

RESOLUÇÃO Nº 429, DE 04 DE AGOSTO DE 2004

Delega competência e define os critérios e procedimentos para a outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio da União no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso XVII, do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a **DIRETORIA COLEGIADA**, em sua 134ª Reunião Ordinária, realizada em 04 de agosto de 2004, com fundamento no art. 4º, incisos I, II e IV, e no art. 12, incisos I, IV e V, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000,

Considerando o disposto no art. 20, inciso III, da Constituição Federal, que define as correntes de água que banham mais de um Estado como bens da União;

Considerando o disposto no art. 21, inciso XIX, da Constituição Federal, que define como competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direito de uso;

Considerando o art. 22, inciso IV, da Constituição Federal, que define como competência privativa da União legislar sobre água;

Considerando o disposto no art. 14, §1º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que autoriza o Poder Executivo Federal delegar aos Estados e ao Distrito Federal a competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União;

Considerando que o Sistema Cantareira, que envolve os Rios Atibaia e Jaguari e seus respectivos formadores, demanda uma gestão compartilhada entre a União e os Estados de São Paulo e Minas Gerais;

Considerando que os Estados de São Paulo e Minas Gerais possuem infra-estrutura técnica e administrativa necessária para a concessão de outorgas;

Considerando as conclusões do Estudo Técnico ANA – Doc. 12023/2004, desenvolvido para estabelecimento das condições de operação do Sistema Cantareira; e

Considerando as projeções de consumo apresentadas na Nota Técnica ANA – Doc. 12024/2004

Resolveu:

DA DELEGAÇÃO DE COMPETÊNCIA

Art. 1º Delegar aos Estados de São Paulo e Minas Gerais, por intermédio das suas respectivas entidades outorgantes o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, a competência para outorgas preventivas e do direito de uso dos recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no âmbito do respectivo território, incluindo-se os Rios

Piracicaba, Jaguari até a confluência com o Rio Camanducaia (MG) (46,31°W; 22,84°S), Atibaia, Camanducaia ou Guardinha, Camanducaia (MG), os Ribeirões do Cancã ou da Cachoeirinha, dos Godóis, e os Córregos do Abel e Guaraiúva no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba.

Parágrafo único. Para os fins desta Resolução, fica definido que:

I – as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí referenciadas pelos exutórios dos cursos principais no Rio Tietê de coordenadas (48,33°W; 22,62°S), (47,76°W; 22,98°S) e (47,3°W; 23,21°S), respectivamente, serão denominadas simplesmente BACIAS;

II – corresponderá à outorga preventiva da ANA a outorga de implantação de empreendimento, no âmbito do Estado de São Paulo, e a manifestação prévia, no âmbito do Estado de Minas Gerais; e

III – corresponderá à outorga de direito de uso de recursos hídricos da ANA os demais atos de outorga realizados pelas autoridades outorgantes estaduais.

Art. 2º A delegação de competência referida nesta Resolução compreende os atos de outorga preventiva e de outorga de direito de uso para:

I - derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II – lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, observada a legislação pertinente;

III – aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e

IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente no corpo de água.

§ 1º Independem de outorga as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes, ficando, contudo, sujeitos a cadastro de acordo com o previsto na legislação de recursos hídricos.

§ 2º Os critérios específicos para estabelecimento dos usos insignificantes serão propostos pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, criado pelo Decreto da Presidência da República de 20 de maio de 2002, e aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

Art. 3º A ANA, o DAEE e o IGAM deverão, de forma articulada, viabilizar a troca de informações visando à implantação e manutenção do Sistema Unificado de Informações e de suporte aos atos de outorga resultantes da presente delegação.

Art. 4º Ficam ratificados os atos de outorga de direito de uso já emitidos pelas autoridades outorgantes ANA, DAEE e IGAM, no âmbito das BACIAS.

Parágrafo único. Poderão ser revistas as outorgas a que se refere o *caput*, exceto para o consumo humano e a dessedentação de animais, caso se tornem insustentáveis por fato superveniente ou incompatíveis com as condições de operação definidas para o Sistema Cantareira, conforme resolução conjunta ANA/DAEE.

DOS CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS DE OUTORGA

Art. 5º Os atos de outorga observarão as restrições decorrentes do balanço entre disponibilidade hídrica e demanda, em termos quantitativos e qualitativos, realizado de forma integrada no âmbito das BACIAS.

Parágrafo único. A vazões estabelecidas no ato da outorga do Sistema Cantareira deverão respeitar as condições de operação especificadas em Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428 de de agosto de 2004.

Art. 6º Considerar-se-á como vazão de referência a vazão natural mínima de 7 (sete) dias consecutivos e 10 (dez) anos de tempo de recorrência ($Q_{7,10}$) ou a vazão mínima defluente a jusante de reservatórios, acrescida da vazão $Q_{7,10}$ da área incremental do trecho, excetuando-se o Sistema Cantareira, que observará as disposições consignadas em Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428 de 04 de agosto de 2004.

§ 1º As outorgas estarão condicionadas às prioridades de uso estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos das BACIAS.

§ 2º Quando omissos o Plano de Recursos Hídricos, as outorgas para novos empreendimentos priorizarão o uso para abastecimento humano e para dessedentação animal, sendo exigida eficiência acima de 70% (setenta por cento) nos usos dos recursos hídricos para irrigação.

§ 3º Sem prejuízo do disposto no §1º deste artigo, serão observadas as seguintes condições:

I – vazão máxima outorgável de 30% (trinta por cento) da vazão de referência, em cada trecho, nas correntes de água situadas a montante do Sistema Cantareira, considerando que o somatório das outorgas emitidas não deverá exceder $1,70 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme projeções apresentadas na Nota Técnica ANA – Doc. 12024/2004.

II - vazão máxima outorgável de 50% (cinquenta por cento) da vazão de referência, em cada trecho nas correntes de água situadas a jusante do Sistema Cantareira; e

III - havendo critérios divergentes ou incompatíveis com as particularidades de cada trecho das BACIAS, caberá à ANA, ao DAEE e ao IGAM, em conjunto, compatibilizá-los.

Art. 7º As outorgas para lançamento de efluentes, no que se refere ao despejo de cargas poluentes, serão balizadas pelos limites e metas estabelecidos nos planos de recursos hídricos das BACIAS.

DA INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Art. 8º Para efeito da formação de um banco de dados integrado, as entidades outorgantes delegatárias encaminharão à ANA relatórios semestrais das outorgas emitidas, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

I – identificação do outorgado;

II – endereço do empreendimento;

III – localização geográfica das intervenções outorgadas (coordenadas geográficas);

IV – nome do corpo hídrico e da sub-bacia;

V – finalidade do uso da água;

VI – vazões máxima e média de captação;

VII – regime de variação em termos de sazonalidade mensal, dias/mês e horas/dia, onde couber;

VIII – vazões máxima e média de lançamento, onde couber;

IX – cargas orgânicas em termos de kg de DBO/dia, nos lançamentos outorgados; e

X – informações referentes ao balanço hídrico quali-quantitativo, na forma dos percentuais comprometidos em cada trecho das BACIAS e respectivas sub-bacias.

§ 1º As informações relacionadas neste artigo alimentarão o Sistema Uniformizado de Informações.

§ 2º As informações previstas no inciso IX deste artigo serão obtidas pelo DAEE junto à CETESB, repassados à ANA e registrados no Sistema Unificado de Informações.

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 9º As regras de delegação de competência contidas nesta Resolução aplicam-se tanto às outorgas preventivas e às outorgas de direito de uso quanto à renovação das outorgas em vigor na data da publicação desta Resolução.

Parágrafo Único. Expirado o prazo de validade da outorga, permanecem com direito ao uso correspondente até o pronunciamento oficial da autoridade outorgante, os requerentes que protocolizarem seus pedidos de renovação com antecedência mínima de 90 (noventa) dias da data do vencimento.

Art. 10. O uso dos recursos hídricos nas BACIAS está sujeito à cobrança, nos termos dos arts. 19 a 21 da Lei nº 9.433, de 1997, e do art. 4º, inciso VIII, da Lei nº 9.984, de 2000.

Art. 11. Os usos de recursos hídricos decorrentes de outorga conferida em conformidade com esta Resolução estão sujeitos à fiscalização da ANA e das próprias entidades outorgantes delegatárias.

Parágrafo único. A autoridade delegatária deverá informar imediatamente a ANA a constatação de irregularidade dos usos de recursos hídricos nas BACIAS ou de qualquer uso em desacordo com as regras definidas nesta Resolução.

Art. 12. Os atos de outorga decorrentes desta Resolução não substituem nem dispensam o outorgado de requerer certidões, alvarás, licenças exigidas por normas municipais, estaduais ou federais, bem como as previstas para controle de poluição das águas e proteção ambiental.

Art. 13. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

ESTUDO TÉCNICO

SUBSÍDIOS PARA A ANÁLISE DO PEDIDO DE OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA E PARA A DEFINIÇÃO DAS CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DOS SEUS RESERVATÓRIOS

Coordenação

Benedito Braga

Supervisão

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho
Superintendente de Usos Múltiplos

Francisco Lopes Viana
Superintendente de Outorga e Cobrança

João Gilberto Lotufo Conejo
Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos

Elaboração

Martha Regina von Borstel Sugai
Marcos Airton de Sousa Freitas
Márcio Tavares Nóbrega
Luciano Cardoso Meneses Da Silva
Silvia Cláudia Semensato Povinelli

Julho de 2004

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO**
 - 2. O SISTEMA CANTAREIRA**
 - 3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS**
 - 3.1. Região Metropolitana de São Paulo – RMSP**
 - 3.2. Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**
 - 4. SÉRIES DE VAZÕES NATURAIS MÉDIAS MENSAS**
 - 5. SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA**
 - 5.1 Simulação dos reservatórios isoladamente**
 - 5.2 Simulação dos reservatórios em conjunto**
 - 6. ALOCAÇÃO DE ÁGUA DO SISTEMA CANTAREIRA**
 - 6.1 Premissas adotadas na construção das Curvas de Aversão a Risco – CAR para o Sistema Equivalente**
 - 6.2 Obtenção das Curvas de Aversão a Risco – CAR para o Sistema Equivalente**
 - 6.3 Partição da vazão de retirada**
 - 7. CONCLUSÕES**
 - 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- ANEXO I PORTARIA MME Nº 750, DE 5 DE AGOSTO DE 1974**
- ANEXO II PORTARIA ANA Nº 47, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2004**
- ANEXO III DESCRIÇÃO DETALHADA DOS COMPONENTES DO SISTEMA CANTAREIRA**
- ANEXO IV RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES PARA CONCESSÃO DA OUTORGA**
- ANEXO V A POSIÇÃO DA AGÊNCIA DA BACIA DO ALTO TIETÊ PARA A DISCUSSÃO DA RENOVAÇÃO DA OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA**
- ANEXO VI SÉRIES MENSAS DE VAZÃO AFLUENTE NATURAL PARA OS RESERVATÓRIOS JAGUARI-JACAREÍ, CACHOEIRA, ATIBAINHA, PAIVA CASTRO E DO SISTEMA EQUIVALENTE**

ANEXO VII CURVAS DE AVERSÃO A RISCO - VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO

ANEXO VIII CURVAS DE AVERSÃO A RISCO - VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO DESCONTADAS DE UM CONSUMO EFETIVO À MONTANTE

ANEXO IX VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE - VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO

ANEXO X VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE - VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO DESCONTADAS DE UM CONSUMO EFETIVO À MONTANTE

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira é formado por uma série de reservatórios, túneis e canais, que captam e desviam água de alguns dos cursos de água da bacia do rio Piracicaba, para o rio Juqueri, na bacia do Alto Tietê, donde, no reservatório de Paiva Castro, as águas são bombeadas para o reservatório de Águas Claras, tendo como finalidade o abastecimento de parte da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP.

A autorização para essa derivação de até 33m³/s foi dada pela Portaria nº 750, do Ministério das Minas e Energia – MME, publicada em 08 de agosto de 1974, estabelecendo um prazo de 30 anos de vigência dessa autorização (ver Anexo I).

A importância do Sistema Cantareira, sobretudo pelos montantes hídricos envolvidos, é evidenciada nos planos de recursos hídricos tanto das bacias doadoras como das receptoras de suas águas, além do Plano Diretor do Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP (PDAA-RMSP).

Com o objetivo de obter subsídios para o exame do pedido de renovação da outorga, a Diretoria Colegiada, através da Portaria nº 47 de 20 de fevereiro de 2004, instituiu um Grupo de Estudos (ver Anexo II). Esse grupo, coordenado pelo Diretor Benedito Braga, contou com a participação de três Superintendências: Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), Outorga e Cobrança (SOC) e Usos Múltiplos (SUM). Este estudo técnico apresenta os resultados dos trabalhos elaborados pelo grupo com sugestões relativas a prioridades de atendimento das demandas de água para a RMSP e para a bacia do rio Piracicaba, bem como sugestões relativas à definição das condições de operação dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na bacia do rio Piracicaba, pertencentes ao Sistema Cantareira.

2. O SISTEMA CANTAREIRA

O Sistema Cantareira é formado por seis reservatórios – Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Águas Claras – ligados por túneis, canais e trechos perenizados, tendo como destino a ETA Guaraú. A Figura 1 mostra o esquema físico do Sistema e a Figura 2 o seu perfil esquemático. No Anexo III estão descritos detalhadamente os diversos componentes do mesmo.



Figura 1 – Esquema físico do Sistema Cantareira

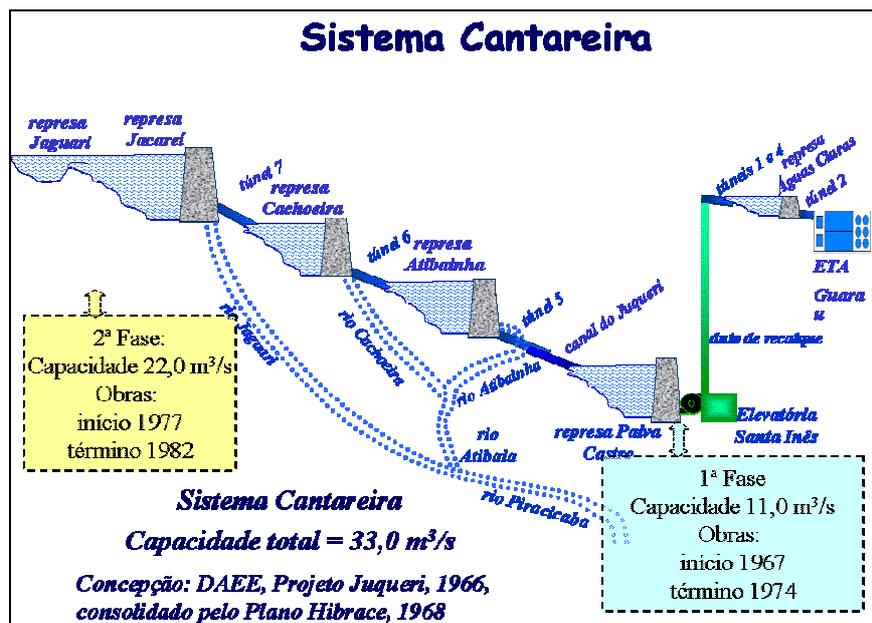


Figura 2 – Perfil esquemático do Sistema Cantareira

Conforme se pode observar na Figura 2, a água é transferida ao longo dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro por gravidade. Através da Estação Elevatória de Santa Inês, a água é bombeada para o reservatório de Águas Claras, transpondo a Serra da Cantareira. Desde o reservatório de Águas Claras, as águas seguem por gravidade à Estação de Tratamento de Água do Guarau (ETA Guarau), responsável pelo tratamento de água para cerca da metade da população da RMSP. Na Figura 3 são mostradas as áreas de influência dos diversos sistemas de abastecimento da RMSP, incluindo a região suprida com as águas providas do Sistema Cantareira.

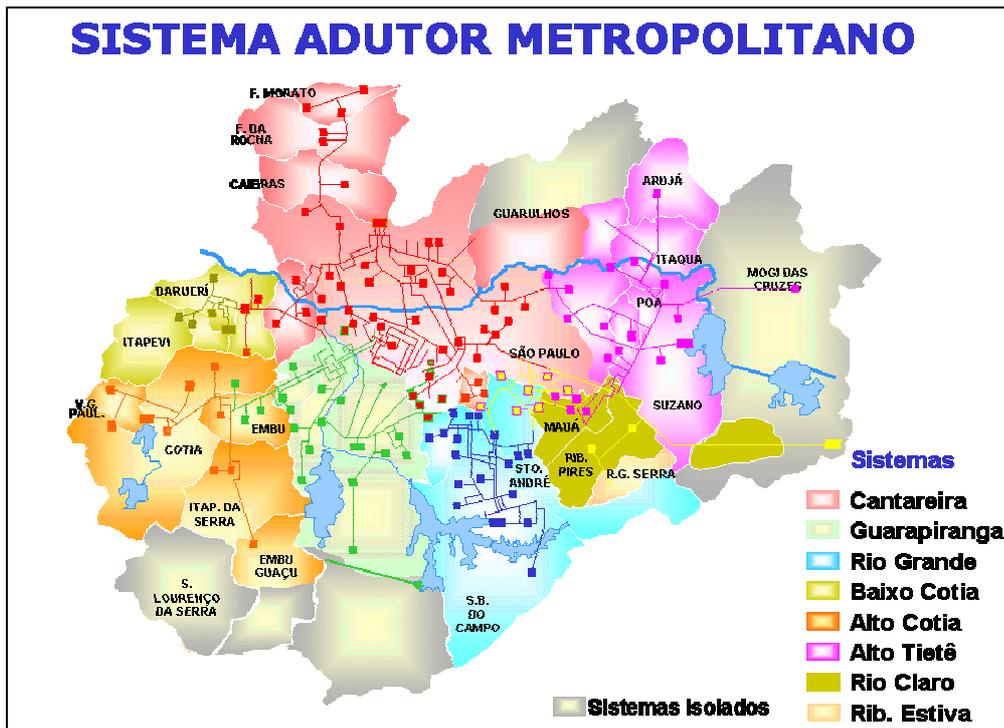


Figura 3 – Áreas de influência dos sistemas adutores da Região Metropolitana de São Paulo

O crescimento acelerado da RMSP, ainda na década de 60, foi acompanhado pela instalação e desenvolvimento de um importante parque industrial na região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (bacias PCJ), que para fins de gestão de recursos hídricos constituem uma única unidade integrada de gerenciamento, tendo como principal pólo, a cidade de Campinas. Além desse viés de industrialização, implementado a partir da década de 60, as bacias PCJ já àquela época concentravam um importante pólo de desenvolvimento da agroindústria sucro-alcooleira, com importantes impactos negativos na qualidade das águas das bacias, dado o lançamento de rejeitos.

O atendimento das demandas de água das bacias PCJ, concentradas, sobretudo, a jusante do Sistema Cantareira, é realizado a partir das disponibilidades hídricas da área incremental, que tem alto potencial hídrico e representa 84,5% da área da bacia do rio Piracicaba.

A partir da implantação do Sistema Cantareira, houve uma demanda das bacias PCJ para manutenção de uma vazão mínima a jusante das barragens do Sistema Cantareira, sobretudo no período de estiagem, quando a baixa qualidade da água, fruto das reduzidas vazões, encarece sobremaneira o tratamento das águas para abastecimento público.

Como já foi mencionado, em 08 de agosto de 2004 vence a autorização dada a SABESP, para derivar até 33m³/s, das águas provenientes dos rios Jaguari, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, do chamado Sistema Cantareira (ver Anexo I).

Os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Comitês PCJ aprovaram, através da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 007/04, de 1º de junho de 2004, o documento “Recomendações para o estabelecimento das condições para concessão da outorga”, que é reproduzido no Anexo IV deste estudo. Tal documento recomenda o prazo de 10 anos para vigência da futura outorga a partir de agosto de 2004, aceita a transposição de no máximo 31m³/s da bacia do Piracicaba pelo Sistema Cantareira e estabelece uma progressão das vazões a serem liberadas para a bacia do rio Piracicaba, que inicia com 4 m³/s e chega a 7 m³/s em 2010.

A posição da Agência da Bacia do Alto Tietê para a discussão da renovação da outorga do Sistema Cantareira, reproduzida no Anexo V, que ainda está sob apreciação do Comitê do Alto Tietê, sugere fundamentalmente:

- “a renovação da Outorga, mantendo a autorização para a Sabesp derivar até 33m³/s do Sistema Cantareira para abastecimento da RMSP, dos quais 31m³/s da bacia do Piracicaba.
- a implantação imediata de um Sistema de Gestão Integrada e Compartilhada dos recursos hídricos do Sistema que garanta apenas o uso de determinados volumes de água armazenada nos reservatórios sem determinação das cargas fixas.”

3. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

3.1. Região Metropolitana de São Paulo – RMSP

A RMSP, composta por 39 municípios, ocupa uma área de 1.524 km², sendo a maior do Brasil, e concentra uma parte significativa de toda a produção de riqueza do País, com intensa vocação industrial. O desenvolvimento da cidade de São Paulo teve como base a expansão da lavoura de café no século XIX, que resultou em acumulação de capital. Já na primeira metade do século XX, o capital acumulado com o café serviu para o financiamento da implantação e da consolidação do parque industrial. Com isso, a cidade de São Paulo e suas vizinhas, que mais tarde viriam a formar a RMSP, tornaram-se um forte pólo de atração, consolidando para a região o título de metrópole nacional.

A conseqüência dessa concentração industrial foi o desenvolvimento de um setor terciário extremamente dinâmico, com o estabelecimento de um comércio intenso e uma rede de serviços ampla e diversificada, que deu o tom do desenvolvimento na segunda metade do século XX. Paralelamente a esse processo de desenvolvimento econômico, houve um intenso crescimento do contingente populacional, não só pelo crescimento vegetativo da população, mas também pela migração interna, que transferiu muitas pessoas de diversas regiões do País em busca de melhores condições de vida e que também contribuiu para um aumento desordenado da região.

No que concerne ao presente Estudo Técnico, a caracterização e a evolução do contingente populacional da RMSP e das demandas correspondentes, citadas adiante, foram tomadas de AIROLDI (2004), que apresentou os resultados do Plano Diretor do Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

O desenvolvimento da RMSP resultou numa população de 17.819.515 habitantes (Censo 2000), com uma evolução projetada que alcança 22.447.018 habitantes em 2025, sendo os dados dessa evolução apresentados na Tabela 1. Também são apresentadas na Tabela 1 as demandas hídricas para abastecimento, considerando duas condições distintas (AIROLDI, 2004):

a) Cenário tendencial:

- perdas reais:
 - para ligações existentes, mantida situação de 2001 até 2025 de 300 L/lig.dia;
 - para ligações novas, foi adotada a meta de atingir 150 L/lig.dia, até 2025;
- uso racional: redução de 20% no consumo público a partir de 2005;
- reúso e tarifa: não foram consideradas reduções nos consumos.

b) Cenário dirigido:

- perdas reais: aplicada meta de redução para atingir 150L/lig.dia em 2025;
- uso racional: reduções em relação aos consumos adotados no cenário tendencial:
 - consumo residencial :

2005 – 2%, de 2010 a 2025 - 3% a cada quinquênio, com aplicação de fator redutor ao longo do tempo, em função do monitoramento dos resultados das ações a serem implementadas.

- consumo público: 20% a partir de 2005
- reúso e tarifa: não foram consideradas reduções nos consumos.

Tabela 1 – Projeção das demandas, segundo os cenários tendencial e dirigido

Ano	População	Demandas (m ³ /s)	
		Cenário tendencial	Cenário dirigido
2000	17.819.515	65,0	65,0
2005	19.283.644	69,0	69,0
2010	20.526.555	73,0	72,0
2015	21.425.850	77,0	73,0
2020	22.016.533	79,0	74,0
2025	22.447.018	81,0	75,0

Fonte: AIROLDI, 2004.

Analisando os valores apresentados na Tabela 1 verifica-se que, partindo de uma demanda de 65,0 m³/s em 2000, chega-se, em 2025, a um total de 81,0 m³/s no cenário tendencial e a 75,0 m³/s no cenário dirigido, evidenciando uma certa flexibilidade na demanda ao final do horizonte de planejamento, tendo em vista as medidas que se pode implementar no cenário dirigido.

Desses totais, apresentam-se na Figura 4, as demandas hídricas que devem ser supridas pelo Sistema Cantareira. Como se observa, devido à implementação de medidas que racionalizem o uso dos recursos hídricos, a demanda mantém-se praticamente constante, variando de 31,6 m³/s em 2005 a 31,4 m³/s em 2025. Além disso, a evolução das demandas a serem atendidas pelo Sistema Cantareira obedece ainda a uma estratégia de restrição dos setores atendidos por este Sistema, compensando dessa forma o crescimento vegetativo da população. A Figura 4 mostra, também, a projeção da área atendida pelo Sistema Cantareira.

Área atendida pelo Sistema Cantareira.

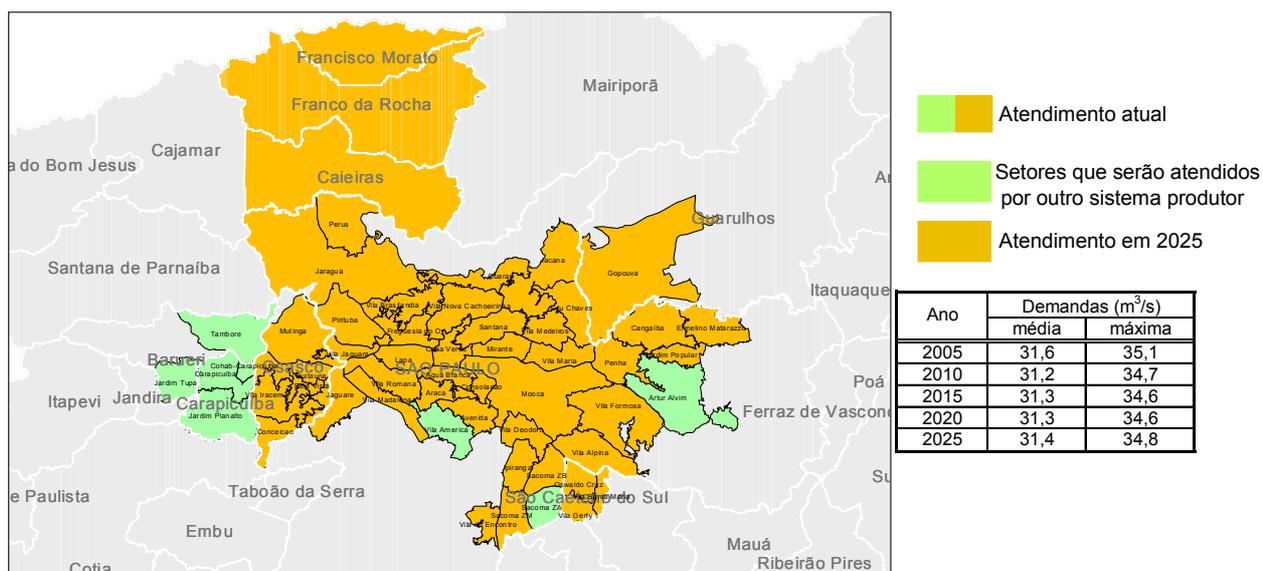


Figura 4 – Projeção da área atendida pelo Sistema Cantareira.

3.2. Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí

Apresenta-se, a seguir, na Figura 5, um panorama das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, incluindo a malha municipal, a divisão hidrográfica, os principais rios e os estados.



Figura 5 – Bacias dos rios Piracicaba, Jundiáí e Capivari - PCJ

A evolução da população das bacias PCJ aconteceu de forma menos drástica que a da RMSP. Porém, dentro do contexto regional, ela é imensamente significativa, principalmente por essa região ser considerada como segundo pólo econômico do Estado, além de importante centro industrial do País.

A Tabela 2 a seguir apresenta os dados populacionais e as projeções de população total e urbana para as bacias PCJ, calculados no âmbito do *Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003 - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ*. Verifica-se um total de 4.627.804 habitantes no ano de 2005, chegando a 5.808.211 habitantes em 2020.

Tabela 3 – Projeção das demandas para as bacias PCJ

Ano	Demandas (m ³ /s)	Piracicaba	Capivari	Jundiaí	Total
2000	abast. público	12,5	0,9	1,5	14,9
	indústria	14,4	1,9	1,0	17,3
	uso rural	6,4	1,0	0,5	7,9
	total	33,3	3,8	3,0	40,1
2005	abast. público	13,8	1,0	1,7	16,5
	indústria	15,0	2,0	1,7	18,7
	uso rural	6,8	1,1	0,6	8,4
	total	35,6	4,0	4,0	43,6
2010	abast. público	15,1	1,1	2,0	18,1
	indústria	15,7	2,0	1,8	19,5
	uso rural	7,2	1,1	0,6	8,9
	total	37,9	4,2	4,4	46,5
2015	abast. público	16,4	1,2	2,3	19,8
	indústria	16,7	2,0	1,9	20,6
	uso rural	7,2	1,1	0,6	8,9
	total	40,2	4,3	4,8	49,3
2020	abast. público	17,4	1,2	2,5	21,1
	indústria	17,4	2,1	1,9	21,4
	uso rural	7,2	1,1	0,6	8,9
	total	42,0	4,5	5,0	51,4

Fonte: Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003, Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ, 1999.

Os dados apontam uma demanda total, no ano 2000, de cerca de 40,1 m³/s, considerando as três bacias. Observa-se que 83% dessa demanda estão concentrados na bacia do Piracicaba. Em 2020, a demanda total pode alcançar 51,4 m³/s, sendo que a maior parte é devida ao abastecimento público e ao uso industrial, equivalente a 82,7% do total.

No documento “Recomendações para o estabelecimento das condições para concessão da outorga”, aprovado através da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 007/04, de primeiro de junho de 2004, que é apresentado no Anexo IV, é recomendado que as vazões mínimas liberadas pelo Sistema Cantareira para a bacia do rio Piracicaba variem entre 4 m³/s, em 2004, até 7 m³/s, em 2010.

4. SÉRIES DE VAZÕES NATURAIS MÉDIAS MENSAIS

A caracterização da disponibilidade hídrica do Sistema Cantareira, no que concerne ao presente Estudo Técnico, será feita com base nas séries de vazão natural mensal afluyente aos reservatórios do Sistema, compreendendo o período 1930-2003, sendo que o período 1930-1993 foi obtido de SÃO PAULO (1995), estudo realizado pelo Consórcio HIDROPLAN, enquanto o período subsequente foi obtido junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE.

As séries mensais de vazão afluyente natural para cada um dos reservatórios - Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro - são apresentadas nas Tabelas do Anexo VI, além da série afluyente ao “Sistema Equivalente”, que representa a soma das vazões afluyentes aos três primeiros reservatórios (Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha).

Nas tabelas mencionadas acima, constantes do Anexo VI, também são apresentadas as estatísticas para caracterização da série, como valores médios, máximos e mínimos. Estes valores são mostrados, a seguir, na Tabela 4, onde se verifica que as médias anuais de longo termo são, para os reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, respectivamente de 25,4 m³/s, 8,7 m³/s e 6,1 m³/s, resultando numa vazão média total de 40,2 m³/s.

Tabela 4 – Resumo estatístico das séries de vazões mensais e anuais (m³/s)

Reservatório Jaguari-Jacareí													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
mínimo	14.7	14.1	15.1	12.7	7.4	10.3	7.3	6.0	5.7	6.8	7.2	10.1	12.7
média	41.3	44.5	39.6	27.9	21.4	19.6	15.3	13.1	13.8	17.0	19.5	31.4	25.4
máximo	79.7	100.4	81.3	62.8	56.4	118.0	49.9	39.5	72.6	62.7	64.4	85.7	70.5
Reservatório Cachoeira													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
mínimo	5.3	6.0	2.9	1.3	1.4	1.3	1.1	1.5	0.9	1.9	1.9	3.1	3.6
média	12.9	13.7	13.1	9.9	8.1	7.3	6.1	5.3	5.4	6.2	6.9	10.0	8.7
máximo	28.7	33.9	30.7	20.0	18.2	28.2	15.8	11.8	19.7	15.3	12.9	20.3	18.6
Reservatório Atibainha													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
mínimo	3.2	3.5	3.8	0.9	0.5	1.3	1.5	1.2	1.5	2.0	1.6	3.0	3.4
média	8.9	9.4	8.8	6.5	5.5	5.0	4.3	3.7	4.1	4.8	5.2	7.2	6.1
máximo	19.5	27.5	17.9	13.3	12.0	19.5	10.2	8.2	12.5	9.5	9.9	14.7	11.7
Sistema Equivalente (Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha)													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
mínimo	24.5	24.8	26.7	22.0	18.1	14.3	11.7	10.7	9.5	11.5	12.5	19.5	21.8
média	63.1	67.6	61.5	44.4	35.0	32.0	25.7	22.2	23.3	28.0	31.6	48.6	40.2
máximo	127.9	154.8	113.7	92.9	86.6	165.7	75.2	57.5	104.8	86.1	81.0	107.5	100.4
Reservatório Paiva Castro													
Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
mínimo	2.3	2.1	2.1	1.0	1.1	0.8	0.5	0.9	0.6	0.7	0.8	1.7	2.3
média	7.0	7.6	6.7	4.7	4.0	3.8	3.2	2.9	3.0	3.4	3.7	5.4	4.6
máximo	16.3	19.9	14.1	12.4	11.8	15.8	11.5	10.0	12.6	12.4	9.6	13.2	11.8

Nas Figuras 7 a 11 são apresentadas as curvas de permanência de vazão média mensal, que estabelecem o percentual da série histórica em que uma determinada vazão foi superada ou igualada, enquanto a Tabela 5 apresenta os valores correspondente às permanências de 90% e 95%, juntamente com as respectivas médias de longo termo. Ilustrativamente, da Tabela 5 obtém-se que em 95% do tempo a vazão supera 8,9 m³/s, 3,3 m³/s e 2,6 m³/s, respectivamente nos reservatórios

Jaguari-Jacaré, Cachoeira, Atibainha, enquanto para o Sistema Equivalente essa vazão de referência seria de 15,8 m³/s.

Tabela 5 – Valores de referência das curvas de permanência de vazões médias mensais

Reservatório	Vazões (m ³ /s)		
	95%	90%	média
Jag_Jac	8,9	10,7	25,4
Cachoeira	3,3	4,2	8,7
Atibainha	2,6	3,1	6,1
S.C. (Jag_Jac+Cach+Atib)	15,8	18,5	40,2

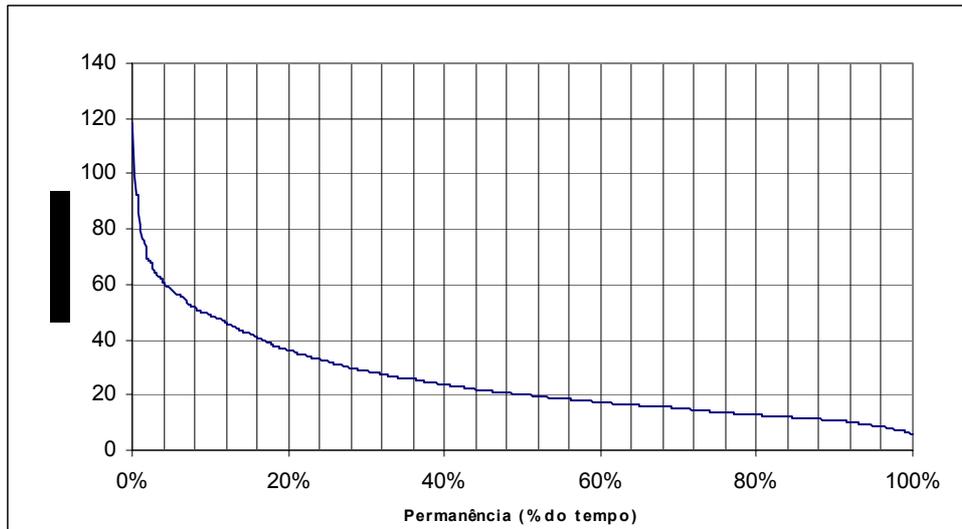


Figura 7- Curva de permanência da vazão média mensal afluente ao reservatório de Jaguari-Jacaré

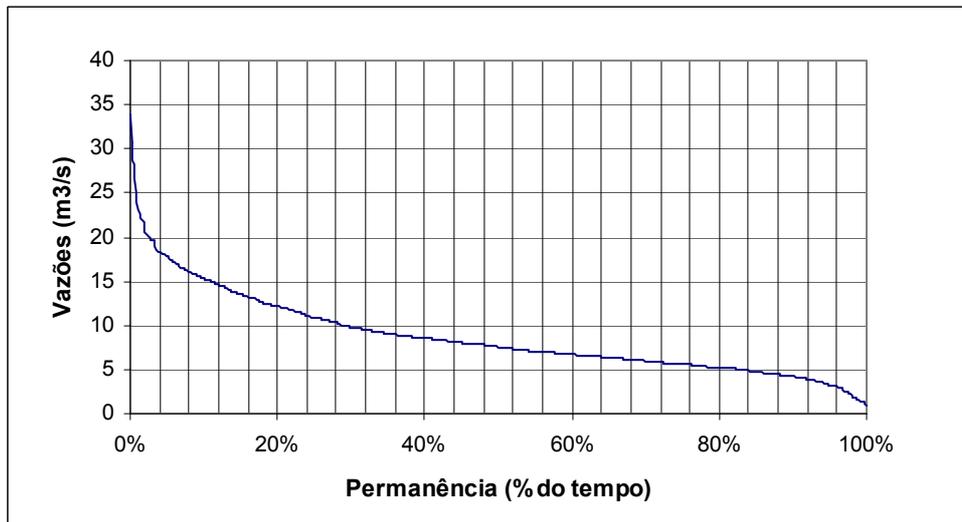


Figura 8- Curva de permanência da vazão média mensal afluente ao reservatório de Cachoeira

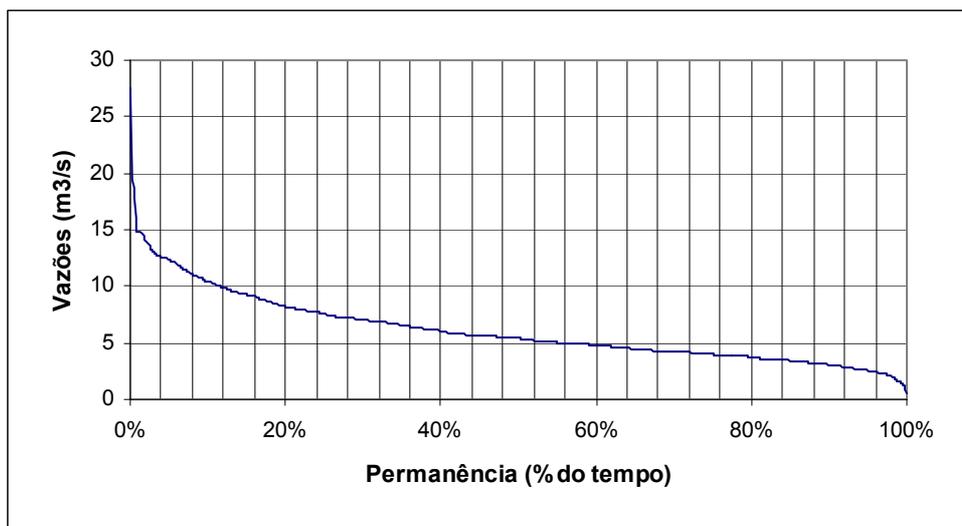


Figura 9- Curva de permanência da vazão média mensal afluyente do reservatório de Atibainha

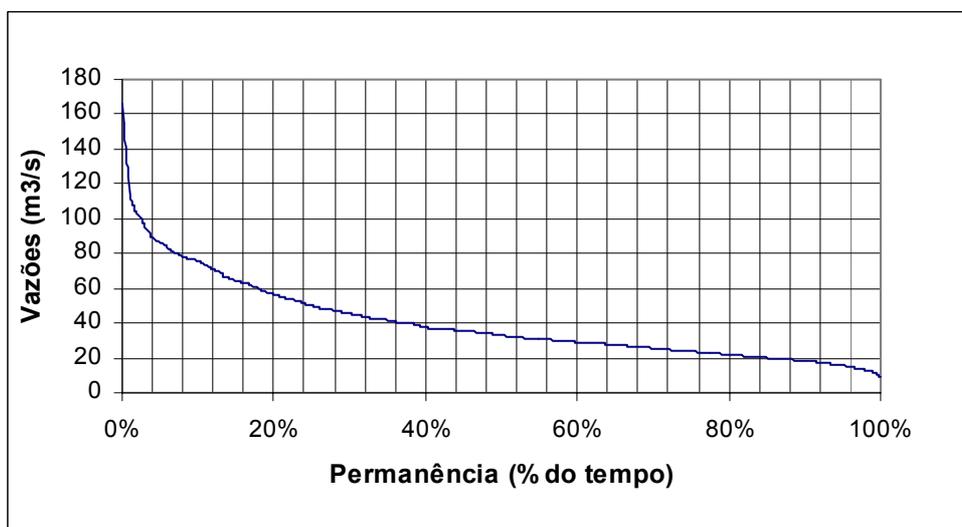


Figura 10- Curva de permanência da vazão média mensal afluyente ao Sistema Equivalente

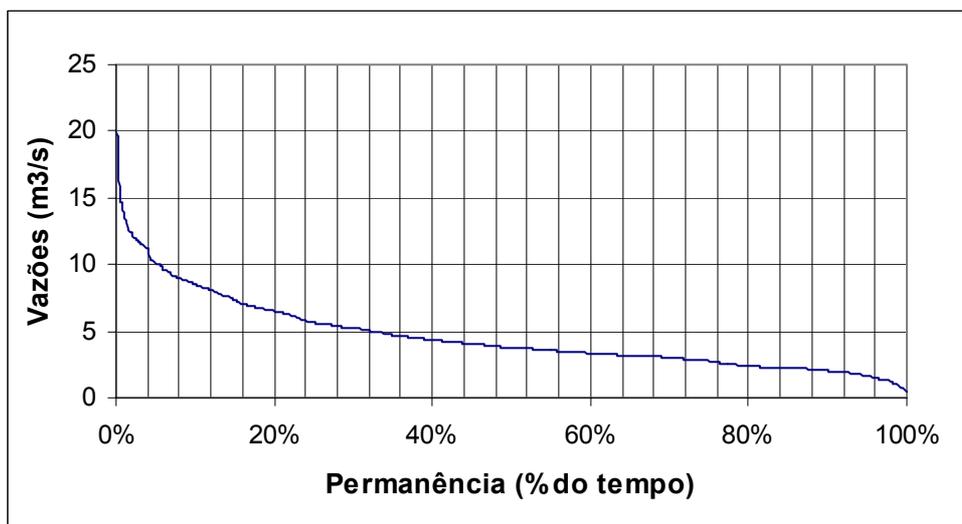


Figura 11- Curva de permanência da vazão média mensal afluyente ao reservatório Paiva Castro

Outro aspecto analisado é a relação entre as séries de vazões dos reservatórios, que pode ser expresso pelos coeficientes de correlação entre as séries anuais, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Coeficientes de correlação entre as séries de vazões médias anuais

Reservatório	Jaguari_Jacareí	Cachoeira	Atibainha
Jaguari_Jacareí	1,000	-	-
Cachoeira	0,847	1,000	
Atibainha	0,834	0,835	1,000

É interessante observar que, apesar de serem bacias contíguas com áreas não muito grandes, os valores dos coeficientes de correlação das séries anuais de vazão indicam um comportamento hidrológico das séries um pouco diferenciado, o que pode ser aproveitado para ganhos sinérgicos do sistema.

5. SIMULAÇÃO DA OPERAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA

Para a simulação da operação dos reservatórios do Sistema Cantareira visando a determinar as vazões regularizadas, utilizou-se o modelo AcquaNet, que é um modelo de domínio público, desenvolvido no Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - USP, a partir do modelo ModSim da Colorado State University. Nesse modelo, do tipo denominado rede de fluxo, a topologia do Sistema é representada por uma seqüência de arcos e nós, em que os primeiros representam estruturas de condução de água e os demais representam singularidades típicas desses sistemas, tais como, reservatórios, confluências, pontos de demanda e bombeamentos.

Um arco é caracterizado por três parâmetros, a saber: os limites superior e inferior do fluxo que passa pelo arco e um “custo” por unidade de fluxo que transita pelo arco. Cada nó é caracterizado pela estrutura a qual representa. Para cada reservatório, por exemplo, devem ser fornecidos a curva cota-área-volume, os volumes máximo e mínimo, os níveis de armazenamento que se deseja atingir (meta) e a taxa de evaporação. O AcquaNet usa um algoritmo de otimização, o qual é empregado com bastante freqüência em modelos de rede de fluxo, denominado de “método *out-of-kilter*”.

Com o emprego do AcquaNet pode-se obter regras mensais de operação para os reservatórios do Sistema Cantareira, ou seja, gerar planos operacionais a fim de satisfazer metas, prioridades e limitações específicas do Sistema. Além disso, é possível avaliar relações de compromisso (*trade-offs*) entre usos conflitantes durante períodos de disponibilidade deficiente de água.

5.1 Simulação dos reservatórios isoladamente

Foram simulados os reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro, de forma isolada, visando a determinar sua vazão regularizada. A Tabela 7 mostra os níveis e volumes desses reservatórios, fornecidos pela SABESP.

Tabela 7 – Níveis e volumes mínimos e máximos dos reservatórios do Sistema Cantareira

Reservatório	Máximo Normal (0% volume útil)		Mínimo Normal (100% volume útil)		Volume útil (hm ³)
	Cota (m)	Volume (hm ³)	Cota (m)	Volume (hm ³)	
Jaguari-Jacareí	844,00	1.037,35	820,80	229,49	807,86
Cachoeira	821,78	114,60	811,72	44,05	70,55
Atibainha	786,86	301,51	781,88	201,35	100,16
Paiva Castro	745,61	27,6	743,80	18,1	9,44
Total com Paiva Castro		1.481,03		493,01	988,02
Total sem Paiva Castro (Sistema Equivalente)		1.453,46		474,89	978,57

Atualmente a SABESP adota como nível de água mínimo normal de Jaguari-Jacareí a cota 829m, que corresponde ao denominado nível de água mínimo operacional 1 e que permite uma vazão de transferência de 29 m³/s, pelo túnel 7. Contudo, durante os anos de 2003 e 2004 a SABESP operou abaixo dessa cota de 829m. Neste estudo adotou-se como nível de água mínimo normal a cota correspondente ao nível mínimo operacional 2, em função do stress hídrico que já se encontra a bacia. Essa cota permite uma vazão de transferência, pelo túnel 7, de 21,4 m³/s. Em função desse limite de vazão pelo túnel 7, é necessário que se adote uma operação dos reservatórios que transfira

a água do reservatório de Jaguari-Jacareí, para os reservatórios de Atibainha e Cachoeira, em situações de baixo armazenamento no Sistema Equivalente.

Nas Figuras 12 a 15 são apresentadas as vazões “firmes” ou regularizadas pelos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro, respectivamente, para níveis de garantia variando de 80 a 100%, considerando a série histórica de afluência de 1930 a 2003 e 100% do volume útil adotado.

Para o reservatório Jaguari-Jacareí, com volume útil de 807,86 hm³, a vazão regularizada com 100% de garantia é de 22,3 m³/s, conforme Figura 12 e Tabela 8, a qual representa cerca de 87,8% da vazão média de longo termo, que é de 25,4 m³/s. Já a vazão regularizada com 95% de garantia corresponde a 24,9 m³/s.

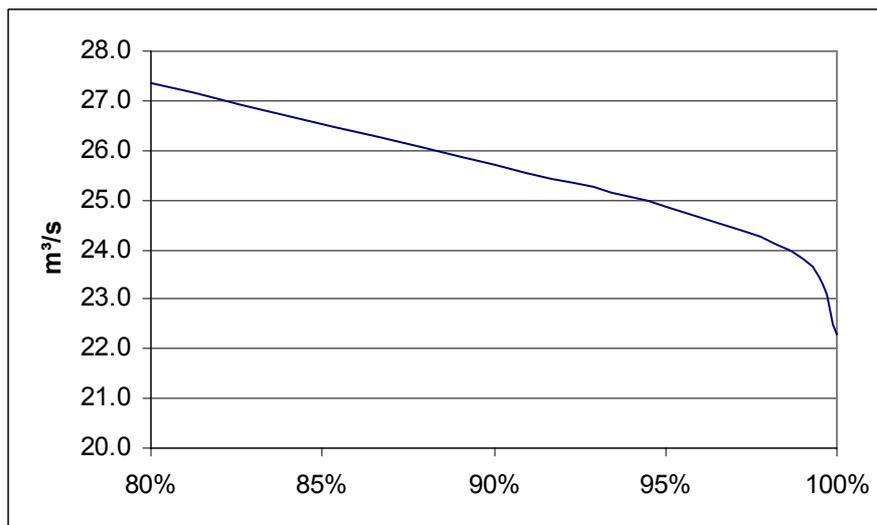


Figura 12 - Vazão regularizada pelo reservatório Jaguari-Jacareí.

Tabela 8 - Vazão média de longo termo e vazão regularizada para diversas garantias de atendimento do reservatório Jaguari-Jacareí.

Vazão (m ³ /s)		
Média	25,4	
Regularizada	100 %	22,3
	95%	24,9

Para o reservatório Cachoeira, com volume de 70,55 hm³, a vazão regularizada com 100% de garantia é de 4,20 m³/s, de acordo com a Figura 13 e a Tabela 9, o que corresponde, aproximadamente, a 48,3% da vazão média de longo termo afluente ao reservatório estimada em 8,7 m³/s. As vazões regularizadas para 95% e 90% de garantia para o reservatório Cachoeira corresponde, respectivamente, a 6,82 m³/s e 7,52 m³/s.

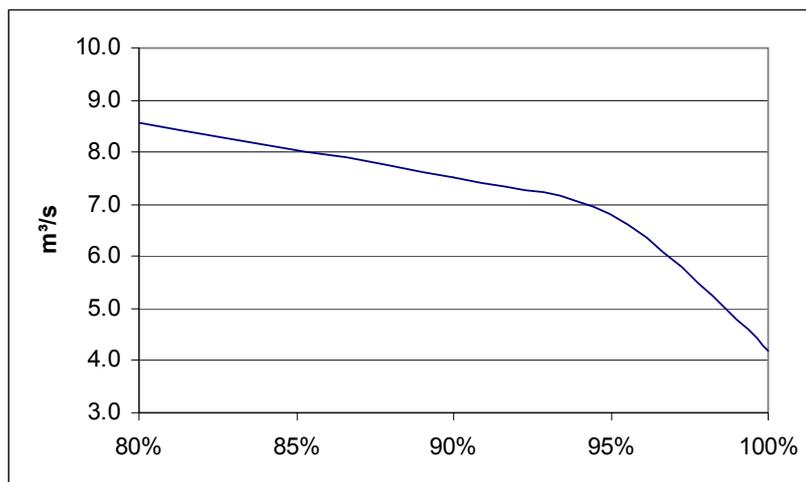


Figura 13 - Vazão regularizada pelo reservatório Cachoeira.

Tabela 9 - Vazão média de longo termo e vazão regularizada para diversas garantias do reservatório Cachoeira.

Vazão (m³/s)		
Média	8,7	
Regularizada	100 %	4,20
	95%	6,82
	90%	7,52

Para o reservatório Atibainha, com volume útil estimado em 100,16 hm³, a vazão regularizada com 100% de garantia é de cerca de 4,63 m³/s, consoante Figura 14 e Tabela 9. Esse valor corresponde, aproximadamente, a 75,9% da vazão média de longo termo calculada em 6,1 m³/s. As vazões regularizadas com 95% e 90% de garantia são, respectivamente, iguais a 5,43 m³/s e 5,93 m³/s para o reservatório Atibainha.

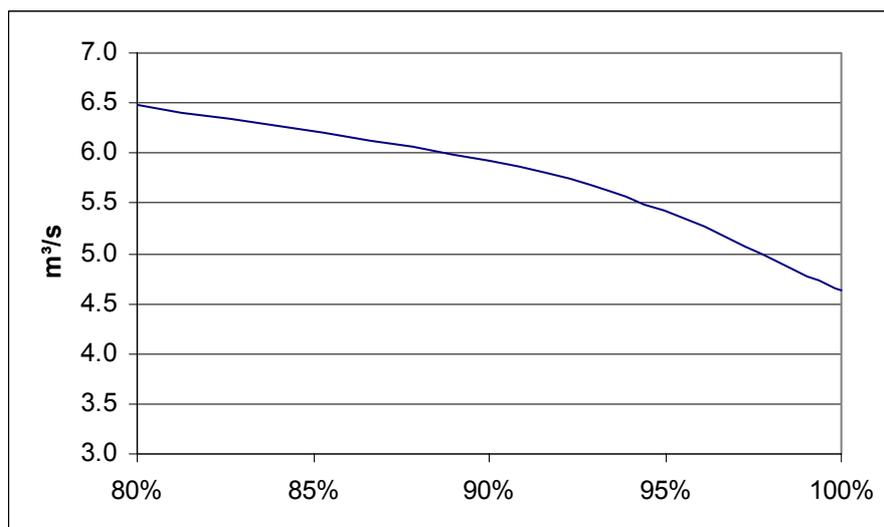


Figura 14 - Vazão regularizada pelo reservatório Atibainha.

Tabela 10 - Vazão média mensal e vazão regularizada para diversas garantias do reservatório Atibainha.

Vazão (m ³ /s)		
Média	6,1	
Regularizada	100 %	4,63
	95%	5,42
	90%	5,93

Para o reservatório Paiva Castro, com 9,44 hm³ de volume útil, a vazão regularizada com 100% de garantia é de 1,85 m³/s, consoante Figura 15 e Tabela 11, o que corresponde, aproximadamente, a 40,2% da vazão média de longo termo que é de cerca de 4,6 m³/s. Para as garantias de 95% e 90%, as vazões regularizadas para o reservatório Paiva Castro são, respectivamente, de 2,74 m³/s e 3,14 m³/s.

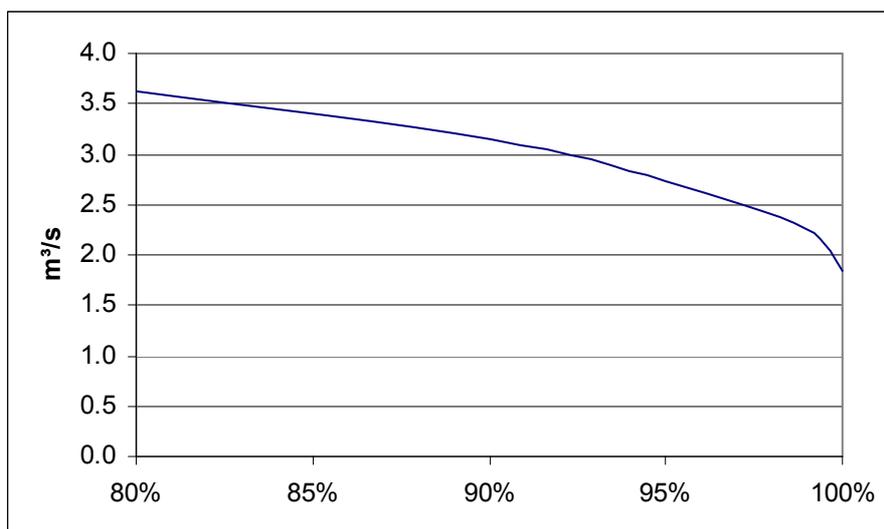


Figura 15 - Vazão regularizada pelo reservatório Paiva Castro.

Tabela 11 - Vazão média de longo termo e vazão regularizada para diversas garantias do reservatório Paiva Castro.

Vazão (m ³ /s)		
Média	4,6	
Regularizada	100 %	1,85
	95%	2,74
	90%	3,14

5.2 Simulação dos reservatórios em conjunto

Num segundo momento, foram simulados, em conjunto, os reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, neste estudo denominado de Sistema Equivalente, tendo em vista que os

mesmos são os únicos que permitem uma regularização das vazões para período de tempo significativo. Além disso, esse Sistema Equivalente representa o conjunto de reservatórios do Sistema Cantareira localizado na bacia do Piracicaba.

Neste caso, considerou-se, simplificada, que haveria dois pontos de demanda a serem atendidos. O primeiro corresponde à demanda da RMSP a ser atendida pela transferência das águas, através do túnel 5, da bacia do rio Piracicaba para o rio Juqueri, na bacia do Alto Tietê. O segundo representa a demanda da bacia do rio Piracicaba que deverá ser suprida pela soma das vazões efluentes dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, sem considerar os vertimentos.

O reservatório de Paiva Castro, em função da sua localização, já na bacia do Alto Tietê, e do seu tamanho, deve ser operado em tempo real de modo a otimizar a utilização dos recursos hídricos do Sistema Cantareira.

A Figura 16 mostra a representação dos reservatórios no modelo AcquaNet empregada nas simulações.

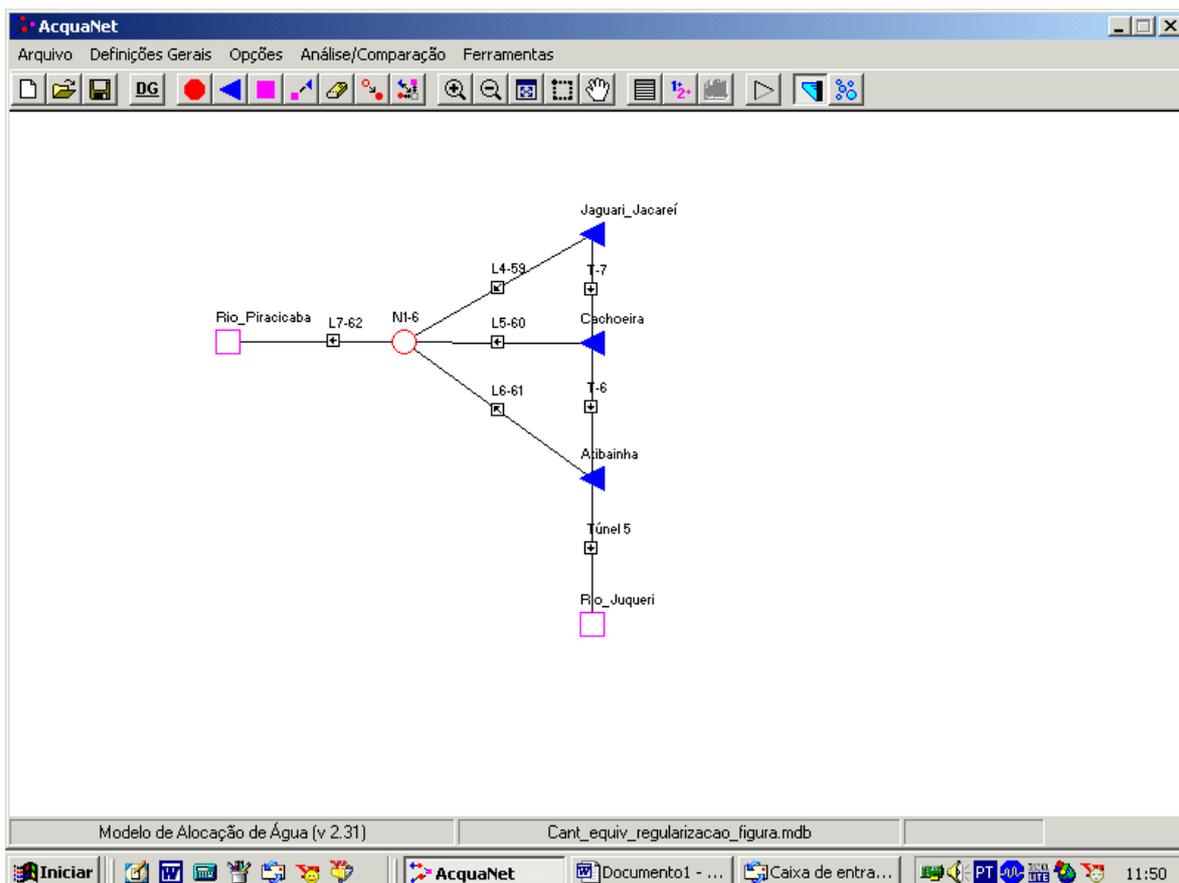


Figura 16 - Representação dos reservatórios no modelo AcquaNet

Tendo em vista que a vazão regularizada pelo reservatório de Paiva Castro é de em torno de $2 \text{ m}^3/\text{s}$, a demanda da RMSP a ser atendida pelo Sistema Equivalente foi considerada igual a $31,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Os resultados mostraram que, para uma garantia de 99%, é possível transferir $31,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pelo túnel 5 para atender a demanda da RMSP e $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ para atender a bacia do rio Piracicaba, também com 99% de garantia. A Tabela 12 mostra os resultados, incluindo também a análise para o atendimento

de 7,0 m³/s para a bacia do rio Piracicaba. Para esse último caso, há uma pequena redução na garantia da vazão regularizada.

Tabela 12 - Resultados da simulação realizada pelo modelo AcquaNet

Vazão regularizada (m ³ /s)	
RMSP	Bacia do Piracicaba
31 (99%)	4 (99%)
31 (97%)	7 (96%)

6. ALOCAÇÃO DE ÁGUA DO SISTEMA CANTAREIRA

Pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, cabe à ANA, entre suas atribuições, definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas.

No caso específico da alocação de água do Sistema Cantareira, pela sua importância, está sendo proposta a adoção de uma metodologia baseada em um mecanismo de representação de aversão ao risco de racionamento. O mecanismo em estudo pela ANA consiste no emprego de Curvas de Aversão a Risco – CAR bianuais para o Sistema Equivalente, formado pelos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, as quais estabelecem níveis de armazenamento em termos de volume útil, em base mensal, como referência de segurança para a definição das vazões de retirada. Esquemáticamente, na Figura 17, são apresentados os reservatórios do Sistema Equivalente e seus quatro pontos de entrega das vazões de retirada.



Figura 17 – Pontos de entrega para as vazões de retirada

6.1 Premissas adotadas na construção das Curvas de Aversão a Risco – CAR para o Sistema Equivalente

As Curvas de Aversão a Risco foram determinadas obedecendo-se às seguintes premissas:

- Sistema Equivalente: O conjunto dos reservatórios do Sistema Cantareira localizados na bacia do Piracicaba pode ser representado por um único reservatório equivalente, denominado de

Sistema Equivalente, que tem um volume útil igual à soma dos volumes úteis dos reservatórios de Jaguari-Jacareí, de Cachoeira e de Atibainha, cujos valores são apresentados na Tabela 7.

- Garantia de níveis mínimos de segurança para o armazenamento: Foi considerada a necessidade de garantir um nível mínimo de segurança, isto é, um volume estratégico mínimo a ser mantido tendo em vista a importância do Sistema Cantareira para o abastecimento urbano da RMSP e da bacia do rio Piracicaba, além da redução do risco no caso de condições hidrológicas críticas, na transição do período seco para o úmido. Foram analisados três níveis de segurança: 10%, 5% e 0% do volume útil do Sistema Equivalente, o que equivale, respectivamente, a 97,86 hm³, 48,93 hm³ e 0 hm³.
- Afluências: Foram adotadas duas condições de afluência do Sistema Equivalente: uma considerando a repetição do biênio mais desfavorável do histórico – 1953/54 (biênio seco), equivalente a afluências de 54,1% e 71,7% da vazão média de longo termo; outra utilizando o mesmo biênio, mas descontando uma vazão de 0,58 m³/s, que segundo informações da Superintendência de Outorga e Cobrança – SOC, corresponde a uma projeção do consumo efetivo a montante do Sistema considerando um horizonte de 20 anos. No Anexo VI é apresentada a série de vazão natural do Sistema Equivalente, obtida pela soma das vazões naturais de Jaguari-Jacareí, de Cachoeira e de Atibainha
- Defluências: Foram fixados valores de vazões de retirada do Sistema Equivalente, variando de 27m³/s a 38m³/s que correspondem à soma da vazão de transferência para a bacia do Alto Tietê através do Túnel 5 (ponto de entrega n° 4 na Figura 17) e das vazões defluentes dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha (pontos de entrega n°s 1 a 3 na Figura 17), excluindo-se os vertimentos;
- A diferença entre as perdas devido à evaporação do reservatório e os ganhos de vazão devido à chuva direta sobre o reservatório (evaporação líquida) foi considerada nula;
- Volumes de espera: Não foram consideradas restrições nas acumulações máximas para proteção contra enchentes das comunidades de jusante, devendo estas serem consideradas na programação da operação mensal.

6.2 Obtenção das Curvas de Aversão a Risco – CAR para o Sistema Equivalente

Com base nas premissas explicitadas, foram determinados os armazenamentos mínimos mensais necessários para atender cada vazão de retirada, de modo que, na hipótese de repetição das afluências do biênio 1953/54 (biênio mais crítico do histórico), o armazenamento do Sistema Equivalente em nenhum mês do biênio fosse inferior ao seu nível mínimo de segurança adotado, ou seja, um determinado percentual do volume útil.

Dessa forma, foram obtidas seis famílias de Curvas de Aversão a Risco, combinando três situações de armazenamento mínimo e duas situações de vazão, uma com e outra sem considerar o uso consuntivo. Essas famílias são apresentadas nos Anexos VII e VIII, respectivamente, para o caso sem e com uso consuntivo. Para ilustrar, na Figura 18, é apresentada a família obtida considerando um armazenamento mínimo de 10% e as vazões naturais do biênio 1953/54, isto é, sem descontar o consumo devido ao uso consuntivo.

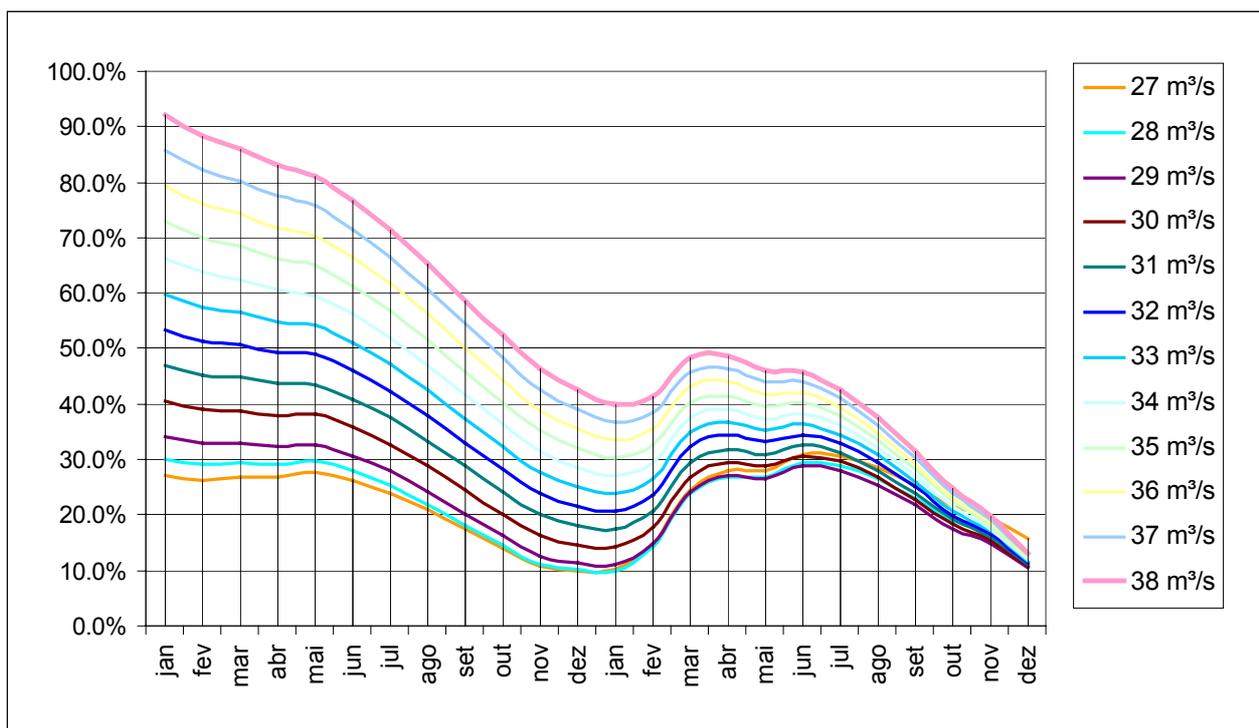


Figura 18. Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 10% e vazões naturais do biênio.

Utilizando-se os resultados obtidos para o primeiro ano dessas famílias de Curvas, para cada mês do ano, foram também obtidas as curvas que indicam a vazão máxima de retirada a ser praticada em função do nível de armazenamento, de forma que o nível mínimo de segurança seja obedecido, olhando um horizonte de, no mínimo, um ano para frente. Essas curvas mensais são apresentadas nos Anexos IX e X.

6.3 Partição da vazão de retirada

Os dois principais usuários do Sistema Cantareira são a RMSP e os usuários do Piracicaba (Jusante). A demanda total considerada da RMSP é de 31 m³/s e a do Piracicaba (Jusante) considerada é de 5,0 m³/s.

Sugere-se que essas duas demandas sejam subdivididas, cada uma, em outras duas demandas, da seguinte forma:

- RMSP prioritária: 24,8 m³/s ;
- RMSP secundária: 6,2 m³/s;
- Piracicaba (Jusante) prioritário: 2,0 m³/s;
- Piracicaba (Jusante) secundário: 3,0.

Sugere-se, também, dispor essas demandas de acordo com um dos casos de prioridade de atendimento apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Ordens de prioridade de atendimento

Demanda	Caso 1	Caso 2
RMSP prioritária	1	1
Piracicaba (Jusante) prioritário	2	1
RMSP secundária	3	2
Piracicaba (Jusante) secundário	4	2

A ordem de prioridade sugerida funciona da seguinte forma:

- 1º. Define-se a vazão máxima de retirada a partir das CAR;
- 2º. Reparte-se esta vazão alocando primeiro a demanda da prioridade 1;
- 3º. Se ainda restar algum resíduo, este é alocado na prioridade 2, e assim por diante.

No caso 2, em que há igualdade de prioridade de demandas, se a vazão de retirada não for suficiente para atender a soma das demandas com mesma prioridade, o rateio será proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade.

7. CONCLUSÕES

A premência da renovação da outorga da SABESP para derivar águas dos rios Jaguari, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, para abastecer a grande São Paulo, que deve se dar até agosto do presente ano, fez com que se criasse um Grupo de Estudos. Esse Grupo, coordenado pelo Diretor Benedito Braga, contou com a participação de três superintendências: Planejamento de Recursos Hídricos (SPR), Outorga e Cobrança (SOC) e Usos Múltiplos (SUM). Este Estudo Técnico procurou analisar diversos aspectos do citado problema, considerando o seu diagnóstico, as características físicas do Sistema e, por fim, a proposição de uma estratégia de alocação dos recursos hídricos.

Essa alocação foi estabelecida com base na elaboração de Curvas de Aversão a Risco – CAR, considerando o biênio mais crítico desfavorável do histórico – 1953/54, e tendo como premissa a necessidade do estabelecimento de regras claras e de um modelo simples e de fácil compreensão.

Vale a pena enfatizar que existe água no Sistema para que não apareçam conflitos durante grande parte do tempo (garantias sempre superiores a 95% podendo chegar a 99%). Porém, conflitos tendem a ocorrer durante períodos críticos de longa duração, como verificado nos anos de 1952 a 1956 e de 2001 a 2004. Mesmo nesses períodos é possível administrar a alocação de água de forma razoável, minimizando prejuízos, desde que se adotem políticas de operação tecnicamente bem fundamentadas e acompanhadas por ambos os lados. A técnica de operação baseada em Curvas de Aversão a Risco, como a apresentada no Estudo Técnico, possui os atributos desejados, a saber:

- é de fácil entendimento, determinação, implementação e acompanhamento;
- permite incorporar componentes probabilísticas ao processo decisório;
- permite antever o comportamento do Sistema ao longo de um horizonte de operação;
- permite adotar medidas adaptativas ou corretivas com antecedência suficiente para evitar crises agudas e/ou conflitos de difícil administração.

As premissas adotadas pela ANA na construção das Curvas de Aversão a Risco – CAR estão descritas no item 6.1.

Em função da importância do Sistema sugere-se que se adote a CAR calculada considerando um volume mínimo entre 5% e 10%, utilizando a série de vazões naturais, isto é, sem levar em conta os usos consuntivos, que atualmente ainda são baixos. Caso estes se tornem mais significativos, deverão ser descontados das vazões de retirada.

Sugere-se ainda que deve ser considerada a possibilidade da metodologia baseada na CAR seja alterada caso fique caracterizada uma melhora no desempenho da operação do Sistema.

Neste Estudo são apresentados também modelos de partição da vazão de retirada do Sistema Equivalente, o qual divide esta entre dois principais usuários, um denominado de “RMSP” e o outro de “usuários do Piracicaba (Jusante)”. Além disso, os modelos propõem que a demanda de cada um destes dois usuários seja dividida em duas parcelas, uma prioritária e outra secundária.

Apesar da metodologia proposta para alocação de água considere somente o Sistema Equivalente, que é composto pelos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, a operação real do Sistema Cantareira como um todo deverá ser feita levando em conta as vazões afluentes e o armazenamento do reservatório de Paiva Castro, de modo a otimizar a utilização dos recursos hídricos do Sistema Cantareira.

Ressaltamos que é importante que seja institucionalizado um grupo de trabalho, com participação, no mínimo, da ANA, do DAEE, do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, do Comitê do Alto Tietê, do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e SABESP, que tenha a responsabilidade de coordenar e acompanhar a operação dos reservatórios do Sistema Cantareira e possa participar da definição das vazões por eles liberadas. Esse grupo deverá ter como meta uma operação mais otimizada do Sistema, permitindo que em alguns meses as defluências sejam reduzidas, quando possível, para serem usadas posteriormente, dentro do mesmo ano hidrológico.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIROLDI, Edison. **Plano Diretor do Abastecimento de Água da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP**. Brasília, 2004. Arquivo Power Point. (Palestra proferida no Seminário sobre a Renovação da Outorga de Direito de Uso do Sistema Cantareira, realizado na Agência Nacional de Águas, Brasília-DF, em 7 de abril de 2004, representando a SABESP)

COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ; FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. **Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003 - Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. Relatório Final: Fase 3 – Plano de Bacia. [São Paulo]: COPLAENGE Projetos de Engenharia Ltda, [1999]. (contrato nº 015/99, RT.FEH01.EC.GER/RHI.003). 184p.

São Paulo (Estado). Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano integrado de aproveitamento e controle dos recursos hídricos das bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista**: plano integrado- síntese. São Paulo: DAEE; HIDROPLAN, 1995. 43 p.

ANEXO I

PORTARIA MME Nº 750, DE 5 DE AGOSTO DE 1974

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
Especimens desta publicação, no valor de
Cr\$ 3450,00, foi efetuado
em 24/7 174, conforme cons-
do Tábua n.º 32190
Departamento de Imprensa Nacional.
Em 5/8/74
VISTO: 8/174

Pub. D. O. 818174
Pág. N.º 8945
Em 13/8/74 Fnc. Lucy

Portaria n. 750 de 5 de agosto de 1974

1934
O Ministro de Estado DAS MI
NAS E ENERGIA, no uso da atribuição que lhe confere o art.
171, do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1943, combinado
com os artigos 43 e 62 do mesmo diploma legal, tendo em vis-
ta o que consta do processo MME nº 705.694/73,

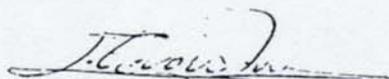
R E S O L V E :

I - autorizar a Companhia de Saneamento Bási-
co do Estado de São Paulo - SABESP, a derivar até 33 m³/s ,
das águas provenientes dos rios Jaguari, Cachoeira, Atibainha
e Juqueri, no Estado de São Paulo, com a finalidade de abas-
tecer o grande São Paulo, ressalvados os direitos de tercei-
ros;

II - a presente autorização é concedida pelo
prazo de 30 (trinta) anos;

III - a autorizada fica obrigada a cumprir o
disposto no Código de Águas, leis subseqüentes e seus regula-
mentos;

IV - a presente Portaria entrará em vigor na data da sua publicação.


Shigeaki Ueki

DEEC/SAC
MME 705.694/73
PEV/nhg/tgf.

ANEXO II

PORTARIA ANA Nº 47, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2004



DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO

República Federativa do Brasil

Imprensa Nacional



SEÇÃO

Edição Número 39 de 27/02/2004

Ministério do Meio Ambiente Agência Nacional de Águas

PORTARIA Nº 47, DE 20 DE FEVEREIRO DE 2004

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 16, incisos III e XIII, do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, resolve:

Art. 1º Instituir Grupo de Estudos com o objetivo de avaliar a oferta de água para abastecimento das Regiões Metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Campinas e apresentar subsídios para exame de renovação da outorga do chamado Sistema Cantareira.

Parágrafo único. Ao término das atividades de avaliação, o Grupo de Estudos elaborará relatório conclusivo, que servirá de subsídio ao exame de pedido de renovação da outorga dos direitos de uso de recursos hídricos do chamado Sistema Cantareira.

Art. 2º Comporão o Grupo, que será coordenado pelo Diretor Benedito Braga:

I - Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho - titular da Superintendência de Usos Múltiplos;

II - Francisco Lopes Viana - titular da Superintendência de Outorga e Cobrança;

III - João Gilberto Lotufo Conejo - titular da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos.

Parágrafo único. O Grupo terá o prazo de até cento e vinte dias para apresentação do relatório conclusivo.

Art. 3º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

ANEXO III

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS COMPONENTES DO SISTEMA CANTAREIRA

Reprodução das informações apresentadas no Sistema de Suporte a Decisões para Operação dos Grandes Sistemas Produtores da Sabesp – SSD_Sabesp, elaborado pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões – LabSid, da Escola Politécnica da USP.

BARRAGENS DOS RIOS JAGUARI E JACAREÍ

Localização: Rodovia Fernão Dias, km 8, Vargem

Período de construção: 1977 a 1982

Início de operação: maio/1982

REPRESA JAGUARI



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia: 1.600mm
- Dados na seção de barramento:
- área de drenagem: 1.057* km²
- vazão média: 20,6 m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
- útil: 101,6** hm³
- morto (N.A.mínimo normal): 41,4** hm³
- Áreas inundadas
- máxima: 5,6 km²
- mínima: 3,7 km²
- Níveis de água:
- máximo normal: 844,00 m
- mínimo normal : 820,80 m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 4,55 hm³
- Comprimento: 700 m
- Cota de coroamento: 847,00 m
- Altura máxima: 55 m

Órgãos de Controle

- Vazões a jusante:
- descarregador de fundo com 2 válvulas dispersoras com 1.000 mm de diâmetro cada
- cota do eixo das válvulas: 798,15 m
- Segurança da barragem:
- 3 vertedores de superfície tipo Creager
- cota da crista: 835,00 m
- comprimento total de crista : 18,00 m

* segundo informações da Sabesp

** atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP, e-mail 8 julho de 2004.

REPRESA JACAREÍ



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia: 1.600mm
- Dados na seção de barramento:
 - área de drenagem: 195 km²
 - vazão média: 3,8 m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
 - útil: 706,3* hm³
 - morto (N.A.mínimo normal): 188,1* hm³
- Áreas inundadas:
 - máxima: 43,7 km²
 - mínima : 20,0 km²
- Níveis de água:
 - máximo normal: 844,00 m
 - mínimo normal: 820,80 m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 6,37 hm³
- Comprimento: 1.300 m
- Cota de coroamento: 847,00m
- Altura máxima: 50 m

Órgãos de Controle

- Vazões a jusante:
 - descarregador de fundo com 2 válvulas dispersoras com 1.000 mm de diâmetro cada
 - cota do eixo das válvulas : 799,02 m
- Vazões p/ São Paulo (tomada seletiva):
 - 6 aberturas: 1,5m (larg.) e 8,0m (alt.)
 - níveis das soleiras
 - comportas 1 e 2: 818,00 m
 - comportas 3 e 4: 827,00 m
 - comportas 5 e 6: 836,00 m

* atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP, e-mail 8 julho de 2004.

REPRESA CACHOEIRA

Localização: Estrada do Rio Cachoeira, km 2, Piracaia

Período de construção: 1969 a 1974

Início de operação: novembro/1974



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia: 1.700 mm
- Dados na seção de barramento:
 - área de drenagem : 410 km²
 - vazão média: 9,1 m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
 - útil: 70,55* hm³
 - morto (N.A.mínimo normal): 44,05* hm³
- Áreas inundadas
 - máxima: 8,7 km²
 - mínima : 5,8 km²
- Níveis de água:
 - máximo normal: 821,78 m
 - mínimo normal: 811,72* m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 0,55 hm³
- Comprimento : 310 m
- Cota de coroamento: 827,28 m
- Altura máxima: 40 m

Órgãos de Controle

- Vazões a jusante:
 - tomada de água com comporta plana quadrada, para abertura de 2,0 x 2,0 m entre cotas 808,00m e 810,00m, instalada na estrutura do vertedor tulipa e acionada localmente.
- Segurança contra cheias:
 - vertedor tulipa com crista na cota 821,78 m e diâmetro externo de 11,0 m.

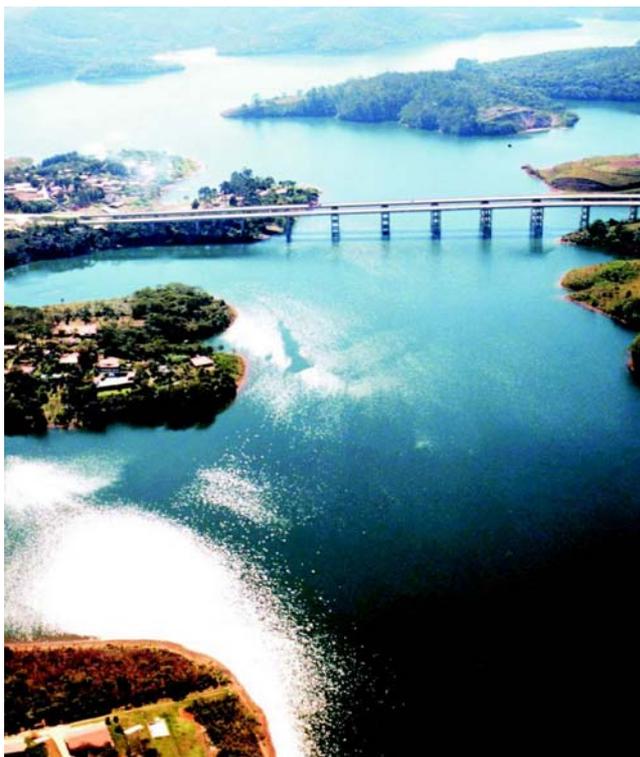
* atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP, e-mail 8 julho de 2004.

REPRESA ATIBAINHA

Localização: Rodovia D.Pedro I, km 48 – Nazaré Paulista

Período de construção: 1969 a 1973

Início de operação: fevereiro/1975



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia: 1.500 mm
- Dados na seção de barramento:
 - área de drenagem: 305 km²
 - vazão média: 6,1 m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
 - útil : 100,16* hm³
 - morto (N.A.mínimo normal): 201,35* hm³
- Áreas inundadas:
 - máxima: 22,5 km²
 - mínima : 17,5 km²
- Níveis de água:
 - máximo normal: 786,86 m
 - mínimo normal: 781,88* m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 1,15 hm³
- Comprimento : 410 m
- Cota de coroamento: 791 m
- Altura máxima: 38 m

Órgãos de Controle

- Vazões mínimas a jusante:
 - comporta plana quadrada para abertura de largura 1,0 m e altura de 1,10 m entre as cotas 774,27 m e 775,37 m, instaladas na estrutura do vertedor tulipa e acionada localmente
 - Segurança da barragem:
 - vertedor tulipa com crista na cota 786,87 m e diâmetro de 6,50 m.

* atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP, e-mail 8 julho de 2004.

REPRESA PAIVA CASTRO

Localização: Rodovia SP 23, km 46,5
Franco da Rocha

Período de construção: 1968 a 1972

Início de operação: maio/1973



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia : 1.400 mm
- Dados na seção de barramento:
 - área de drenagem: 314 km²
 - vazão média: 4,4 m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
 - útil : 9,44* hm³
 - morto (N.A.mínimo normal): 18,1* hm³
- Áreas inundadas
 - máxima: 5,6 km²
 - mínima: 4,4 km²
- Níveis de água:
 - máximo normal: 745,61m
 - mínimo normal: 743,80 m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 0,2 hm³
- Comprimento: 270 m
- Cota de coroamento: 750 m
- Altura máxima: 22 m

Órgãos de Controle

- Vazões mínimas a jusante:
 - válvula borboleta de diâmetro 1.000 mm, com eixo na cota 734,20 m.
 - válvula esfera de diâmetro 350 mm, com eixo na cota 734,20 m.
 - válvulas instaladas na estrutura do descarregador principal.

- Segurança da barragem:
 - descarregador principal com duas comportas setor de largura 4,0 m e altura 6,7 m, sobre dois vertedores perfil Creager, com cristas na cota 738,91 m e largura 3,90 m.
 - descarregador de emergência com dois diques encaixados em estrutura de concreto na ombreira esquerda da barragem, com nível de soleira na cota 743,20 m, níveis das cristas do dique 1 na cota 747,30 m e dique 2 na cota 747,75 m e largura de 5,0 m.

* atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP.

REPRESA ÁGUAS CLARAS

Localização: Estrada de Santa Inês,
km 11 – Caieiras

Período de construção: 1969 a 1971

Início de operação: novembro/1973



Informações Hidrológicas

- Precipitação média na bacia :
1.600 mm
- Dados na seção de barramento:
 - área de drenagem: 26 km²
 - vazão média: 0,45m³/s

Características do Reservatório

- Volumes:
 - útil: 0,76 hm³
 - morto: 0,57 hm³
- Níveis de água:
 - máximo normal: 860,32 m
 - mínimo normal: 850,75 m

Características da barragem

- Tipo: aterro compactado
- Volume do maciço: 0,12 hm³
- Comprimento: 120 m
- Cota de coroamento: 864,32 m
- Altura máxima: 24 m

Órgãos de Controle

- Vazões a jusante:
 - 1 comporta plana de fundo para abertura de seção quadrada de base 1,50 m e cota de soleira 843,50 m.
 - Segurança da barragem contra cheias:
 - vertedor tulipa com crista na cota 860,16 m e diâmetro externo de 5,30 m.
 - vertedor lateral do canal coberto de acesso ao túnel tipo Creager de comprimento 22,40 m.

CANAL DE LIGAÇÃO JAGUARI-JACAREÍ

Túnel escavado em rocha

Os reservatórios Jaguari e Jacareí funcionam como um conjunto único graças à sua interligação, propiciada por um canal aberto de 700 m de comprimento e seção variável. Dispõe de estrutura de controle de vazão para níveis de água próximos ao mínimo, constituída de vertedor de 4 m de altura e de cerca de 15 m de largura de crista.

- Comprimento total : 670 m
- Trecho escavado em rocha: 210 m
- Cota do fundo:
 - 817,50 em 560 m
 - 813,50 em 110 m

Características de seção trapezoidal no trecho escavado em solo

- base: 10,0 m
- talude das paredes: 1:2
- bermas de 4,0 m de largura nas cotas 838,00 m a 850,00 m
- proteção em concreto, até a cota 822,50 m
- proteção com rip-rap, até a cota 850,00 m
- proteção com grama a partir da cota 850,00 m

TÚNEL 7 (JAGUARI-JACAREÍ - CACHOEIRINHA)

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Área da seção transversal variável: 28 m²
- Extensão: 5.885 m
- Declividade: 17,96‰
- Cota de fundo no início do túnel: 809,60 m
- Cota de fundo no final do túnel: 806,72 m
- Capacidade máxima de transporte: 35,0 m³/s

TÚNEL 6 – (CACHOEIRINHA – ATIBAINHA)

- Extensão: 4.769,20 m
- Cota no início do túnel: 802,80 m
- Cota no final do túnel: 800,50 m

Tomada de Água

- Tipo: estrutura de concreto implantada à margem da represa, com comporta setor operada localmente e acionada por guincho localizado na parte superior da estrutura.
- Dimensões da abertura na seção da comporta:
 - largura de 4,81 m e altura de 2,87 m.
 - cota da soleira: 807,80 m

TÚNEL 5 (ATIBAINHA - RIO JUQUERI-MIRIM)

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto, com extensão de 9.840 m

Tomada de Água

- Tipo: estrutura de concreto munida de comporta setor operada localmente, acionada por guincho na parte superior da estrutura.
- Dimensões de abertura:
 - largura de 5,70 m e altura de 2,87 m.

Estrutura de desemboque

- Desemboque em canal livre sem órgãos de operação. Cota de fundo 767,35 m.

TÚNEL 3 (DE PAIVA CASTRO - EESI)

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Extensão: 994,43 m
- Seção transversal: circular de diâmetro 4,40 m e área de 15,20 m²
- Declividades: 10% nos primeiros 104 m e 0,5% no restante
- Vazão de dimensionamento: 33,0 m³/s para nível de água na captação de 743,0 m.

TÚNEL 4 (EESI - ÁGUAS CLARAS)

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Extensão: 1.184,2 m
- Cotas de fundo:
 - no emboque: 856,55 m
 - no desemboque do túnel: 855,89 m
- Vazão de dimensionamento: 33,0 m³/s

TÚNEL 2 (ÁGUAS CLARAS - ETA GUARAÚ)

A ligação Águas Claras - Guaraú compreende: tomada de água no reservatório Águas Claras; túnel 2 de 4.878 m de comprimento escavado em rocha, revestido em concreto nos seus trechos inicial e final e apenas na base em seu trecho intermediário.

Tomada de água

- Estrutura de tomada de água do túnel 2, munida de comporta plana e operada localmente.
- Dimensões de abertura:
 - largura de 4,00 m e altura de 3,65 m.
 - cota da soleira: 844,75 m

ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE SANTA INÊS

Localização: Estrada de Santa Inês, km 20 – Caieiras

Período de construção: 1967 a 1972

Início de operação das bombas 1 a 3: dezembro/1973

Início de operação bomba 4: outubro/1993

Capacidade total: 33,0 m³/s



Casa de Máquinas: A casa de máquinas está implantada cerca de 70 m abaixo da superfície do terreno, vizinha ao maciço da Serra da Cantareira. É acessível por túnel em rampa (para veículos) e por escadas e elevador a partir do edifício central de operação

Dimensões de abertura: quadrada de base de 3,80 m

Tipo: estrutura de concreto, munida de duas comportas tipo stop-log

Chaminé de Equilíbrio: Túnel vertical escavado em rocha e revestido em concreto, altura de 55,50m; seção transversal circular com diâmetro de 8,00 m. Possui obturador circular junto à base da chaminé com diâmetro de 2,27 m.

Casa de Válvulas: Escavada em rocha com comprimento de 48,40 m e largura de 6,30 m, válvula borboleta de diâmetro 2.400 mm.

Grupos Moto-Bombas: A ESI possui 4 grupos moto-bombas que recalcam 11 m³/s (nominais) a altura manométrica de 120 m, tendo cada bomba a potência de 20.000 HP.

ETA GUARAÚ

Descrição Geral: A Estação de Tratamento de Água do Guaraú corresponde, em planta, a um retângulo alongado de aproximadamente 700 m de comprimento por 120 m de largura.

As unidades atualmente em operação têm capacidade de tratamento nominal de 33,0 m³/s.



Vista da ETA Guaraú

Componentes principais

▪ Câmaras de mistura rápida

- dimensões internas: 5 m de comprimento por 0,17 m de largura e 3 m de profundidade
- número de câmaras existentes: 2 unidades

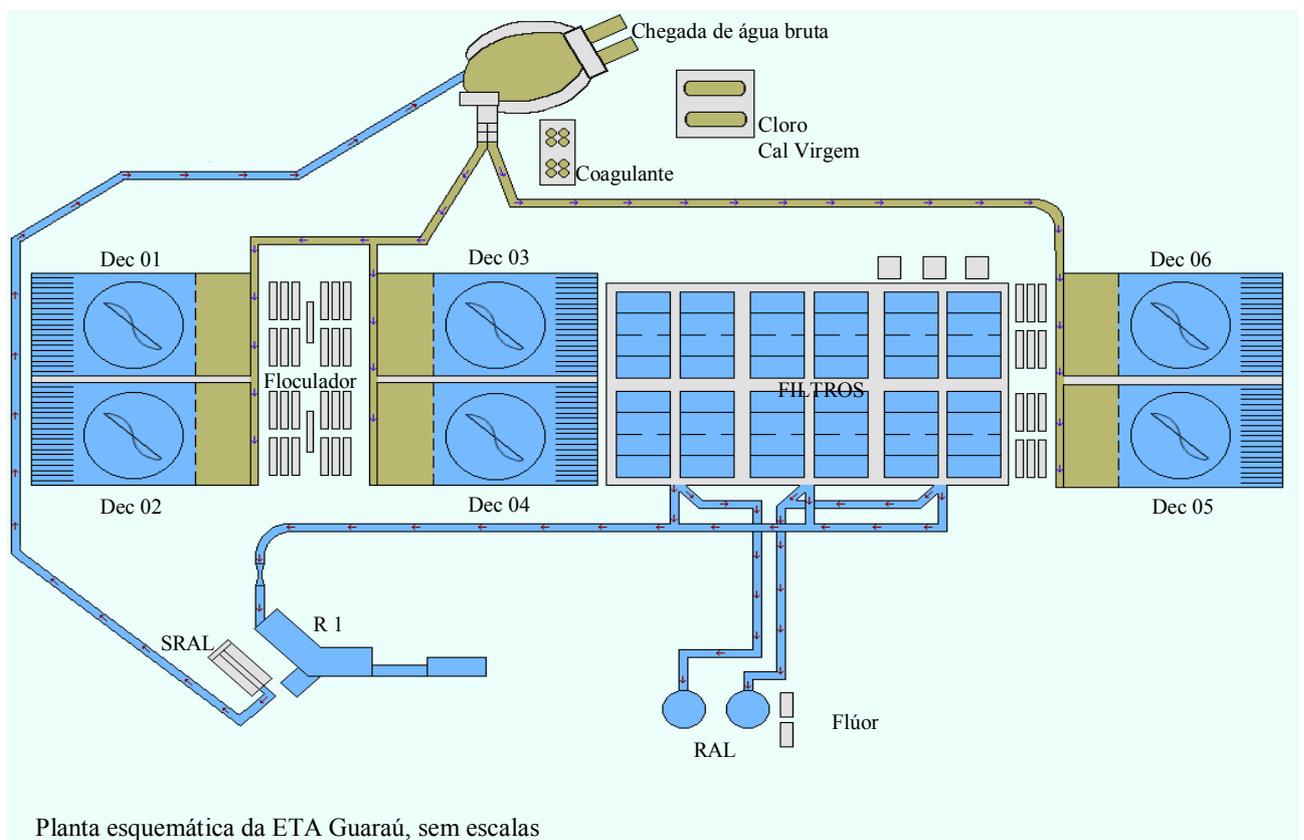
Câmaras de floculação

- dimensões internas de cada câmara:
 - 47,0 m de comprimento
 - 35,30 m de largura
 - 4,90 m profundidade
- número de câmaras existentes: 6 unidades

- número de câmaras projetadas: 2 unidades
- número de flocladores por câmara: 12 unidades
- número total de flocladores em operação: 72 unidades

Decantadores

- dimensões internas de cada decantador:
 - 125,00 m de comprimento
 - 47,00 m de largura
 - 4,90 m profundidade mínima e 5,20 m de profundidade máxima (no centro do decantador)
- número de unidades existentes: 6 unidades
- número de unidades projetadas: 2 unidades
- comprimento do vertedor de água decantada em cada decantador: 1.230 m
- taxa de decantação: $60,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \times \text{dia}$



Planta esquemática da ETA Guaraú, sem escalas

ANEXO IV

**RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES PARA
CONCESSÃO DA OUTORGA**

Anexo II da Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 007/04 de 1º de junho de 2004

COMITÊS PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

(criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 e Lei Federal nº 9.433/97)

ANEXO II - Deliberação Conjunta dos Comitês PCJ nº 007/04, de 01/06/2004.

1. RECOMENDAÇÕES PARA O ESTABELECIMENTO DAS CONDIÇÕES PARA CONCESSÃO DA OUTORGA

Baseando-se nos princípios da Gestão dos Recursos Hídricos e tendo a outorga de direito de uso de recursos hídricos como um dos seus instrumentos voltados à garantia do balanço hídrico, ao planejamento e à sustentabilidade das bacias hidrográficas do Alto Tietê e Piracicaba, Capivari e Jundiá, recomenda-se:

- O **prazo de 10 anos** para a vigência da futura outorga, a partir de agosto de 2004.
- Que **revisões da outorga** possam ser feitas a qualquer momento, tendo como base as análises quantitativas e qualitativas das disponibilidades hídricas, ajustes de prazos e atendimento às ações acordadas no âmbito dos Comitês PCJ, devidamente respaldadas pelos órgãos gestores (ANA, DAEE e IGAM).

Com o objetivo de implementar a "Gestão Compartilhada do Sistema Cantareira" visando à minimização dos problemas de abastecimento público existentes nas bacias do Alto Tietê e Piracicaba, Capivari e Jundiá, recomenda-se:

- vazões máximas (valores médios mensais) transferidas da bacia do Piracicaba para a Região Metropolitana de São Paulo, de até 31 m³/s.
- vazões mínimas (valores médios anuais), liberadas para a Bacia do Rio Piracicaba, obedecerão ao seguinte cronograma:

ANO	Vazão mínima liberada para a bacia do Piracicaba (m ³ /s)
2004	4,0
2005	5,0
2006*	5,0
2007	5,0
2008	5,5
2009	6,0

ANO	Vazão mínima liberada para a bacia do Piracicaba (m ³ /s)
2010	7,0
2011	7,0
2012	7,0
2013	7,0
2014	7,0

COMITÊS PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

(criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 e Lei Federal nº 9.433/97)

*Obs: Se não forem viabilizadas, técnica e financeiramente, até 2006, a construção de novas barragens ou sistemas de reversão de águas que aumentem a disponibilidade hídrica nos rios Atibaia e Jaguari, a Sabesp deverá reduzir, a partir de 2008, a transferência de vazão para a Região Metropolitana de São Paulo.

Para elaboração das propostas de vazões, mostradas acima, foram observados:

- A capacidade máxima de regularização do sistema entre 35 e 36 m³/s (segundo dados informados pela SABESP durante as reuniões do GT-Cantareira);
- A vazão mínima natural (Q_{7,10}) de 9,94 m³/s, nas seções das barragens dos rios formadores do Sistema Cantareira, na bacia do Piracicaba.

As vazões mínimas estabelecidas para a Bacia do Piracicaba, quando não efetivadas, terão os volumes correspondentes armazenados nas barragens do Sistema Cantareira, sendo contabilizados e operacionalizados pela Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico (CT-MH), dos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, para serem utilizados, por meio de descargas suplementares na bacia do Piracicaba, quando se fizerem necessários, dentro do mesmo ano hidrológico, ou seja, do mês de outubro de um ano ao mês de setembro do ano seguinte.

Tendo em vista a necessária recuperação do volume de água armazenado nas represas do Sistema Cantareira e a garantia das vazões transferidas para a RMSP e das liberadas para a Bacia do Piracicaba, a Outorgada (Sabesp) deverá elaborar e executar, anualmente, plano de contingência para a recuperação acima mencionada, a partir de outubro de 2004, até que se obtenha um volume de reservação no Sistema Cantareira que ofereça um nível de garantia de atendimento superior a 95% (noventa e cinco por cento) do tempo.

A operação do Sistema Cantareira, no tocante às descargas para os rios Atibainha, Cachoeira e Jaguari, deverá ser executada pela Sabesp em comum acordo com a CT-MH. Em situações emergenciais ou de pluviometria favorável nos mananciais a jusante do Sistema Cantareira, considerados os aspectos quali-quantitativos, a CT-MH poderá estabelecer vazões de descarga compatíveis com as respectivas demandas.

COMITÊS PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

(criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 e Lei Federal nº 9.433/97)

Para complementar a rede telemétrica de vazões do DAEE nas bacias dos rios Atibaia, Jaguari e Piracicaba, recomenda-se que a SABESP instale postos de medição de vazão junto às descargas das barragens como também, nas seções a montante do Sistema Cantareira, nas bacias dos rios Cachoeira, Atibainha, Jaguari e Jacaré, em pontos a serem estabelecidos pela CT-MH, em acordo com o IGAM e o DAEE.

A fim de se adequar o controle qualitativo sobre os rios das bacias do Atibaia e Jaguari, recomenda-se a instalação, pela SABESP, de amostradores cuja metodologia, parâmetros, amostragem e definição dos pontos de instalação deverão ser executados sob orientação técnica da CETESB e do IGAM. A instalação deverá ser feita no prazo de até dois anos após a concessão da outorga.

Em caso de acidentes ambientais que comprometam a captação para abastecimento público e promovam risco à saúde, a SABESP deverá garantir descargas adicionais de água para restabelecer as condições habituais dos rios Atibaia e Jaguari. Tais descargas deverão ser acordadas no âmbito da CT-MH, em conformidade com o artigo 15 inciso IV da Lei 9.433/97 e artigo 24 inciso IV da Resolução nº. 16, de maio de 2001, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

2. RECOMENDAÇÃO DE MEDIDA COMPENSATÓRIA

Face às baixas vazões descarregadas pelo Sistema Cantareira nos rios Atibainha e Jaguari, que provocaram a descaracterização das margens e calhas desses mananciais, a SABESP deverá contratar estudos de avaliação e promover a recuperação das calhas desses rios, nos trechos compreendidos entre as represas e a confluência com o rio Cachoeira e ponte da rodovia SP 65, respectivamente, no prazo de dois anos.

COMITÊS PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

(criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 e Lei Federal nº 9.433/97)

3. ACORDO A SER REALIZADO NO ÂMBITO DOS COMITÊS PCJ

- 3.1. A SABESP, que é concessionária dos serviços de saneamento em 22 municípios das Bacias PCJ, atingindo uma população de 712.519 habitantes (IBGE 2000), deverá tratar, pelo menos em nível secundário e de acordo com a legislação vigente, até o final de 2005, o esgoto de, no mínimo, 50% da população atendida nesses municípios. Até 2007 o atendimento deverá atingir, no mínimo, 65% e até 2010 o atendimento deverá atingir 100% do esgoto coletado, ressalvada a condição de coleta de, no mínimo, 95% da população total desses municípios.
- 3.2. Deverão ser desenvolvidos de forma conjunta, pela SABESP, municípios integrantes das bacias PCJ e demais usuários, programas de controle de perdas, reuso de águas, campanhas de uso racional e programas de educação ambiental.
- 3.3. A fim de se preservar as vazões afluentes e garantir qualidade das águas deverão ser desenvolvidas parcerias entre a SABESP; a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD/Minas Gerais e seus órgãos vinculados e as Prefeituras Municipais de Camanducaia, Extrema, Itapeva e Sapucaí – Mirim, para conservação do solo, tratamento de esgoto, recuperação da mata ciliar e operacionalização da APA Fernão Dias, em atendimento à Portaria do Ministério da Saúde 518, de 25/03/2004.
- 3.4. Considerando a limitação das descargas nos rios Atibainha, Cachoeira e Jaguari, pelo Sistema Cantareira, fator este que nos períodos de estiagem inibe a autodepuração natural dos cursos d'água, causando aumento das concentrações de matéria orgânica nos cursos d'água, dificultando sobremaneira o tratamento de águas para abastecimento público, tanto no aspecto técnico quanto financeiro, deverá a SABESP prestar assistência técnica e material aos municípios das bacias PCJ que julgarem necessárias tais ações.

COMITÊS PCJ

Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

(criados e instalados segundo a Lei Estadual (SP) nº 7.663/91 e Lei Federal nº 9.433/97)

- 3.5. Recomenda-se serem previstos recursos financeiros, pela SABESP, a fim de que o cadastro de irrigantes seja mantido atualizado e anualmente sejam executados serviços de monitoramento via satélite (aquisição de imagens), ao longo das bacias dos rios Atibaia, Jaguari e Piracicaba.
- 3.6. Como medida de caráter compensatório, pela transposição de água a ser feita, e até que se estabeleça a cobrança pelo uso da água nas bacias PCJ, a Sabesp tomará a iniciativa de depositar voluntariamente junto ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO, na sub conta do CBH-PCJ, e em outros instrumentos que contemplem Minas Gerais, valor correspondente a R\$ 0,01 (hum centavo de real) por metro cúbico de água captada através do Sistema Cantareira. Esta proposta, se aceita, substitui os itens 2; 3.3 e 3.5, constantes deste ANEXO II.
- 3.7. Os itens acima descritos que não forem considerados para efeito de atendimento à legislação referente à outorga de direito de uso em questão, deverão fazer parte de uma negociação e acordo, no âmbito dos Comitês PCJ, devendo posteriormente ser consolidados em um Termo de Compromisso;

LUIZ ROBERTO MORETTI
Secretário-executivo
CBH-PCJ e PCJ FEDERAL

CLAUDIO ANTONIO DE MAURO
Presidente
CBH-PCJ e PCJ FEDERAL

LUIZ CARLOS BERGAMIN
2º Vice-presidente do PCJ
FEDERAL

EDUARDO LOVO PASCHOALOTTI
Vice-presidente do CBH-PCJ e
1º Vice-presidente do PCJ FEDERAL

MARCOS HELANO FERNANDES MONTENEGRO
3º Vice-presidente do PCJ FEDERAL

Deliberação publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo em 04/06/2004.

ANEXO V

**A POSIÇÃO DA AGÊNCIA DA BACIA DO ALTO TIETÊ PARA A DISCUSSÃO DA
RENOVAÇÃO DA OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA**

A POSIÇÃO DA AGÊNCIA DA BACIA DO ALTO TIETÊ PARA A DISCUSSÃO DA RENOVAÇÃO DA OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA

1. O Sistema Cantareira

O Sistema Cantareira foi concebido no final da década de 60 e iniciou parcialmente sua operação na década seguinte. O principal objetivo do Sistema era resolver o problema de abastecimento da Região Metropolitana da Grande São Paulo por um longo horizonte de tempo, como realmente aconteceu.

As principais obras de regularização do Sistema estão esquematizadas na Figura 1 e suas principais características na Tabela 1 abaixo.

Reservatório/Bacia	AD (km ²)	Vazão média m ³ /s	Volume útil hm ³ ⁽¹⁾	Nível Max. Operacional (m)	Nível Min. Operacional (m)
Jaguari-Jacarei / Piracicaba	1270	24,4	595	844,00	829,00
Cachoeira / Piracicaba	410	9,1	70	821,78	811,16
Atibainha / Piracicaba	305	6,1	100	786,86	781,77
Paiva Castro / Alto Tietê	314	4,4	10	745,61	743,80
Totais:	2299	44,0	775		

(1) A respeito dos volumes úteis da tabela devem ser feitas algumas observações, importantes para subsidiar a futura política de operação do Sistema:

- (a) Segundo informações da Sabesp é possível operar o reservatório Jaguari-Jacarei abaixo de seu nível mínimo operacional (cota 829,00 m) e assim tirar proveito de volume de regularização adicional de cerca de 200 hm³. Este volume é considerado pela Sabesp como sendo uma reserva estratégica para ser utilizada em períodos críticos.
- (b) A Sabesp destina um volume de controle de inundações em Jaguari-Jacarei da mesma ordem de grandeza da reserva estratégica acima mencionada.
- (c) Ambos os volumes citados representam uma parcela significativa do volume total de regularização do Sistema e existem possibilidades efetivas de que, mediante a realização de novos estudos técnicos, estes volumes possam ser adicionados ao volumes úteis atuais, aumentando significativamente as garantias de fornecimento de água para São Paulo e para a Bacia do Piracicaba.

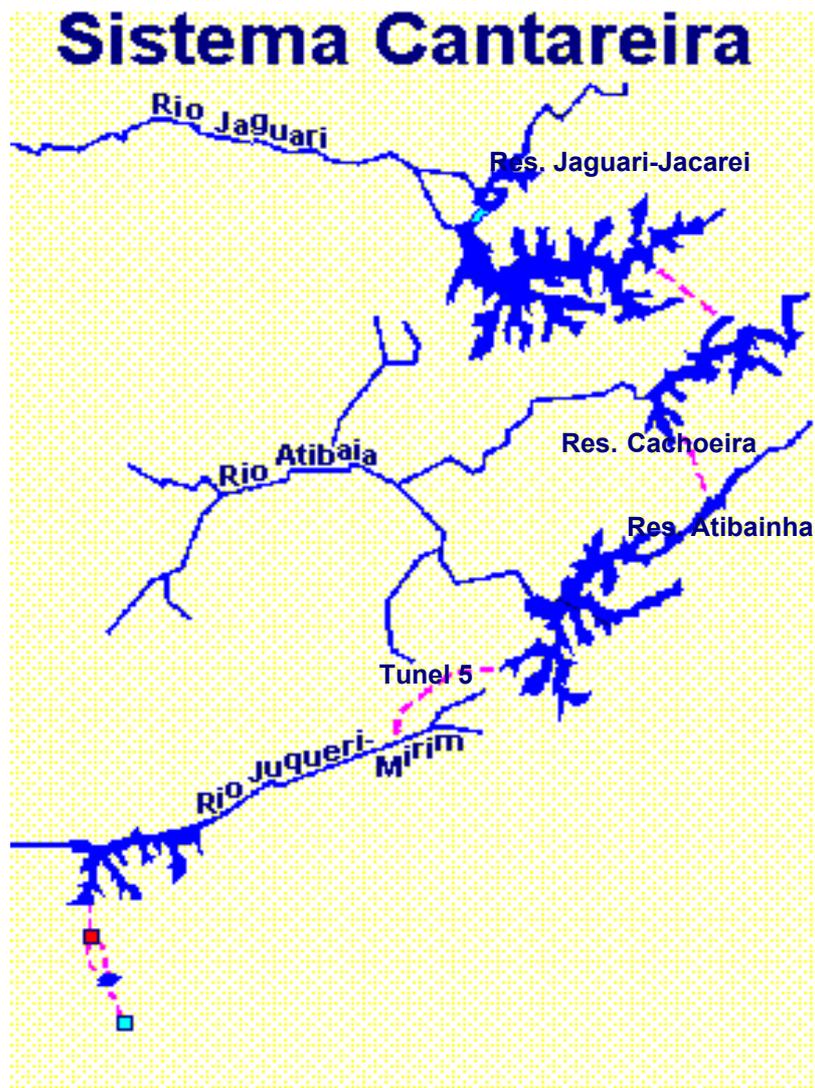


Figura 1- Esquema dos reservatórios de regularização do Sistema Cantareira (Fonte: Sistema de Suporte a Decisões da Sabesp)

A autorização para derivar até $33\text{m}^3/\text{s}$ por 30 anos das águas do Sistema Cantareira que foi concedida para a Sabesp abastecer a RMSP pelo então Ministro de Estado de Minas e Energia, Shigeaki Ueki, Portaria nº 750 de 05 de Agosto de 1974, vence no próximo mês de agosto. Como todo o projeto de transposição de águas de uma bacia para outra, uma série de questões e eventualmente conflitos acabam surgindo, ao longo do tempo, entre a “bacia doadora” e a “bacia receptora”. A portaria do Ministro refere-se apenas à vazão a ser aduzida para São Paulo e é omissa a respeito de volumes de água a serem garantidos a jusante do Sistema. Posteriormente, o Governo do Estado de São Paulo, através de ofício, informou à população da Bacia do Piracicaba que seriam garantidas as vazões de $15,0\text{ m}^3/\text{s}$ na seção de Paulínea, no rio Atibaia, e $40,0\text{ m}^3/\text{s}$ no rio Piracicaba em Piracicaba. Além das vazões nestes pontos de controle, estabeleceu-se também que a jusante dos reservatórios Jaguarí-Jacaré, Cachoeira e Atibainha seriam descarregadas as vazões mínimas de $2,0\text{ m}^3$, $1,0\text{ m}^3/\text{s}$ e $2,0\text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente.

2. A operação do Sistema Cantareira

A Sabesp tem operado o Sistema garantindo as vazões especificadas acima para a Bacia do Piracicaba e transferindo para o Reservatório Paiva Castro cerca de 31,0 m³/s, uma vez que a capacidade do Sistema, de 33,0 m³/s, é obtida com a contribuição de 2m³/s deste último reservatório. Durante períodos hidrológicamente favoráveis, e mesmo ao longo de uma sequência de anos moderadamente secos, tem sido possível manter estas vazões sem maiores dificuldades. Entretanto, durante períodos mais críticos, como os observados a partir de 1999 até hoje, há necessidade de reduzir as vazões aduzidas para São Paulo e também as descargas para a Bacia do Piracicaba. Cumpre observar que período tão crítico como o atual somente foi observado entre 1953 e 1956.

Atualmente a Sabesp conta com um Sistema de Suporte a Decisões desenvolvido na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para apoiar as decisões relativas à operação do Sistema Cantareira. A política da Sabesp tem sido instalar o SSD em entidades que estejam de alguma forma envolvidas com o problema, de forma que estas possam acompanhar a política operacional adotada e eventualmente executar os modelos matemáticos do SSD nele constantes bem como fazer sugestões visando sua melhoria.

Os resultados do Sistema de Suporte a Decisões, operados com series hidrológicas de vazões médias mensais de 74 anos (período 1930-2003) mostram que é possível garantir durante 95% do tempo a vazão de 37 m³/s, com os três reservatórios da Bacia do Piracicaba. Os volumes úteis adotados são os que constam da Tabela 1. A garantia sobe para cerca de 98% do tempo se adicionarmos os 200 hm³ ao volume da reserva estratégica de regularização atualmente utilizado.

Há cerca de 17 anos foi criado o *Grupo Técnico de Monitoramento Hidrológico da Bacia do Piracicaba- GTMH*, constituído por representantes do DAEE, da Sabesp, da Cetesb e de diversas entidades da Bacia do Piracicaba, com objetivos, entre outros, de monitorar o estado da Bacia em termos de quantidade e qualidade de suas águas e oferecer subsídios e sugestões à Sabesp no que se refere à operação do Sistema Cantareira. Posteriormente, com a instituição do Sistema Estadual de Recursos Hídricos e a consequente criação do Comitê das Bacias do Piracicaba, Camanducaia e Jundiaí, o GTMH foi incorporado à estrutura do Comitê na qualidade de Câmara Técnica. Este grupo constitui uma experiência interessante e efetiva de gestão de recursos hídricos, inclusive no que se refere à administração de conflitos. O trabalho realizado tem sido extremamente valioso para decidir sobre a alocação da água do Sistema Cantareira, principalmente em períodos de escassez como o que estamos atravessando.

3 . Pontos de partida para análise da outorga.

A água, em função da variação de sua ocorrência ao longo ano, assume "valores"¹ diferentes. Durante a época de cheias o "valor" da água é muito pequeno pois não há possibilidade de aproveitar as grandes vazões que ocorrem nesses períodos. Já durante a estiagem este "valor" cresce expressivamente, principalmente em regiões de uso intensivo da água. Reservatórios de regularização são instrumentos para *transformar chumbo em ouro*, como almejavam os antigos alquimistas, uma vez que agregam valor às águas de cheia ao armazená-las para aproveitamento quando são mais necessárias. Neste sentido, o efeito de regularização do Sistema Cantareira representa uma grande oportunidade para as Bacias do Piracicaba e do Alto Tietê explorarem mais efetivamente seus recursos hídricos.

¹ o termo "valor" refere-se à utilidade da água para os diversos usos e não ao seu "preço"

O Sistema Cantareira controla cerca de 13% da porção superior da Bacia do Piracicaba, o que permite que suas águas atinjam, praticamente, qualquer ponto do vale, desde que haja um sistema efetivo de operação dos reservatórios e de gestão e controle da utilização destas águas. Ainda em relação à condição topológica privilegiada do Sistema, deve-se ressaltar outro aspecto extremamente importante que a Tabela 1, também ajuda a ilustrar.

Como se nota, as maiores disponibilidades e o maior poder de regularização se concentra na Bacia do Jaguari, que apresenta demanda pequena e, portanto, valor baixo. Através do Sistema Cantareira é possível, entretanto, agregar valor a estas águas descarregando-as no vale do Atibaia que apresenta grande demanda. Neste sentido, o Sistema Cantareira se constitui num recurso não só para regularizar vazões, mas também para transpor as águas regularizadas para a Bacia do Alto Tietê e internamente, para a sub bacia do Piracicaba via rio Atibaia por meio das descargas das barragens dos rios Cachoeira e Atibainha.

Admitidas estas premissas, não parece restar dúvidas que a forma de alocação mais vantajosa para ambas as bacias será obter a garantia de usar determinados volumes de água armazenada nos reservatórios do Sistema e não simplesmente exigir descargas ou aduções de vazões fixas ao longo do ano ou de certos meses. Esta diferença aparentemente sutil, na forma de alocação apresenta vantagens em relação à alternativa *de descargas fixas*:

- a alternativa de descargas fixas pode levar a desperdícios de água, pois em épocas que as bacias incrementais situadas a jusante do Sistema Cantareira garantem as necessidades da bacia no Piracicaba, não há sentido em realizar grandes descargas para jusante do reservatório.
- nesta situação será mais vantajoso armazenar as águas que não tenham utilidade em determinados meses para utilizá-las quando necessário.

Esse tipo de operação, além de se constituir na forma moderna de gestão de recursos hídricos, abre espaço para que ambas as bacias aproveitem com a maior eficácia dos benefícios que o sistema oferece em favor das suas respectivas populações.

Se trata efetivamente de uma gestão integrada e compartilhada que de certa forma já vem sendo realizada há 17 anos, espontaneamente pelo GTMH e que se ajusta perfeitamente aos fundamentos do SIGRH: descentralização e participação.

4. A posição da Agência da Bacia do Alto Tietê:

Considerando que:

4.1. Existe água e capacidade de regularização para atender a ambos os centros de consumo, com riscos de falha aceitáveis durante um horizonte ainda relativamente longo.

4.2. Grande parte dos problemas e conflitos relativos a alocação da água do Sistema Cantareira pode ser administrado através de uma gestão racional, integrada e compartilhada.

4.3. Os estudos de simulação mostram que é possível aduzir cerca de 31,0 m³/s para São Paulo e ao mesmo tempo manter vazões mínimas de 15,0 m³/s em Paulínea e 40,0 m³/s em Piracicaba durante mais de 95% do tempo. Estas vazões e/ou suas respectivas garantias

podem ainda ser aumentadas caso seja possível aumentar os volumes de regularização do sistema como considerado anteriormente.

4.4. A renovação da outorga deve estabelecer princípios claros aceitos por todos os interessados e que as regras derivadas destes princípios devem ser válidas para períodos hidrológicamente normais ou moderadamente secos, uma vez que já foi constatado que durante estes períodos, o desempenho do sistema é satisfatório.

4.5. Durante períodos hidrológicos mais severos, que devem ser definidos por índices previamente estabelecidos por estudos técnicos, haverá necessidade de restringir descargas e transposições como usualmente acontece com sistemas inerentemente associados a riscos e incertezas.

4.6. Um sistema de informações e de esclarecimento da comunidade é extremamente importante para o sucesso de qualquer gestão eficiente de recursos hídricos.

Sugere fundamentalmente:

- A renovação da Outorga mantendo a autorização para a Sabesp derivar até 33m³/s do Sistema Cantareira para abastecimento da R.M.S.P.
- A implantação imediata de um Sistema de Gestão Integrada e Compartilhada dos recursos hídricos do Sistema que garanta apenas o uso de determinados volumes de água armazenada nos reservatórios sem determinação das cargas fixas.

Complementarmente sugere também que:

- O modelo do Sistema de Gestão Integrada e Compartilhada seja concebido com base na experiência do GTMH;
- Sejam providenciados estudos técnicos para definição de índices para caracterizar os períodos hidrológicos mais severos;
- Sejam providenciados os estudos técnicos necessários para viabilizar a incorporação dos volumes do reservatório Jacaré/ Jaguari abaixo do seu nível mínimo operacional e de reserva para controle de inundações;
- Seja implantada uma rede de monitoramento na bacia e regras para o seu funcionamento (inclusive o rateio de custos para sua implantação e operação);
- Sejam desenvolvidos estudos para o estabelecimento de pontos de controle na bacia que sejam mais efetivos que Paulínea e Piracicaba.

São Paulo, 03 de Maio de 2004

Engº Julio Cerqueira Cesar Neto
Presidente da Agência da Bacia do Alto Tietê

ANEXO VI

**SÉRIES MENSAS DE VAZÃO AFLUENTE NATURAL PARA OS RESERVATÓRIOS
JAGUARI-JACAREÍ, CACHOEIRA, ATIBAINHA, PAIVA CASTRO E DO
SISTEMA EQUIVALENTE**

Reservatório Jaguarí Jacareí - Vazões médias mensais (m3/s)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
1930	47,7	47,3	34,0	24,3	19,2	16,7	15,2	12,9	13,8	18,8	17,3	41,8	25,8
1931	40,2	93,4	64,3	47,5	31,8	26,0	20,3	16,0	21,6	21,0	20,7	59,1	38,5
1932	59,2	55,8	50,0	31,1	32,2	28,7	19,7	16,7	13,7	16,3	15,9	43,5	31,9
1933	36,2	29,5	26,1	18,6	18,8	15,2	13,5	12,5	12,1	13,2	12,2	21,9	19,2
1934	37,7	31,1	26,2	18,2	14,1	12,7	10,5	9,1	10,6	12,8	9,3	54,1	20,5
1935	27,0	68,6	51,9	37,5	24,4	21,2	16,7	14,4	18,7	36,7	17,7	22,1	29,7
1936	31,7	32,0	57,5	31,3	22,0	16,9	15,6	20,0	20,3	14,8	22,0	67,9	29,3
1937	79,7	49,5	38,1	40,0	29,3	25,1	18,2	16,0	12,9	25,7	32,4	52,5	35,0
1938	52,7	40,4	37,9	29,2	26,0	19,6	16,9	16,9	17,0	32,6	26,3	30,2	28,8
1939	46,2	47,3	33,6	33,3	27,0	20,6	17,1	14,0	12,9	12,4	18,7	32,2	26,3
1940	65,1	92,6	54,4	35,9	26,3	19,5	15,4	12,3	10,9	12,8	23,0	25,7	32,8
1941	28,8	18,7	19,8	15,9	11,7	11,2	10,7	8,0	23,0	25,2	23,5	28,7	18,8
1942	28,6	38,9	45,1	31,2	21,3	18,6	18,2	13,4	12,2	11,4	12,6	20,1	22,6
1943	28,6	37,0	46,3	23,4	16,4	15,0	12,0	10,9	10,6	13,9	16,7	16,5	20,6
1944	19,2	24,8	40,9	18,5	13,6	11,4	10,5	8,2	7,5	7,2	17,4	14,0	16,1
1945	19,8	48,8	21,7	16,8	12,8	28,5	18,3	11,5	10,0	9,4	23,5	29,9	20,9
1946	65,7	48,1	44,4	33,5	21,1	19,4	18,9	12,9	10,2	14,8	14,2	18,6	26,8
1947	56,4	61,8	73,7	33,5	25,2	20,9	19,4	16,1	20,5	22,5	18,7	43,4	34,3
1948	42,4	47,1	63,2	34,7	25,3	19,7	16,3	14,8	11,8	11,4	13,7	17,1	26,5
1949	29,0	38,7	27,6	23,5	16,2	14,4	11,1	8,9	7,8	8,7	11,7	33,3	19,2
1950	49,8	87,0	57,5	43,5	27,9	22,6	18,1	13,7	11,4	16,2	21,2	37,4	33,9
1951	50,8	54,5	49,4	35,6	23,0	18,2	16,1	14,2	10,5	11,6	16,9	24,0	27,1
1952	35,7	67,6	49,6	28,1	19,1	26,8	16,3	12,8	13,0	11,7	19,3	13,8	26,1
1953	14,7	16,6	16,1	18,7	12,4	10,8	9,0	7,9	7,9	8,6	13,1	16,0	12,7
1954	29,7	45,6	26,2	17,3	23,6	16,2	11,5	9,0	7,3	11,1	7,2	17,2	18,5
1955	28,5	16,5	29,3	18,3	12,4	11,4	8,9	9,3	8,0	8,7	18,5	24,6	16,2
1956	34,0	23,4	27,4	19,1	22,5	23,0	16,1	21,1	14,4	13,8	12,4	16,5	20,3
1957	49,0	50,7	55,7	34,6	23,8	20,0	18,1	16,3	25,0	17,3	24,1	28,9	30,3
1958	48,1	56,8	47,7	36,8	37,0	34,5	26,2	18,3	20,0	17,7	18,8	22,5	32,0
1959	35,8	26,9	39,5	37,8	20,7	15,7	12,3	12,8	9,6	10,5	16,0	26,6	22,0
1960	46,8	46,7	47,4	24,7	21,7	18,1	14,0	11,5	8,7	10,7	16,3	76,4	28,6
1961	62,9	50,8	57,1	38,2	32,4	21,0	15,8	12,5	10,0	9,2	13,4	23,4	28,9
1962	30,4	48,1	62,0	25,8	20,6	15,8	13,1	12,2	11,0	31,3	22,6	34,8	27,3
1963	69,1	49,7	32,1	19,9	15,0	12,5	10,3	8,9	6,2	12,2	17,1	10,1	21,9
1964	16,8	49,0	20,3	14,3	12,8	10,7	10,9	8,2	7,3	13,0	13,7	34,5	17,6
1965	56,2	58,6	48,7	24,9	26,6	18,0	17,2	12,4	10,8	22,8	27,5	42,6	30,5
1966	53,3	42,4	56,3	27,9	21,8	15,7	12,7	12,3	10,1	15,0	21,0	61,7	29,2
1967	68,6	69,1	45,4	27,9	19,8	22,1	14,6	11,4	11,4	12,9	21,7	25,2	29,2
1968	39,7	22,1	29,5	20,8	15,2	13,0	11,0	10,7	8,9	11,4	9,4	17,2	17,4
1969	17,7	19,1	16,9	16,6	10,7	11,8	8,4	8,9	5,8	13,7	25,7	24,6	15,0
1970	47,5	100,4	50,4	27,4	22,2	19,0	16,1	14,1	20,8	17,3	21,7	20,5	31,4
1971	21,1	14,1	21,9	17,5	14,2	19,9	13,7	10,7	10,6	20,6	16,6	28,5	17,5
1972	36,3	48,0	32,2	24,0	16,8	13,9	16,1	16,4	12,5	26,0	25,8	21,4	24,1
1973	32,3	34,1	27,1	30,0	21,8	16,3	16,5	12,5	11,3	15,7	23,0	37,2	23,2
1974	57,0	34,6	34,3	25,6	18,0	21,4	15,5	11,0	9,1	12,1	14,7	33,4	23,9
1975	34,1	42,3	30,2	20,4	16,0	12,4	11,9	8,6	6,5	12,7	17,8	39,2	21,0
1976	30,5	55,3	55,4	40,4	33,1	38,7	39,5	29,3	41,1	32,9	35,4	41,5	39,4
1977	44,3	36,5	31,3	40,6	24,1	22,0	15,8	12,3	15,8	14,2	17,8	36,0	25,9
1978	29,3	23,6	25,8	15,3	14,0	15,7	14,0	9,6	8,5	7,5	23,4	24,9	17,6
1979	25,6	28,4	26,1	20,2	23,3	15,5	14,5	14,9	17,0	20,3	24,4	29,3	21,6
1980	42,2	33,8	31,4	41,8	22,5	20,7	15,0	12,4	11,1	10,3	14,6	32,9	24,1
1981	56,5	17,1	15,1	12,7	9,7	11,7	7,5	6,0	5,7	34,7	64,4	85,7	27,2
1982	51,1	44,4	58,8	36,2	23,3	27,9	21,4	22,9	16,8	31,2	28,8	58,3	35,1
1983	76,3	92,2	81,3	60,6	56,4	118,0	49,9	39,5	72,6	62,7	60,9	75,4	70,5
1984	51,9	35,7	24,8	26,4	24,6	14,9	11,7	16,1	15,6	10,5	11,7	23,7	22,3
1985	37,6	39,1	42,6	24,6	7,4	14,4	12,4	11,6	19,6	12,0	13,7	13,9	20,7
1986	20,4	28,3	30,2	18,8	18,0	11,4	8,9	15,0	7,5	9,1	12,0	54,8	19,5
1987	42,9	43,0	40,6	28,0	44,2	35,0	23,7	19,8	18,8	17,1	15,6	16,0	28,7
1988	36,8	40,9	49,5	42,7	29,6	27,5	16,2	14,5	12,7	18,3	18,5	18,2	27,1
1989	51,8	59,3	45,6	26,6	19,5	18,2	17,8	16,0	15,5	11,9	13,1	19,1	26,2
1990	52,2	16,9	33,2	19,6	18,0	13,2	16,0	14,9	14,4	16,5	13,4	14,8	20,3
1991	28,9	43,9	59,5	62,8	32,1	21,7	17,5	13,4	11,3	26,7	12,7	20,2	29,2
1992	17,7	19,9	21,2	17,3	19,5	11,5	11,5	9,5	14,9	26,5	31,9	28,8	19,2
1993	25,6	44,9	35,8	26,5	20,0	19,2	12,5	11,3	17,7	16,3	8,9	13,2	21,0
1994	23,8	25,4	31,2	23,3	17,0	13,1	12,4	9,2	6,9	12,2	12,3	23,0	17,5
1995	25,7	99,9	48,3	42,9	28,2	19,3	20,2	12,2	13,3	31,0	21,2	21,1	31,9
1996	59,3	50,5	66,5	37,1	24,5	19,0	14,0	13,2	25,0	21,2	27,5	45,2	33,6
1997	51,6	43,5	28,8	21,1	17,0	23,6	12,9	10,7	10,2	14,7	23,4	26,8	23,7
1998	24,7	34,7	31,2	21,5	20,4	15,3	11,3	7,9	12,2	24,4	15,2	36,3	21,2
1999	75,8	52,4	37,1	21,6	15,6	17,1	10,8	7,4	9,3	6,8	10,7	20,4	23,8
2000	45,3	41,3	25,9	18,7	12,4	11,3	11,1	10,0	15,8	6,9	18,6	30,6	20,7
2001	24,0	33,2	27,2	20,5	15,2	11,4	9,9	8,3	9,9	21,5	22,7	32,5	19,7
2002	45,3	44,5	34,5	28,0	18,7	14,0	10,7	13,6	12,7	8,0	15,7	21,4	22,3
2003	52,1	38,7	25,4	17,7	14,6	10,3	7,3	6,4	6,3	9,2	12,2	27,1	18,9
mínimo	14,7	14,1	15,1	12,7	7,4	10,3	7,3	6,0	5,7	6,8	7,2	10,1	12,7
média	41,3	44,5	39,6	27,9	21,4	19,6	15,3	13,1	13,8	17,0	19,5	31,4	25,4
máximo	79,7	100,4	81,3	62,8	56,4	118,0	49,9	39,5	72,6	62,7	64,4	85,7	70,5

Reservatório Cachoeira - Vazões médias mensais (m3/s)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
1930	15,2	17,3	10,8	8,4	6,8	6,4	6,0	5,3	5,7	8,3	7,9	17,8	9,7
1931	18,0	33,9	22,0	16,4	12,4	10,4	8,6	7,2	8,9	8,8	9,1	18,1	14,5
1932	18,3	14,5	15,4	10,6	11,1	10,7	7,8	6,8	5,7	6,8	6,6	15,1	10,8
1933	11,5	10,0	8,7	6,4	6,6	5,7	5,3	4,8	5,3	4,9	4,7	6,9	6,7
1934	12,1	10,8	8,7	6,8	5,2	4,8	4,1	3,8	4,2	4,3	3,8	15,8	7,0
1935	8,6	14,3	11,9	8,9	6,4	6,2	5,2	4,8	6,5	11,7	6,2	7,2	8,1
1936	9,8	9,9	18,1	10,8	7,9	6,5	5,8	6,8	7,1	5,7	6,3	19,5	9,5
1937	28,7	16,0	12,3	13,0	10,0	8,9	7,1	6,0	4,9	8,9	11,1	20,3	12,3
1938	13,5	10,3	13,6	10,7	9,6	7,9	6,9	6,8	6,9	10,8	9,9	10,6	9,8
1939	15,8	14,3	13,5	13,4	10,0	8,3	6,9	5,7	5,4	5,2	7,2	9,1	9,6
1940	12,4	22,2	14,5	10,4	8,0	6,5	5,5	4,5	4,5	5,3	7,0	8,8	9,1
1941	8,7	7,1	7,6	5,7	4,2	4,0	4,1	2,9	8,2	7,8	8,9	9,2	6,5
1942	10,0	14,8	14,1	11,6	8,5	7,7	7,8	5,6	5,2	4,9	5,8	8,6	8,7
1943	9,8	11,4	11,9	7,8	6,1	5,6	4,6	4,6	4,2	6,3	5,6	8,1	7,2
1944	7,9	10,4	13,7	8,5	6,6	5,6	4,8	3,8	3,4	3,1	6,4	5,7	6,7
1945	8,2	16,6	8,9	7,7	6,1	10,7	7,3	5,2	4,9	4,7	7,7	9,1	8,1
1946	15,4	12,8	13,1	11,4	8,1	7,4	6,9	5,2	4,4	6,0	6,3	7,6	8,7
1947	17,9	16,3	21,7	11,9	9,5	9,0	8,4	7,4	8,7	8,7	8,7	18,3	12,2
1948	16,2	16,1	20,3	13,7	10,6	8,5	7,4	6,6	5,7	5,7	6,6	8,3	10,5
1949	11,5	14,8	10,7	9,8	7,1	6,4	5,5	4,5	4,0	4,4	5,2	11,9	8,0
1950	16,9	21,9	17,8	13,9	9,8	8,5	7,0	5,7	4,9	6,4	8,3	10,1	10,9
1951	11,8	15,6	14,5	11,4	8,0	6,8	6,3	5,6	4,5	5,2	6,4	7,2	8,6
1952	12,0	20,8	15,9	9,6	7,3	8,3	5,9	5,1	5,2	4,7	7,8	6,4	9,1
1953	5,9	6,8	6,2	7,3	5,5	4,6	3,8	3,6	3,6	3,9	5,8	6,8	5,3
1954	7,8	12,3	7,8	6,3	8,5	6,0	4,8	3,9	3,5	4,8	3,1	5,7	6,2
1955	9,0	6,1	11,5	8,3	6,0	5,3	4,4	4,6	3,6	3,9	6,6	8,2	6,5
1956	9,2	8,7	9,4	7,1	7,7	7,2	5,8	7,6	5,7	5,6	4,6	5,9	7,0
1957	17,0	16,2	15,0	12,6	9,0	7,8	7,1	6,5	9,8	6,8	9,0	11,0	10,7
1958	15,7	16,4	17,8	14,2	15,4	13,0	9,8	7,9	7,8	7,7	8,0	10,6	12,0
1959	14,1	10,9	15,2	13,5	9,0	7,1	6,0	6,0	5,1	4,7	6,9	7,9	8,9
1960	13,8	14,9	15,5	9,3	8,2	7,4	6,3	5,5	4,6	5,6	7,3	20,1	9,9
1961	23,1	18,3	23,9	14,9	13,2	9,8	7,9	6,6	5,5	4,9	6,2	9,7	12,0
1962	11,6	16,5	19,8	10,3	8,6	6,9	6,1	5,6	5,9	10,3	8,4	15,9	10,5
1963	17,2	17,2	12,1	8,8	7,1	6,1	5,2	4,6	3,6	5,6	5,7	5,1	8,2
1964	6,6	14,0	7,6	6,5	5,7	4,8	5,0	4,0	3,7	5,9	5,9	11,3	6,8
1965	17,5	16,2	12,8	8,8	9,1	7,0	6,8	5,4	5,0	8,3	8,1	13,4	9,9
1966	16,1	13,8	18,9	11,9	9,2	7,2	6,1	5,9	5,0	6,4	8,1	17,4	10,5
1967	23,0	22,5	19,7	12,8	9,7	9,8	7,3	5,9	5,8	7,1	8,8	11,2	12,0
1968	13,1	9,1	9,8	8,7	6,6	5,6	5,2	4,9	4,3	4,6	3,6	6,2	6,8
1969	6,6	6,6	6,4	6,6	4,6	4,7	3,6	3,8	3,1	6,0	9,7	8,3	5,8
1970	17,3	25,0	18,1	10,5	8,8	7,8	7,9	7,1	7,8	7,5	7,8	7,3	11,1
1971	6,3	6,0	7,6	6,6	5,5	7,6	5,5	4,5	4,4	9,9	9,1	14,5	7,3
1972	14,8	16,5	14,3	11,7	8,5	6,8	6,8	6,5	5,6	9,6	9,4	9,9	10,0
1973	13,4	14,7	11,5	12,6	10,1	7,8	7,5	5,7	5,7	7,0	9,3	13,2	9,9
1974	17,3	11,6	13,6	10,8	8,1	9,2	6,7	5,2	4,7	5,2	5,1	11,5	9,1
1975	9,4	12,3	12,3	8,2	7,8	7,1	5,4	4,7	3,5	4,3	6,8	12,6	7,9
1976	11,9	19,7	18,2	15,4	13,6	12,3	12,1	8,8	13,1	9,2	9,6	12,3	13,0
1977	13,3	9,2	11,0	14,5	8,9	8,1	6,6	5,4	5,9	5,4	12,9	7,4	9,1
1978	14,6	12,4	12,4	8,4	7,4	8,0	6,8	5,2	4,5	4,3	9,1	9,3	8,5
1979	8,7	9,1	8,2	7,5	8,1	5,8	5,7	6,0	6,8	7,0	8,7	10,4	7,7
1980	13,4	13,2	11,7	13,2	9,2	9,4	7,3	6,1	4,4	4,6	8,7	10,4	9,3
1981	18,5	9,0	9,2	7,4	6,1	4,7	4,5	3,5	3,0	6,3	10,0	10,2	7,7
1982	16,2	16,9	30,7	14,4	9,6	10,8	8,1	6,8	5,2	8,7	8,5	16,9	12,7
1983	18,6	26,9	20,0	20,0	18,2	28,2	15,8	11,8	19,7	15,3	12,6	16,7	18,6
1984	15,0	12,0	12,4	13,7	12,0	7,8	6,5	6,9	6,5	5,3	4,9	11,0	9,5
1985	19,7	15,1	15,5	10,7	8,8	7,0	5,6	4,9	5,7	4,2	5,3	4,6	8,9
1986	6,9	8,0	9,6	6,2	5,8	4,6	4,2	5,2	3,8	3,8	5,2	15,3	6,6
1987	11,9	12,7	15,0	12,4	15,0	12,3	8,4	6,9	6,9	6,6	7,4	7,0	10,2
1988	12,4	15,0	16,0	13,3	13,8	11,7	8,6	7,1	6,2	8,1	7,5	7,3	10,6
1989	13,6	18,0	15,6	10,9	9,9	9,4	9,5	8,6	8,5	6,7	6,6	10,2	10,6
1990	12,4	7,4	9,3	7,3	7,0	5,7	5,9	5,6	6,0	6,9	6,6	5,6	7,1
1991	8,7	9,4	10,8	12,1	9,2	7,7	6,5	5,5	5,4	7,2	4,8	5,2	7,7
1992	5,5	6,9	6,5	5,9	6,3	4,4	4,3	3,8	5,3	6,9	9,0	7,5	6,0
1993	7,2	9,4	8,9	8,3	6,9	6,4	5,2	4,9	6,1	5,5	4,2	4,5	6,5
1994	5,3	7,5	11,1	6,7	5,8	4,1	2,5	1,6	0,9	3,1	4,0	7,7	5,0
1995	8,6	26,8	16,6	10,7	7,7	6,5	7,3	5,0	4,2	10,0	6,8	8,0	9,8
1996	17,5	13,8	20,5	10,9	5,2	3,4	2,4	4,1	5,0	5,1	7,2	7,8	8,6
1997	11,5	10,7	7,6	5,3	4,2	7,3	4,5	3,3	3,1	4,3	5,9	8,2	6,3
1998	7,6	12,5	8,4	5,9	6,6	3,0	2,5	2,8	1,7	5,9	4,2	6,4	5,6
1999	22,2	14,5	13,4	9,7	6,1	6,4	5,5	3,2	4,7	3,1	1,9	3,4	7,8
2000	6,2	8,3	9,3	5,8	3,1	1,4	3,0	3,5	4,0	2,2	5,7	8,3	5,1
2001	6,5	6,3	2,9	3,6	2,1	1,9	1,7	2,5	2,4	4,9	3,0	7,5	3,8
2002	10,8	10,8	6,8	2,8	2,4	1,4	1,1	1,5	1,4	1,9	3,2	3,1	3,9
2003	11,9	6,7	4,1	1,3	1,4	1,3	2,2	2,2	1,7	3,7	2,0	5,2	3,6
mínimo	5,3	6,0	2,9	1,3	1,4	1,3	1,1	1,5	0,9	1,9	1,9	3,1	3,6
média	12,9	13,7	13,1	9,9	8,1	7,3	6,1	5,3	5,4	6,2	6,9	10,0	8,7
máximo	28,7	33,9	30,7	20,0	18,2	28,2	15,8	11,8	19,7	15,3	12,9	20,3	18,6

Reservatório Atibainha - Vazões médias mensais (m3/s)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
1930	12,4	14,0	8,8	6,8	5,6	5,2	4,9	4,3	4,7	6,7	6,4	14,4	7,8
1931	14,6	27,5	17,9	13,3	10,0	8,5	7,0	5,8	7,2	7,1	7,4	14,7	11,7
1932	14,8	11,8	12,5	8,7	9,0	8,7	6,4	5,6	4,7	5,6	5,4	12,2	8,8
1933	9,4	8,2	7,0	5,2	5,3	4,6	4,3	3,9	4,3	4,0	3,8	5,6	5,5
1934	9,8	8,8	7,1	5,5	4,2	3,9	3,4	3,1	3,4	3,5	3,1	12,8	5,7
1935	6,9	11,7	9,7	7,2	5,2	5,0	4,2	3,9	5,3	9,5	5,0	5,8	6,6
1936	6,6	6,8	12,7	7,3	5,4	4,4	4,0	4,6	4,8	3,9	4,3	13,1	6,5
1937	19,5	10,9	8,4	8,8	6,8	6,1	4,8	4,1	3,3	6,1	7,6	13,8	8,4
1938	9,3	7,0	9,3	7,2	6,5	5,4	4,7	4,6	4,7	7,3	6,8	7,2	6,7
1939	10,7	9,7	9,2	9,1	6,8	5,6	4,7	3,9	3,6	3,5	4,9	6,2	6,5
1940	8,4	15,1	9,8	7,1	5,4	4,4	3,7	3,0	3,0	3,6	4,8	6,0	6,2
1941	5,9	4,8	5,1	3,9	2,8	2,7	2,8	2,0	5,6	5,3	6,1	6,3	4,4
1942	6,8	10,0	9,6	7,9	5,8	5,2	5,3	3,8	3,5	3,3	4,0	5,8	5,9
1943	6,7	7,8	8,1	5,3	4,2	3,8	3,1	3,2	2,8	4,3	3,8	5,5	4,9
1944	5,4	7,1	9,3	5,8	4,5	3,8	3,3	2,6	2,3	2,1	4,3	3,9	4,5
1945	5,6	11,3	6,1	5,2	4,2	7,2	5,0	3,5	3,3	3,2	5,2	6,2	5,5
1946	10,5	8,7	8,9	7,8	5,5	5,5	4,7	3,5	3,0	4,1	4,3	5,3	6,0
1947	12,2	11,1	14,8	8,1	6,4	6,1	5,7	5,0	5,9	5,9	5,9	12,5	8,3
1948	11,0	11,0	13,8	9,3	7,2	5,8	5,0	4,5	3,9	3,9	4,5	5,6	7,1
1949	7,8	10,0	7,2	6,6	4,8	4,3	3,7	3,0	2,7	3,0	3,5	8,1	5,4
1950	11,5	14,9	12,1	9,4	6,7	5,8	4,8	3,9	3,3	4,3	5,6	6,9	7,4
1951	8,0	10,6	9,8	7,8	5,4	4,6	4,3	3,8	3,0	3,5	4,3	4,9	5,8
1952	8,2	14,1	10,8	6,5	5,0	5,6	4,0	3,5	4,3	3,9	5,4	4,2	6,3
1953	3,9	5,7	4,4	4,4	3,6	3,1	2,8	2,7	2,6	2,9	4,8	5,1	3,8
1954	5,9	8,6	5,5	4,1	4,9	3,8	3,1	2,6	2,4	3,3	2,2	4,0	4,2
1955	5,7	3,5	4,5	3,7	2,9	2,7	2,3	2,8	2,3	2,5	3,8	4,2	3,4
1956	5,6	5,0	5,8	3,9	4,7	5,1	3,5	4,5	3,8	3,8	2,8	3,7	4,4
1957	9,4	10,5	11,4	8,0	5,6	4,9	4,6	4,5	7,1	5,1	6,5	6,9	7,0
1958	7,8	8,4	10,8	8,0	9,0	7,9	5,9	4,8	5,0	5,0	6,4	8,3	7,3
1959	11,1	9,4	10,2	8,4	6,1	5,0	4,2	4,5	3,8	3,8	4,7	5,7	6,4
1960	7,4	10,4	11,0	7,7	6,3	5,7	4,8	4,4	3,7	4,6	6,1	11,0	6,9
1961	11,5	10,8	13,4	9,7	8,4	6,4	5,3	4,6	4,0	4,1	5,0	6,6	7,5
1962	7,8	11,7	11,8	6,4	5,6	4,6	4,3	4,2	4,1	6,8	6,1	9,3	6,9
1963	10,8	13,0	8,3	5,5	4,7	4,2	3,8	3,5	2,9	3,8	3,5	4,3	5,7
1964	4,0	7,8	4,0	3,5	3,3	2,8	3,1	2,7	2,4	4,0	3,7	7,4	4,1
1965	11,5	10,4	8,5	5,0	6,3	4,5	4,5	3,4	3,5	5,2	4,9	7,5	6,3
1966	9,8	9,1	11,8	7,4	5,7	4,6	4,0	4,2	3,8	5,2	5,7	8,2	6,6
1967	12,0	12,5	14,1	9,6	6,9	7,0	5,5	4,3	4,6	5,4	7,3	7,8	8,1
1968	10,4	6,5	6,5	5,9	4,4	3,9	3,7	3,5	3,2	3,6	3,4	5,5	5,0
1969	4,4	4,2	4,7	5,7	3,1	3,0	2,4	2,6	2,2	4,1	7,5	5,0	4,1
1970	12,2	16,1	12,7	7,5	6,7	5,6	5,2	4,4	5,6	4,9	5,5	5,6	7,7
1971	5,2	4,7	5,6	4,6	4,0	5,6	4,1	1,2	3,5	6,7	4,9	7,2	4,8
1972	9,1	10,6	8,9	6,9	4,9	4,1	4,4	4,5	1,5	6,5	5,1	4,3	5,9
1973	6,6	8,0	6,5	6,8	5,2	4,0	4,3	3,5	3,6	4,8	6,7	8,0	5,7
1974	9,9	6,4	8,0	5,9	4,2	5,3	3,9	3,1	3,0	3,4	3,7	3,6	5,0
1975	3,2	9,2	4,3	0,9	0,5	1,3	2,6	1,5	2,4	3,5	4,8	9,3	3,6
1976	4,8	9,6	8,3	7,2	7,7	6,7	10,2	8,2	9,7	8,2	9,9	12,1	8,6
1977	12,5	7,5	9,2	8,7	5,3	5,3	4,6	4,2	5,3	4,2	6,0	9,9	6,9
1978	7,9	6,7	6,9	4,4	5,1	6,1	5,0	3,7	4,4	4,1	8,9	6,5	5,8
1979	6,2	4,6	6,4	6,7	4,8	3,9	4,2	4,8	5,5	4,7	3,6	5,8	5,1
1980	8,3	8,3	5,7	7,6	4,0	4,3	3,7	3,2	3,1	3,6	4,9	9,1	5,5
1981	11,1	4,8	4,6	3,8	3,2	3,4	2,3	2,3	1,6	7,0	6,6	5,6	4,7
1982	9,0	7,9	10,0	6,0	3,8	6,1	4,3	4,6	2,6	6,2	6,3	14,0	6,7
1983	13,2	12,7	12,3	12,2	12,0	19,5	9,5	6,2	12,5	8,1	7,0	10,5	11,3
1984	9,5	5,7	5,6	7,2	8,2	3,9	3,8	5,3	4,6	3,2	3,0	5,6	5,5
1985	9,6	8,9	6,7	4,5	5,1	3,5	2,8	2,2	3,3	2,3	7,2	4,6	5,1
1986	5,3	7,2	8,2	4,3	7,0	4,2	3,5	3,7	2,6	3,2	4,9	10,4	5,4
1987	11,3	7,8	9,1	3,0	10,3	7,7	5,5	3,8	4,5	3,8	4,9	7,2	6,6
1988	8,7	12,9	12,3	10,9	8,8	7,7	5,6	4,4	3,4	6,1	5,1	7,1	7,7
1989	12,0	10,8	8,9	6,0	5,9	5,8	6,2	6,7	5,6	4,3	5,2	5,4	6,9
1990	9,2	5,8	8,3	5,2	5,6	3,5	5,2	3,5	4,5	6,0	5,1	3,6	5,4
1991	10,2	7,8	14,8	11,2	7,1	5,6	4,0	3,9	4,0	7,1	2,9	4,9	7,0
1992	5,0	7,6	6,4	6,1	5,5	3,3	3,4	3,2	5,1	6,3	7,0	6,1	5,4
1993	6,8	9,5	7,2	5,7	3,7	5,7	3,1	2,9	7,0	6,9	5,0	3,0	5,5
1994	8,1	7,6	7,3	5,0	3,4	2,0	2,7	2,0	1,8	3,5	5,5	7,5	4,7
1995	8,1	18,7	12,7	7,2	5,9	4,2	4,9	4,3	4,9	7,8	7,2	7,4	7,8
1996	12,6	12,5	14,8	12,6	10,1	8,6	8,0	5,5	10,3	5,9	7,5	10,0	9,9
1997	12,7	7,2	6,7	4,1	4,6	6,1	3,4	3,2	4,7	5,1	7,7	6,7	6,0
1998	7,2	11,5	7,6	6,9	5,5	5,6	5,7	2,2	3,2	5,9	3,0	5,1	5,8
1999	13,6	11,1	7,1	4,2	3,2	3,6	2,0	2,4	2,7	2,0	1,6	4,0	4,8
2000	6,9	7,7	5,0	2,6	2,6	1,6	2,4	2,9	5,0	2,4	4,3	7,1	4,2
2001	5,2	4,9	5,0	5,0	3,8	2,4	2,4	2,4	2,9	6,7	5,4	8,0	4,5
2002	9,7	8,2	6,4	3,3	2,7	2,3	1,5	1,8	3,4	2,4	3,9	4,6	4,2
2003	9,2	5,0	3,8	3,0	3,4	3,1	2,2	2,1	1,6	4,3	4,3	3,9	3,8
mínimo	3,2	3,5	3,8	0,9	0,5	1,3	1,5	1,2	1,5	2,0	1,6	3,0	3,4
média	8,9	9,4	8,8	6,5	5,5	5,0	4,3	3,7	4,1	4,8	5,2	7,2	6,1
máximo	19,5	27,5	17,9	13,3	12,0	19,5	10,2	8,2	12,5	9,5	9,9	14,7	11,7

Reservatório Paiva Castro - Vazões média (m3/s)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
1930	6,7	8,5	5,6	4,4	4,0	3,7	3,4	3,2	3,3	4,2	5,5	12,2	5,4
1931	8,1	19,9	13,9	7,6	4,8	4,5	3,3	4,2	5,6	4,8	4,7	11,3	7,7
1932	10,2	6,8	9,5	5,6	5,6	5,2	4,5	4,1	3,3	4,5	3,9	9,5	6,1
1933	8,2	6,5	5,1	4,5	4,1	3,9	3,5	3,2	3,3	3,4	2,8	3,3	4,3
1934	5,9	5,5	3,8	3,6	2,7	2,6	2,2	2,2	2,4	2,5	2,3	8,7	3,7
1935	4,6	6,5	4,9	4,3	3,6	3,7	2,9	2,8	4,1	6,2	3,7	3,7	4,2
1936	4,9	4,4	8,9	4,3	3,6	2,9	2,4	3,6	3,8	3,0	3,2	6,5	4,3
1937	11,5	5,1	4,2	5,2	4,4	3,9	3,2	3,2	2,2	4,0	6,3	7,1	5,0
1938	6,9	4,7	4,0	3,7	3,1	2,9	3,3	3,2	4,9	4,7	6,7	6,7	4,6
1939	7,5	7,8	4,5	3,6	3,8	3,4	2,4	1,9	2,1	2,1	4,1	3,7	3,9
1940	6,6	19,6	7,3	4,3	3,6	3,0	2,4	2,2	2,2	3,1	3,6	4,0	5,2
1941	6,6	4,3	5,3	4,1	3,2	2,3	1,9	1,7	3,9	3,8	3,3	4,0	3,7
1942	5,0	5,5	5,3	4,3	3,3	3,2	4,0	2,4	2,4	2,1	2,9	4,3	3,7
1943	5,1	5,1	5,5	3,4	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	3,3	3,2	3,1	3,3
1944	3,7	5,6	7,7	3,4	2,4	2,2	2,2	1,9	1,7	1,7	2,2	2,1	3,1
1945	2,3	9,2	3,3	2,3	2,0	3,9	3,1	2,2	2,1	1,9	2,3	3,4	3,2
1946	8,4	8,7	7,7	4,3	3,2	3,3	3,2	2,4	2,0	2,4	3,0	2,1	4,2
1947	7,7	8,4	11,9	4,5	3,9	3,2	3,2	3,2	3,5	3,7	3,7	10,3	5,6
1948	8,5	8,8	12,0	9,4	7,0	4,9	4,2	3,9	3,1	3,4	3,4	3,6	6,0
1949	6,5	8,3	6,3	5,2	3,6	3,2	2,4	2,1	1,8	1,7	1,8	4,3	3,9
1950	8,7	14,6	10,2	8,0	5,0	4,2	3,6	2,8	2,2	4,5	4,1	4,2	6,0
1951	9,5	7,7	6,8	4,5	3,4	3,1	3,1	2,8	1,9	3,0	3,1	3,6	4,4
1952	4,4	8,8	7,6	4,1	2,4	3,3	2,2	2,1	2,1	2,3	3,3	2,2	3,7
1953	2,4	5,4	3,1	4,2	2,3	2,2	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	3,6	2,8
1954	5,1	7,1	4,8	3,0	3,0	2,4	1,8	1,6	1,4	2,4	1,5	3,1	3,1
1955	7,8	3,0	2,4	2,0	1,8	1,8	1,3	1,5	1,4	1,3	2,2	3,3	2,5
1956	2,3	2,2	3,5	2,2	3,6	5,1	3,0	3,8	2,3	2,1	1,7	1,7	2,8
1957	9,1	8,5	8,5	5,4	3,8	3,3	3,3	3,0	5,4	3,6	3,9	4,0	5,2
1958	5,3	8,7	8,8	4,5	5,2	5,2	4,2	3,1	3,3	3,3	4,2	6,3	5,2
1959	8,4	6,8	7,7	7,2	3,9	3,2	2,9	3,3	2,2	2,3	3,3	5,6	4,7
1960	9,3	7,3	6,9	3,7	3,8	3,3	2,8	2,2	2,0	2,3	3,7	13,2	5,0
1961	11,7	9,5	12,1	7,8	6,9	4,7	3,9	3,3	2,8	2,3	3,2	4,7	6,1
1962	5,5	8,6	10,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,9	3,0	5,0	4,1	8,2	5,3
1963	9,2	8,9	6,4	4,2	3,6	3,1	2,4	2,2	1,8	2,9	2,9	2,3	4,2
1964	3,1	7,4	3,8	3,3	3,0	2,3	2,3	1,9	1,8	3,0	3,0	5,4	3,4
1965	9,0	8,2	6,8	4,3	4,4	3,5	3,4	2,8	2,3	4,0	4,0	7,1	5,0
1966	8,1	6,7	9,7	6,4	4,4	3,6	3,1	3,0	2,3	3,2	4,0	9,1	5,3
1967	11,4	11,3	10,0	6,7	4,6	4,7	3,6	3,1	3,0	3,5	4,2	5,3	6,0
1968	6,8	4,4	4,7	4,2	3,4	2,9	2,4	2,3	2,0	2,6	2,1	3,4	3,4
1969	2,6	2,1	2,2	3,1	1,5	1,8	1,3	1,1	1,1	2,6	6,3	2,5	2,4
1970	10,1	13,5	8,4	4,9	4,3	3,7	3,2	2,9	4,0	3,3	2,4	3,2	5,3
1971	3,3	2,8	5,3	3,7	3,0	3,8	2,6	1,4	0,7	2,3	2,1	3,2	2,9
1972	7,5	7,1	4,1	3,3	2,5	3,8	1,2	2,5	2,2	3,4	4,0	3,0	3,7
1973	2,8	4,6	3,8	1,5	2,3	4,2	4,2	3,2	2,8	1,4	0,8	3,1	2,9
1974	5,7	3,2	3,6	4,2	3,4	3,2	2,7	2,4	2,4	2,8	3,4	4,8	3,5
1975	3,4	8,3	4,0	2,6	1,7	1,5	2,1	1,2	0,6	2,1	2,5	7,1	3,1
1976	5,4	11,3	4,7	5,5	5,7	5,4	7,8	6,4	6,4	5,4	8,0	8,1	6,7
1977	11,9	10,1	4,7	5,7	3,0	3,5	1,3	0,9	2,5	1,9	3,2	6,9	4,6
1978	2,3	2,3	3,6	1,0	1,7	2,6	2,3	0,9	0,9	0,7	6,6	3,0	2,3
1979	3,8	4,6	2,1	1,7	2,2	1,3	1,3	1,9	2,3	1,9	3,6	2,6	2,4
1980	5,3	4,8	3,4	2,8	1,1	0,8	0,5	1,4	2,2	2,9	4,5	9,9	3,3
1981	8,3	5,4	4,5	3,7	3,5	3,8	3,2	2,7	2,3	5,0	6,6	5,9	4,6
1982	7,1	8,4	5,9	5,2	4,3	6,6	4,4	4,0	4,4	6,4	6,2	12,0	6,2
1983	14,6	5,8	13,3	12,4	11,8	15,8	11,5	10,0	12,6	12,4	9,6	11,2	11,8
1984	11,7	7,7	5,6	7,7	8,1	5,8	5,2	5,5	6,9	5,9	4,9	5,7	6,7
1985	6,4	8,9	10,5	6,0	5,7	3,3	4,1	3,9	3,3	2,0	3,1	1,9	4,9
1986	3,3	5,5	5,3	3,2	3,2	1,7	1,7	2,9	2,1	1,5	2,3	8,8	3,5
1987	16,3	11,6	10,3	6,3	9,1	10,3	6,6	5,7	5,9	6,2	3,9	4,5	8,1
1988	7,0	6,8	9,9	8,6	9,3	7,9	5,2	4,6	3,8	5,5	4,9	8,0	6,8
1989	13,4	12,5	9,6	6,6	5,5	5,6	6,7	4,5	4,1	2,8	3,1	3,7	6,5
1990	6,6	4,0	6,8	4,5	4,2	3,2	3,8	3,9	3,8	2,9	2,7	3,3	4,2
1991	7,5	8,9	12,0	8,0	6,0	5,2	4,6	3,7	3,5	7,5	3,5	4,9	6,3
1992	3,2	3,6	5,2	3,1	2,4	2,4	1,2	1,2	2,7	3,1	5,9	6,8	3,4
1993	6,1	8,9	5,0	4,7	4,7	4,8	2,5	2,4	4,7	2,2	3,0	4,6	4,5
1994	6,4	8,3	7,1	6,1	5,3	5,2	4,6	4,0	2,5	3,1	2,5	5,6	5,0
1995	3,4	12,7	7,0	6,1	3,6	3,6	3,8	2,5	0,6	1,5	2,1	4,2	4,3
1996	7,4	4,8	14,1	2,8	3,3	3,4	1,9	1,8	5,5	5,1	2,7	5,7	4,9
1997	10,0	9,1	5,5	4,9	4,2	5,4	3,7	2,6	3,0	3,7	3,7	5,1	5,1
1998	4,1	8,3	5,9	1,9	3,3	2,3	1,5	3,8	3,4	6,2	4,9	4,9	4,2
1999	10,7	11,2	8,9	4,6	5,6	5,6	4,5	3,8	4,2	3,5	2,6	2,7	5,7
2000	8,1	7,2	6,1	4,3	2,0	3,0	3,2	2,9	3,7	2,5	5,2	6,6	4,6
2001	5,3	9,0	5,1	3,4	2,7	2,0	1,8	1,1	2,0	3,7	2,9	6,2	3,8
2002	9,6	8,4	7,2	5,3	5,3	3,4	3,5	2,6	2,5	2,3	3,0	3,4	4,7
2003	6,2	4,6	4,6	2,7	2,0	1,8	2,2	1,3	2,2	1,7	3,4	3,9	3,1
mínimo	2,3	2,1	2,1	1,0	1,1	0,8	0,5	0,9	0,6	0,7	0,8	1,7	2,3
média	7,0	7,6	6,7	4,7	4,0	3,8	3,2	2,9	3,0	3,4	3,7	5,4	4,6
máximo	16,3	19,9	14,1	12,4	11,8	15,8	11,5	10,0	12,6	12,4	9,6	13,2	11,8

Sistema Equivalente (Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha) - Vazões médias mensais (m3/s)

Ano / Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	média anual
1930	75,3	78,6	53,7	39,6	31,6	28,3	26,0	22,4	24,2	33,8	31,7	74,0	43,3
1931	72,8	154,8	104,3	77,3	54,2	44,8	35,8	29,0	37,7	36,9	37,2	91,9	64,7
1932	92,3	82,2	77,9	50,4	52,3	48,1	33,9	29,1	24,0	28,7	27,9	70,8	51,5
1933	57,0	47,7	41,8	30,2	30,7	25,5	23,0	21,1	21,7	22,2	20,7	34,4	31,3
1934	59,6	50,7	42,0	30,5	23,4	21,3	18,0	16,0	18,2	20,6	16,1	82,7	33,3
1935	42,5	94,6	73,6	53,6	36,0	32,4	26,1	23,2	30,4	57,9	28,8	35,0	44,5
1936	48,1	48,7	88,3	49,4	35,3	27,8	25,4	31,4	32,2	24,4	32,6	100,5	45,3
1937	127,9	76,4	58,8	61,8	46,1	40,1	30,1	26,1	21,1	40,7	51,1	86,6	55,6
1938	75,5	57,7	60,8	47,1	42,1	32,9	28,5	28,3	28,6	50,7	43,0	48,0	45,3
1939	72,7	71,3	56,3	55,8	43,8	34,5	28,7	23,6	21,9	21,1	30,8	47,5	42,3
1940	85,9	129,9	78,7	53,4	39,7	30,4	24,6	19,8	18,4	21,7	34,8	40,5	48,1
1941	43,4	30,6	32,5	25,5	18,7	17,9	17,6	12,9	36,8	38,3	38,5	44,2	29,7
1942	45,4	63,7	68,8	50,7	35,6	31,5	31,3	22,8	20,9	19,6	22,4	34,5	37,3
1943	45,1	56,2	66,3	36,5	26,7	24,4	19,7	18,7	17,6	24,5	26,1	30,1	32,7
1944	32,5	42,3	63,9	32,8	24,7	20,8	18,6	14,6	13,2	12,4	28,1	23,6	27,3
1945	33,6	76,7	36,7	29,7	23,1	46,4	30,6	20,2	18,2	17,3	36,4	45,2	34,5
1946	91,6	69,6	66,4	52,7	34,7	32,3	30,5	21,6	17,6	24,9	24,8	31,5	41,5
1947	86,5	89,2	110,2	53,5	41,1	36,0	33,5	28,5	35,1	37,1	33,3	74,2	54,9
1948	69,6	74,2	97,3	57,7	43,1	34,0	28,7	25,9	21,4	21,0	24,8	31,0	44,1
1949	48,3	63,5	45,5	39,9	28,1	25,1	20,3	16,4	14,5	16,1	20,4	53,3	32,6
1950	78,2	123,8	87,4	66,8	44,4	36,9	29,9	23,3	19,6	26,9	35,1	54,4	52,2
1951	70,6	80,7	73,7	54,8	36,4	29,6	26,7	23,6	18,0	20,3	27,6	36,1	41,5
1952	55,9	102,5	76,3	44,2	31,4	40,7	26,2	21,4	22,5	20,3	32,5	24,4	41,5
1953	24,5	29,1	26,7	30,4	21,5	18,5	15,6	14,2	14,1	15,4	23,7	27,9	21,8
1954	43,4	66,5	39,5	27,7	37,0	26,0	19,4	15,5	13,2	19,2	12,5	26,9	28,9
1955	43,2	26,1	45,3	30,3	21,3	19,4	15,6	16,7	13,9	15,1	28,9	37,0	26,1
1956	48,8	37,1	42,6	30,1	34,9	35,3	25,4	33,2	23,9	23,2	19,8	26,1	31,7
1957	75,4	77,4	82,1	55,2	38,4	32,7	29,8	27,3	41,9	29,2	39,6	46,8	48,0
1958	71,6	81,6	76,3	59,0	61,4	55,4	41,9	31,0	32,8	30,4	33,2	41,4	51,3
1959	61,0	47,2	64,9	59,7	35,8	27,8	22,5	23,3	18,5	19,0	27,6	40,2	37,3
1960	68,0	72,0	73,9	41,7	36,2	31,2	25,1	21,4	17,0	20,9	29,7	107,5	45,4
1961	97,5	79,9	94,4	62,8	54,0	37,2	29,0	23,7	19,5	18,2	24,6	39,7	48,4
1962	49,8	76,3	93,6	42,5	34,8	27,3	23,5	22,0	21,0	48,4	37,1	60,0	44,7
1963	97,1	79,9	52,5	34,2	26,8	22,8	19,3	17,0	12,7	21,6	26,3	19,5	35,8
1964	27,4	70,8	31,9	24,3	21,8	18,3	19,0	14,9	13,4	22,9	23,3	53,2	28,4
1965	85,2	85,2	70,0	38,7	42,0	29,5	28,5	21,2	19,3	36,3	40,5	63,5	46,7
1966	79,2	65,3	87,0	47,2	36,7	27,5	22,8	22,4	18,9	26,6	34,8	87,3	46,3
1967	103,6	104,1	79,2	50,3	36,4	38,9	27,4	21,6	21,8	25,4	37,8	44,2	49,2
1968	63,2	37,7	45,8	35,4	26,2	22,5	19,9	19,1	16,4	19,6	16,4	28,9	29,3
1969	28,7	29,9	28,0	28,9	18,4	19,5	14,4	15,3	11,1	23,8	42,9	37,9	24,9
1970	77,0	141,5	81,2	45,4	37,7	32,4	29,2	25,6	34,2	29,7	35,0	33,4	50,2
1971	32,6	24,8	35,1	28,7	23,7	33,1	23,3	16,4	18,5	37,2	30,6	50,2	29,5
1972	60,2	75,1	55,4	42,6	30,2	24,8	27,3	27,4	19,6	42,1	40,3	35,6	40,1
1973	52,3	56,8	45,1	49,4	37,1	28,1	28,3	21,7	20,6	27,5	39,0	58,4	38,7
1974	84,2	52,6	55,9	42,3	30,3	35,9	26,1	19,3	16,8	20,7	23,5	48,5	38,0
1975	46,7	63,9	46,8	29,5	24,2	20,8	19,9	14,8	12,4	20,5	29,4	61,1	32,5
1976	47,2	84,6	81,9	63,0	54,4	57,7	61,8	46,3	63,9	50,3	54,9	65,9	61,0
1977	70,1	53,2	51,5	63,8	38,3	35,4	27,0	21,9	27,0	23,8	36,7	53,3	41,8
1978	51,8	42,7	45,1	28,1	26,5	29,8	25,8	18,5	17,4	15,9	41,4	40,7	32,0
1979	40,5	42,1	40,7	34,4	36,2	25,2	24,4	25,7	29,3	32,0	36,7	45,5	34,4
1980	63,9	55,3	48,8	62,6	35,7	34,4	26,0	21,7	18,6	18,5	28,2	52,4	38,8
1981	86,1	30,9	28,9	23,9	19,0	19,8	14,3	11,8	10,3	48,0	81,0	101,5	39,6
1982	76,3	69,2	99,5	56,6	36,7	44,8	33,7	34,3	24,6	46,1	43,6	89,1	54,6
1983	108,0	131,8	113,7	92,9	86,6	165,7	75,2	57,5	104,8	86,1	80,5	102,6	100,4
1984	76,4	53,4	42,8	47,3	44,8	26,6	22,0	28,2	26,7	19,0	19,6	40,2	37,3
1985	66,9	63,1	64,8	39,7	21,3	24,9	20,8	18,6	28,6	18,5	26,2	23,1	34,7
1986	32,7	43,5	48,0	29,3	30,7	20,2	16,6	23,8	13,9	16,1	22,1	80,5	31,5
1987	66,0	63,5	64,7	43,3	69,5	55,0	37,7	30,5	30,2	27,5	27,9	30,1	45,5
1988	58,0	68,9	77,9	66,9	52,1	46,9	30,4	25,9	22,3	32,5	31,0	32,5	45,4
1989	77,4	88,2	70,2	43,5	35,3	33,4	33,5	31,4	29,6	22,9	24,8	34,7	43,7
1990	73,7	30,1	50,8	32,1	30,6	22,4	27,1	24,0	24,9	29,4	25,0	24,0	32,8
1991	47,9	61,2	85,2	86,2	48,3	35,0	28,1	22,8	20,7	41,1	20,5	30,2	43,9
1992	28,2	34,4	34,1	29,2	31,3	19,3	19,3	16,4	25,3	39,7	47,9	42,4	30,6
1993	39,7	63,8	51,9	40,5	30,6	31,3	20,8	19,0	30,8	28,7	18,1	20,7	33,0
1994	37,1	40,5	49,6	35,0	26,2	19,2	17,6	12,8	9,6	18,9	21,8	38,2	27,2
1995	42,4	145,3	77,5	60,7	41,7	30,0	32,5	21,4	22,4	48,8	35,2	36,6	49,6
1996	89,4	76,9	101,9	60,7	39,8	31,0	24,4	22,7	40,3	32,2	42,2	63,1	52,1
1997	75,8	61,4	43,1	30,5	25,8	37,1	20,7	17,2	18,0	24,2	37,0	41,7	36,0
1998	39,5	58,7	47,2	34,2	32,5	24,0	19,5	12,9	17,1	36,2	22,4	47,7	32,7
1999	111,7	78,0	57,6	35,5	24,9	27,0	18,2	13,0	16,8	12,0	14,2	27,8	36,4
2000	58,5	57,2	40,2	27,1	18,1	14,3	16,5	16,4	24,9	11,5	28,6	46,1	29,9
2001	35,7	44,5	35,1	29,0	21,1	15,7	14,1	13,2	15,2	33,2	31,1	48,0	28,0
2002	65,9	63,5	47,7	34,1	23,7	17,7	13,3	16,9	17,5	12,3	22,8	29,1	30,4
2003	73,2	50,3	33,2	22,0	19,3	14,8	11,7	10,7	9,5	17,2	18,5	36,1	26,4
mínimo	24,5	24,8	26,7	22,0	18,1	14,3	11,7	10,7	9,5	11,5	12,5	19,5	21,8
média	63,1	67,6	61,5	44,4	35,0	32,0	25,7	22,2	23,3	28,0	31,6	48,6	40,2
máximo	127,9	154,8	113,7	92,9	86,6	165,7	75,2	57,5	104,8	86,1	81,0	107,5	100,4

ANEXO VII

CURVAS DE AVERSÃO A RISCO

VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO

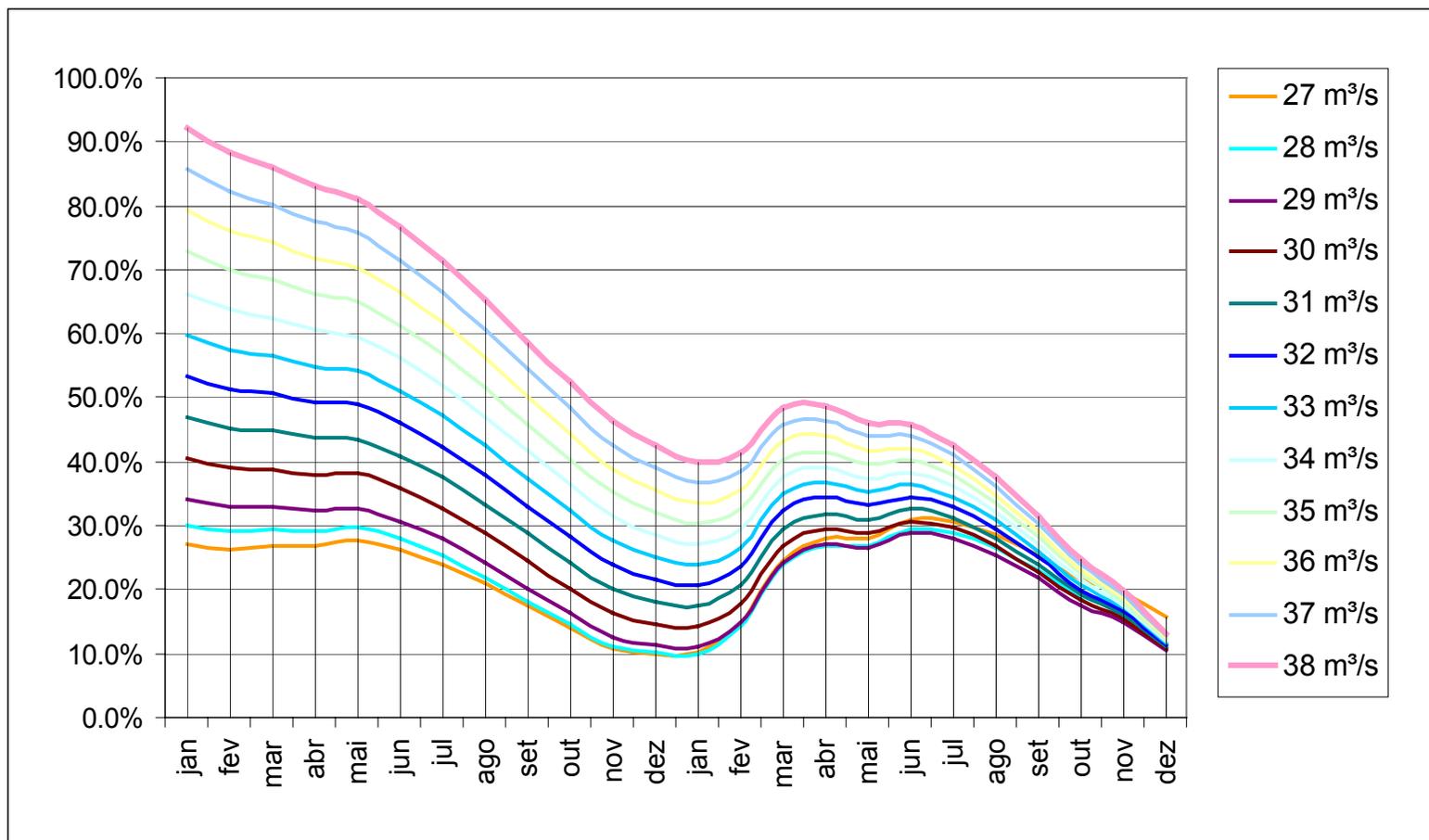


Figura VII - 1 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 10% e as vazões naturais do biênio

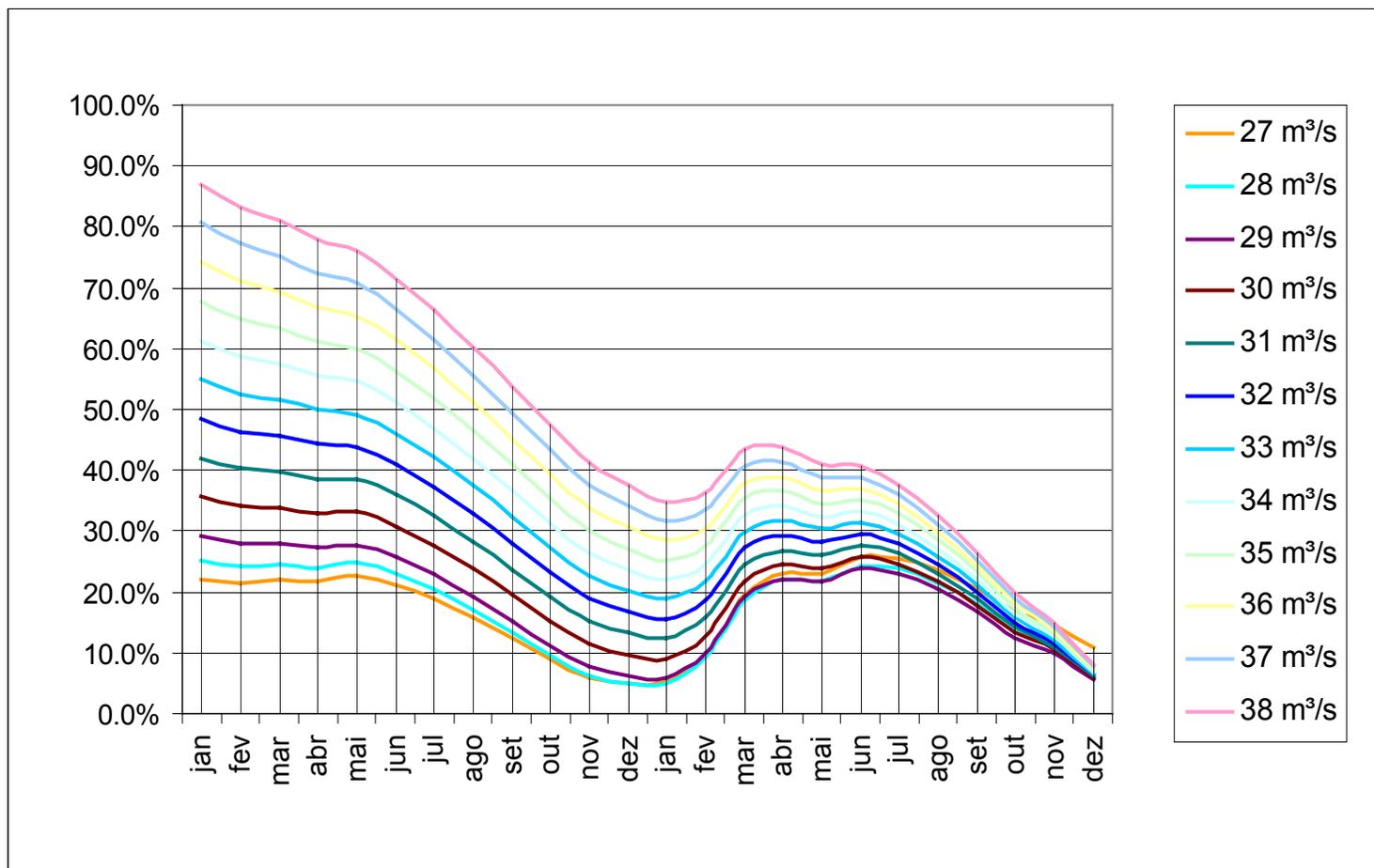


Figura VII - 2 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 5% e as vazões naturais do biênio

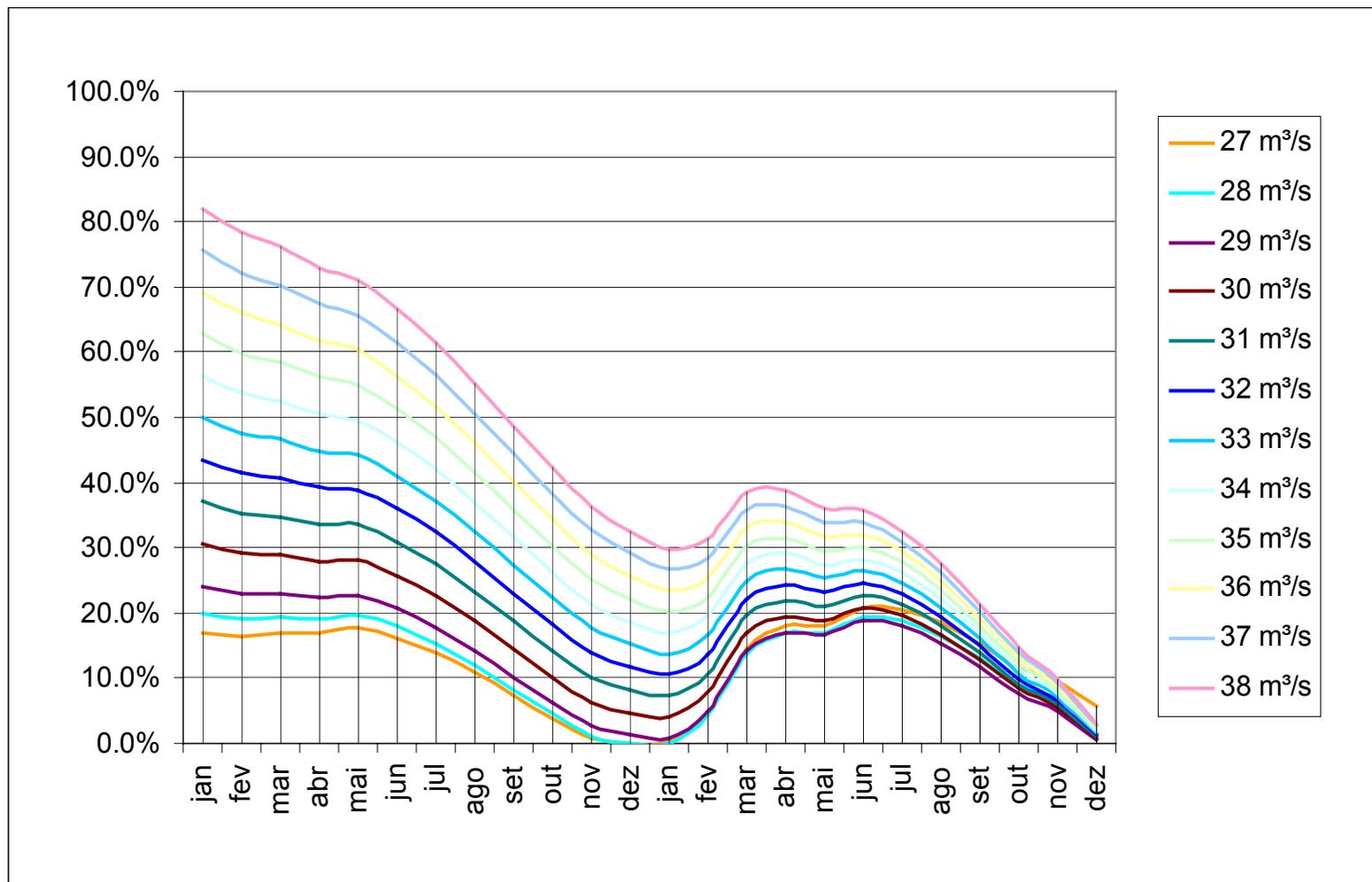


Figura VII - 3 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 0% e as vazões naturais do biênio

ANEXO VIII

CURVAS DE AVERSÃO A RISCO

**VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO
DESCONTADAS DE UM CONSUMO EFETIVO À MONTANTE**

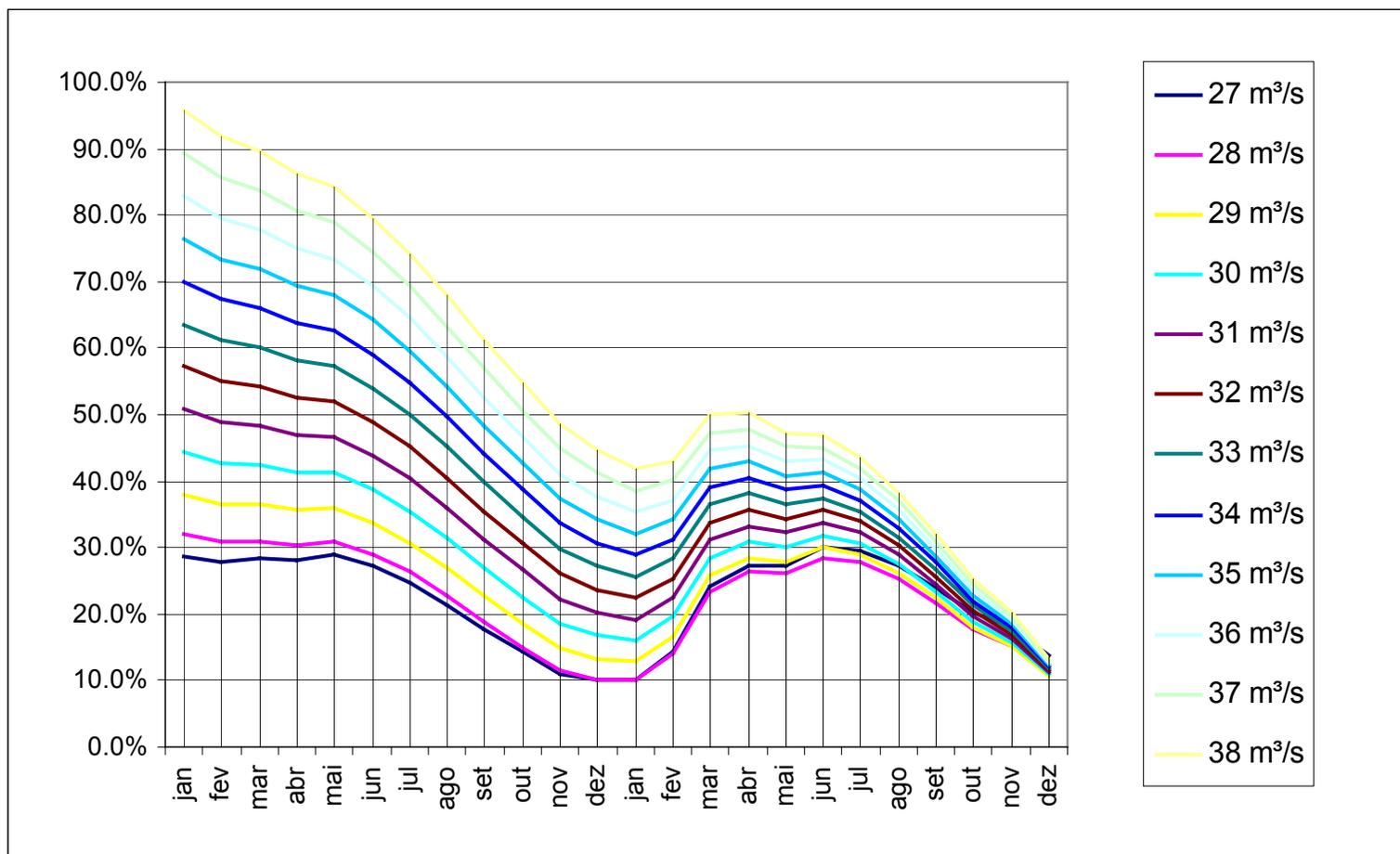


Figura VIII - 1 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 10% e com uso consuntivo

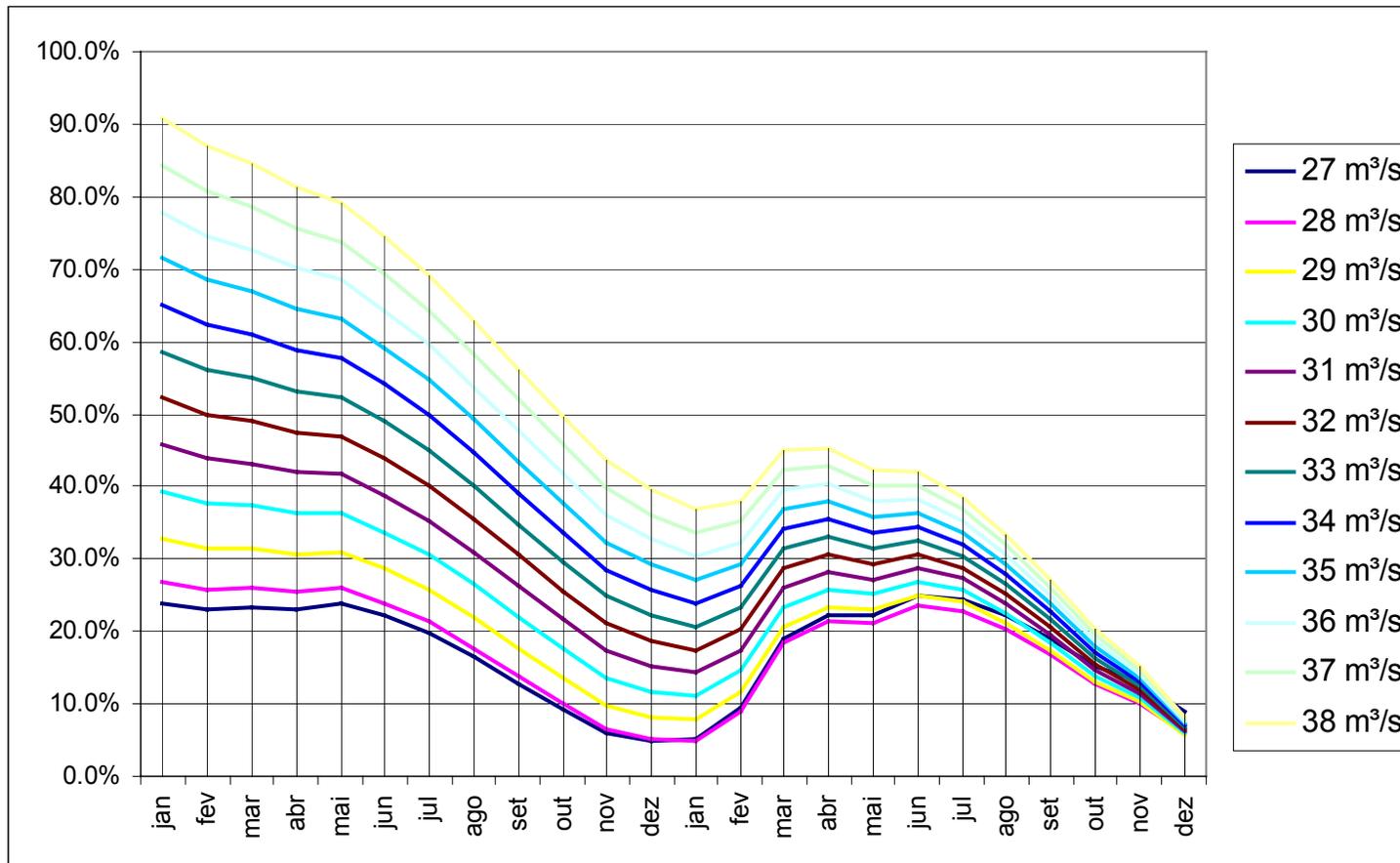


Figura VIII - 2 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 5% e com uso consuntivo

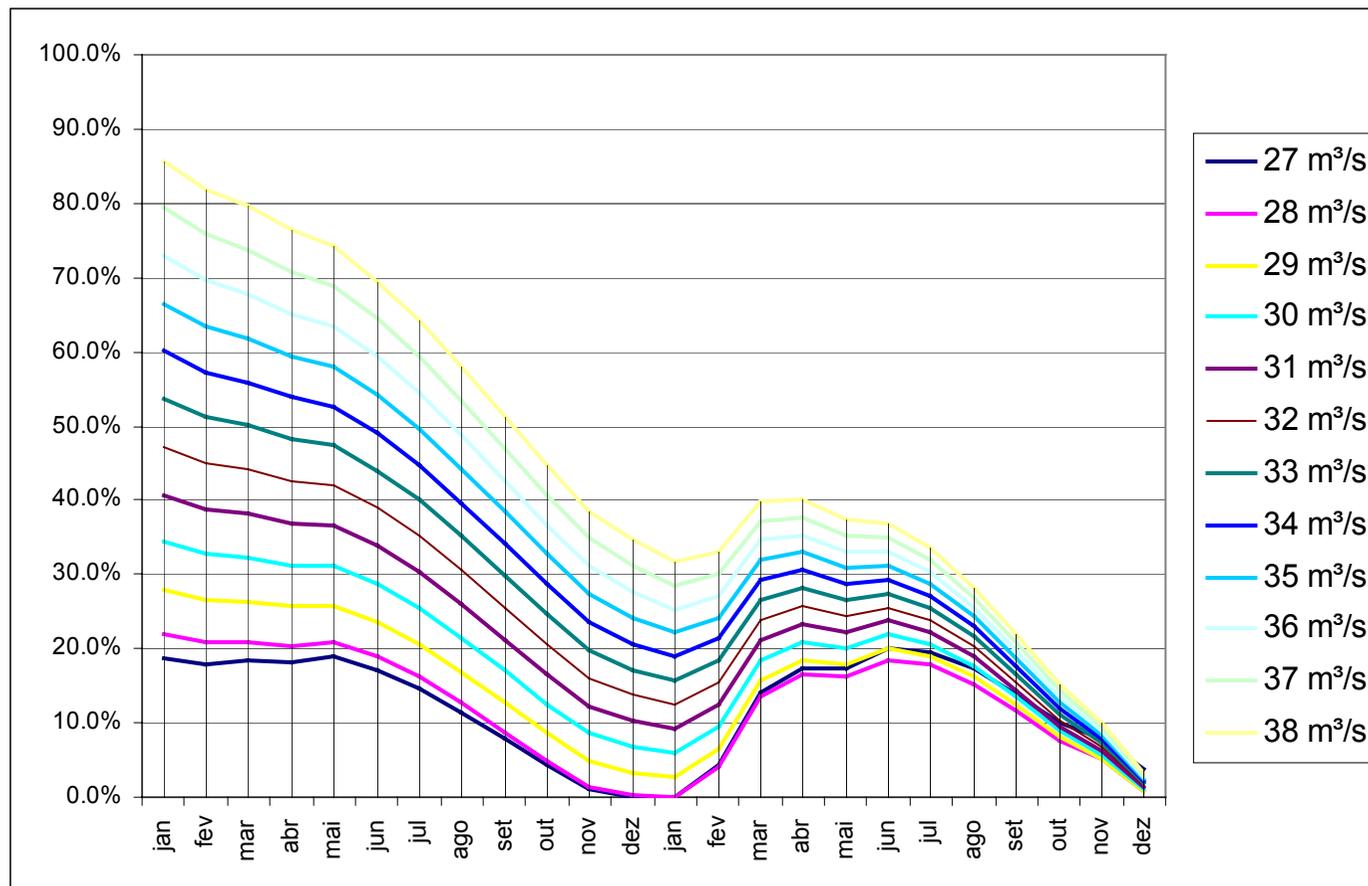


Figura VIII - 3 Curvas de Aversão a Risco do Sistema Equivalente - armazenamento mínimo de 0% e com uso consuntivo

ANEXO IX

**VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO
SISTEMA EQUIVALENTE**

VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO

Tabela IX – 1 - VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 10% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES NATURAIS

Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	27.1%	30.1%	34.2%	40.6%	47.0%	53.5%	59.9%	66.3%	72.7%	79.2%	85.6%	92.0%
fev	26.4%	29.1%	33.0%	39.1%	45.3%	51.4%	57.6%	63.7%	69.9%	76.0%	82.2%	88.3%
mar	26.9%	29.4%	33.0%	38.9%	44.8%	50.7%	56.6%	62.5%	68.4%	74.3%	80.2%	86.1%
abr	26.8%	29.1%	32.4%	38.0%	43.6%	49.3%	54.9%	60.5%	66.2%	71.8%	77.4%	83.1%
mai	27.8%	29.7%	32.7%	38.1%	43.5%	48.9%	54.2%	59.6%	65.0%	70.3%	75.7%	81.1%
jun	26.2%	27.9%	30.7%	35.8%	40.9%	46.0%	51.1%	56.2%	61.3%	66.3%	71.4%	76.5%
jul	24.0%	25.4%	27.9%	32.7%	37.6%	42.4%	47.2%	52.0%	56.9%	61.7%	66.5%	71.4%
ago	20.9%	22.0%	24.2%	28.8%	33.3%	37.9%	42.5%	47.0%	51.6%	56.1%	60.7%	65.2%
set	17.4%	18.2%	20.2%	24.5%	28.7%	33.0%	37.3%	41.6%	45.9%	50.2%	54.4%	58.7%
out	13.9%	14.5%	16.2%	20.2%	24.3%	28.3%	32.3%	36.3%	40.3%	44.3%	48.4%	52.4%
nov	10.9%	11.2%	12.6%	16.4%	20.1%	23.9%	27.6%	31.4%	35.1%	38.9%	42.7%	46.4%
dez	10.0%	10.1%	11.2%	14.7%	18.2%	21.7%	25.2%	28.7%	32.2%	35.6%	39.1%	42.6%

Tabela IX – 2 - VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 5% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES NATURAIS

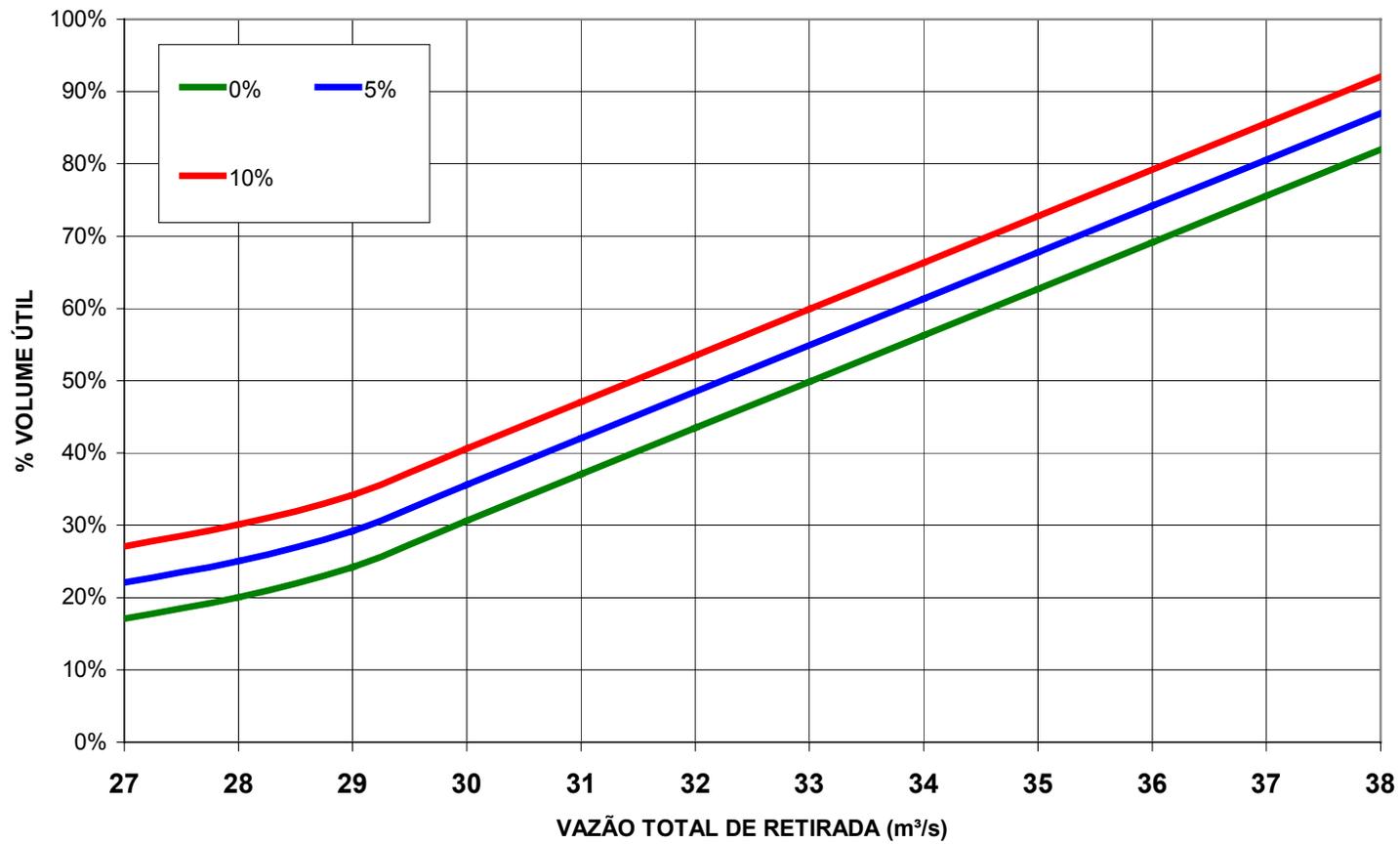
Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	22.1%	25.1%	29.2%	35.6%	42.0%	48.5%	54.9%	61.3%	67.7%	74.2%	80.6%	87.0%
fev	21.4%	24.1%	28.0%	34.1%	40.3%	46.4%	52.6%	58.7%	64.9%	71.0%	77.2%	83.3%
mar	21.9%	24.4%	28.0%	33.9%	39.8%	45.7%	51.6%	57.5%	63.4%	69.3%	75.2%	81.1%
abr	21.8%	24.1%	27.4%	33.0%	38.6%	44.3%	49.9%	55.5%	61.2%	66.8%	72.4%	78.1%
mai	22.8%	24.7%	27.7%	33.1%	38.5%	43.9%	49.2%	54.6%	60.0%	65.3%	70.7%	76.1%
jun	21.2%	22.9%	25.7%	30.8%	35.9%	41.0%	46.1%	51.2%	56.3%	61.3%	66.4%	71.5%
jul	19.0%	20.4%	22.9%	27.7%	32.6%	37.4%	42.2%	47.0%	51.9%	56.7%	61.5%	66.4%
ago	15.9%	17.0%	19.2%	23.8%	28.3%	32.9%	37.5%	42.0%	46.6%	51.1%	55.7%	60.2%
set	12.4%	13.2%	15.2%	19.5%	23.7%	28.0%	32.3%	36.6%	40.9%	45.2%	49.4%	53.7%
out	8.9%	9.5%	11.2%	15.2%	19.3%	23.3%	27.3%	31.3%	35.3%	39.3%	43.4%	47.4%
nov	5.9%	6.2%	7.6%	11.4%	15.1%	18.9%	22.6%	26.4%	30.1%	33.9%	37.7%	41.4%
dez	5.0%	5.1%	6.2%	9.7%	13.2%	16.7%	20.2%	23.7%	27.2%	30.6%	34.1%	37.6%

Tabela IX – 3 - VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

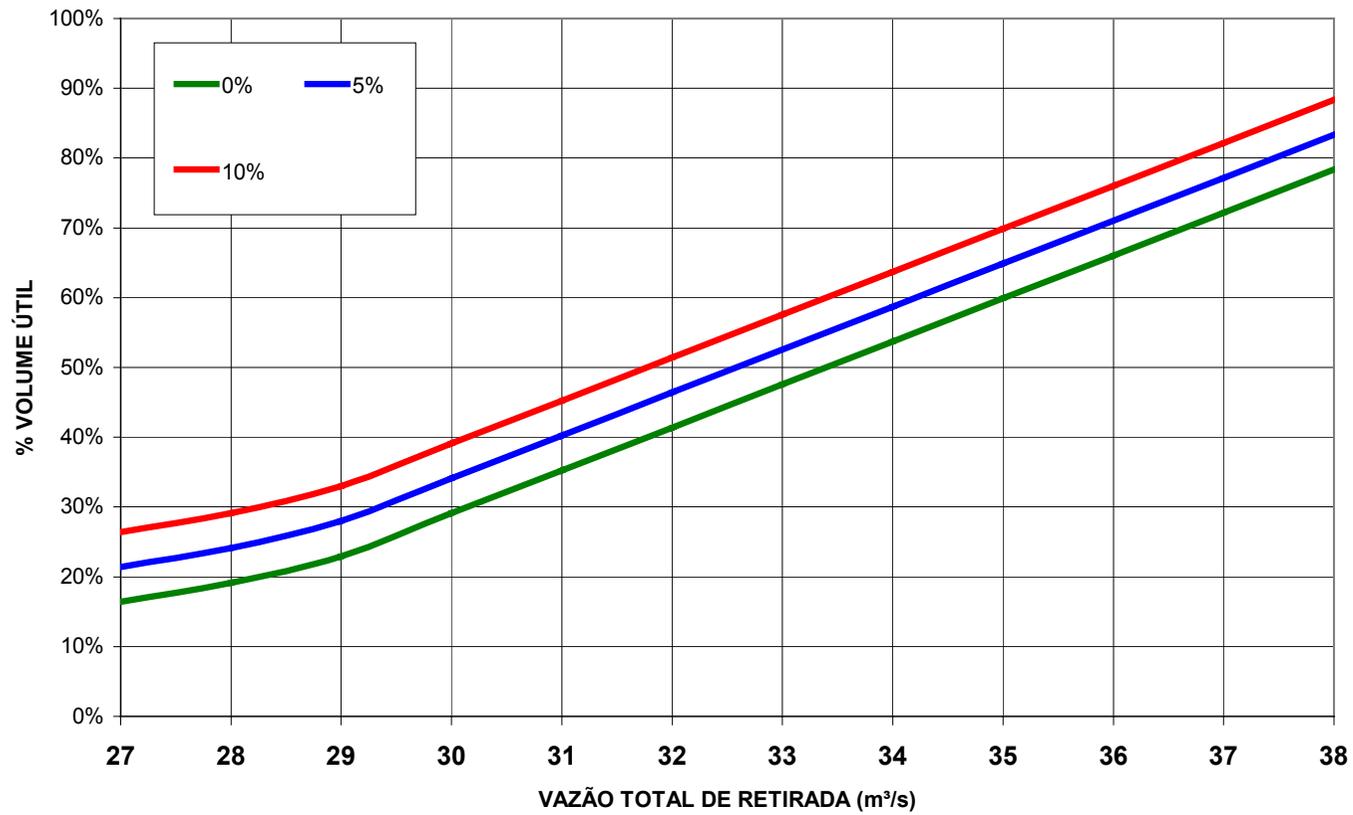
ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 0% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES NATURAIS

Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	17.1%	20.1%	24.2%	30.6%	37.0%	43.5%	49.9%	56.3%	62.7%	69.2%	75.6%	82.0%
fev	16.4%	19.1%	23.0%	29.1%	35.3%	41.4%	47.6%	53.7%	59.9%	66.0%	72.2%	78.3%
mar	16.9%	19.4%	23.0%	28.9%	34.8%	40.7%	46.6%	52.5%	58.4%	64.3%	70.2%	76.1%
abr	16.8%	19.1%	22.4%	28.0%	33.6%	39.3%	44.9%	50.5%	56.2%	61.8%	67.4%	73.1%
mai	17.8%	19.7%	22.7%	28.1%	33.5%	38.9%	44.2%	49.6%	55.0%	60.3%	65.7%	71.1%
jun	16.2%	17.9%	20.7%	25.8%	30.9%	36.0%	41.1%	46.2%	51.3%	56.3%	61.4%	66.5%
jul	14.0%	15.4%	17.9%	22.7%	27.6%	32.4%	37.2%	42.0%	46.9%	51.7%	56.5%	61.4%
ago	10.9%	12.0%	14.2%	18.8%	23.3%	27.9%	32.5%	37.0%	41.6%	46.1%	50.7%	55.2%
set	7.4%	8.2%	10.2%	14.5%	18.7%	23.0%	27.3%	31.6%	35.9%	40.2%	44.4%	48.7%
out	3.9%	4.5%	6.2%	10.2%	14.3%	18.3%	22.3%	26.3%	30.3%	34.3%	38.4%	42.4%
nov	0.9%	1.2%	2.6%	6.4%	10.1%	13.9%	17.6%	21.4%	25.1%	28.9%	32.7%	36.4%
dez	0.0%	0.1%	1.2%	4.7%	8.2%	11.7%	15.2%	18.7%	22.2%	25.6%	29.1%	32.6%

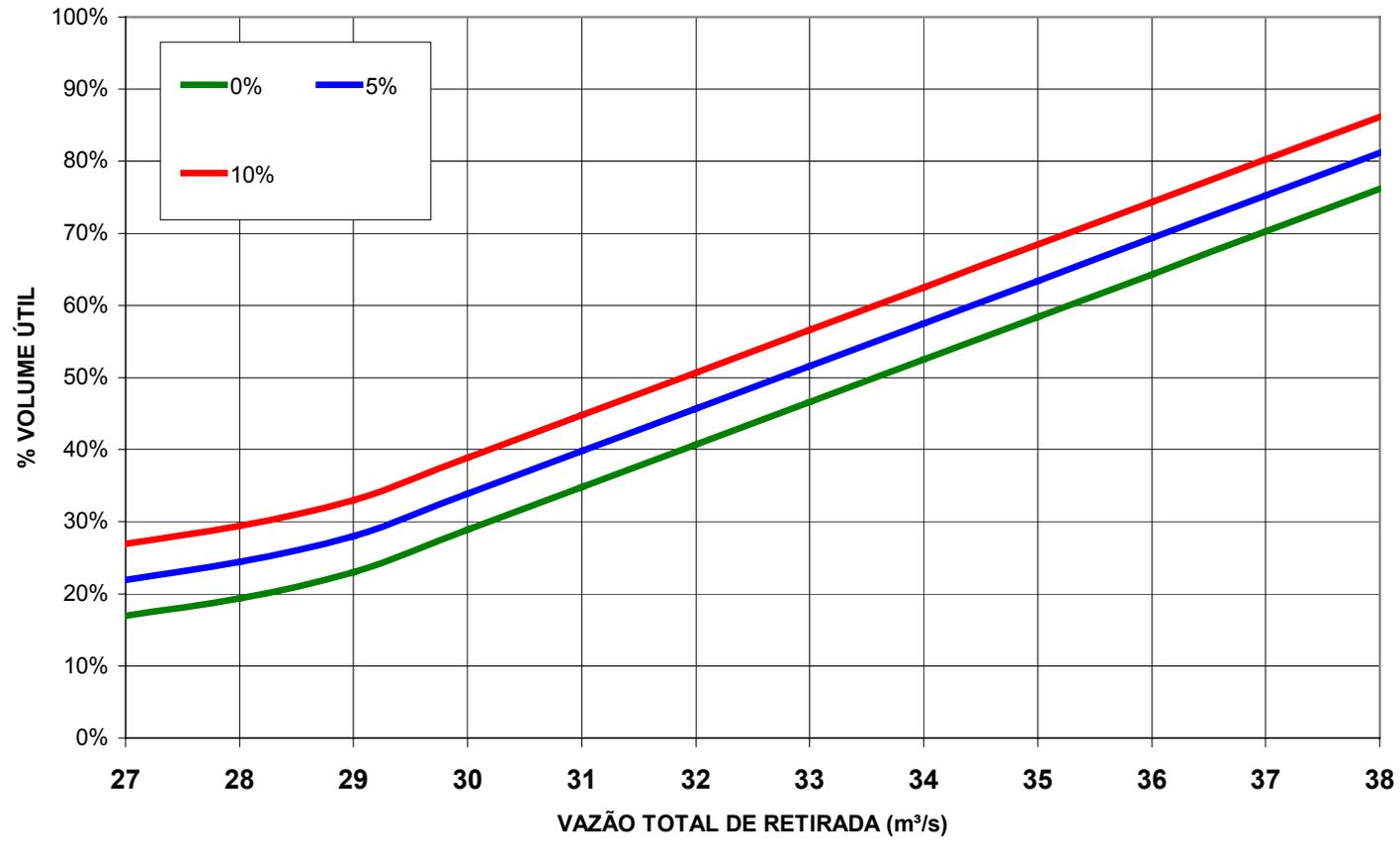
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: janeiro



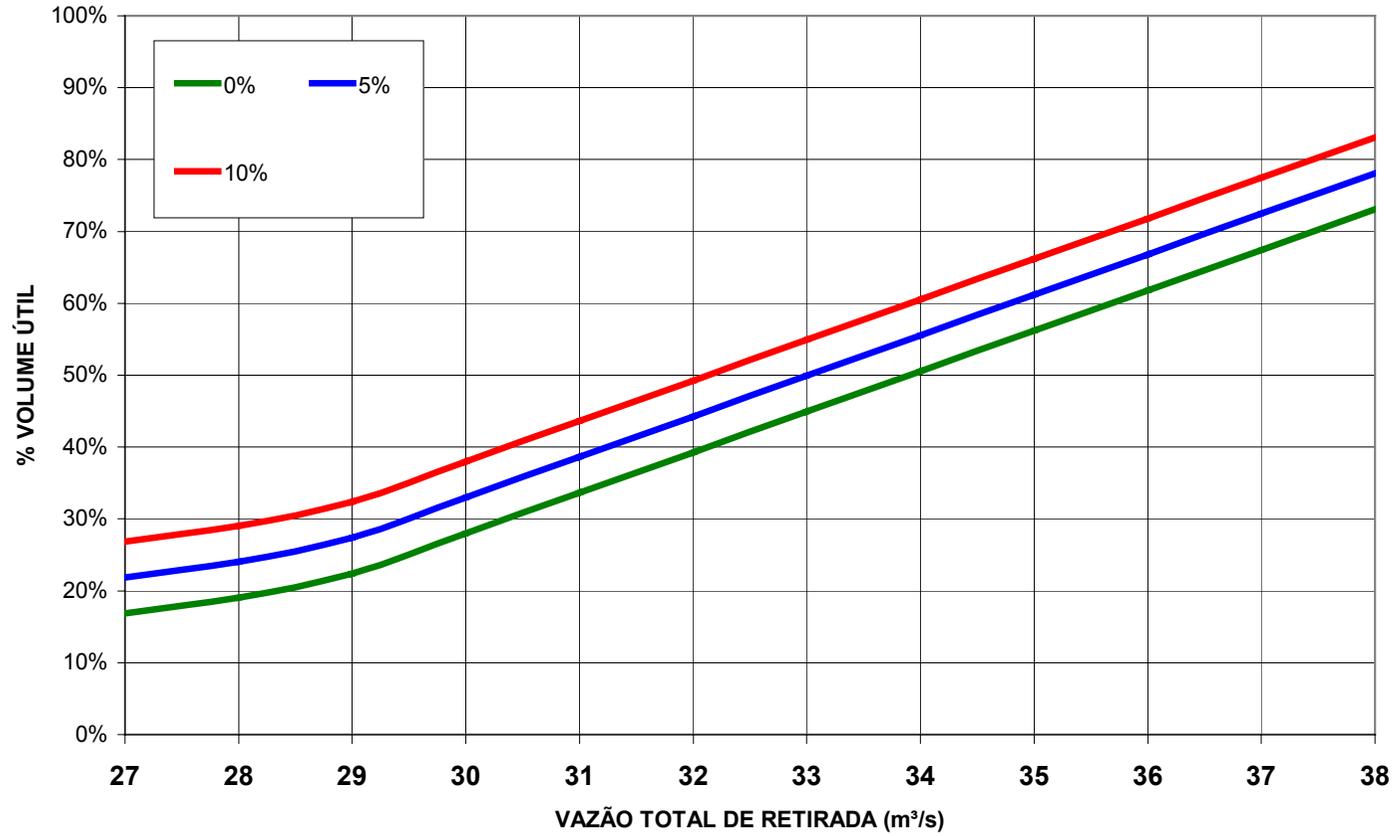
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: fevereiro



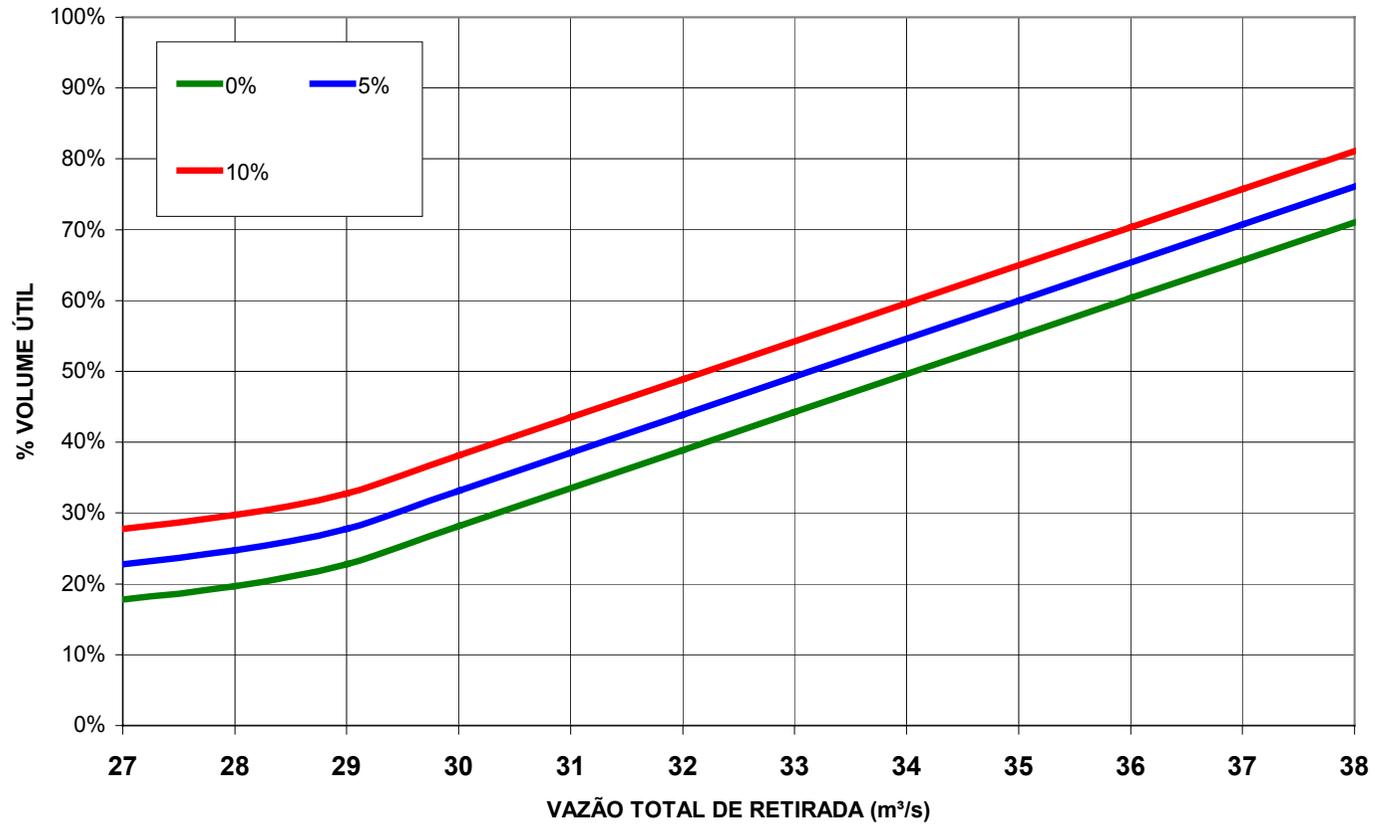
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: março



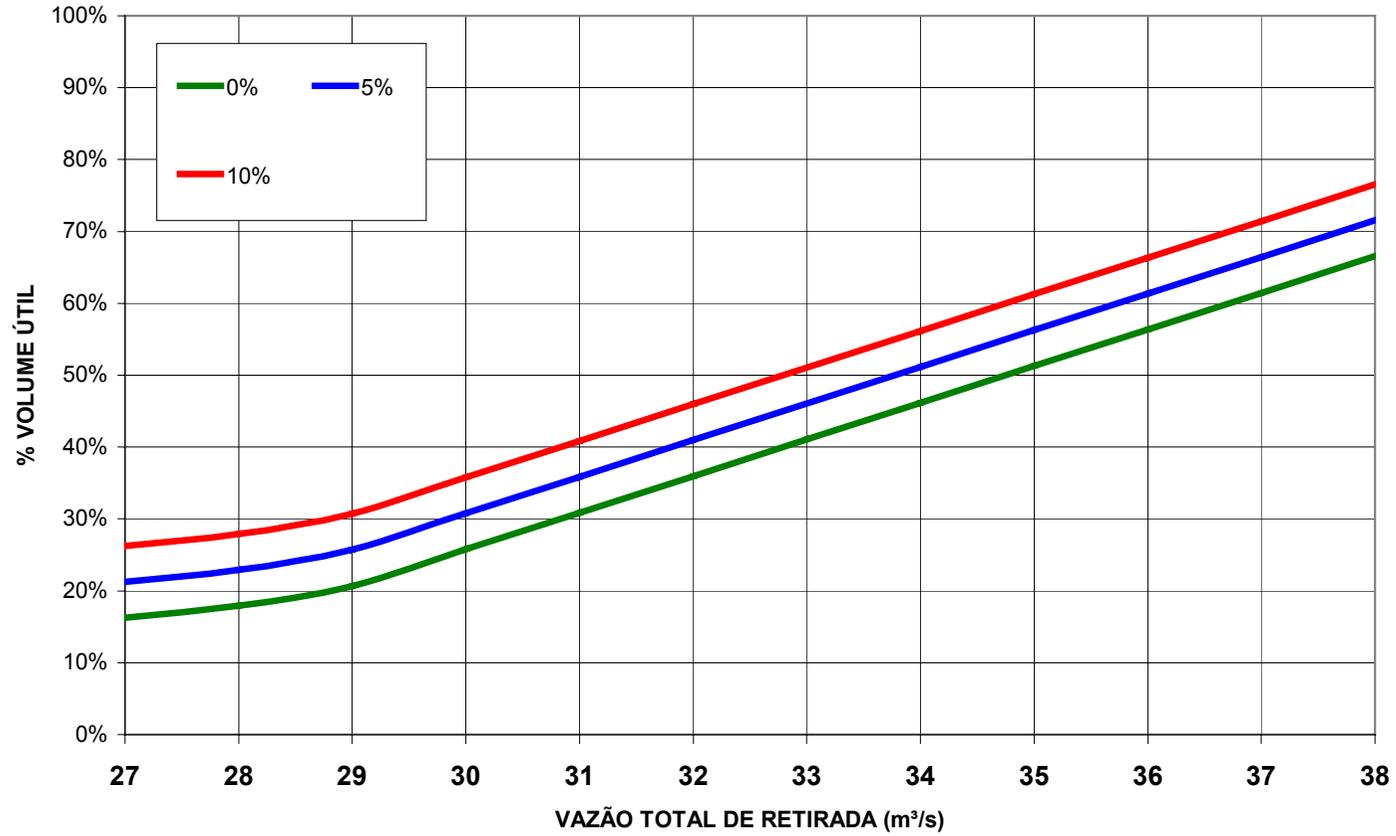
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: abril



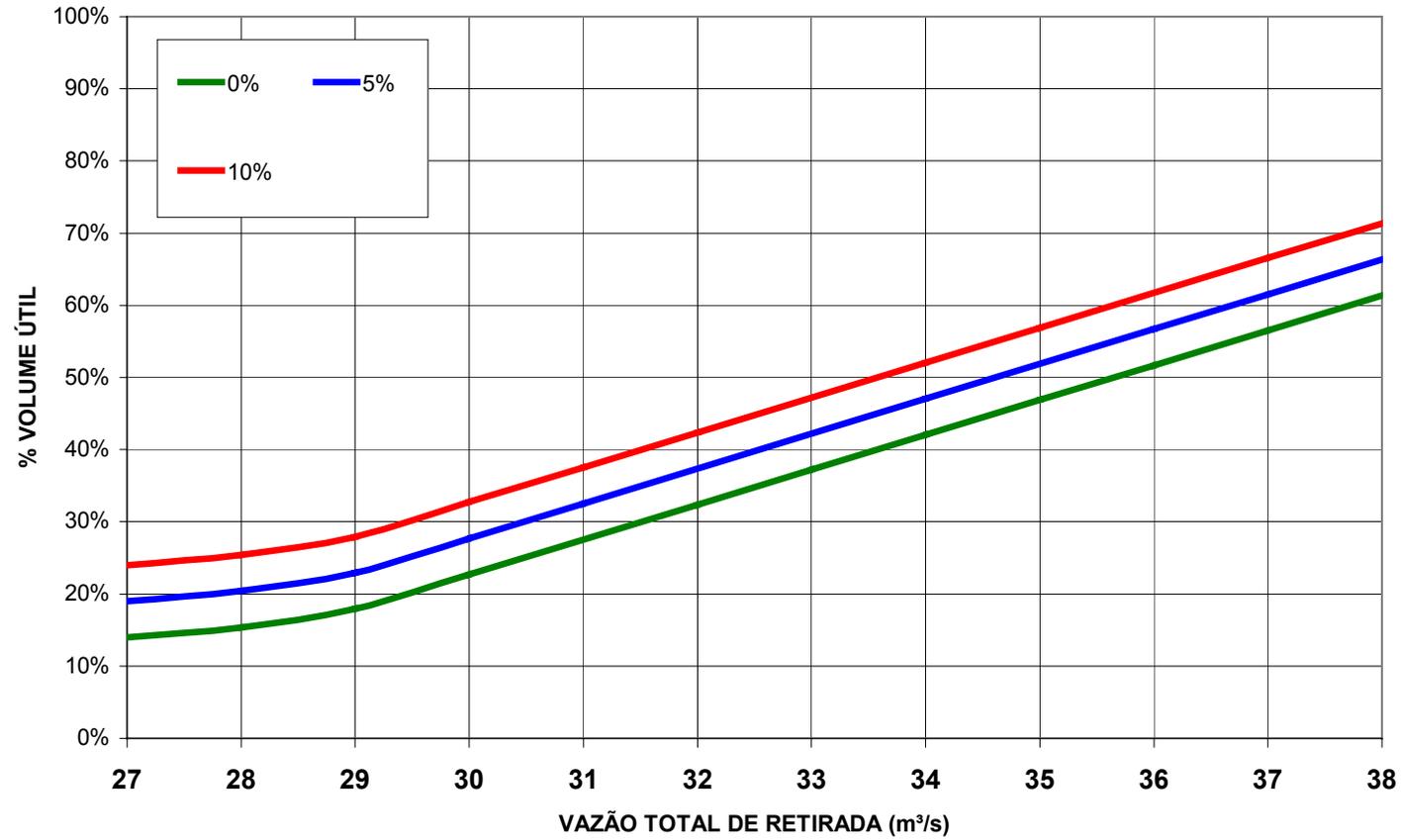
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: maio



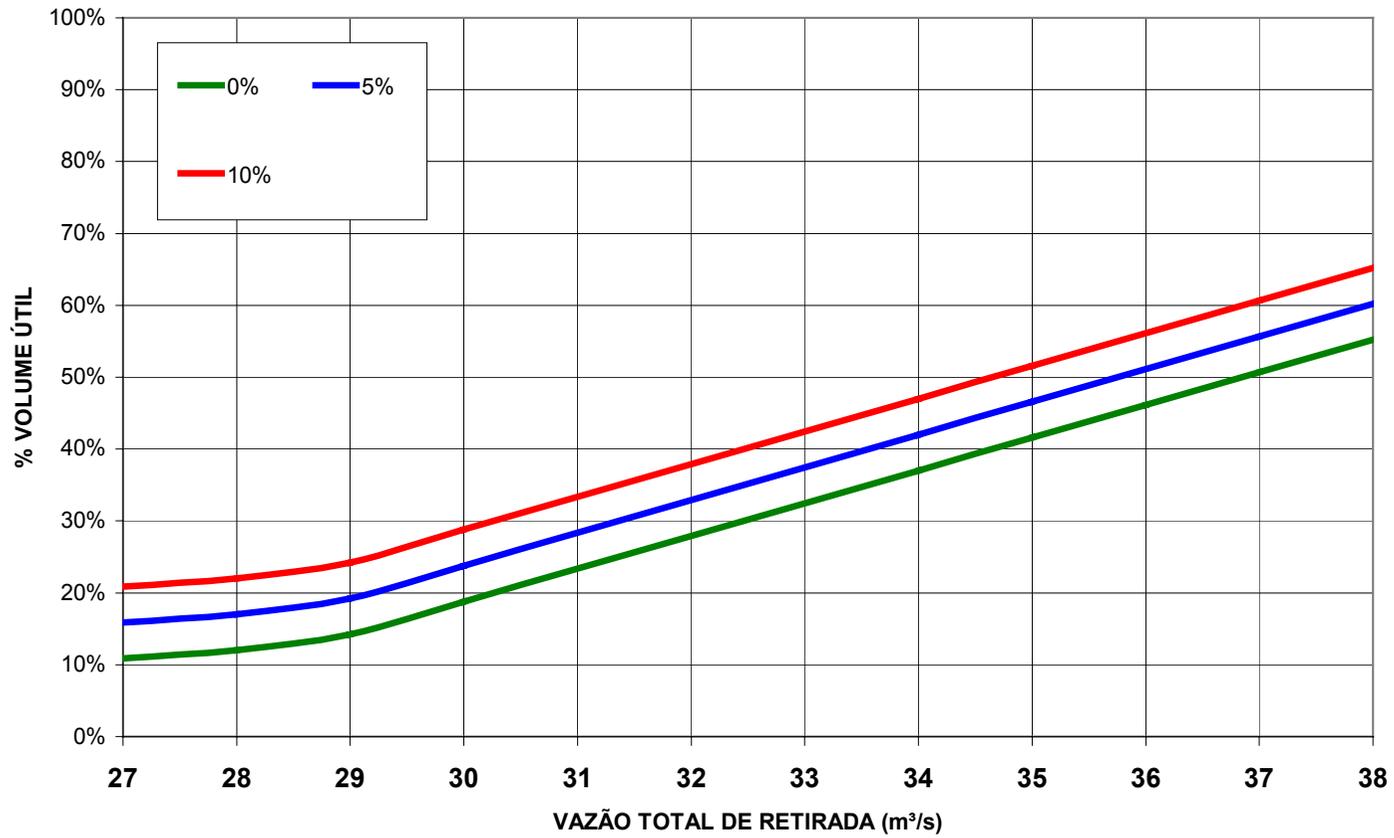
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: junho



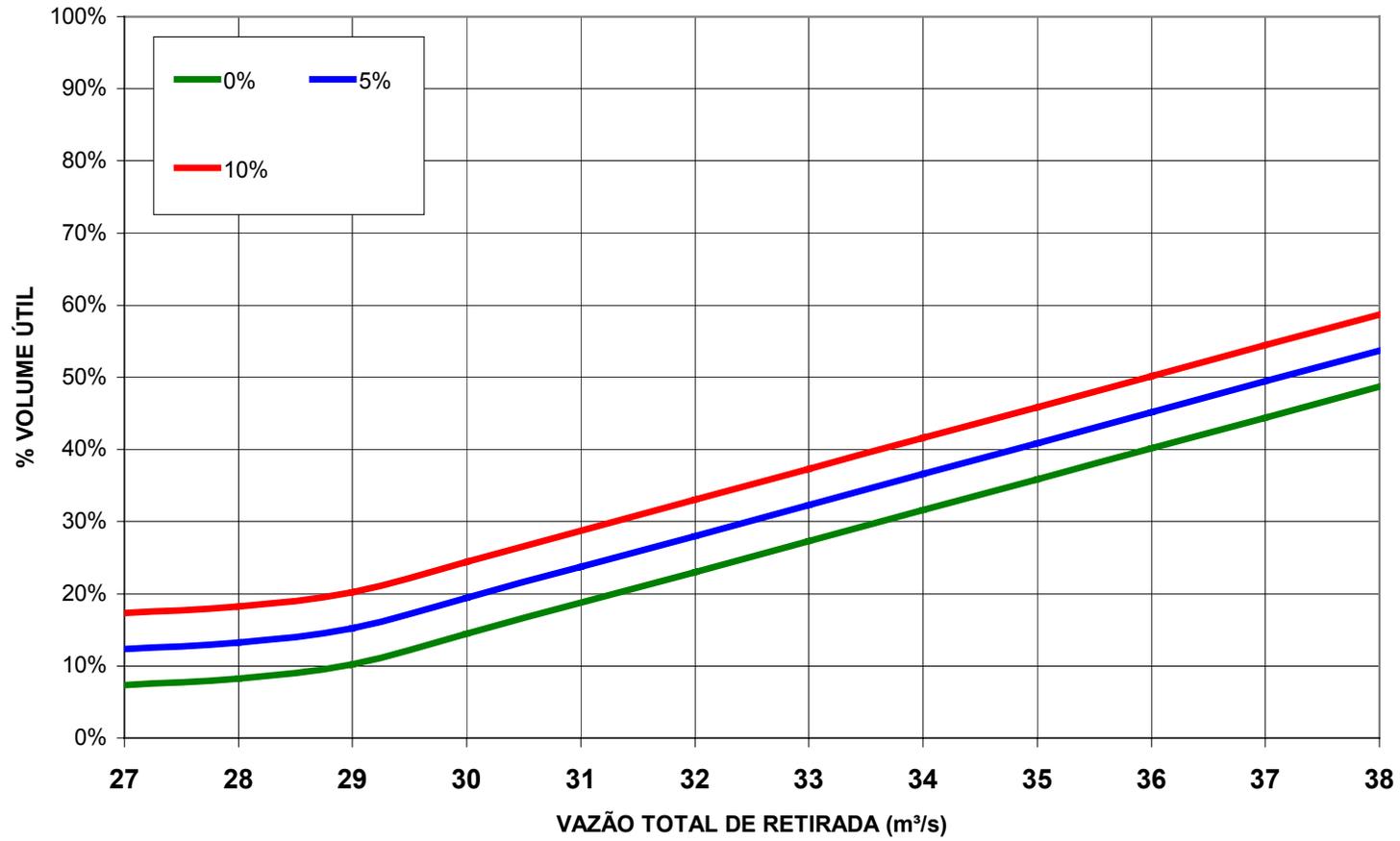
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: julho



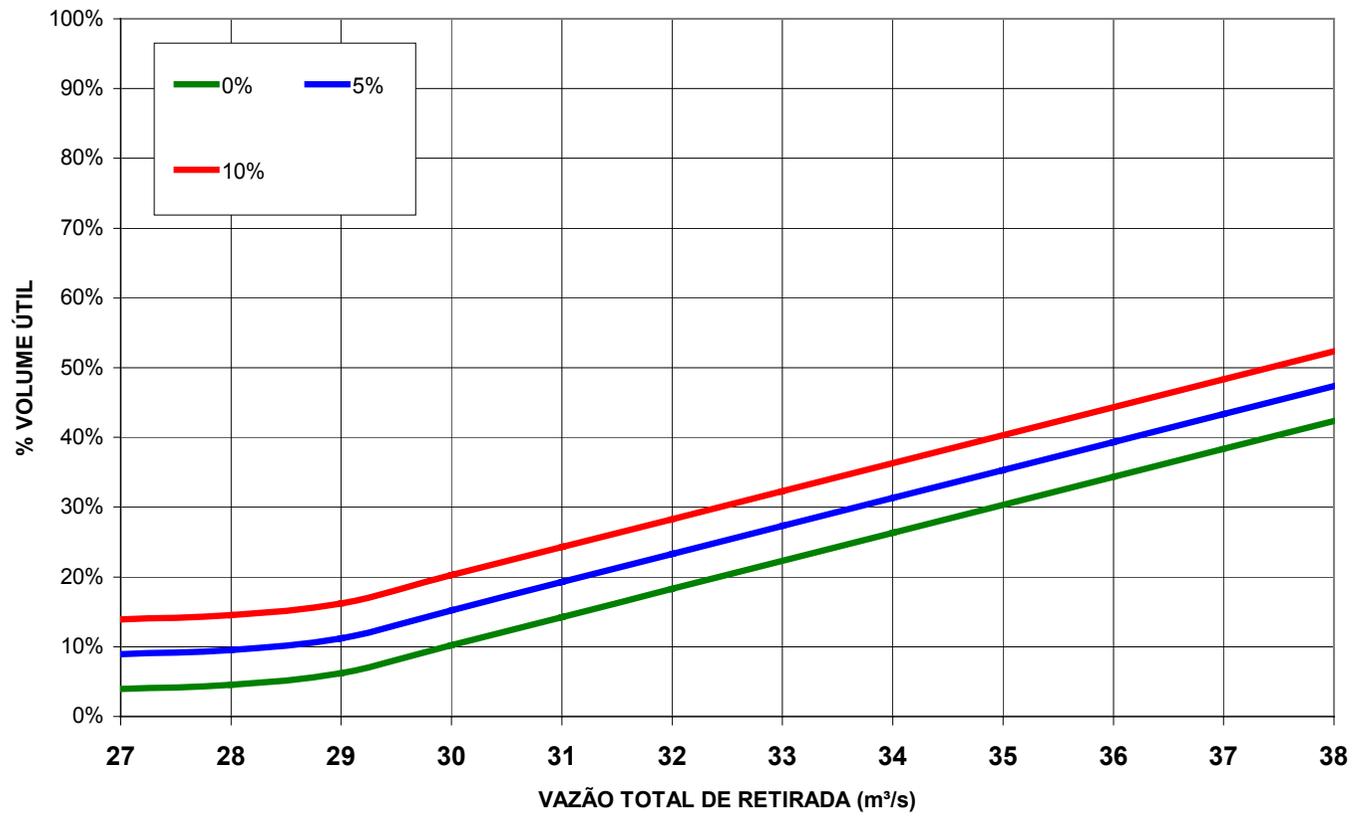
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: agosto



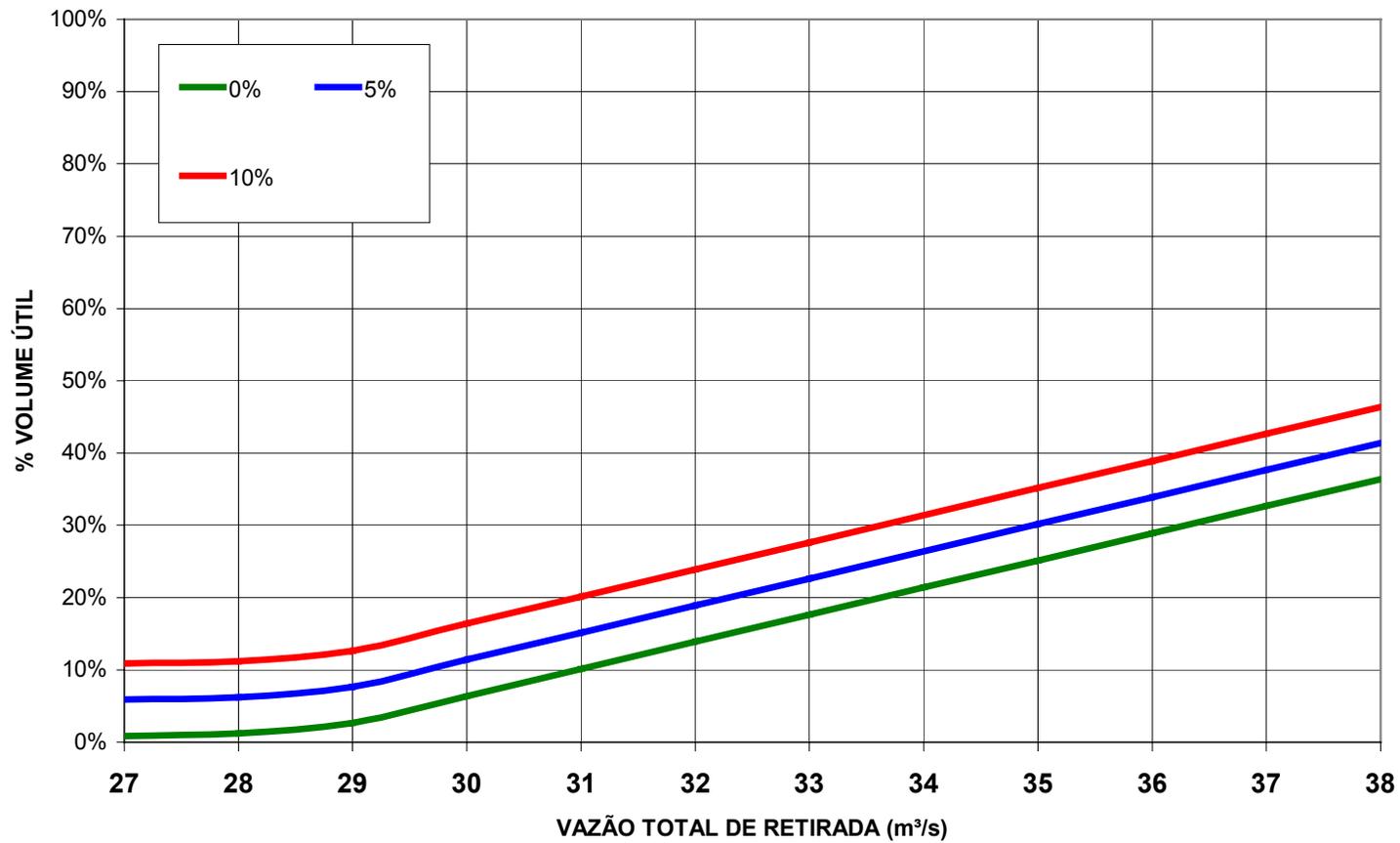
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: setembro



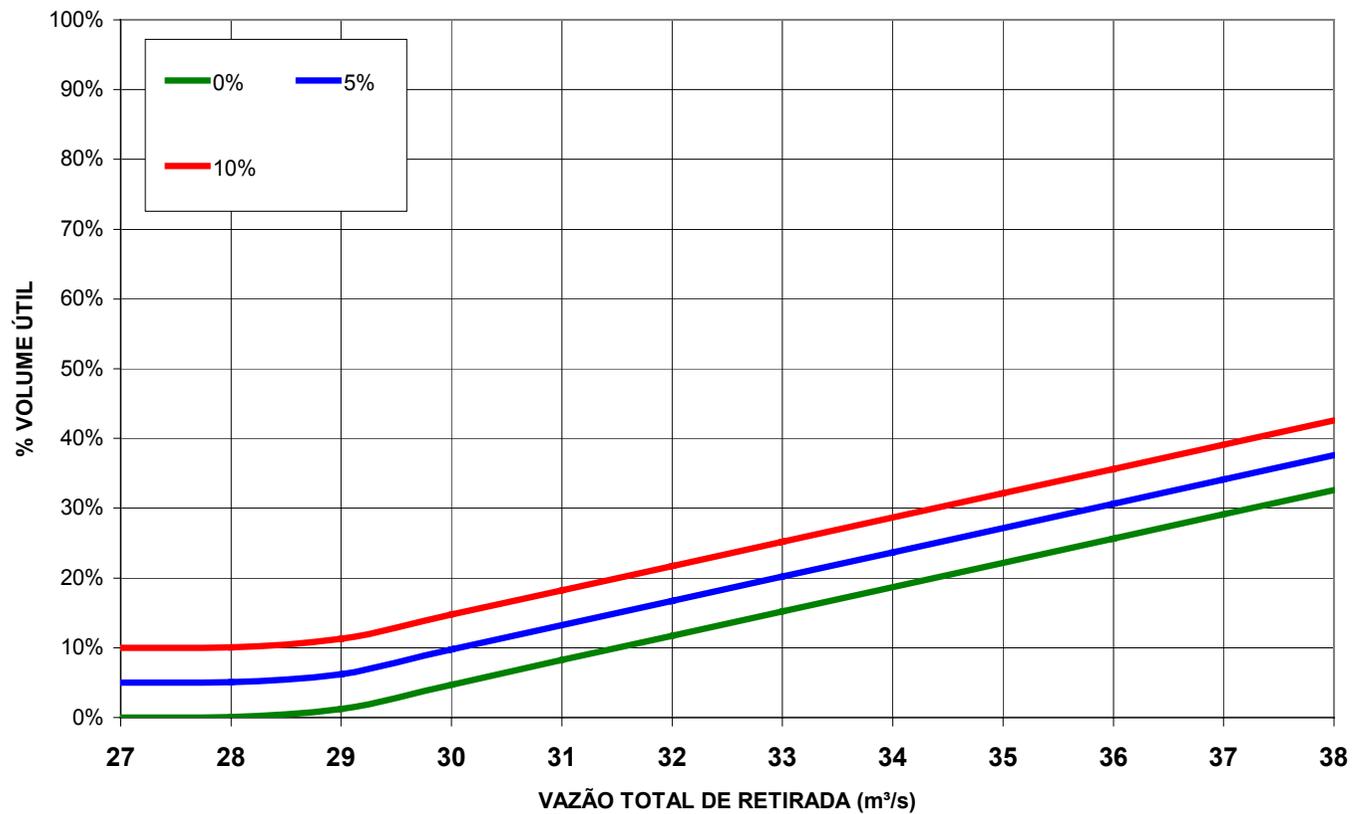
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: outubro



Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: novembro



Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: dezembro



ANEXO X

**VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO
SISTEMA EQUIVALENTE**

**VAZÕES AFLUENTES IGUAIS ÀS VAZÕES NATURAIS DO BIÊNIO SECO
DESCONTADAS DE UM CONSUMO EFETIVO À MONTANTE**

Tabela X - 1- VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 10% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES COM USOS CONSUNTIVOS

Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	28.8%	31.9%	37.9%	44.3%	50.8%	57.2%	63.6%	70.0%	76.5%	82.9%	89.3%	95.8%
fev	27.9%	30.8%	36.5%	42.7%	48.8%	55.0%	61.1%	67.3%	73.4%	79.6%	85.8%	91.9%
mar	28.3%	30.9%	36.4%	42.3%	48.2%	54.1%	60.0%	65.9%	71.9%	77.8%	83.7%	89.6%
abr	28.1%	30.4%	35.6%	41.3%	46.9%	52.5%	58.2%	63.8%	69.4%	75.1%	80.7%	86.3%
mai	28.8%	30.9%	35.9%	41.2%	46.6%	52.0%	57.3%	62.7%	68.1%	73.4%	78.8%	84.2%
jun	27.2%	29.0%	33.6%	38.7%	43.8%	48.9%	54.0%	59.1%	64.2%	69.3%	74.4%	79.5%
jul	24.8%	26.3%	30.7%	35.5%	40.4%	45.2%	50.0%	54.8%	59.7%	64.5%	69.3%	74.2%
ago	21.5%	22.7%	26.9%	31.4%	36.0%	40.5%	45.1%	49.7%	54.2%	58.8%	63.3%	67.9%
set	17.8%	18.8%	22.7%	26.9%	31.2%	35.5%	39.8%	44.1%	48.4%	52.6%	56.9%	61.2%
out	14.2%	14.9%	18.6%	22.6%	26.6%	30.6%	34.6%	38.6%	42.7%	46.7%	50.7%	54.7%
nov	11.0%	11.5%	14.8%	18.6%	22.3%	26.1%	29.8%	33.6%	37.3%	41.1%	44.8%	48.6%
dez	10.0%	10.2%	13.3%	16.7%	20.2%	23.7%	27.2%	30.7%	34.2%	37.7%	41.2%	44.6%

Tabela X – 2 - VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 5% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES COM USOS CONSUNTIVOS

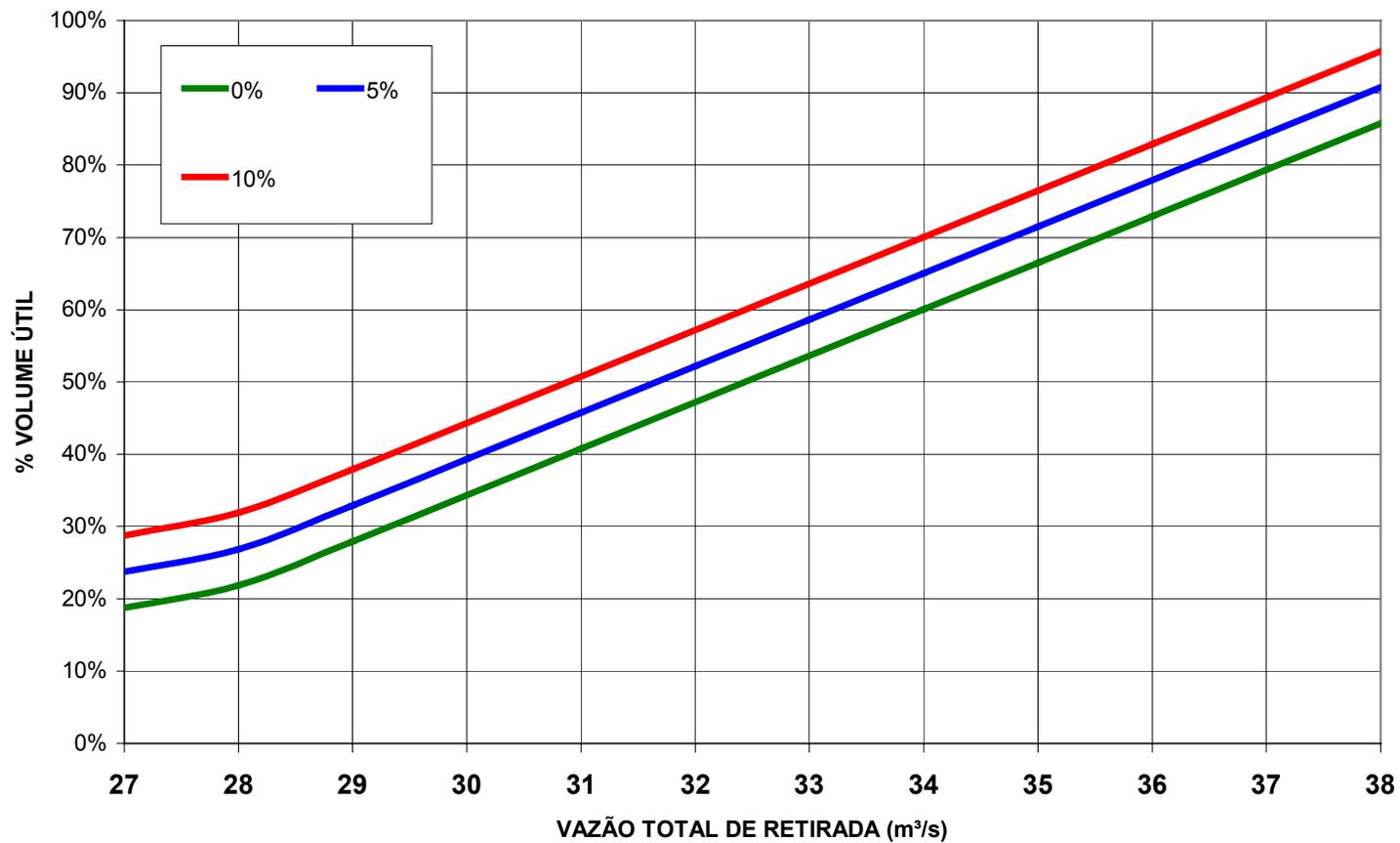
Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	23.8%	26.9%	32.9%	39.3%	45.8%	52.2%	58.6%	65.0%	71.5%	77.9%	84.3%	90.8%
fev	22.9%	25.8%	31.5%	37.7%	43.8%	50.0%	56.1%	62.3%	68.4%	74.6%	80.8%	86.9%
mar	23.3%	25.9%	31.4%	37.3%	43.2%	49.1%	55.0%	60.9%	66.9%	72.8%	78.7%	84.6%
abr	23.1%	25.4%	30.6%	36.3%	41.9%	47.5%	53.2%	58.8%	64.4%	70.1%	75.7%	81.3%
mai	23.8%	25.9%	30.9%	36.2%	41.6%	47.0%	52.3%	57.7%	63.1%	68.4%	73.8%	79.2%
jun	22.2%	24.0%	28.6%	33.7%	38.8%	43.9%	49.0%	54.1%	59.2%	64.3%	69.4%	74.5%
jul	19.8%	21.3%	25.7%	30.5%	35.4%	40.2%	45.0%	49.8%	54.7%	59.5%	64.3%	69.2%
ago	16.5%	17.7%	21.9%	26.4%	31.0%	35.5%	40.1%	44.7%	49.2%	53.8%	58.3%	62.9%
set	12.8%	13.8%	17.7%	21.9%	26.2%	30.5%	34.8%	39.1%	43.4%	47.6%	51.9%	56.2%
out	9.2%	9.9%	13.6%	17.6%	21.6%	25.6%	29.6%	33.6%	37.7%	41.7%	45.7%	49.7%
nov	6.0%	6.5%	9.8%	13.6%	17.3%	21.1%	24.8%	28.6%	32.3%	36.1%	39.8%	43.6%
dez	5.0%	5.2%	8.3%	11.7%	15.2%	18.7%	22.2%	25.7%	29.2%	32.7%	36.2%	39.6%

Tabela X – 3 - VAZÕES MÁXIMAS DE RETIRADA EM FUNÇÃO DO ARMAZENAMENTO DO SISTEMA EQUIVALENTE

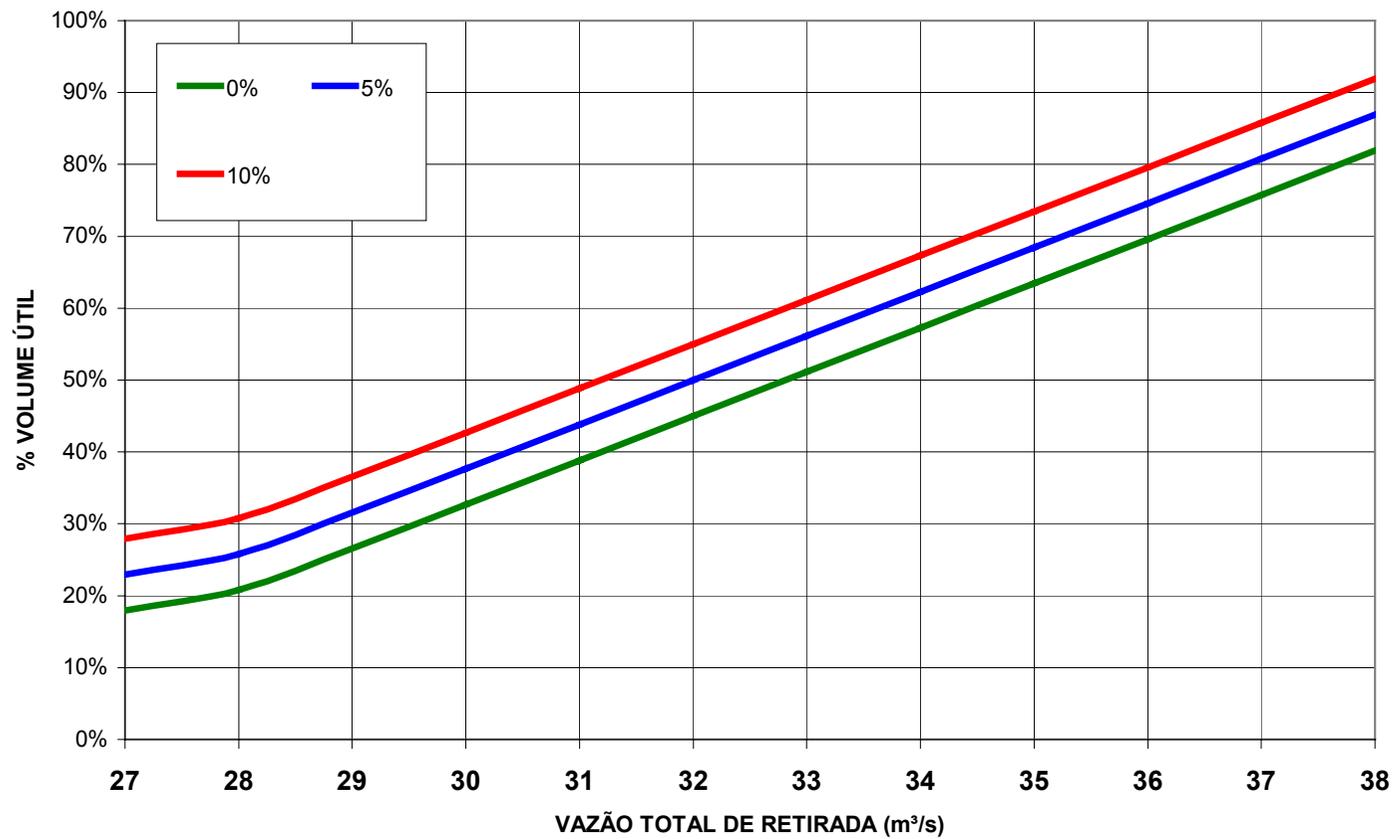
ARMAZENAMENTO MÍNIMO: 0% DO VOLUME ÚTIL
VAZÕES COM USOS CONSUNTIVOS

Mês/Ano	27 m³/s	28 m³/s	29 m³/s	30 m³/s	31 m³/s	32 m³/s	33 m³/s	34 m³/s	35 m³/s	36 m³/s	37 m³/s	38 m³/s
jan	18.8%	21.9%	27.9%	34.3%	40.8%	47.2%	53.6%	60.0%	66.5%	72.9%	79.3%	85.8%
fev	17.9%	20.8%	26.5%	32.7%	38.8%	45.0%	51.1%	57.3%	63.4%	69.6%	75.8%	81.9%
mar	18.3%	20.9%	26.4%	32.3%	38.2%	44.1%	50.0%	55.9%	61.9%	67.8%	73.7%	79.6%
abr	18.1%	20.4%	25.6%	31.3%	36.9%	42.5%	48.2%	53.8%	59.4%	65.1%	70.7%	76.3%
mai	18.8%	20.9%	25.9%	31.2%	36.6%	42.0%	47.3%	52.7%	58.1%	63.4%	68.8%	74.2%
jun	17.2%	19.0%	23.6%	28.7%	33.8%	38.9%	44.0%	49.1%	54.2%	59.3%	64.4%	69.5%
jul	14.8%	16.3%	20.7%	25.5%	30.4%	35.2%	40.0%	44.8%	49.7%	54.5%	59.3%	64.2%
ago	11.5%	12.7%	16.9%	21.4%	26.0%	30.5%	35.1%	39.7%	44.2%	48.8%	53.3%	57.9%
set	7.8%	8.8%	12.7%	16.9%	21.2%	25.5%	29.8%	34.1%	38.4%	42.6%	46.9%	51.2%
out	4.2%	4.9%	8.6%	12.6%	16.6%	20.6%	24.6%	28.6%	32.7%	36.7%	40.7%	44.7%
nov	1.0%	1.5%	4.8%	8.6%	12.3%	16.1%	19.8%	23.6%	27.3%	31.1%	34.8%	38.6%
dez	0.0%	0.2%	3.3%	6.7%	10.2%	13.7%	17.2%	20.7%	24.2%	27.7%	31.2%	34.6%

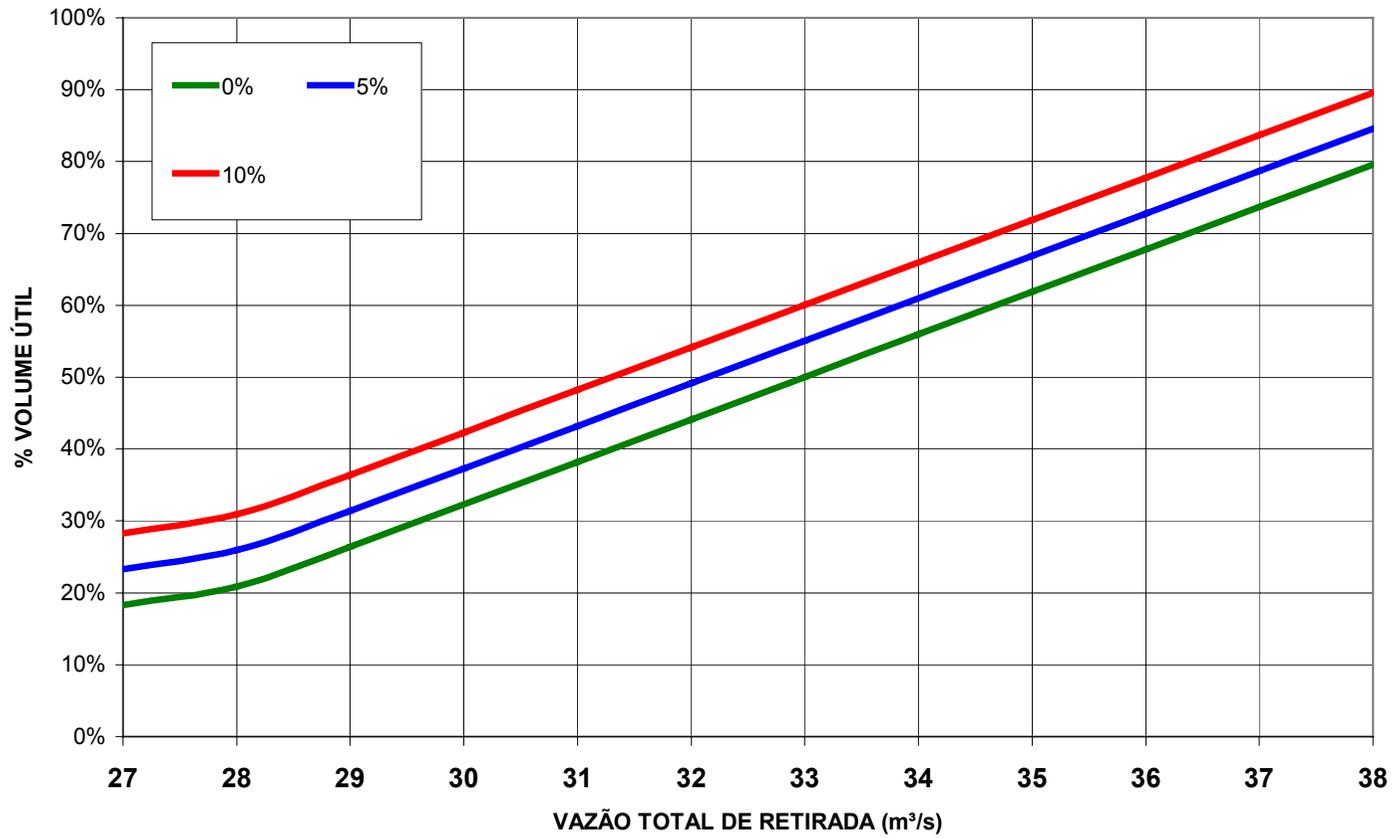
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: janeiro



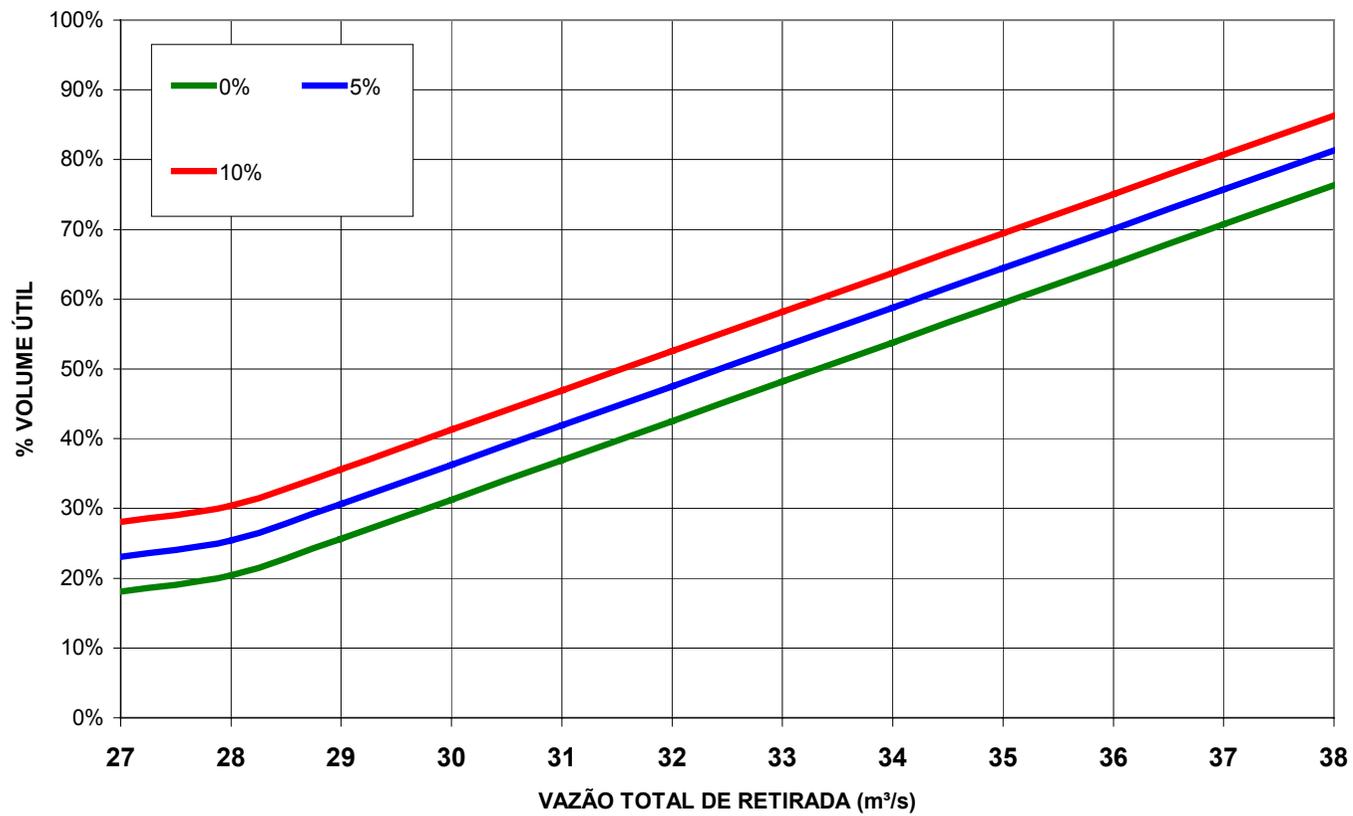
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: fevereiro



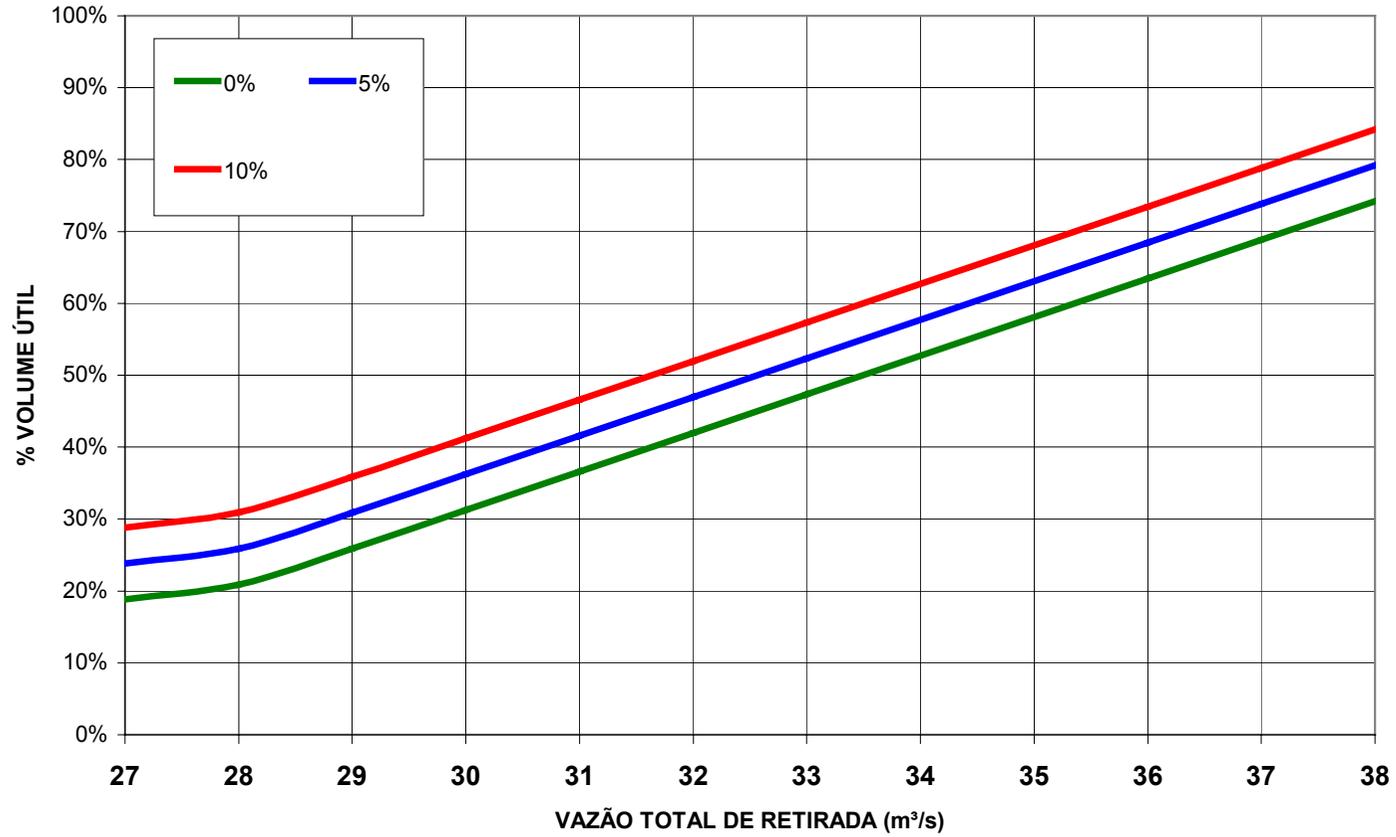
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: março



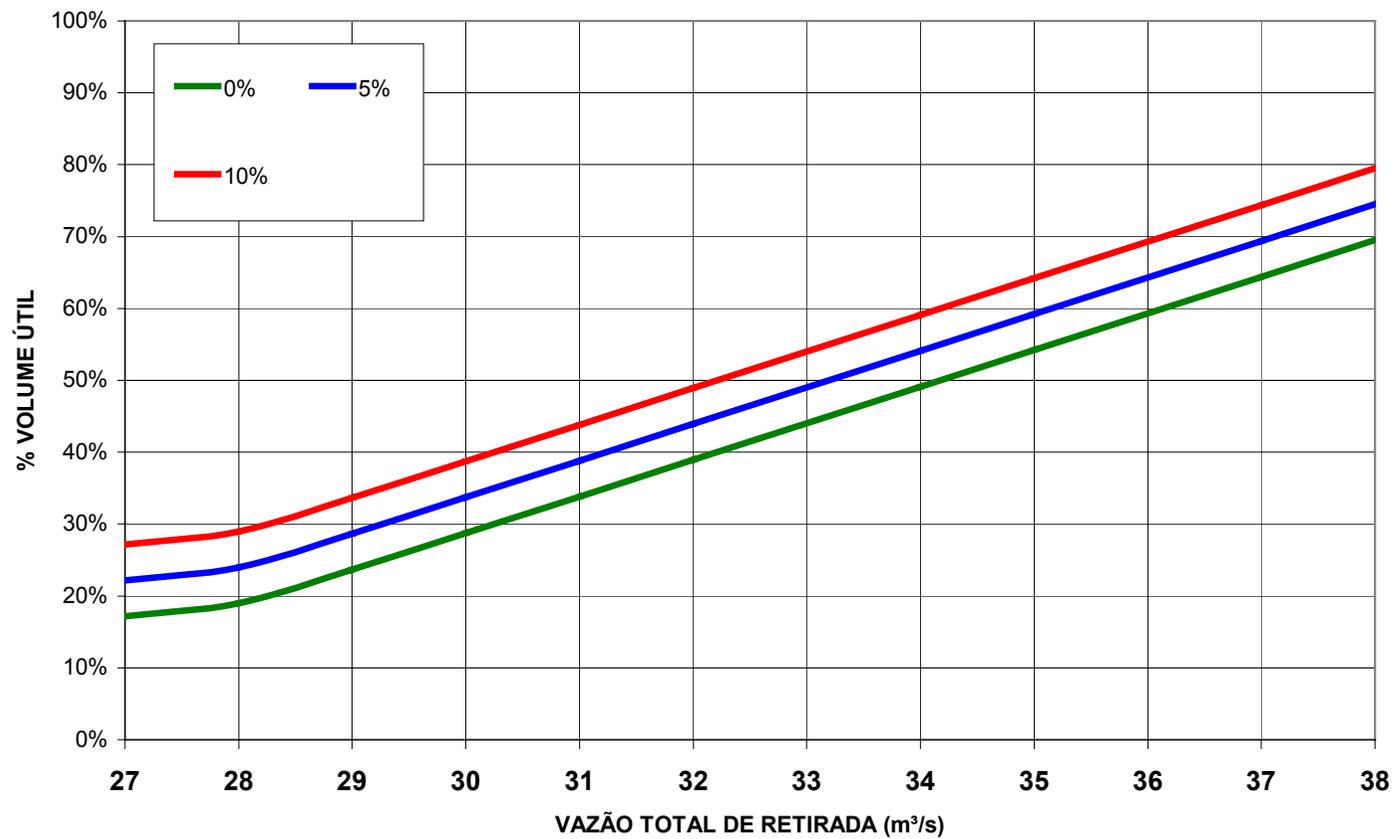
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: abril



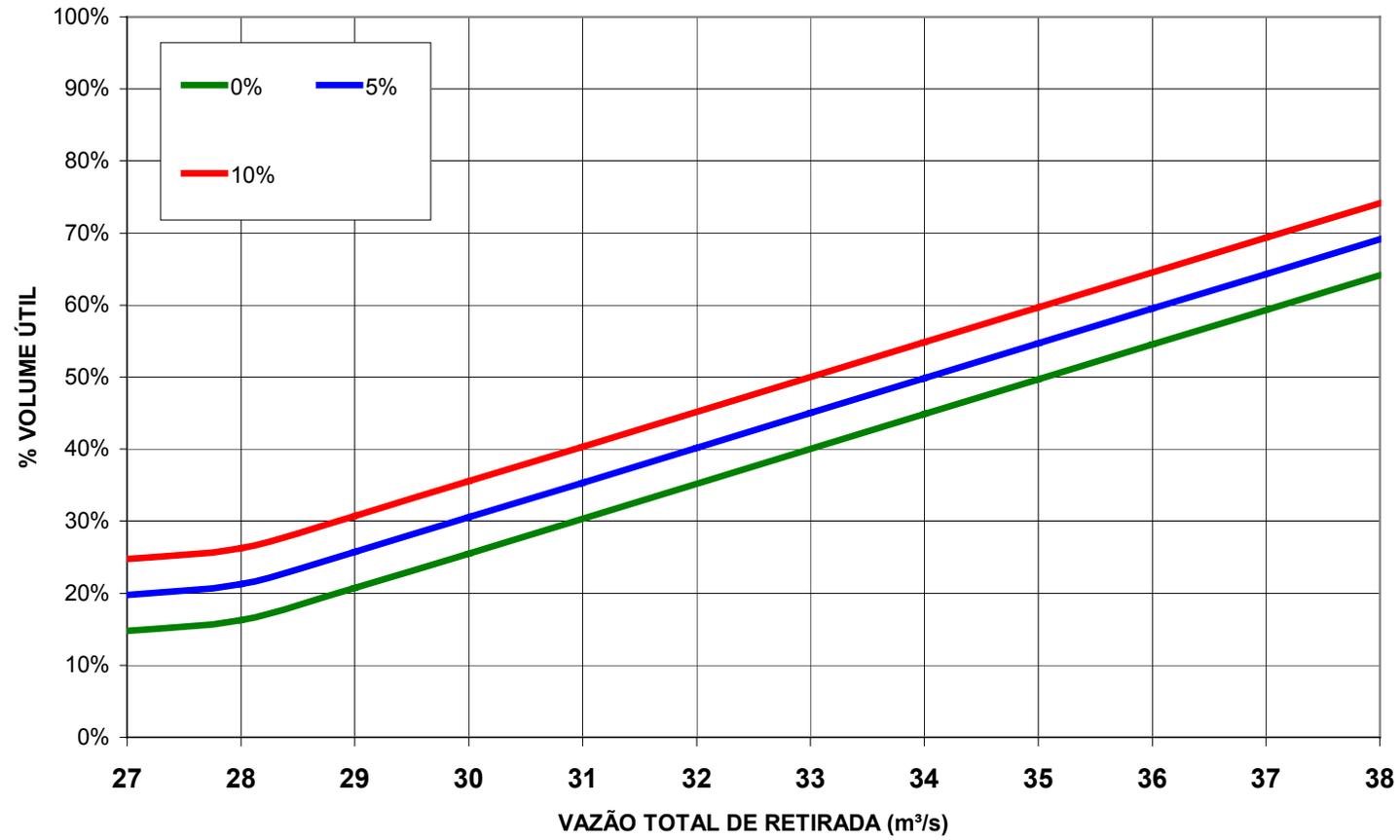
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: maio



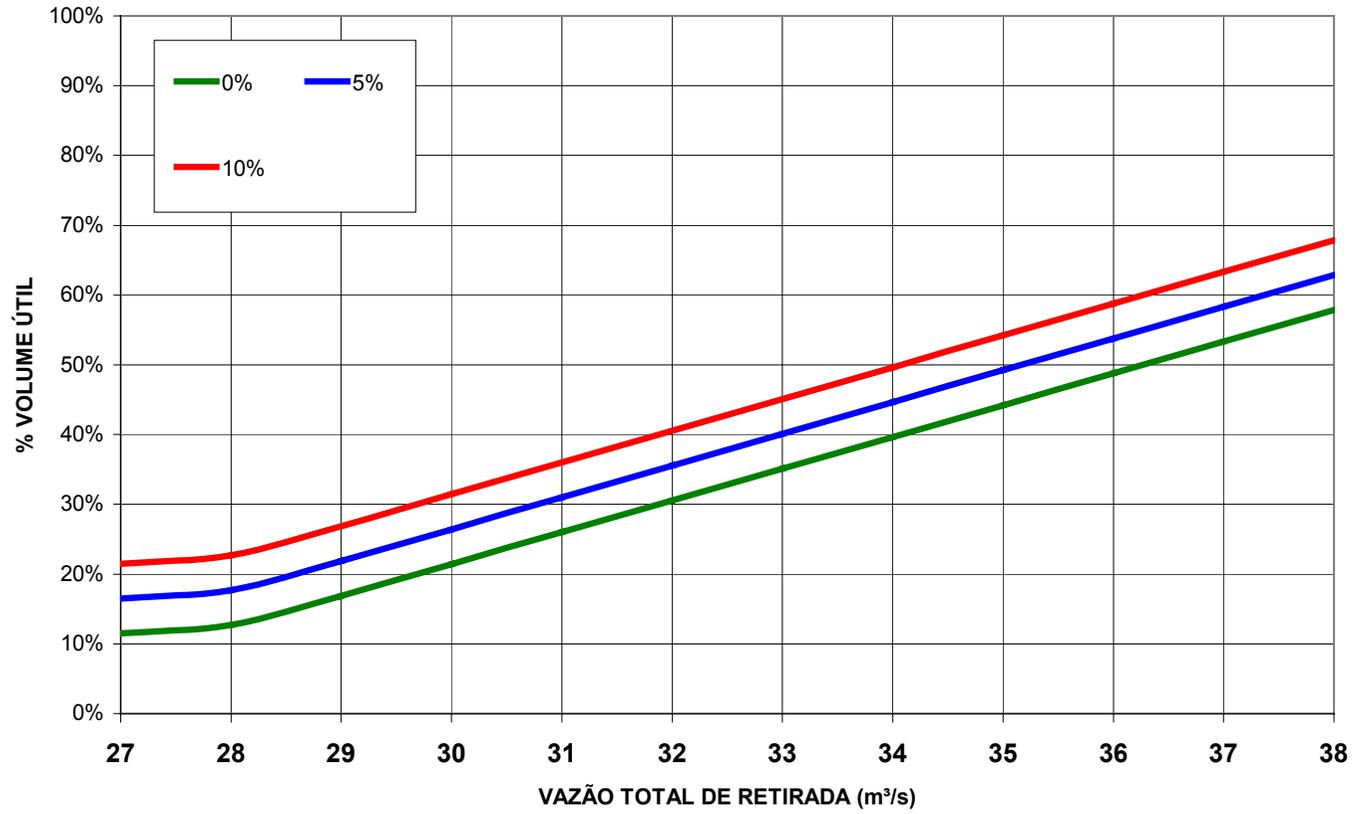
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: junho



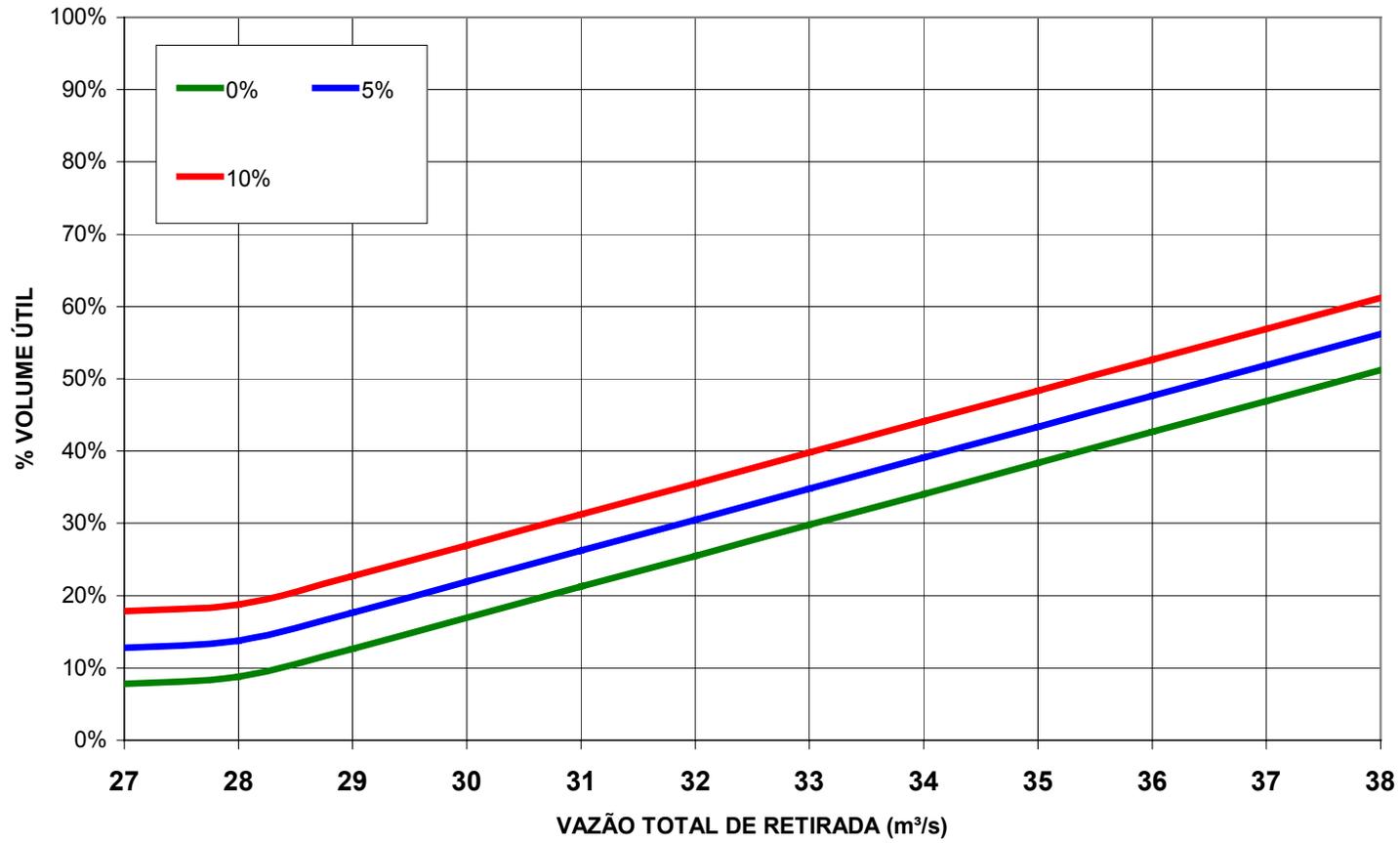
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: julho



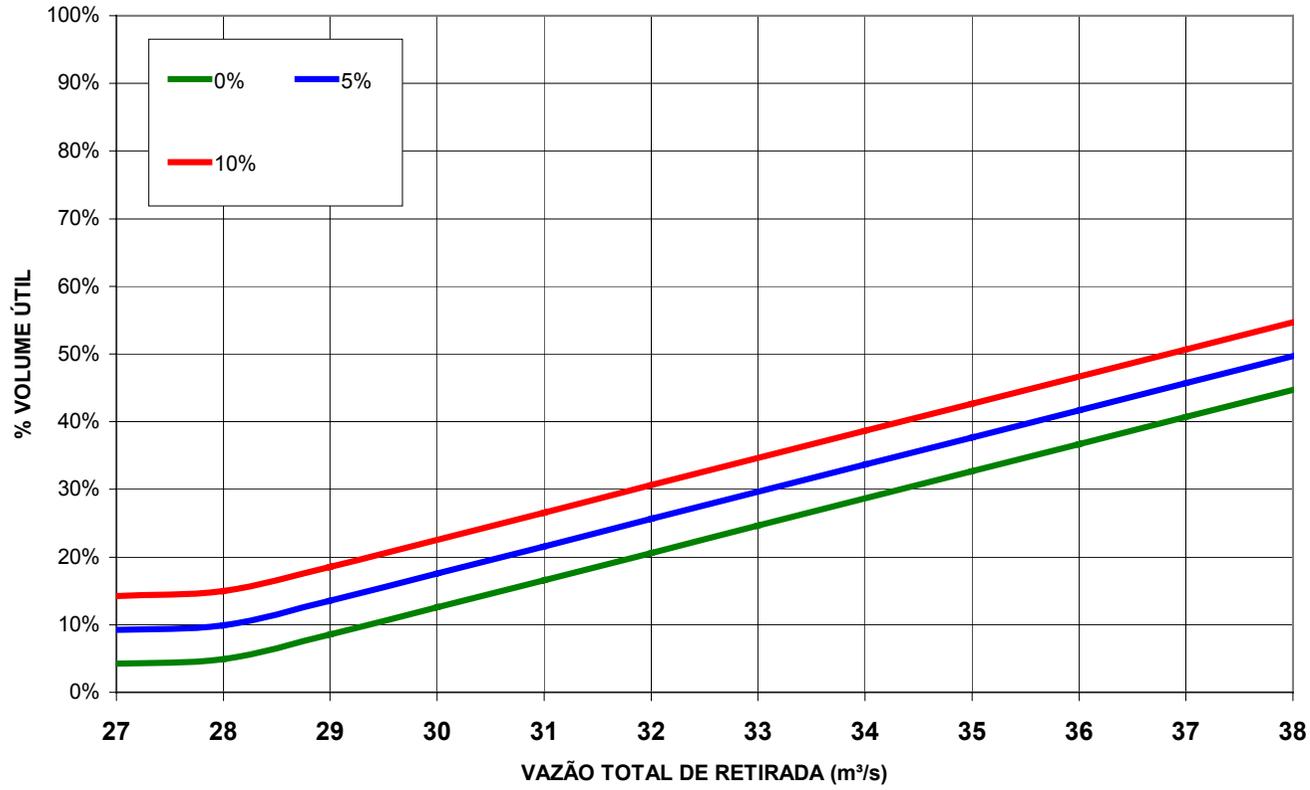
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: agosto



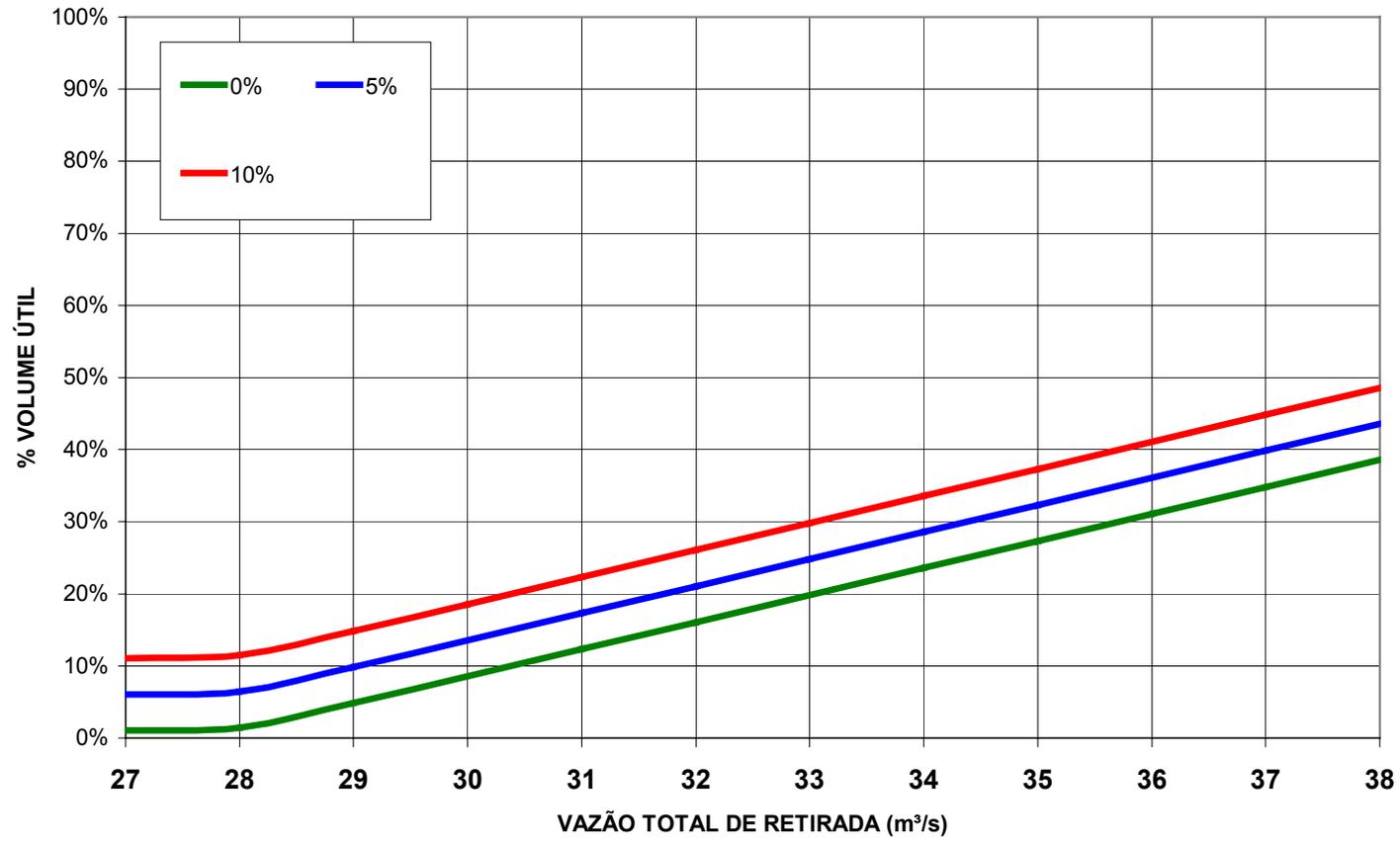
Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: setembro



Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: outubro



Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: novembro



Vazão máxima de retirada em função do armazenamento do sistema equivalente
Mes: dezembro

