



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

22752/04

Cópia 1

Nota Técnica n.º 600/2004/SOC

Em 16 de dezembro de 2004.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Cobrança
Assunto: **Disponibilidade e Balanço Hídrico da Bacia do ribeirão Pipiripau.**

1. APRESENTAÇÃO

O presente estudo tem a finalidade de determinação da disponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Pipiripau e análise das demandas existentes advindas do cadastramento de usuários de águas, por meio de balanço hídrico. A análise das demandas tem a finalidade de dar suporte à regularização dos usos de águas na bacia por meio da emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos.

Este trabalho foi realizado em discussão com os membros do sub-grupo de hidrologia do Grupo de Trabalho para a regularização de usos na bacia do ribeirão Pipiripau a saber:

- Leonardo Mitre Alvim de Castro – ANA;
- Ruben Sotto Maior Filho – CAESB;
- Augusto César Maia – CAESB;
- Gustavo Henrique A. Eccard – SEMARH-DF.

Para isso foram realizadas reuniões entre os membros do sub-grupo com a finalidade de discussão da metodologia a ser adotada e dos critérios e parâmetros a serem utilizados na análise.

2. BASE DE DADOS UTILIZADA

Para o cálculo da disponibilidade hídrica na bacia do ribeirão Pipiripau foram buscadas as principais informações referentes a dados históricos de monitoramento de vazões na bacia. As estações fluviométricas existentes são aquelas apresentadas abaixo:

1. Taquara Jusante (código 60472200), com 36 km² de área de drenagem localizada no córrego Taquara, um afluente de margem esquerda do ribeirão Pipiripau;



2. Pípiripau Montante Canal (cód. 60472240), com área de drenagem de 191,7 km² localizada a montante da derivação de água para o canal;
3. Pípiripau Montante Captação (cód. 60472300), com 195 km² de área de drenagem no ribeirão Pípiripau localizada a montante da captação da Caesb;
4. Frinocap (código 60473000), com área de drenagem de 221 km² localizada no ribeirão Pípiripau com dados históricos de janeiro de 1971 a abril de 2004;
5. Capão Grande (cód. 60472350), com área de drenagem de 20,1 km² localizada no córrego Capão Grande, um afluente de margem esquerda do ribeirão Pípiripau.

A análise das informações existentes das estações fluviométricas, do Plano de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do ribeirão Pípiripau, realizado pela CAESB, SEMARH/DF e EMATER em 2001 nos permite utilizar os dados históricos da estação Frinocap para a realização dos cálculos. Isso ocorre em função de se tratar de uma bacia hidrográfica pequena (área de drenagem total de 235 km²) bastante homogênea, além do fato dessa estação ser aquela mais a jusante e com série histórica mais extensa. Segundo esse mesmo Plano, as outras estações foram implantadas a partir de 1992 e dispõem de poucos dados. Para a maioria delas o monitoramento não é realizado de forma diária uma vez que não existem observadores e sim por meio de uma medição mensal pela equipe da CAESB em média.

Há, ainda, a previsão da implantação de mais uma estação no ribeirão Pípiripau na sua passagem abaixo da ponte da rodovia BR 020, no ponto de coordenadas geográficas de latitude 15°34'52" S e longitude 47°30'21" W, com área de drenagem estimada de 109 km².

3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA CALCULADA NO PLANO

O Plano de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do ribeirão Pípiripau determinou as principais vazões de referência com base nas informações da estação fluviométrica Frinocap, de 1971 a 1999. A Tabela 1 apresenta as vazões médias mensais em Frinocap para toda a série utilizada nos cálculos.

Tabela 1 – Vazões médias mensais em Frinocap

Mês	Qmédia (m ³ /s)	Mês	Qmédia (m ³ /s)	Mês	Qmédia (m ³ /s)
Janeiro	4,5	Maio	2,9	Setembro	1,7
Fevereiro	4,5	Junho	2,4	Outubro	1,9
Março	4,6	Julho	2,1	Novembro	2,8
Abril	4,0	Agosto	1,8	Dezembro	3,9

Fonte: Plano de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do ribeirão Pípiripau, 2001.

A vazão média de longo termo no ponto referente à estação supracitada corresponde, então, a 3,1 m³/s, levando a um rendimento médio de longo termo de 14,0 L/s.km².

Quanto às vazões de cheia, o Plano apresenta as máximas diárias ao longo da mesma série histórica. Com base nessas informações, foi verificado que a vazão máxima histórica da série monitorada ocorreu em 21/03/79 e teve o valor de 54,9 m³/s.



No tocante às mínimas, foi calculada a vazão $Q_{7,10}$ com as mesmas informações da série em Frinocap. No entanto, nesse caso, a série foi dividida em dois momentos distintos. O primeiro foi de 1971 a 1988 e o segundo foi de 1989 a 1999. Isso ocorreu em função do início da operação, em 1989, do canal de derivação de águas do ribeirão Pipiripau para o Canal Santos Dumont, que supre a necessidade de irrigação de áreas do Núcleo rural de mesmo nome. Essa captação do canal passou a interferir diretamente nas vazões mínimas apresentadas pelo ribeirão Pipiripau a jusante da derivação que alimenta o canal.

Para o ponto referente à estação Frinocap, a vazão $Q_{7,10}$ calculada com os dados do período de 1971 a 1988 corresponde a $0,780\text{m}^3/\text{s}$ e, conseqüentemente, a um rendimento específico de $3,53\text{ L/s.km}^2$. Com os dados do segundo período (1989 a 1999), a $Q_{7,10}$ calculada foi de $0,480\text{m}^3/\text{s}$, demonstrando claramente o efeito da entrada em operação do referido canal de irrigação.

No ponto referente à captação da Caesb, a vazão $Q_{7,10}$ calculada para o primeiro período foi de $0,689\text{m}^3/\text{s}$ e para o segundo período, $0,379\text{ m}^3/\text{s}$.

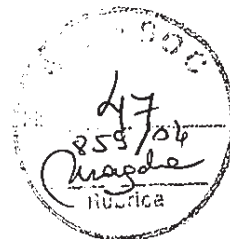
4. VAZÕES DE REFERÊNCIA

Conforme apresentado anteriormente, foram utilizados no presente estudo os dados históricos da estação Frinocap, consistidos para o período de janeiro de 1971 a abril de 2004. Da mesma forma que o Plano referido anteriormente, a série foi dividida em dois períodos para a realização dos Estudos em função da entrada em operação do Canal Santos Dumont. O primeiro período foi de 1971 a 1988 e o segundo de 1989 a 2004. Com base nessas informações, foram calculadas as principais vazões de referência, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Vazões de referência calculadas para diferentes períodos da série

Período analisado	Q_{95} (m^3/s)	Q_{90} (m^3/s)	$Q_{\text{mín}}$ (m^3/s)
Série Completa	0,713	0,991	3,048
Período 1971 a 1988	1,250	1,510	3,526
Período 1989 a 2004	0,550	0,713	2,525

Com base nas informações demonstradas na Tabela 2, pode ser mais uma vez observada a influência da entrada em operação do Canal Santos Dumont. No entanto, uma vez que não temos informações acerca das vazões captadas pelo Canal e pelos outros usuários da bacia ao longo do tempo, não é possível reconstituir com boa precisão a série histórica de 1989 a 2004. Apesar de haver um ponto de monitoramento de vazões na entrada do canal Santos Dumont não são realizadas medições diárias e sim uma média de uma medição por mês, pela Caesb, desde 1991. Sendo assim, foi decidida a utilização da série de dados apenas de 1971 a 1988 para determinação do modelo de disponibilidade hídrica.



5. MODELO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Para determinação da metodologia a ser utilizada para o cálculo da disponibilidade hídrica, foi verificado o regime de variação das vazões do ribeirão Pipiripau ao longo do ano. Observou-se que o período de recessão e decaimento de vazões do curso de água é iniciado em abril, com o final do período chuvoso, e termina com as menores vazões em final de setembro ou início de outubro.

A partir daí, foram realizados cálculos com a finalidade de identificar equações correlacionando as vazões médias mensais de cada mês com as médias mensais do mês subsequente.

A primeira tentativa de estimativa de vazões foi por meio da definição dos coeficientes k das equações exponenciais em que:

$$Q_f = Q_i * e^{(-kt)} \quad (1)$$

$$k = -\ln(Q_f/Q_i)/T \quad (2)$$

Onde:

Q_f = Vazão média do mês subsequente;

Q_i = Vazão média do mês atual;

T = Tempo entre o mês subsequente e atual (em horas);

k = Coeficiente de decaimento de vazões.

Essas equações foram calculadas para três situações:

- 1- Considerando o mês de abril como inicial e o mês de outubro como mês final (6 meses);
- 2- Considerando o mês de abril como inicial e o mês de setembro como mês final (5 meses);
- 3- Considerando seis coeficientes k distintos entre cada duas vazões médias mensais, consecutivas.

Quanto às alternativas 1 e 2, foram obtidas boas correlações entre os meses inicial e final. No entanto, para os meses intermediários, as vazões estimadas tiveram grande percentual de erro, sendo superestimadas, conforme apresentado para as médias históricas, na Figura 1. Quanto à alternativa 3, não foram obtidas boas estimativas de vazões médias mensais com base nas vazões ocorridas nos meses anteriores, com a utilização das equações 1 e 2.

48
859/04
Magde
RUBRICA

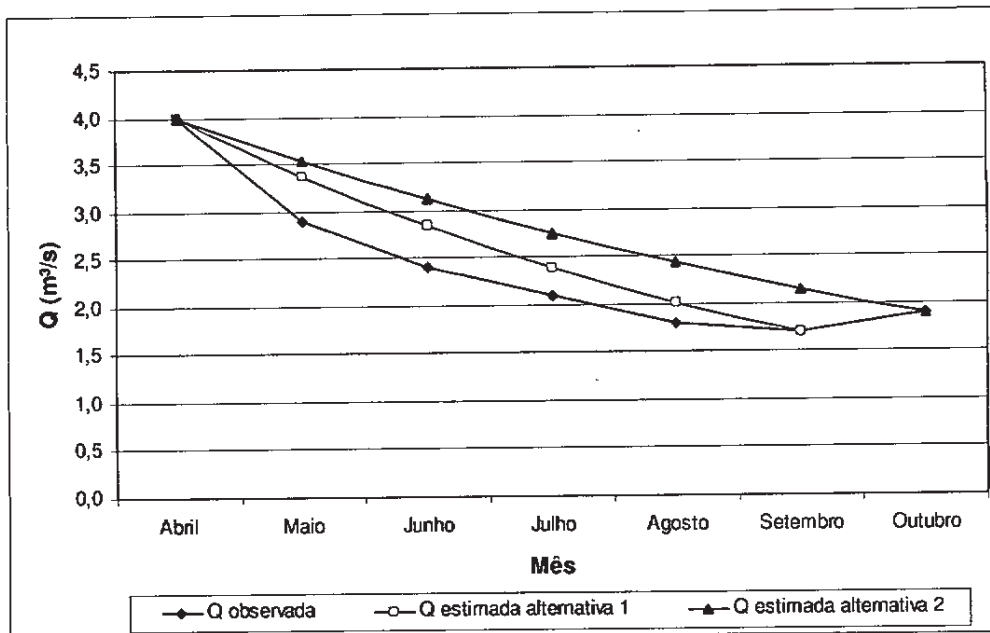


Figura 1 – Relação entre as vazões médias mensais observadas de abril a outubro e as estimadas por meio das alternativas 1 e 2.

Sendo assim, foi verificada a necessidade da determinação de outro método para estimativa das vazões médias mensais para os meses da recessão. A metodologia proposta foi a da estimativa das vazões de cada mês i com base nas vazões ocorridas no mês $i-1$, por meio da equação que obtivesse melhor correlação. Por meio dessa metodologia, foram obtidas equações que levaram a bons coeficientes de determinação, sendo apresentadas essas informações na Tabela 3.

Tabela 3 – Equações de correlação e coeficientes de determinação obtidos

Mês X a Y	Equação	R ²
Abril a Maio	$y = 1,0276x^{0,7281}$	0,842
Mai a Junho	$y = 0,8133x + 0,0848$	0,922
Junho a Julho	$y = 0,8004x + 0,2559$	0,922
Julho a Agosto	$y = 0,9272x - 0,0799$	0,974
Agosto a Setembro	$y = 0,9131x - 0,0241$	0,883
Setembro a Outubro	$y = 1,368x^{0,6852}$	0,855

Por meio da análise das equações e coeficientes de determinação apresentados na Tabela 3 foi verificada a possibilidade de estimar as vazões mínimas de estiagem que irão ocorrer em cada ano com base nas vazões médias ocorridas do mês de abril.

A Figura 2 apresenta, graficamente, a relação entre as vazões médias observadas e as estimadas por meio das equações de correlação apresentadas na Tabela 3, mostrando melhor ajuste em relação à metodologia que utilizou previsões por meio de equações exponenciais.

Com base nas equações acima, foram estimadas as vazões médias mensais de abril a outubro para os anos em que ocorrerem vazões correspondentes àquelas de referência calculadas Q_{95} e Q_{90} . Vale ressaltar que as mínimas médias mensais ocorrem normalmente em setembro. Esses resultados são apresentados na Tabela 4.

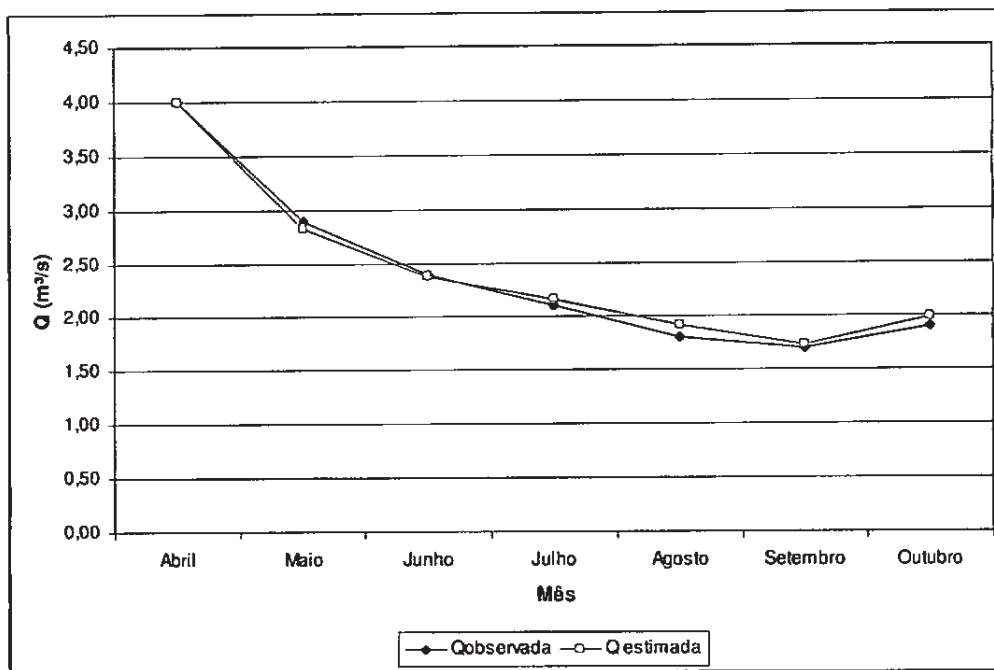


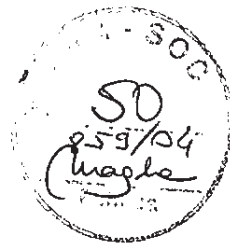
Figura 2 - Relação entre as vazões médias mensais observadas de abril a outubro e as estimadas por meio das equações de correlação.

Tabela 4 - Vazões médias mensais em m^3/s estimadas para os anos em que ocorrem as vazões de referência.

Mês	Q médias mensais (ano Q_{95})	Q médias mensais (ano Q_{90})
Abril	2,406	3,240
Maio	1,947	2,419
Junho	1,668	2,052
Julho	1,591	1,898
Agosto	1,396	1,680
Setembro	1,250	1,510
Outubro	1,594	1,814

Sendo assim, o modelo de disponibilidade hídrica proposto para a análise dos pedidos de outorga na bacia deverá verificar, no primeiro momento, a possibilidade de atendimento das demandas com 95% de garantia.

Posteriormente, de forma anual, com base nas vazões médias ocorridas no mês de abril de cada ano, poderão ser realizadas previsões do decaimento das vazões ao longo do ano e, com isso, determinada a necessidade e o percentual de racionamento de usos. Nesse sentido, com a identificação dos percentuais de racionamento com devida antecedência, os usuários poderão ser alertados e poderão ser minimizados os problemas de falta de água.



Para a análise das demandas na bacia e determinação de possíveis pontos críticos, a bacia do ribeirão Pipiripau foi dividida em 5 trechos, baseados na localização das estações fluviométricas existentes além daquela prevista de instalação na passagem do ribeirão abaixo da BR-020. Essas estações deverão funcionar como pontos de controle e monitoramento de vazões e dos usos de águas. Os trechos definidos foram:

- a) Trecho 1 - córrego Taquara, da sua nascente até a estação Taquara Jusante (36 km²);
- b) Trecho 2 - ribeirão Pipiripau da sua nascente até a estação a ser instalada próximo à ponte da BR-020 (109 km²);
- c) Trecho 3 - ribeirão Pipiripau, da estação da BR-020 até a estação Pipiripau Montante Canal (46,7 km²);
- d) Trecho 4 - ribeirão Pipiripau, da estação Pipiripau Montante Canal até a estação Pipiripau Montante Captação (3,3 km²);
- e) Trecho 5 - ribeirão Pipiripau, da estação Pipiripau Montante Captação até a estação Frinocap (26 km²).

A Figura 3 apresenta os pontos de controle definidos para o presente trabalho e a localização dos usuários cadastrados.

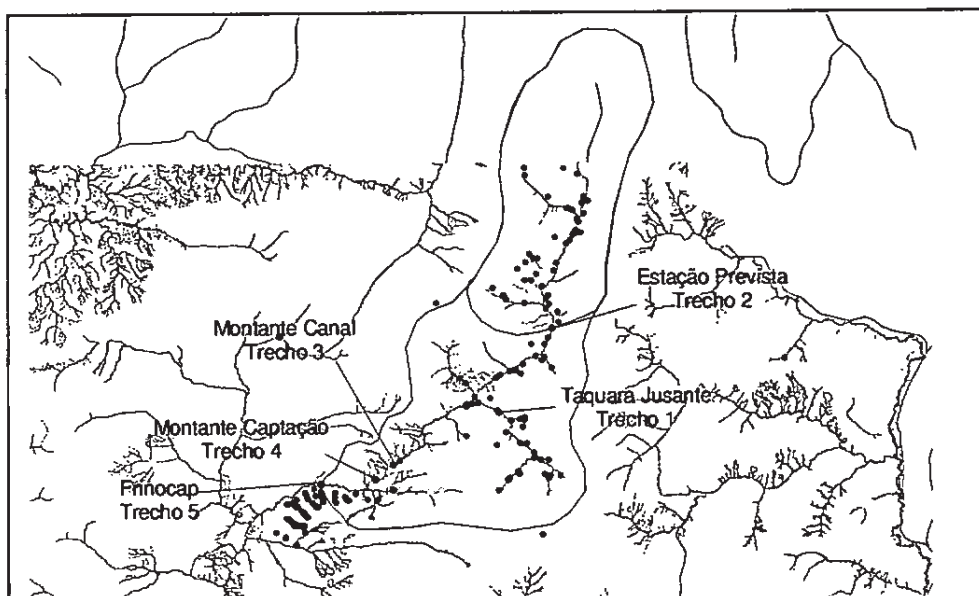


Figura 3 – Localização dos pontos de controle e dos usuários cadastrados

Com base na relação de áreas de drenagem, as vazões de referência podem ser calculadas para cada um dos pontos de controle, em função dos trechos definidos, com a finalidade de verificar pontos críticos e determinar mínimas a serem escoadas para que todos os usos possam ser atendidos.

6. DEMANDAS CONSUNTIVAS TOTAIS

A determinação das demandas consuntivas existentes na bacia do ribeirão Pipiripau foi realizada por meio do cadastramento de usuários. Esse cadastro foi realizado



conjuntamente entre a ANA, a SEMARH-DF e a SEMARH-GO, com a finalidade de regularização dos usos de recursos hídricos em toda a bacia do ribeirão Pipiripau, embasado na Resolução ANA nº 250/2004. O método utilizado de cadastramento foi o declaratório, no qual cada usuário apresenta as informações referentes aos seus usos.

Sendo assim, a regularização iniciou-se com a convocação dos usuários para cadastramento dos seus usos e deverá ter como última etapa a emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos pela respectiva autoridade outorgante, em conformidade com a dominialidade do corpo hídrico. Os usuários que deverão receber suas outorgas pela ANA são aqueles cujas captações se dão na calha do próprio ribeirão Pipiripau, de domínio da União. Deverá ser observada, ainda, a legislação específica que trata de vazões insignificantes.

A maior parte dos usos cadastrados se refere à irrigação. Nesse sentido, o processo de quantificação das demandas hídricas foi realizado a partir da utilização de coeficientes referentes a cada uso consuntivo como, por exemplo, o coeficiente de cultivo (K_c) das culturas plantadas no que se refere ao uso de água para irrigação, bem como o método utilizado.

A partir dos resultados do cadastro realizado, os usos de águas foram sazonalizados para cada mês e o somatório é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Demandas consuntivas na bacia do ribeirão Pipiripau

Mês	Demanda (m ³ /s)	Mês	Demanda (m ³ /s)	Mês	Demanda (m ³ /s)
Janeiro	0,427	Mai	0,702	Setembro	0,918
Fevereiro	0,427	Junho	0,720	Outubro	0,612
Março	0,431	Julho	0,772	Novembro	0,428
Abril	0,547	Agosto	0,884	Dezembro	0,427

Fonte: Banco de dados do cadastramento de usuários.

Para utilização no sistema proposto, as demandas cadastradas foram divididas por trecho e são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Demandas consuntivas divididas por trecho.

Mês\Trecho	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4	Trecho 5	Total
Janeiro	0,001	0,025	0,000	0,001	0,400	0,427
Fevereiro	0,001	0,025	0,000	0,001	0,400	0,427
Março	0,002	0,025	0,002	0,002	0,400	0,431
Abril	0,023	0,038	0,034	0,049	0,402	0,547
Mai	0,049	0,071	0,062	0,116	0,404	0,702
Junho	0,050	0,073	0,073	0,120	0,404	0,720
Julho	0,059	0,082	0,085	0,142	0,404	0,772
Agosto	0,084	0,100	0,110	0,185	0,406	0,884
Setembro	0,079	0,119	0,114	0,200	0,406	0,918
Outubro	0,029	0,057	0,049	0,074	0,403	0,612
Novembro	0,001	0,025	0,001	0,001	0,400	0,428
Dezembro	0,001	0,025	0,000	0,001	0,400	0,427

As informações constantes da Tabela 6 são apresentadas na Figura 4. Por meio de sua análise pode ser verificado que nos trechos 1 a 4, em que praticamente todos os usos são com a finalidade de irrigação, há grande variação ao longo do ano, sendo as maiores vazões captadas no período de maio a setembro. Quanto ao trecho 5, em que é realizada a captação da Caesb, não é observada grande sazonalidade nas vazões de captação.

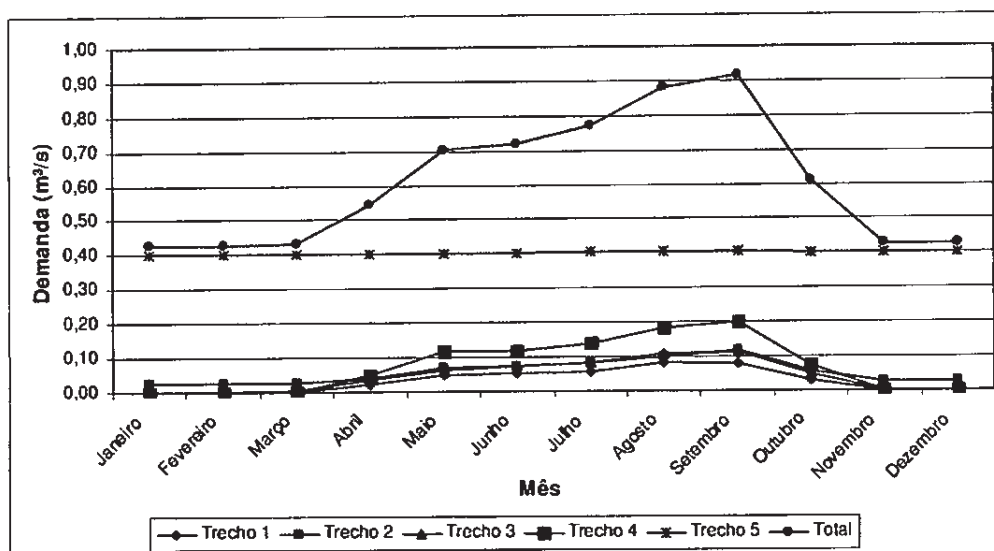


Figura 4 – Demandas consuntivas por trecho.

7. VAZÃO DE RESTRIÇÃO

A vazão de restrição deve ser aquela necessária a ser mantida no rio de forma a assegurar a manutenção e a conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, dos aspectos da paisagem, além de outros de interesse científico ou cultural.

Há diversas metodologias possíveis de determinação das vazões ecológicas, podendo ser citados o método de Tennant, método do perímetro molhado e métodos estatísticos ou probabilísticos.

Para análise e definição das vazões ecológicas a serem utilizadas na bacia em questão foram verificadas no primeiro momento algumas estatísticas referentes às vazões mínimas já ocorridas na série histórica analisada da estação Frinocap, para o período de 1971 a 1988.

A vazão mínima histórica ocorrida nesse período foi de $0,590\text{m}^3/\text{s}$, que corresponde a 47% da vazão Q_{95} e 76% da vazão $Q_{7,10}$, calculada no Plano referido anteriormente.

Foi determinado, ainda, o número de dias de cada ano em que as vazões escoadas foram inferiores à Q_{95} e são apresentados na Tabela 7.



Tabela 7 – Número de dias por ano abaixo da vazão Q_{95}

Ano	Nº de dias abaixo da Q_{95}	Ano	Nº de dias abaixo da Q_{95}	Ano	Nº de dias abaixo da Q_{95}
1971	110	1977	0	1983	0
1972	0	1978	0	1984	0
1973	13	1979	0	1985	0
1974	8	1980	0	1986	28
1975	14	1981	0	1987	125
1976	0	1982	0	1988	0

Conforme pode ser verificado pela análise das informações constantes da Tabela 7, a média do número de dias abaixo da Q_{95} para a série analisada é de 17 dias por ano. No entanto, em 12 dos 18 anos da série analisada não ocorreram vazões inferiores à Q_{95} , mas no ano de 1987, por exemplo, ocorreram 125 dias em que a vazão escoada foi inferior à Q_{95} .

O critério de outorga atualmente adotado na ANA para a emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos é de 70% da Q_{95} , de forma a manter uma vazão mínima residual de 30% da mesma Q_{95} . Esse critério é o mesmo adotado pela SEMARH-GO. No caso do Distrito Federal, a SEMARH-DF considera como vazão outorgável o correspondente a 80% da Q_{90} , levando, conseqüentemente à vazão residual mínima de 20% da Q_{90} . Como a vazão Q_{90} é de 1,510 m³/s o valor de 20% de Q_{90} é 0,302m³/s, que corresponde a cerca de 25% Q_{95} .

Sendo assim, considerando as características do presente estudo e as vazões de restrição adotadas pelos órgãos gestores de recursos hídricos, as vazões mínimas a serem mantidas para a manutenção do meio biótico foram simuladas em percentuais de 25 e 30% da vazão de referência Q_{95} .

8. ESTIMATIVAS DE PERDAS NO DISTRITO SANTOS DUMONT

Para a estimativa de perdas no Distrito Santos Dumont, foram confrontadas as informações referentes a medições de vazões de entrada no Canal, com as vazões calculadas como necessárias às irrigações existentes e cadastradas do Distrito.

Quanto às informações referentes às vazões de entrada no canal, foram utilizados os dados de medições realizadas no local. A CAESB monitora as vazões de entrada no canal por meio de uma medição mensal desde 1991 a 2004. No que se refere às demandas de vazões para os usos no Distrito Santos Dumont, foram utilizados os resultados do cálculo referente às necessidades hídricas para os usos cadastrados. Essas demandas são aquelas referentes ao trecho 4 informado no item 6 desta Nota Técnica, referente às demandas consuntivas totais.

A Tabela 8 apresenta os resultados do confronto entre as vazões captadas médias para os meses mais secos do ano e as vazões realmente necessárias para os usos, com determinação das perdas médias.

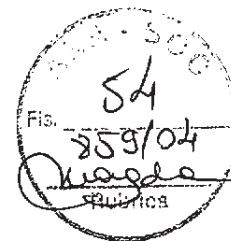


Tabela 8 – Vazões de captação do canal e as vazões necessárias para os usos cadastrados

Mês	Q captação canal (m³/s)	Q necessária (m³/s)	Perdas (m³/s)
Maio	0,415	0,116	0,299
Junho	0,420	0,120	0,301
Julho	0,423	0,142	0,282
Agosto	0,401	0,185	0,216
Setembro	0,394	0,200	0,194
Outubro	0,386	0,074	0,312
Média	0,406	0,139	0,267

Sendo assim, as perdas médias atuais de vazão no Distrito Santos Dumont no período de maio a outubro, são de cerca de 0,267m³/s. Esse valor representa as perdas por infiltração no canal, por infiltração e evaporação nos reservatórios existentes nas propriedades e dos sistemas de irrigação existentes.

9. BALANÇO HÍDRICO

O balanço hídrico de análise das relações entre demandas existentes e disponibilidade hídrica pode ser realizado a partir do momento em que todas as variáveis são conhecidas. No presente trabalho, as informações utilizadas foram as seguintes:

- Disponibilidade hídrica dada por meio das vazões de referência calculadas e apresentadas nos itens 4 e 5;
- Demandas de águas na bacia, advindas do cadastramento de usuários realizado e apresentado no item 6 desta Nota Técnica;
- Vazão de restrição mínima a ser mantida no curso de água para manutenção do meio biótico, apresentada no item 7;
- Perdas existentes no Distrito Santos Dumont, apresentadas no item 8 desta Nota Técnica.

Sendo assim, as informações supracitadas foram reunidas em um sistema de análise com o objetivo de verificar a possibilidade de atendimento a todos os usos verificados.

A análise realizada verificou a impossibilidade de atendimento de todas as demandas existentes nos anos em que ocorrerem vazões correspondentes à Q_{95} . Nesses anos, durante os meses de agosto e setembro haverá falhas de atendimento, verificando a necessidade de racionamento de captações de águas.

Para determinação da metodologia a ser adotada de racionamento de captações, foi definida a priorização dentre os diversos setores de usos. Em função da legislação de recursos hídricos existente, a ordem de prioridades adotada foi a seguinte:

1. Abastecimento humano e dessedentação de animais;
2. Manutenção dos ecossistemas;
3. Irrigação e piscicultura;
4. Mineração e outros usos.



Segundo o critério adotado seria atendido o setor de menor prioridade se aquele mais prioritário estivesse 100% abastecido. Com base nessa premissa e considerando a vazão de restrição correspondente a 30% de Q_{95} , foi verificado que nos anos em que essa vazão de referência ocorresse haveria a possibilidade de atendimento de apenas 82% dos usos referentes à prioridade 3 no mês de agosto e 60% no mês de setembro.

Foram, então, realizadas simulações alterando o percentual de restrição de 30% para 25% da vazão de referência Q_{95} e verificando as necessidades de racionamento com a redução de perdas no Distrito Santos Dumont. A Tabela 9 apresenta os resultados destas simulações, com os percentuais de atendimento aos usos da prioridade 3, para os meses de agosto e setembro.

Tabela 9 – Atendimento aos usos referentes à prioridade 3 em agosto e setembro

Vazão estimada de perdas (L/s)	Atendimento em agosto (%)		Atendimento em setembro (%)	
	Q Restrição de 30% Q_{95}	Q Restrição de 25% Q_{95}	Q Restrição de 30% Q_{95}	Q Restrição de 25% Q_{95}
0	100	100	87	100
100	100	100	77	87
150	98	100	71	80
200	91	100	66	75
267	82	91	60	68

Com a redução das perdas existentes, as vazões de consumo são reduzidas e, conseqüentemente, é aumentado o percentual de atendimento aos usos nos períodos de escassez. Sendo assim, é relevante que seja verificada a possibilidade de redução de perdas dos usuários de águas, principalmente no que se refere aos referentes ao Distrito Santos Dumont.

Conforme informado anteriormente, na situação atual de usos na bacia, não seria possível atender a todos os usos de águas durante os meses de agosto e setembro dos anos em que fosse prevista a ocorrência de vazão correspondente à de referência Q_{95} . Sendo assim, foram estudadas as vazões necessárias nos meses de agosto e setembro, nos cinco pontos de controle em que é previsto o monitoramento de vazões, para que não fosse necessário o racionamento de usos na bacia. Essas vazões, que seriam as vazões de entrega de um trecho para outro, são apresentadas na Tabela 10, para dois valores simulados de perdas no Distrito Santos Dumont.

Tabela 10 – Vazões mínimas nos pontos de controle em agosto e setembro para a não ocorrência de racionamento de usos.

Ponto de Controle	Q_{min} (m^3/s) Considerando perdas (0,267 m^3/s)	Q_{min} (m^3/s) Considerando perdas (0,150 m^3/s)
1- Taquara	0,175	0,156
2- Pipiripau BR 020	0,651	0,593
3- Pipiripau Montante Canal	1,041	0,940
4- Pipiripau Montante Caesb	0,600	0,600
5- Pipiripau Frinocap	0,375	0,375



Dessa forma, é importante definir as cotas nas réguas limnimétricas das estações fluviométricas existentes para cada uma dessas vazões estabelecidas como de entrega. Sua relevância se dá em função de que cada usuário saiba que, quando o curso de água estiver escoando abaixo daquela determinada cota na régua instalada, deverá ocorrer racionamento de usos na bacia. Em função desse fato, poderá ser criada uma cultura dentre os usuários de entender o monitoramento de vazões realizado por meio das réguas instaladas e leitura de cotas e, com isso, sabendo de sua importância, eles poderão cuidar e ajudar a manter as estações existentes.

10. CONCLUSÕES

Em função do exposto, algumas conclusões podem ser verificadas para viabilizar a emissão das outorgas de direito de uso de recursos hídricos para os usuários cadastrados.

A forma atual de utilização das águas na bacia do ribeirão Pipiripau não é sustentável e os cálculos demonstraram que nos anos em que ocorre a vazão de referência Q_{95} ou menor, haveria a necessidade de racionamento de usos na bacia nos meses de agosto e setembro.

No entanto, estudando possibilidades de redução de perdas e otimização dos usos, os percentuais de atendimento aos usos nos anos de escassez podem ser incrementados, no sentido de se atingir percentuais sustentáveis.

Nesse sentido, como resultado da análise dos pedidos de outorga em questão propõe-se que sejam outorgadas as vazões solicitadas, com algumas condições a serem cumpridas. No início de maio de cada ano deverão ser realizadas verificações em função da vazão média ocorrida no mês de abril e das estimativas de vazões disponíveis nos pontos de controle do ribeirão Pipiripau para os meses de maio a outubro. Com base nessas informações, será verificada a necessidade de realização de racionamento de usos na bacia. Serão determinados, então, os percentuais de racionamento necessários a cada ano de forma a possibilitar o atendimento igualitário a todos aqueles de mesma prioridade de uso. Os percentuais de racionamento dos meses de agosto e setembro poderão ser determinados nos meses de maio ou junho, portanto com antecedência suficiente para que possam ser minimizadas possíveis perdas dos usuários.

11. RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise realizada dos pedidos de outorga em questão, algumas recomendações podem ser realizadas para cumprimento das condições propostas nas outorgas a serem emitidas.

Deve ser instalada a estação fluviométrica proposta no ribeirão Pipiripau na ponte da rodovia BR 020, próximo ao ponto de coordenadas geográficas de latitude $15^{\circ}34'52''$ S e longitude $47^{\circ}30'21''$ W. Essa estação apoiará o monitoramento dos usos referentes na parte mais alta da bacia do ribeirão Pipiripau.



Deve ser verificada a possibilidade de emissão de uma outorga coletiva para todos os usuários, exceto a Caesb, em que estejam todas as informações referentes a seus usos. Isso é importante para que a validade seja semelhante e para que todos os usuários tenham as informações sobre os usos dos outros e possam ser responsáveis pela própria fiscalização de usos na bacia.

Quanto ao racionamento de usos proposto, este deve estar apresentado na Resolução de outorga a ser emitida de forma que cada usuário saiba que durante os meses de maio ou junho as vazões outorgadas serão reavaliadas e podem ser racionadas nos meses de agosto e setembro.

Outro aspecto importante a ser ressaltado se refere ao fato de que, com o monitoramento proposto de vazões a cada mês considerando as vazões utilizadas, cada usuário poderá observar a importância das régua das estações fluviométricas e, conseqüentemente, ajudar a preservá-las.

Enfim, para que o sistema proposto realmente funcione é importante que haja um processo de comunicação efetiva na bacia em que, caso os resultados das análises realizadas em maio ou junho de cada ano concluam pelo racionamento de usos, os usuários sejam informados a tempo de tomarem decisões quanto à redução de plantios. É importante, ainda, que eles estejam conscientizados quanto à necessidade de participação de cada um no sentido de cumprir suas atribuições quanto aos termos de suas outorgas e, ainda, apoiar a fiscalização do cumprimento dos termos pelos outros usuários da bacia.

Vale ressaltar que a emissão das outorgas não impede que sejam realizadas ações por parte dos usuários para a redução dos consumos de água. Ações como o revestimento do Canal Santos Dumont, a mudança de métodos de irrigação para outros que consomem menos água por unidade de área ou a alteração de épocas de plantio no sentido de reduzir captações durante os meses de agosto e setembro podem ser bastante positivas no sentido de evitar racionamentos em anos futuros.

Quanto à outorga do canal Santos Dumont, esta deverá ser avaliada pela ANA ao longo do processo de regularização, sendo que o valor outorgado deverá ficar condicionado à redução das perdas no canal.

Sendo assim, encaminho esta Nota Técnica para deliberação superior.

LEONARDO MITRE ALVIM DE CASTRO
Especialista em Recursos Hídricos

De acordo:

LUCIANO MENESES CARDOSO DA SILVA
Especialista em Recursos Hídricos
Gerente de Outorga/SOC