida (célula A84, sendo necessário apenas acrescentar o valor em porcentagem e apertar enter);
2. Modelagem gráfica apresenta os dados dos pontos de captação para construção de gráfico. Contém o número no cadastro (se este existir), a área total (área de contribuição calculada a partir de cada ponto de demanda da área da sub-bacia) em m^2 e Km^2 , a área irrigada (área irrigada de cada ponto de captação) em ha e Km^2 , a vazão de entrada em m^3/s (calculada a partir dos dados fornecidos), a vazão demandada em m^3/s , a vazão de descarga em m^3/s (calculada da vazão de entrada subtraída da demandada), a vazão incremental m^3/s (incremento de outras sub-bacias), a vazão residual em m^3/s (vazão remanescente) e o volume anual remanescente em m^3 ;

3. Gráfico Q, gráfico que permite a visualização da quantidade outorgável, da situação hídrica de cada ponto, e da situação da bacia;
4. Gráfico da área irrigada, demonstração da disposição das captações; e
5. Dados da cultura e dados de origem.

O propósito da interface H2Ótima é garantir ao gestor uma ferramenta simples para facilitar a tomada de decisão. O gestor deve dispor de informações da área total, vazão da bacia, quantidade de captações, área total de contribuição de cada captação e da demanda de cada ponto de captação. Com a inserção dos dados supracitados a interface fornece ao gestor o comportamento hidrológico geral da sub-bacia, gerando como resposta as possibilidades hídricas para outorga.

ANÁLISE DA HIDROLOGIA DO CÓRREGO LAMARÃO

Dentre os formadores do rio Preto destaca-se o rio Jardim como a maior bacia contribuinte na área do DF. Os dois principais afluentes do rio Jardim são o ribeirão Cariru e, mais a jusante, o córrego do Lamarão. O rio Jardim é o último rio, na área do DF, a contribuir com o rio Preto.

O córrego Lamarão tem características que permitem que seja utilizado como modelo do que acontece na bacia do rio Preto, em termos de usos dos solos e das águas.

A forma de desenvolvimento dos dados de origem, dos cálculos realizados e a correta inserção dos dados, tanto no programa RIBASIM como na interface H2Ótima, tornou possível a realização das simulações de disponibilidade de água do córrego Lamarão para atender as demandas de 11 pontos de captação para irrigação por meio de Pivos-Centrais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho tem como base de estudo a execução de testes com dois modelos aplicados às condições do córrego Lamarão, assim como a comparação entre seus resultados.

O seu desenvolvimento foi dividido em três etapas: a primeira etapa consiste do levantamento de estudos referentes a dados hidrológicos e formatação de uma base de dados hidrológicos, na plataforma computacional Excel. O comportamento hidrológico da bacia do rio Preto foi obtido com base na série histórica da UHE Queimado, fornecida pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico Brasileiro (ONS). Foi identificada uma correlação a partir das séries históricas do posto hidrométrico da UHE Queimado com os postos hidrométricos: rio Jardim, alto rio Preto, Fazenda Limeira, PCH Unaí, Santo Antônio do Boqueirão, e Porto das Poções. Estas séries foram obtidas por meio de um programa de pesquisa em ambiente computacional denominado “Hidroweb” localizado na página Internet da Agência Nacional de Águas (www.ana.gov.br).

Selecionaram-se os postos acima citados, porque ficam todos localizados na mesma bacia (rio Preto), obtendo-se os arquivos digitais, referentes às respectivas estações fluviométricas utilizadas (**Tabela 1**).

Conforme Tucci (1993, apud Paiva, 2001) regionalização é utilizada em hidrologia para caracterizar a transferência de informações de um local para outro, dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. A regionalização tem sido estabelecida com o objetivo de se obter a informação desejada em locais sem dados ou com poucas informações confiáveis. Um benefício adicional da análise regional da informação é o de permitir o

aprimoramento da rede de coleta de dados hidrológicos na medida em que se exploram melhor as informações disponíveis e se identificam as lacunas nas respectivas séries.

TABELA 1 - Estações fluviométricas da bacia do Rio Preto utilizadas no estudo.

CÓDIGO DA ESTAÇÃO	NOME	RIO	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	COORDENADAS	
				LATITUDE	LONGITUDE
42450800	Jardim	Preto	522	15°58' 35"	47° 23' 57"
42458000	Rio Preto UHE	Preto	1840	16° 12' 0"	47°13' 0"
42459080	Queimado Fazenda	Preto	3773	16° 12' 31"	47° 19' 9"
424600000	Limeira	Preto	4250	16° 12' 35"	47° 13' 13"
424900000	PCH Unai Sto. Antonio	Preto	4771	16° 20' 58"	46° 52' 52"
425400000	do Boqueirão Porto das	Preto	6.420	16° 31' 47"	46° 43' 43"
425450020	Poções	Preto	9370	16° 50' 23"	46° 21' 26"

A regionalização contribui neste trabalho, suprimindo a carência de dados referentes à sub-bacia do córrego Lamarão. Por regionalização (correlação de área e vazão), identificou-se uma correlação entre as vazões de médias de longo termo (Q_{mlt}), que por sua vez também pode ser expressa pela vazão com noventa e cinco por cento de chance de certeza (Q₉₅), ou ainda pela vazão equivalente a oitenta por cento da Q₉₅ (Q_{80%}Q₉₅).

Assim se dispõe da série histórica do córrego Lamarão e suas respectivas áreas de captação, obtida com base na correlação com a série da UHE Queimado.

Foram obtidos os valores máximos e mínimos da série de dados e calculou-se a distribuição da frequência que, segundo Villela e Mattos (1975), trata-se de

um instrumento importante para se conhecer o regime de um curso d'água, sendo possível se avaliar a potencialidade do Lamarão, assim como as possibilidades de utilização ao longo do tempo (destes recursos).

A série histórica proporciona ainda outras análises estatísticas, como ordem e percentil que permitem a construção da Curva de Permanência que reflete o comportamento hidrológico da bacia em estudo.

Como cada dado de vazão corresponde a um intervalo de tempo (no caso o mês), há uma correspondência entre os valores de porcentagem da curva de permanência com o período total dos dados observados (Vilela e Mattos, 1975).

Ainda na primeira etapa do trabalho foi realizado o tratamento da base cartográfica da bacia, por meio da imagem do satélite CBERS, de setembro de 2004, composição falsa cor, bandas 3, 4 e 5 e das cartas 1:10.000 do Sistema Cartográfico do Distrito Federal – SICAD (Folhas 191, 192, 193, 207, 208 e 209). Com o auxílio do programa ArcGis-9.1, disponível no Laboratório de Geoprocessamento do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão Ambiental (PPG-PGA), da Universidade Católica de Brasília, foi realizada a edição de uma carta imagem envolvendo toda a sub-bacia do córrego Lamarão, incluindo curvas de nível, delimitação das propriedades rurais e a separação de áreas de contribuição hídrica da bacia.

O processo de separação das áreas de contribuição hídrica seguiu dois procedimentos: um para a interface H2Ótima, que exige a separação das áreas a partir das demandas de uso da água. Este passo foi realizado com base nas informações obtidas do Cadastro de Usuários de Águas Superficiais da Bacia do Rio Preto no Distrito Federal, do Programa de Regularização da Outorga do

uso da Água na Bacia do Rio Preto, desenvolvido ao abrigo do projeto de cooperação ANA-SEMARH-FUNIVERSA. Foram observados 11 pontos de captação para irrigação por pivô-central, onde se conta com uma demanda de muito elevada água. No mencionado cadastro ocorrem outros tipos de captação, porém estes não foram considerados no modelo por serem de pequena ordem de demanda.

Foram realizados os cálculos de área de contribuição, de vazão de entrada, de vazão de demanda, de vazão residual e de vazão incremental, que alimentaram a interface H2Ótima.

Para o modelo do programa Ribasimâ foi necessário realizar um procedimento diferente para o cálculo das áreas de contribuição, uma vez que este modelo trabalha a partir das entradas de água no sistema, por correlação de “área x vazão” na bacia e por elementos que definem a declividade do terreno. Foram realizadas 18 medidas de áreas de contribuição, lidas pelo Ribasimâ como dados de entrada.

Entretanto cabe ressaltar que, para efeito de comparação entre modelos os pontos de demanda continuam sendo os 11 pontos de captação identificados para a interface H2Ótima.

A segunda etapa do trabalho foi direcionada para a customização de rotina que permitisse o cálculo de disponibilidade de água, em pequenas bacias hidrográficas, considerando os dois modelos.

A terceira etapa constituiu da modelagem, verificando-se os problemas de aplicabilidade das duas plataformas, tendo em conta os dados hidrológicos

disponíveis, realizando-se a comparação entre os resultados referentes à disponibilidade de água para outorga, obtida pelos dois modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico apresenta as tabelas, gráficos, imagens e discussões a respeito dos resultados obtidos.

A partir da série hidrológica fornecida pelo ONS para a UHE Queimado é gerada a curva-chave, por correlação entre a área de contribuição e a vazão, tendo em conta a vazão média de longo termo (Q_{mlt}) (**Figura 1**), considerando as séries históricas do rio Jardim, do alto rio Preto, do posto hidrométrico Fazenda Limeira, do posto hidrométrico da PCH Unaí-Baixo, e do posto hidrométrico Santo Antônio do Boqueirão, todas fornecidas pela Agência Nacional de Águas - ANA. O posto hidrométrico Porto das Poções foi descartado por conter dados não consistidos.

A **Tabela 2** apresenta um resumo dos dados de área e da Vazão Média de Longo Termo (Q_{mlt}) das estações analisadas. Na **Figura 1** se tem a Curva-Chave do rio Preto demonstrando o comportamento hidrológico geral da bacia, para a Q_{mlt}

TABELA 2 - Dados para geração da Curva-Chave QMLT

Estação	Área bacia (km ²)	Q _(mlt) (m ³ /s)
Jardim	552	8,11
Rio Preto DF	1840	25,65
Queimado	3773	52,44
Limeira	4250	65,00
Unaí	4771	68,00
Boqueirão	6420	83,46

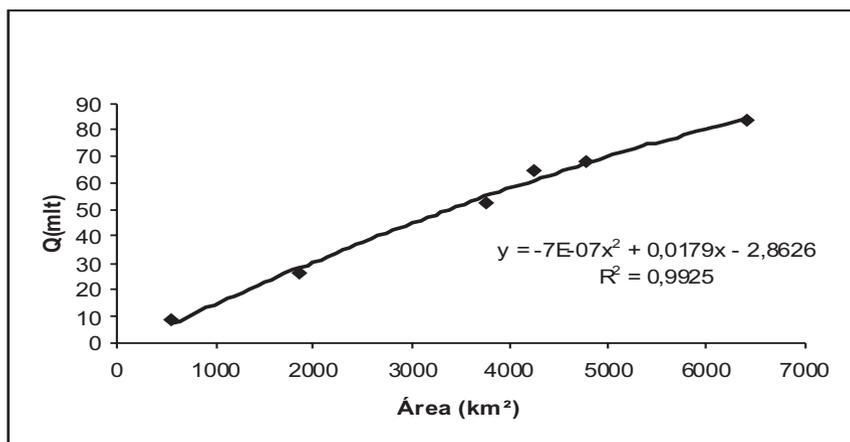


FIGURA 1 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões Médias de Longo Termo (QMLT).

Todo dado disponível foi trabalhado, proporcionando a geração de uma série de informações essenciais para a construção da Q95 e da Q80%Q95. Esta decisão tem por base uma determinação da Agência Nacional de Águas – ANA, que refere a outorga do uso da água à projeção da vazão com 95% de certeza de ocorrência. A Agência Distrital de Águas - ADASA, por sua vez, entende por estipular uma vazão outorgável equivalente à 80% da Q95, especificamente para o caso da bacia do rio Preto. Assim foi possível gerar as Curvas-Chave referentes às vazões Q95 e Q80%Q95, conforme as **Tabelas 3 e 4** e as **Figuras 2 e 3** que se seguem.

Na **Figura 1** se observa que equação da Curva-Chave apresenta uma alta correlação, expressa pelo valor do $R^2 = 0,99$. Segundo Lapponi (1997), os dados contidos numa curva crescente com os valores do R^2 próximo de 1, revelam uma perfeita correlação positiva. Este fato proporcionou a certificação da

qualidade das séries históricas utilizadas, sobretudo a de Queimado, fornecida pelo ONS. Isto resulta em confiabilidade na correlação estabelecida para os pontos representados pelas sub-bacias de montante do reservatório da Usina de Queimado. O mesmo grau de confiabilidade se tem para as correlações da Q95 e da Q80%Q95.

TABELA 3 - Dados para geração da Curva-Chave Q95.

Estação	Área bacia (km ²)	Q ₉₅ (m ³ /s)
Jardim	552	3,07
Rio Preto DF	1840	11
Queimado	3773	24
Limeira	4250	29,74
Unaí	4771	31,12
Boqueirão	6420	37,2

TABELA 4 - Dados para geração da Curva-Chave Q80%Q95.

Estação	Área bacia (km ²)	Q _{80%Q95} (m ³ /s)
Jardim	552	2,456
Rio Preto DF	1840	7,76
Queimado	3773	19,2
Limeira	4250	23,792
Unaí	4771	24,896
Boqueirão	6420	29,76

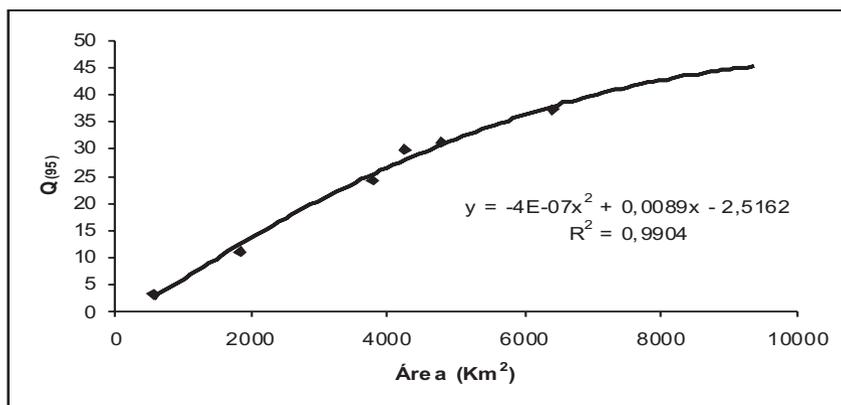


FIGURA 2 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões com 95% de ocorrência (Q₉₅).

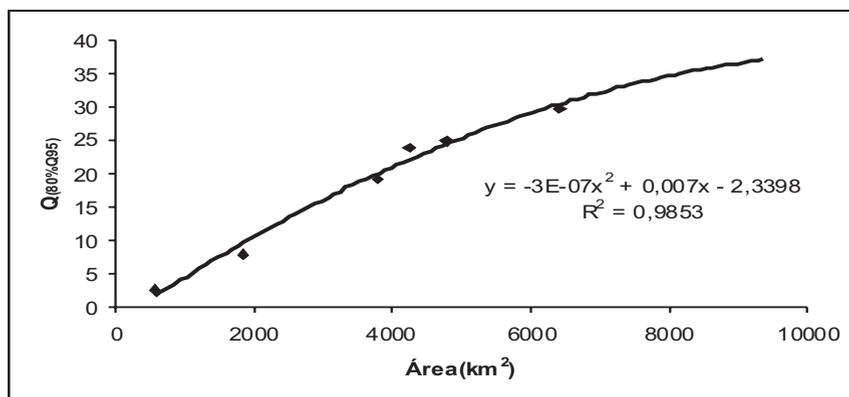


FIGURA 3 - Curva-Chave do rio Preto considerando as Vazões com 80% da Q₉₅ (Q_{80%Q95}).

Portanto a série histórica utilizada nos modelos adotados para o córrego Lamarão (**Tabela 5**) é proveniente desta correlação, possibilitando a construção dos elementos de análise que proporcionaram a construção das curvas de frequência e permanência (**Figuras 4 e 5**).

TABELA 5 - Série histórica gerada do córrego Lamarão em m³/s. (Área de 91,31 km²).

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Máx	Med	Min
1931	1,29	2,97	3,95	1,24	1,08	1,01	0,95	0,88	0,8	1,29	1,5	1,37	3,95	1,26	0,8
1932	2,99	1,78	1,32	1,01	0,88	0,75	0,67	0,59	0,7	1,08	1,57	1,19	2,99	1,05	0,59
1933	2,32	0,8	2,32	1,11	0,7	0,72	0,65	0,62	0,57	0,88	1,99	2,09	2,32	0,84	0,57
1934	1,06	1,32	0,98	1,01	0,72	0,59	0,54	0,49	0,54	0,54	0,83	1,94	1,94	0,77	0,49
1935	1,65	2,4	3,07	2,35	1,06	1,03	0,95	0,98	0,83	1,19	1,96	2,43	3,07	1,42	0,83
1936	1,32	2,43	2,3	1,55	0,95	0,88	0,83	0,77	0,67	0,8	1,19	1,68	2,43	1,07	0,67
1937	1,63	1,55	1,47	1,47	0,98	0,75	0,65	0,62	0,54	1,14	1,52	2,14	2,14	1,3	0,54
1938	1,01	1,19	1,86	0,65	0,62	0,62	0,54	0,49	0,44	0,7	0,93	3,02	3,02	0,67	0,44
1939	2,17	2,3	1,26	0,98	0,83	0,85	0,8	0,65	0,8	0,88	1,14	1,01	2,3	0,93	0,65
1940	4,05	3,77	2,71	1,34	1,21	1,11	1,06	1,01	1,06	1,24	1,99	2,45	4,05	1,29	1,01
1941	2,06	1,08	2,24	2,04	0,88	0,85	0,98	0,75	0,93	1,39	1,5	2,12	2,24	1,24	0,75
1942	2,55	3,25	1,32	1,81	1,03	0,98	0,9	0,8	1,34	0,88	2,32	4,7	4,7	1,33	0,8
1943	5,32	2,45	4,98	2,43	1,7	1,65	1,52	1,34	1,21	1,63	3,25	3,41	5,32	2,06	1,21
1944	1,47	3,15	2,58	1,68	1,19	1,21	1,01	0,9	0,8	1,03	1,34	4,15	4,15	1,28	0,8
1945	3,82	3,64	5,91	4,57	1,86	1,83	1,75	1,6	1,5	2,32	2,76	3,72	5,91	2,54	1,5
1946	3,77	2,19	3,15	1,68	1,6	1,26	1,24	1,03	0,98	0,93	1,34	1,6	3,77	1,47	0,93
1947	2,37	1,19	3,9	1,75	1,08	1,03	0,98	1,21	1,03	1,81	2,86	3,66	3,9	1,48	0,98
1948	1,6	1,68	3,48	1,34	1,14	1,14	1,03	0,88	0,9	1,06	1,73	6,04	6,04	1,24	0,88
1949	2,66	3,74	1,75	2,89	1,91	1,37	1,29	1,16	1,03	1,42	1,78	1,78	3,74	1,77	1,03
1950	2,12	2,04	2,48	1,39	0,9	0,88	0,8	0,72	0,8	1,14	1,06	1,57	2,48	1,1	0,72
1951	1,39	0,98	2,53	1,03	0,83	0,67	0,62	0,57	0,54	0,62	0,65	1,37	2,53	0,75	0,54
1952	1,24	1,19	2,37	0,9	0,54	0,57	0,54	0,52	0,62	0,57	1,73	2,19	2,37	0,76	0,52
1953	1,34	1,81	2,5	1,88	0,83	0,85	0,83	0,77	0,9	0,9	1,75	4,28	4,28	1,12	0,77
1954	2,12	3,15	1,88	1,21	1,19	1,08	0,95	0,85	0,77	0,62	1,75	2,43	3,15	1,2	0,62
1955	3,69	1,81	1,5	2,27	0,95	0,98	0,9	0,83	0,75	1,52	1,65	2,58	3,69	1,51	0,75
1956	1,34	2,09	2,24	1,03	1,34	0,95	0,83	0,72	0,67	1,03	2,3	3,59	3,59	1,19	0,67
1957	4,18	4,54	4,9	3,25	1,91	1,55	1,34	1,16	1,03	1,06	1,34	2,48	4,9	1,73	1,03
1958	1,91	2,76	1,94	2,27	1,52	1,26	1,16	0,98	0,9	1,03	0,85	1,37	2,76	1,32	0,85
1959	3,07	1,57	1,24	1,21	0,95	0,85	0,75	0,59	0,49	0,72	1,78	1,37	3,07	1,08	0,49
1960	1,73	1,6	2,3	1,39	1,14	0,93	0,77	0,65	0,54	0,57	1,11	1,75	2,3	1,12	0,54
1961	2,55	2,24	1,75	1,16	1,16	0,9	0,77	0,65	0,52	0,52	0,54	1,29	2,55	1,03	0,52
1962	1,81	2,45	2,3	1,26	1,08	0,85	0,75	0,62	0,59	0,95	1,14	3,12	3,12	1,11	0,59
1963	2,22	2,24	1,34	1,16	0,95	0,83	0,7	0,59	0,46	0,65	0,83	0,85	2,24	0,84	0,46
1964	2,68	2,24	1,6	1,21	1,06	0,72	0,8	0,7	0,67	0,93	1,57	1,39	2,68	1,14	0,67
1965	2,35	1,73	2,3	3,25	0,9	1,01	0,95	0,65	0,57	0,85	1,32	1,26	3,25	1,14	0,57
1966	2,43	3,25	1,99	1,63	1,34	1,08	0,93	0,77	0,65	0,8	0,95	1,68	3,25	1,21	0,65
1967	1,5	1,73	2,04	1,57	1,16	0,93	0,77	0,62	0,54	0,49	1,03	1,88	2,04	1,1	0,49
1968	1,16	2,63	2,19	1,55	1,14	0,95	0,83	0,72	0,65	0,62	1,19	1,68	2,63	1,15	0,62
1969	1,08	1,65	1,73	1,06	0,9	0,7	0,59	0,49	0,41	0,57	1,94	2,81	2,81	0,98	0,41
1970	3,56	2,04	2,58	1,73	1,29	1,06	0,93	0,8	0,8	1,01	1,29	1,08	3,56	1,19	0,8
1971	0,83	0,77	0,88	0,7	0,52	0,41	0,36	0,31	0,28	0,7	1,5	3,35	3,35	0,7	0,28
1972	1,37	1,29	1,29	1,52	0,98	0,8	0,7	0,57	0,46	0,7	1,86	2,48	2,48	1,14	0,46
1973	1,73	1,47	1,96	1,6	1,06	0,9	0,77	0,65	0,57	1,26	2,5	2,09	2,5	1,37	0,57
1974	1,6	1,19	3,02	2,61	1,81	1,39	1,14	1,01	0,77	0,88	0,83	0,98	3,02	1,16	0,77
1975	1,75	1,16	0,93	1,88	1,06	0,85	0,72	0,57	0,46	0,57	0,88	0,67	1,88	0,86	0,46
1976	0,75	1,03	1,34	0,95	0,72	0,57	0,46	0,39	0,39	0,39	0,93	2,24	2,24	0,74	0,39
1977	2,53	2,35	1,42	1,57	1,16	0,95	0,77	0,62	0,54	0,62	0,67	1,37	2,53	1,06	0,54
1978	2,81	2,32	3,02	2,86	1,81	1,6	1,29	1,06	0,88	1,01	1,06	1,83	3,02	1,7	0,88
1979	4,72	5,26	3,46	2,86	2,04	1,75	1,5	1,26	1,16	1,08	1,5	1,47	5,26	1,63	1,08
1980	3,66	5,19	2,89	2,94	2,14	1,75	1,5	1,26	1,16	0,93	1,24	2,17	5,19	1,95	0,93
1981	2,43	1,65	2,17	2,71	1,7	1,42	1,14	0,95	0,77	1,11	2,58	2,32	2,71	1,68	0,77
1982	4,49	2,92	4,39	3,43	2,43	2,01	1,65	1,44	1,26	1,26	1,11	1,34	4,49	1,83	1,11
1983	3,77	4,23	3,35	2,66	1,47	1,19	0,98	0,9	0,95	0,9	0,75	2,4	4,23	1,33	0,75
1984	2,06	1,68	1,68	2,71	1,47	1,19	0,98	0,9	0,95	0,9	0,75	1,19	2,71	1,19	0,75
1985	1,83	1,5	2,4	2,06	1,44	1,14	1,01	0,85	0,75	0,88	1,14	1,81	2,4	1,29	0,75
1986	2,76	2,04	1,65	1,24	1,08	0,85	0,75	0,67	0,57	0,65	0,52	0,72	2,76	0,8	0,52
1987	0,88	1,19	1,5	1,21	1,21	0,93	0,67	0,54	0,46	0,52	0,83	2,14	2,14	0,9	0,46
1988	1,91	2,4	2,71	2,22	1,63	1,29	1,08	0,93	0,75	0,95	1,24	1,75	2,71	1,46	0,75
1989	1,83	1,83	1,81	1,19	0,9	0,83	0,67	0,57	0,52	0,57	1,81	5,34	5,34	1,05	0,52
1990	2,14	1,39	1,26	0,95	0,95	0,77	0,72	0,59	0,59	0,88	0,85	0,85	2,14	0,86	0,59
1991	1,11	1,91	3,04	2,81	1,73	1,39	1,14	0,88	0,72	0,8	1,52	4,05	4,05	1,46	0,72
1992	5,52	7,59	3,1	2,66	2,06	1,63	1,39	1,21	1,14	1,26	2,58	2,71	7,59	2,32	1,14
1993	2,17	3,12	2,14	2,09	1,44	1,21	0,98	0,83	0,72	0,7	1,47	3,12	3,12	1,33	0,7
1994	1,99	1,32	3,9	2,22	1,37	1,34	1,16	0,93	0,75	0,59	0,98	1,78	3,9	1,33	0,59
1995	1,91	1,91	1,42	1,68	1,29	0,93	0,77	0,59	0,49	0,52	1,21	1,83	1,91	1,25	0,49
1996	1,32	1,01	1,42	1,03	1,06	0,72	0,59	0,54	0,46	0,59	0,88	0,95	1,42	0,92	0,46
1997	1,34	1,03	1,5	1,91	1,34	1,08	0,88	0,72	0,62	0,59	0,8	1,21	1,91	1,06	0,59
1998	0,98	1,44	1,08	0,85	0,7	0,59	0,49	0,39	0,31	0,44	1,39	1,88	1,88	0,77	0,31
1999	1,34	0,98	1,83	0,93	0,75	0,62	0,54	0,44	0,39	0,46	0,7	1,37	1,83	0,72	0,39
2000	1,65	1,86	2,32	1,44	1,08	0,88	0,75	0,57	0,65	0,44	0,9	1,86	2,32	0,99	0,44
2001	1,34	0,93	1,42	0,9	0,7	0,57	0,44	0,36	0,34	0,41	1,16	1,19	1,42	0,8	0,34
Máximo	5,52	7,59	5,91	4,57	2,43	2,01	1,75	1,6	1,5	2,32	3,25	6,04	7,59	2,54	1,5
Média	2,27	2,24	2,32	1,8	1,22	1,04	0,91	0,79	0,73	0,9	1,41	2,2	2,32	1,32	0,73

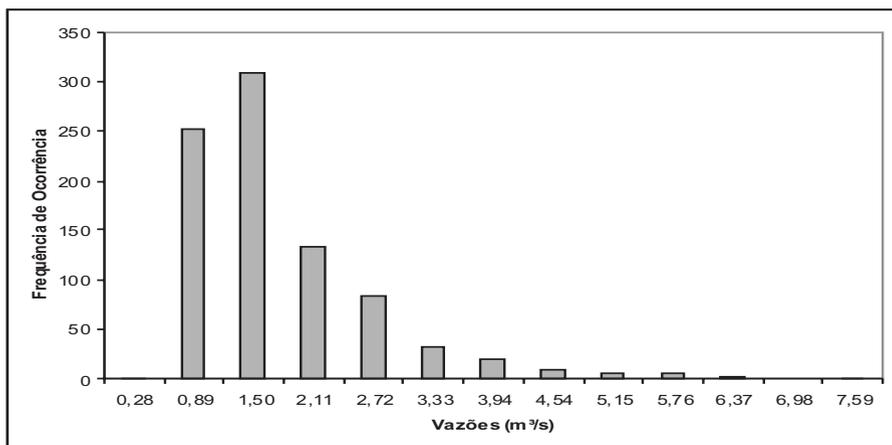


FIGURA 4 - Histograma do córrego Lamarão.

A **Tabela 6** apresenta os valores de vazão adotados na construção da curva de frequência do córrego Lamarão.

A **Figura 4** representa o Histograma de Frequência daquela bacia, que permite avaliar a potencialidade de utilização de sua água disponível. A Curva de Permanência (**Figura 5**) retrata a parcela do tempo que uma determinada vazão é igualada ou superada durante o período analisado.

Para inserção dos dados nos modelos adotados utilizou-se dos sistemas de informações geográficas (SIG) do Laboratório de Geoprocessamento do PPG-PGA, sendo possível associar os dados cartográficos e hidrológicos a uma representação geográfica que proporcione o cruzamento e a geração de mapas temáticos.

A **Tabela 7** apresenta os dados relativos à Área Total, Vazões e Volume Anual para diferentes pontos de captação instalados no Córrego Lamarão. Estes dados fazem parte da base que alimenta os modelos adotados.

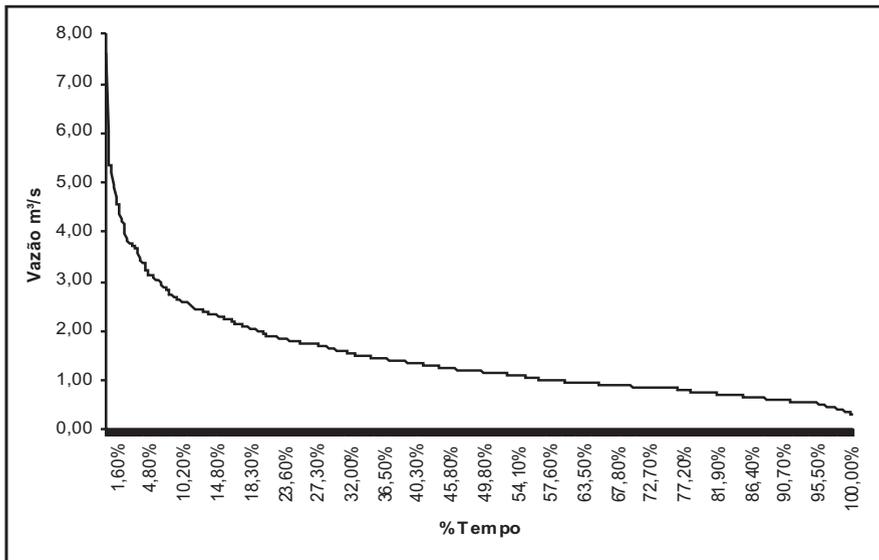


FIGURA 5 - Curva de frequência do córrego Lamarão.

Vazão	Intervalos	Frequência	Duração	Tempo
0,28	0,28	1	852	100,00
0,89	0,89	252	851	99,88
1,50	1,50	308	599	70,31
2,11	2,11	133	291	34,15
2,72	2,72	83	158	18,54
3,33	3,33	32	75	8,80
3,94	3,94	20	43	5,05
4,54	4,54	10	23	2,70
5,15	5,15	5	13	1,53
5,76	5,76	5	8	0,94
6,37	6,37	2	3	0,35
6,98	6,98	0	1	0,12
7,59	7,59	1	1	0,12

TABELA 6 - Dados de frequência do córrego Lamarão.

TABELA 7 - Dados para a Interface H2Ótima

Pontos	Nº. Cadastro	Área Total (Km ²)	Área Irig. (Km ²)	Qentrada (m ³ /s)	Qdemandada (m ³ /s)	Qdescarga bacia (m ³ /s)	Qincremental (m ³ /s)	Qresidual (m ³ /s)	Vol Anual (m ³)
P1	355	5,66	0,60	0,028	0,0151	0,0131	0,0000	0,0131	413.540,25
P2	394	8,62	0,43	0,043	0,0073	0,0488	0,0131	0,0488	1.540.302,11
P3	425	0,91	0,40	0,005	0,0101	-0,0055	0,0000	-0,0055	(174.889,50)
P4	3	31,56	0,80	0,158	0,0076	0,1500	0,0433	0,1933	6.095.448,27
P5	442	2,64	0,59	0,013	0,0112	0,0020	0,0433	0,0453	1.428.287,26
P6	389	2,25	0,50	0,011	0,0038	0,0074	0,0000	0,0074	233.464,80
P7	391	29,51	1,00	0,147	0,0127	0,1346	0,0527	0,1346	4.244.978,30
P8	407	6,23	1,05	0,031	0,0130	0,0181	0,1346	0,0181	571.735,96
P9	390	2,29	0,84	0,011	0,0075	0,0040	0,0000	0,0040	125.757,37
P10	168	1,63	0,27	0,008	0,0044	0,0037	0,0040	0,0037	117.576,24
P11	168	1,63	0,27	0,008	0,0044	0,0037	0,0037	0,0037	117.979,07
P12 (exatório)		91,31	6,75	0,456	0,0926	0,3762	0,0219	0,3631	11.451.835,60

Os números de Cadastro correspondem aos irrigantes que fazem parte do banco de dados da SEMARH/ADASA. Os Pontos (P1, P2,... P11) são os pontos de captação e sua espacialização está disponível na **Figura 10**.

A **Figura 6** apresenta a distribuição espacial dos pontos de captação e suas respectivas áreas de contribuição. Seus valores, conforme apresentado na **Tabela 7** foram obtidos por meio das ferramentas do Arc-Gis. Suas vazões foram obtidas por meio da equação da Curva-Chave do córrego Lamarão.

A **Tabela 8** informa a origem dos dados das 18 áreas de entrada, necessários para o programa Ribasimã. A **Figura 7** representa a espacialização das mesmas áreas do modelo H2Ótima, porém obedecendo as regras de entrada do Ribasimã.

A **Figura 8** representa a forma como acontece a ligação dos elementos da sub-bacia junto ao modelo do programa Ribasimã. Como resposta do Ribasimã obtém-se um fluviograma representando o comportamento do rio a partir do

atendimento das demandas dos pontos de captação. Para fins de comparação de resultados construiu-se um fluviograma a partir da série histórica do Lamarão (**Tabela 6**), calculando-se a média das vazões anuais, que aparece representada na **Figura 9**. O valor adotado foi de 1,46 m³/s, que representa Vazão Média de Longo Termo daquela bacia.

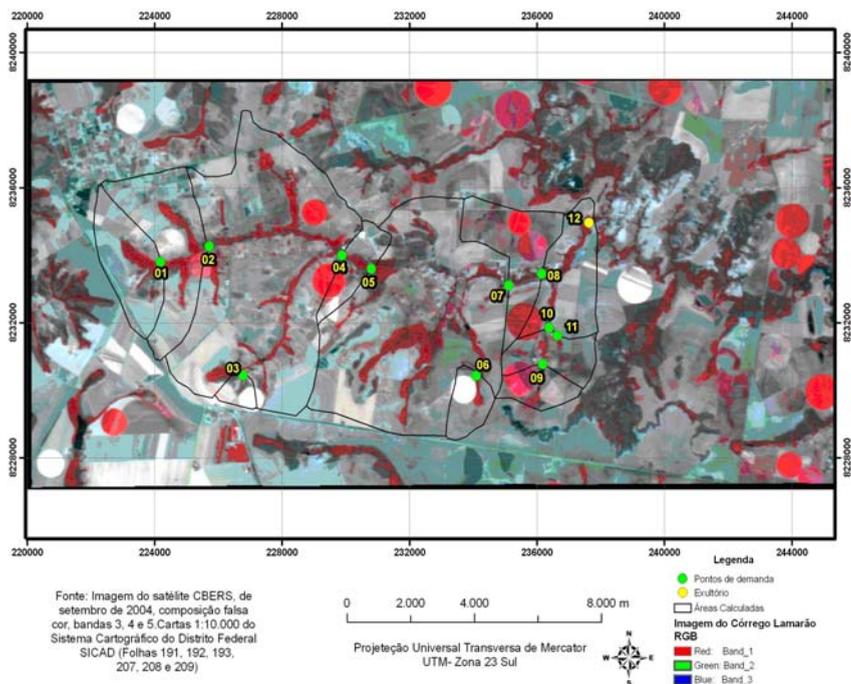


FIGURA 6 - Áreas de contribuição do córrego Lamarão para H2Ótima com a delimitação de 11 áreas a partir das demandas.

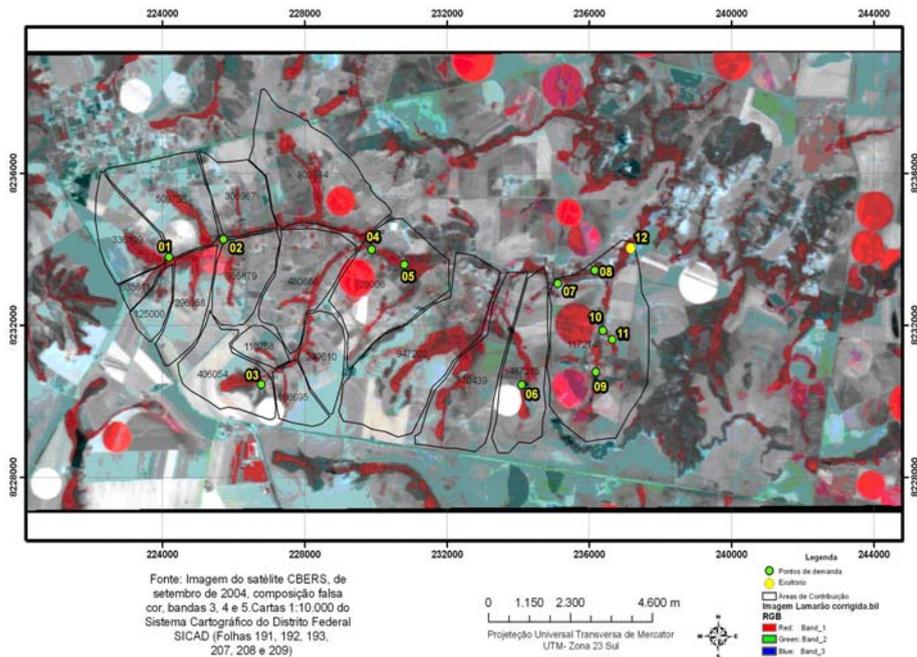


FIGURA 7 - Delimitação de 18 áreas de contribuição no Córrego Lamarão para a modelagem no programa Ribasinã.

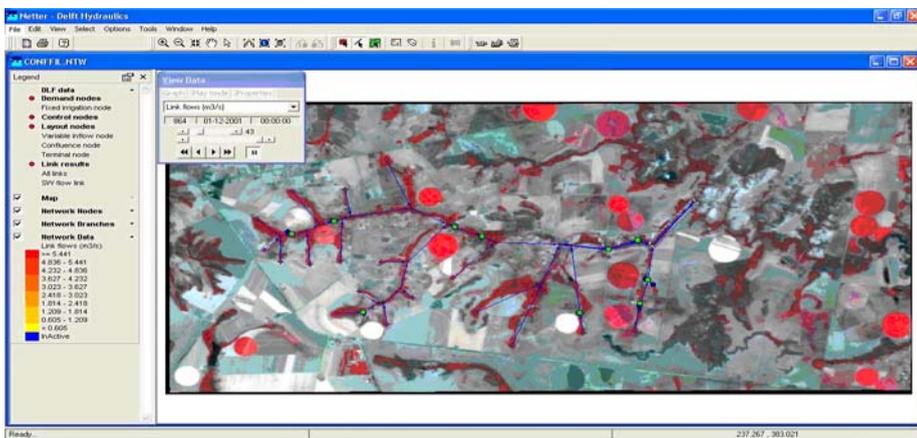
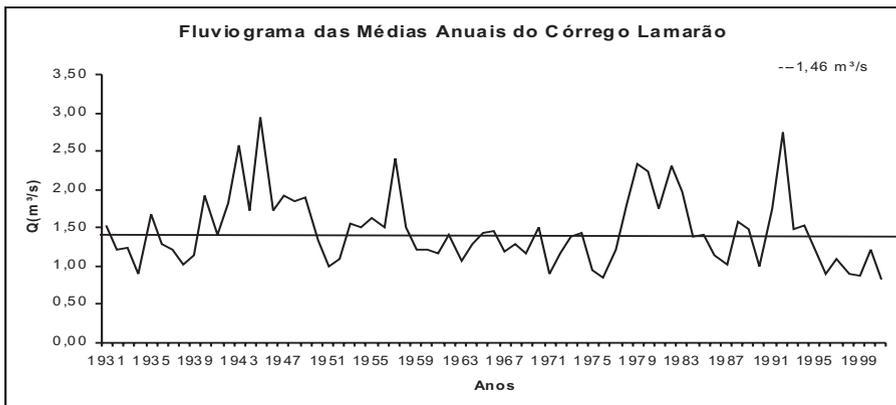


TABELA 8 - Dados para o software Ribasimâ

Pontos	Área (km ²)
P1	3,361297
P2	0,635811
P3	1,25
P4	2,963583
P5	3,069671
P6	5,097564
P7	8,025846
P8	3,358793
P9	1,107588
P10	4,060547
P11	1,666957
P12	2,496107
P13	4,806665
P14	9,472021
P15	7,200067
P16	5,704392
P17	4,872152
P18	11,721445
Ptotal	80,87050

Os pontos (P1, P2, P3,....., P18) são referentes as dezoito áreas de entradas, **Figura 7**, calculadas para correta inserção dos dados no programa Ribasim®.

FIGURA 9 - Fluviograma das Médias Anuais do Córrego Lamarão

O resultado do modelo Ribasimã é apresentado no Fluviograma da **Figura 10**. Conforme mencionado antes, para se entender o comportamento do rio é necessário levar em conta o atendimento das demandas. Nota-se que a vazão média remanescente aparece abaixo da linha que representa a Q_{mlt} do Lamarão (1,46 m³/s), demonstrando a retirada de volume decorrente do atendimento das demandas por irrigação.

A vazão remanescente no córrego Lamarão, segundo o modelo Ribasimã, se mantém dentro dos padrões definidos pelos critérios de outorga da ANA (Q95), porém muito próximo do limite demonstrado pela linha tracejada (0,54 m³/s) na **Figura 10**.

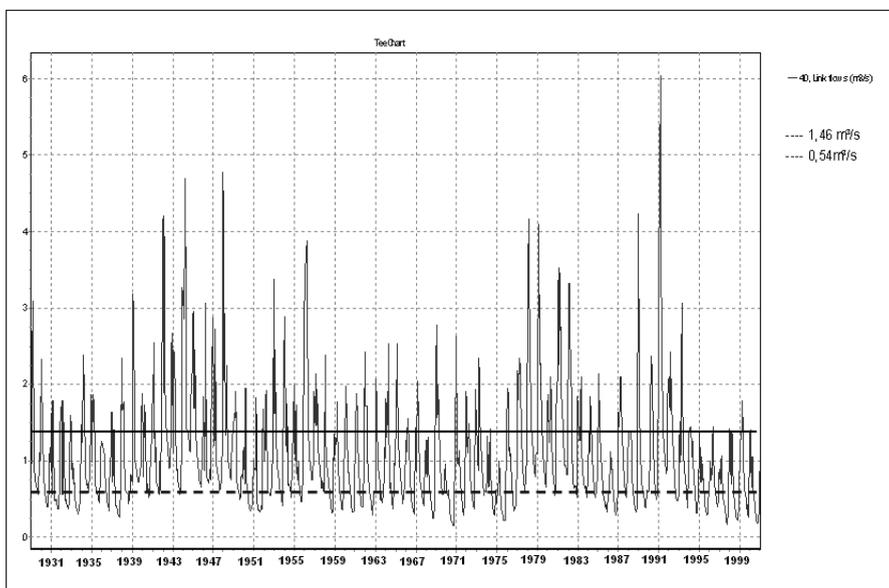


FIGURA 10 - Fluviograma apresentado pelo Ribasimã.

A **Tabela 9** apresenta a interface de inserção de dados do modelo H2Ótima. Com este modelo também é possível obter resposta confiável para o volume de outorga, qualquer que seja o critério. No caso presente foi utilizada a vazão Q95 (0.54m³/s). A célula “Q_e”, da **Tabela 9** mostra a vazão de entrada para cada micro-bacia, que foi definida a partir da área de contribuição de cada pivô-central; “Q_i” representa a vazão incremental, ou seja, aquela vazão que entra na micro-bacia por contribuição lateral; e “Q_r” representa a vazão residual, que é a vazão que permanece no corpo hídrico após o atendimento da demanda.

Tabela 9 - Modelo de entrada de dados para o modelo H2Ótima.

Microbacia	Q _e	Q _i	Q _r	Q95
	VAZÃO ENTRADA (L/s)	VAZÃO INCREMENTAL (L/s)	VAZÃO RESIDUAL (L/s)	542 (L/s)
				DEMANDA
01-00	28	0	13	-15
02-00	56	13,11	62	-7
03-00	5	0	-6	-10
04-00	220	43,3	255	-8
05-00	268	43,3	301	-11
06-00	11	0	7	-4
07-00	455	52	495	-13
08-00	526	187	700	-13
09-00	11	0	4	-7
10-00	20	3,99	20	-4
11-00	28	4	27	-4
12-00	1.629			

A **Figura 11** representa o comportamento do córrego Lamarão, segundo a interface H2Ótima, também considerando as vazões e as demandas. Nota-se a linha Q95 que estabelece o critério adotado, no caso 0,54m³/s, mais restritivo

que o critério da vazão média (Q_{mlt}).

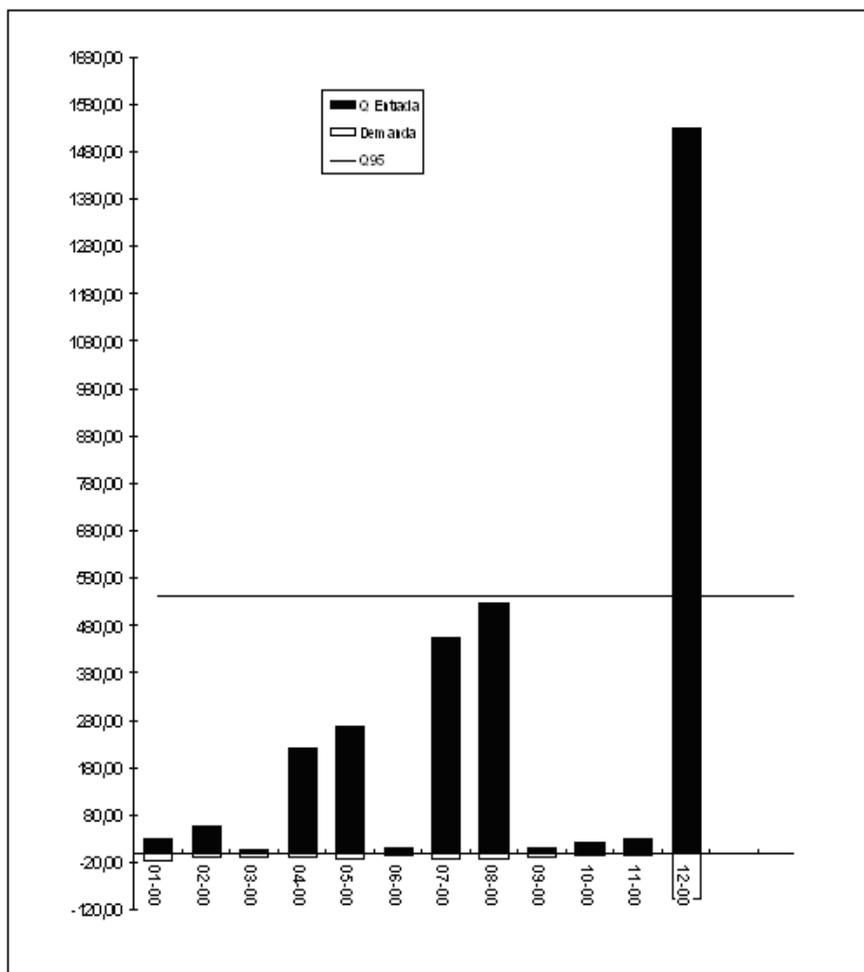


Figura 11 - Gráfico do comportamento hidrológico do córrego Lamarão pelo H2Ótima.

As barras da **Figura 11** representam as demandas (abaixo do eixo x) e as ofertas (acima do eixo x). A linha horizontal próxima ao valor 550 do gráfico representa o limite do critério de outorga adotado para a bacia (Q95). Com este gráfico se verifica que o critério não controla as especificidades apresentadas pelas demandas que ocorrem nos tributários do Lamarão. Alguns pontos de captação excedem o limite do critério, como é o caso dos pontos de captação nº 3, 6 e 9, pois esses estão localizados em nascentes ou pequenos tributários. Os pontos 10 e 11 localizam-se em outro tributário do Lamarão, porém, a oferta naquele ponto é maior do que a demanda. Nas captações que ocorrem no corpo principal, pontos 1, 2, 4, 5, 7 e 8 as demandas representam uma pequena fração da oferta.

Os resultados apresentados pelo modelo H2Ótima revelam uma forte correlação com a resposta obtida do modelo Ribasimã proporcionando confiança para a tomada de decisão a partir deste modelo. Ao se comparar as **Figuras 10 e 11** é relativamente fácil identificar as especificidades que o programa Ribasimã não apontou.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A base dados e o conhecimento específico dos recursos hídricos em geral são condições primordiais para a gestão. Os elementos investigados constituem importantes auxiliares do processo da outorga de uso de águas. No entanto os dados e as informações descritivas devem provir de fontes confiáveis que permitam uma caracterização objetiva da realidade em análise.

É possível argüir que as técnicas de modelagem apresentadas compõem um

quadro simplificado da realidade, podendo-se assumir que o diagnóstico e a previsão sejam resultados parciais. No entanto a modelagem realizada com apoio de programas específicos como o Ribasimã, que por sua vez se apóia em dados de boa qualidade oferece resposta confiável, tornando possível a identificação segura das potencialidades e carências da bacia hidrográfica em estudo. Porém, por se tratar de um programa importado e extremamente caro, e de exigir conhecimento específico e mão-de-obra qualificada, torna-se inviável para Órgãos e Agências oficiais reguladoras, a sua utilização sistemática.

No entanto, no uso diário, uma ferramenta do tipo da interface H2Ótima, pode contribuir para decisões mais urgentes no campo da gestão dos recursos hídricos.

Verifica-se, por outro lado, tendo em conta os dados analisados, que as respostas dos dois modelos convergem, oferecendo ao gestor informações confiáveis sobre a situação da bacia do córrego Lamarão, devendo-se ressaltar, porém, a necessidade de um planejamento eficiente para a bacia, que apresenta pontos críticos, como aqueles observados na resposta oferecida pelo gráfico da **Figura 11**.

A interface H2Ótima é uma ferramenta de fácil manuseio que requer, todavia a atuação de uma equipe multidisciplinar, com técnicos especializados nas áreas de informática, hidrologia e meio ambiente, que certamente facilitará a aquisição e o gerenciamento da informação de forma a proporcionar confiabilidade e agilidade na tomada de decisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F.G. (2000) *Pesquisa operacional aplicada a gestão de recursos hídricos*. Revista Universa, 9(2): 19p.
- BARTH, F.T. (1987) *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*, São Paulo: Ed. Nobel, 526p.
- CARNEIRO, P.J.R. (Org.) (2003) *Seminário interinstitucional da bacia do rio Preto. Rio Preto: Barragens, Dinâmica do Uso do Solo e Recursos Hídricos - "Os novos desafios da tecnologia, limites da sustentabilidade e paradigmas educacionais"*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 85p.
- CHRISTOFIDIS, D. (2001) *Olhares sobre a política de recursos hídricos no Brasil: o caso da bacia do rio São Francisco*. Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília. 430p.
- DIAS, G.F. (2000) *Fundamentos de Educação Ambiental*. Brasília: Ed. Universa.
- FREITAS, M.A.V. (2003) *Estado das Águas no Brasil, 2001-2002*. Brasília: Agência Nacional de Águas.
- GOOGLE EARTH. (2005) O site disponibiliza a visualização de imagens. Disponível em: < www.earth.google.com >. Acessado em 3 de nov. de 2005.
- GOLDENFUM, J.A. (1991) *Simulação hidrossedimentológica em pequenas bacias rurais*. Dissertação (mestrado) - Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 133p
- GREGORY, K. J. & WALLING, D.E. (1973) *Drainage basin form and process: A Geomorphological approach*. New York: John Wiley and Sons.
- LANNA, A.E.L. (1983) *Províncias hidrológicas e bacias representativas*. In: V SIMPÓSIO BRASÍLIEIRO DE HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, Blumenau, Anais... Florianópolis: ABRH, p. 3-24.

- LAPPONI, J. C. (1997) *Estatística usando o Excel 5 e 7*. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora.
- LARROSA E SANTOS CONSULTORES ASSOCIADOS. (2005) *Estudos de Projeto Básico da PCH UNÍ-Baixo*. Relatório técnico vol 1 e 2, LSCA, Brasília-DF, 450p.
- MALDANER, V. I. (2003) *Análise dos conflitos pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Preto no DF*. Dissertação de Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília. 121p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. (2002) *Recursos Hídricos: conjunto de normas legais*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS. (2004) *Documento de Introdução ao Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos
- OLIVEIRA, A.M.S. & BRITO, S.N.A. (1998) *Geologia de engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA, ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. (1997) *¿Hay suficiente agua en el mundo?*, OMM/UNESCO, 22p.
- PAIVA, J.B.D. & PAIVA, E.M.C.D. (2001) *Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas*. Porto Alegre: ABRH.
- PONCE, V. M. (1989) *Engineering Hydrology: principles and practice*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- PORTAL PLANETA ORGÂNICO. (2005) Portal vinculado a produtos orgânicos, traz textos sobre produtos orgânicos, alimentação, saúde e água. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acessado em 25 de out. de 2005.
- RIBEIRO, G. O. (2005) *A aplicabilidade do software Ribasimâ na análise de conflitos de uso da água entre irrigação e geração de energia: O estudo de caso da bacia do*

rio Preto. Monografia de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília.

RIBEIRO, M. (2005) *Relatório de definição de locais para instalação de 6 estações fluviométricas na bacia do rio Preto – DF*. Brasília: Agência Nacional de Águas-ANA.

SETTI, A. A. (1994) *A necessidade do uso sustentado dos recursos hídricos*. Brasília: IBAMA.

SETTI, A. A. (2001) *Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica; Agência Nacional de Águas.

SHIKLOMANOV, I.A. (1998) *World Water Resources*. UNESCO.

TOEBES, C. & OURYVAEV, V. (1970) *Representative and experimental basins: an international guide for research and practice*. Haarlem: UNESCO.

TUCCI, C.E.M. (1993) *Regionalização de vazões*. In: Tucci, C. E. M, (Org.) . Hidrologia. Ciência e Aplicação. Porto Alegre: ABRH, EDUSP. p.573-619.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (1975) *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: Mcgraw – Hill.

WL DELFT HYDRAULICS. RIBASIMâ. (2005) Apresenta texto introdução dos conceitos do programa Ribasimâ Disponível em: <<http://wldelft.nl/soft/ribasim/int/index.html>> Acesso em: 3 de out. de 2005.