

## **ELABORAÇÃO – EQUIPE TÉCNICA USHI:**

Ely Carlos de Alvarenga

Josete de Fátima de Sá

Márcia Regina Chella

Nicolás Lopardo

## **1. MANANCIAIS**

### **1.1 Introdução**

#### **1.1.1 Definição**

Este estudo contempla as diretrizes para a elaboração do estudo hidrológico dos cursos d'água, visando à avaliação de disponibilidades hídricas dos mananciais de abastecimento público da Sanepar para a obtenção de Outorga (Prévia ou de Direito) de uso de recursos hídricos.

A Outorga Prévia deverá ser solicitada para empreendimentos novos ou ampliações de empreendimentos existentes, que alterem a vazão de captação no manancial superficial. Já a Outorga de Direito deverá ser solicitada para a regularização de empreendimentos existentes.

Ampliações ou reformas que alterem, de forma permanente ou temporária, direitos de uso já outorgados, deverão sujeitar-se a novo pedido de Outorga Prévia.

#### **1.1.2 Objetivo**

Este documento tem como objetivo definir diretrizes para elaboração dos estudos que irão subsidiar a escolha das alternativas de projeto, na fase de Estudo de Concepção, contendo:

- Estudo hidrológico, que consiste em avaliar a disponibilidade hídrica real (vazão outorgável) que poderá ser usada para abastecimento público. Este estudo deverá ser elaborado atendendo o disposto nesta Diretriz, bem como na

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO – REVISÃO 2014	Módulo 12.2	Página 1/14
-----	--	----------------	----------------

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

Portaria SUDERHSA nº019/07 e no Manual Técnico de Outorga (SUDERHSA ou ANA) ou outros documentos que vierem a substituí-los. A metodologia do estudo a ser aplicada dependerá da disponibilidade de registros históricos mínimos de vazão. Logo, de maneira geral, pode-se listar algumas atividades específicas a determinados estudos e metodologias.

### **1.1.3 Orientações para elaboração do Estudo**

Na elaboração do Estudo de Disponibilidade Hídrica deverão ser seguidas as seguintes etapas:

- Realizar uma reunião inicial para identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- Avaliar as alternativas de mananciais de abastecimento público em uso atualmente e previstas em outros estudos anteriores, incluindo:
  - Identificação dos mananciais atuais e outros definidos em estudos anteriores;
  - Identificação preliminar das alternativas de mananciais para complementar a oferta hídrica;
  - Identificação dos pontos de captação superficial e subterrâneo da Sanepar, em operação e futuros, localizados a montante e jusante dos mananciais propostos;
  - Identificação dos pontos de lançamento das ETEs, localizadas a montante e jusante, na mesma bacia hidrográfica dos mananciais propostos;
  - Delimitação da área de drenagem para os mananciais.
- Avaliar Outorga, Licença Prévia e demais condicionantes e exigências ambientais;
- Elaborar três cenários para a avaliação da disponibilidade hídrica, contendo, caso necessário, um cenário de captação com reservatório de regularização, considerando a viabilidade técnica e ambiental, de acordo com a legislação vigente;

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO – REVISÃO 2014	Módulo 12.2	Página 2/14
-----	--	----------------	----------------

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

- Definir a metodologia a ser utilizada para obtenção da disponibilidade hídrica (vazão mínima) e/ou da vazão regularizada (vazão média), incluindo:
  - Obtenção das informações hidrológicas existentes da série de registros históricos das estações fluviométricas;
  - Análise espacial das informações hidrológicas, incluindo:
    - ❖ Avaliação dos dados disponíveis – os dados de postos fluviométricos e pluviométricos deverão ser solicitados diretamente ao Instituto das Águas do Paraná;
    - ❖ Pré-seleção das estações fluviométricas nos mesmos corpos d'água dos mananciais previamente identificados.
  - Para as estações fluviométricas pré-selecionadas:
    - ❖ Avaliar a disponibilidade de dados: período disponível e porcentagem do número de dias com falhas por ano (análise de falhas);
    - ❖ A análise das falhas deverá ser elaborada com base diária a cada ano;
    - ❖ Caso sejam identificados anos que devam ser descartados em função da quantidade de falhas, então avaliar a possibilidade de preenchimento para que o ano não seja descartado. O método de preenchimento deverá ser apresentado e justificado.
  - Seleção das estações fluviométricas:
    - ❖ Para SAA com captações a fio d'água utilizar séries com, no mínimo, 10 anos de dados;
    - ❖ Para SAA com captações com reservatórios de regularização utilizar séries com, no mínimo, 25 anos de dados;
    - ❖ Verificar as áreas de drenagem com o objetivo de utilizar valores homogêneos.

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

- Caso não existam estações fluviométricas nos mesmos corpos d'água ou no entorno do manancial ou em regiões hidrologicamente homogêneas, poderão ser utilizados métodos de regionalização, como por exemplo, o método descrito no Volume III "Regionalização da Curva de Permanência" do Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989);
  - Para SAA com captações a fio d'água:
    - ❖ Determinar a vazão de estiagem: calcular a vazão com permanência de 95% para cada manancial;
  - Para SAA com captações com reservatórios de regularização:
    - ❖ Determinar a vazão regularizada: calcular baseada na vazão média de longo termo para cada manancial;
    - ❖ Determinar o volume de regularização;
    - ❖ Determinar a área alagada, altura e comprimento da barragem;
    - ❖ Determinar a vazão máxima do vertedor;
    - ❖ Caso o volume necessário para regularizar a vazão média não possa ser implantado no local, recalculer a vazão regularizada efetiva.
  - Consultar o AguasParaná ou a ANA referente aos usuários outorgados;
  - Determinar a vazão outorgável;
  - Avaliar a Demanda versus Disponibilidade Hídrica;
- Realizar reuniões de acompanhamento para validação dos estudos de disponibilidade hídrica;
  - Compilar os resultados e apresentar relatório descritivo, memorial de cálculo, resumo e peças gráficas (desenhos);
  - Elaborar elementos para o processo conforme a Portaria Suderhsa 19/2007 e o Manual Técnico de Outorga (Suderhsa), no caso de rios de domínio estadual,

ou conforme o Manual Técnico de Outorga da ANA, no caso de rios de domínio da união.

- Encaminhar todos os documentos citados para análise e aprovação da USHI.

### **Procedimentos para determinação da Disponibilidade Hídrica**

Deverão ser elaborados três cenários, para cada cenário deverá ser realizado o estudo de disponibilidade hídrica para os mananciais selecionados. Em cada cenário poderá ser selecionado mais de um manancial de abastecimento público em função das disponibilidades e do estagiamento da obra, para atendimento aos requisitos de viabilidade técnica e ambiental, baseados na legislação vigente.

#### **1.1.4 Pré-Seleção dos Mananciais para abastecimento público**

Para a seleção dos mananciais para abastecimento público deverão ser considerados (1) os mananciais atuais superficiais e subterrâneos, (2) o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município (PMSB), ou pelo menos, o estudo de disponibilidade hídrica elaborado pela USHI para subsidiar a elaboração do PMSB, (3) projetos existentes, (4) indicações de mananciais prováveis pelas UR's e (5) caso existam, outras diretrizes da Sanepar.

Como forma de homogeneizar os resultados, as áreas de drenagem dos mananciais selecionadas deverão ser refeitas, ou seja, traçados novamente.

#### **1.1.5 Disponibilidade Hídrica**

Para a determinação da disponibilidade hídrica deverá ser solicitada ao Instituto das Águas do Paraná a localização das estações fluviométricas e, após a escolha das estações que serão utilizadas no estudo, deverão ser solicitadas as séries históricas das estações fluviométricas na base diária.

Para cada manancial selecionado deverá ser verificado se no mesmo corpo hídrico ou no entorno do manancial ou em regiões hidrologicamente homogêneas, se existem estações fluviométricas. Caso não exista, poderão ser utilizados métodos

de regionalização, como por exemplo, o método descrito no Volume III “Regionalização da Curva de Permanência” do relatório HG-52 (CEHPAR, 1989). Portanto, em um determinado cenário poderão existir mananciais cuja disponibilidade hídrica foram calculadas através de séries históricas e/ou calculadas através de métodos de regionalização. Se a vazão calculada por métodos distintos resultar em valores diferentes em mais de 30%, deverá ser solicitada uma reunião com a USHI para definição das vazões que serão utilizadas no estudo.

#### **a) Seleção das Estações fluviométricas**

Inicialmente, devem ser escolhidas as estações fluviométricas para as quais será necessário solicitar os dados ao Instituto das Águas do Paraná.

A seguir é realizada a análise de falhas no período disponível de dados. A análise das falhas deverá ser elaborada com base diária e para cada ano. Em cada ano o número de dias sem dados não deverá ser superior a 10% do período seco. Portanto, o número de anos disponíveis para o estudo de disponibilidade hídrica é o número total de anos desde a sua instalação menos o número de anos descartados (falhas superiores a 10%).

Caso sejam identificados anos que devam ser descartados em função da quantidade de falhas, então avaliar a possibilidade de preenchimento para que o ano não seja descartado. O método de preenchimento deverá ser apresentado e justificado.

A próxima etapa é a seleção das estações fluviométricas considerando o número de anos disponíveis para o estudo de disponibilidade hídrica. Para rios que possuem série histórica de vazões e para SAA com captações a fio d’água utilizar séries com, no mínimo, 10 anos de dados. Caso a série tenha menos de 10 anos, ou seja, obtida de estações extintas, deverá ser consultada a USHI para definição. Para SAA com captações que possuem reservatórios de regularização, utilizar séries com, no mínimo, 25 anos de dados.

Para as estações selecionadas deverão ser traçadas novamente as áreas de drenagem e calculadas as vazões específicas médias de longo termo ( $q_{MLT}$ ).

**b) Disponibilidade Hídrica – Captação a fio d’água**

A etapa seguinte é a determinação da vazão de estiagem, para o cálculo da vazão de estiagem para fins de abastecimento público para captações a fio d’água será utilizada a vazão denominada  $Q_{95\%}$ , que corresponde a vazão que está presente no rio durante, pelo menos, 95% do tempo. Ou seja, durante 95% do tempo existe no rio uma vazão igual ou maior que a  $Q_{95\%}$ .

Utilizar as vazões médias diárias, apenas dos anos onde as falhas foram inferiores a 10%, agrupadas em ordem decrescente, calcular a freqüência e verificar a vazão correspondente à freqüência de 95%. Calcular as vazões específicas ( $q_{95\%}$ ) das estações fluviométricas. A partir da comparação das vazões específicas, definir a vazão específica para a seção de interesse e obter a vazão  $Q_{95\%}$ .

Caso não exista série histórica, poderão ser utilizados métodos de regionalização, como por exemplo, o método descrito no Volume III “Regionalização da Curva de Permanência” do Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989). Caso exista, algum outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar poderá ser utilizado, devendo ser complementado e atualizado.

Caso exista série histórica de vazões e tenha passado pelo critério de falhas, utilizar para a análise da  $Q_{95\%}$ , em detrimento ao método da regionalização de vazões. Caso exista série histórica, mas esta não tenha dados confiáveis, justificar as razões desta consideração e utilizar a regionalização de vazões.

**c) Disponibilidade Hídrica – Captação com reservatório de regularização**

No caso de captações com reservatório de regularização, calcular a vazão média de longo termo ( $Q_{MLT}$ ) e a vazão regularizada efetiva. Utilizar as vazões médias diárias, apenas dos anos onde as falhas foram inferiores a 10%. Calcular as vazões específicas ( $q_{MLT}$ ) das estações fluviométricas. A partir da comparação das vazões específicas, definir a vazão específica para a seção de interesse e obter a vazão  $Q_{MLT}$ .

Caso não exista série histórica de vazões, poderão ser utilizados métodos de regionalização, como por exemplo, o método descrito no Volume III “Regionalização da Curva de Permanência” do Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989). Caso exista, algum

outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar poderá ser utilizado, devendo ser complementado e atualizado.

Considerar que a vazão regularizável ( $Q_{regularizável}$ ) deverá ser igual a, no máximo, 75% da vazão média de longo termo.

#### **d) Vazão Outorgável**

O cálculo da vazão outorgável deverá obedecer às equações (1), (2) e (3), conforme indicado na Portaria nº019/07, da SUDERHSA para rios de domínio estadual, ou no Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga da ANA, para rios de domínio da união:

Para captações a fio d'água:

$$Q_{outorgável,i} = c.(Q_{95\%})_i - Q_{indisponível,i} \quad (1)$$

Para captações com reservatório de regularização:

$$Q_{outorgável,i} = Q_{regularizável,i} - (1-c).(Q_{95\%})_i - Q_{indisponível,i} \quad (2)$$

$$Q_{indisponível,i} = \sum Q_{outorgadas m} + \sum Q_{outorgadas j} \quad (3)$$

Onde:

- $Q_{outorgável,i}$  = vazão máxima que pode ser outorgada na seção i do corpo hídrico superficial;
- $c$  = coeficiente que limita a porcentagem da vazão natural com permanência de 95% do tempo na seção i ( $Q_{95\%}$ ). Para captações em rios de domínio estadual, o coeficiente  $c$  é igual a 0,5;
- $Q_{regularizável,i}$  = vazão regularizável na seção i do corpo hídrico superficial;
- $(Q_{95\%})_i$  = vazão natural com permanência de 95% do tempo na seção i;
- $\sum Q_{outorgadas m}$  = somatória das vazões outorgadas a montante da seção i;
- $\sum Q_{outorgadas j}$  = somatória das vazões outorgadas a jusante, que dependem da vazão na seção i;



---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

- $Q_{\text{indisponíveis } i}$  = vazão alocada para outros usuários que não poderá ser utilizada na seção  $i$ .

Em rios de domínio estadual, para a determinação das vazões já outorgadas a montante e jusante (próximas ao empreendimento), a contratada deverá solicitar o cadastro de usuários junto ao Instituto das Águas do Paraná, via ofício com cópia para a Sanepar/USHI.

Consultar a Unidade Regional a fim de identificar a existência de usuários a jusante, a partir destas informações, caso necessário, definir um ponto a jusante do local estudado que incluam os usuários de jusante.

A lista a ser encaminhada ao AGUASÁRANÁ deverá conter, no mínimo:

- Coordenadas Planimétricas (UTM - SAD69);
- Nome do corpo d'água;
- Fonte utilizada citando o número da carta e o ano de publicação.

A resposta do Instituto das Águas do Paraná encaminhada para a empresa contratada apresentada à USHI/Sanepar.

No caso de rios de domínio da união, esta consulta poderá ser realizada diretamente no site [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br).

Com as informações dos usuários cadastrados, a empresa deverá calcular as vazões já outorgadas a montante e jusante e utilizá-las no cálculo da vazão outorgável.

#### **1.1.6 Características do Reservatório de Regularização**

Alguns dados devem ser calculados para a obtenção da Outorga Prévia do empreendimento e para o estudo de viabilidade técnica-econômica. Para tanto, será adotada uma metodologia simplificada para determinação de algumas características do reservatório de regularização.

**a) Volume do Reservatório de regularização**

Caso não exista série histórica, utilizar o método descrito a seguir:

1. Usar modelos de transformação chuva-vazão para gerar a série de vazões diárias. Utilizar programas computacionais já consagrados, como IPHs1 e HEC-HMS.
  - i. Utilizar dados de pluviometria disponibilizados pelo Instituto das Águas do Paraná;
  - ii. Obter uma série de dados pluviométricos de no mínimo 25 anos;
  - iii. Caso seja selecionada mais de uma estação pluviométrica, calcular a série histórica de pluviometria através da precipitação média na bacia calculada pelo método de Thiessen.
  
2. Calibrar o modelo de chuva-vazão, cujo objetivo é o ajuste de vazões médias e mínimas.
  - i. Caso o tempo de concentração da bacia seja inferior a 1 dia, será necessário desagregar os dados;
  - ii. Calibrar o modelo chuva-vazão considerando a vazão média de longo termo (QMLT) e a vazão com permanência de 95% (Q95%) calculadas a partir do método de cálculo adotado, conforme itens anteriores.
  
3. Gerar série de vazões diárias para todo o período (mesma extensão da série de dados pluviométricos).

Para a determinação do volume do reservatório, utilizar a Curva de Dupla Massa, baseada na série histórica de vazões diárias observadas ou geradas para identificar o maior período onde a demanda é superior a oferta. Considerar que a demanda não deverá ultrapassar 75% da vazão média de longo termo. Através deste déficit de vazão, calcular o volume útil do reservatório.

Para determinar o volume total do reservatório, considerar como volume morto 10% do volume útil.

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO – REVISÃO 2014	Módulo 12.2	Página 10/14
-----	--	----------------	-----------------

**b) Área alagada, altura e comprimento da barragem**

A Sanepar irá fornecer a base cartográfica do local do barramento para a estimativa da área alagada, altura e comprimento da barragem.

A partir das curvas de nível, da localização do ponto de captação e do volume total do reservatório, determinar a área alagada, a altura e o comprimento do maciço de terra.

A altura total da barragem será a soma da altura calculada para armazenar o volume total do reservatório mais a altura da lâmina de água sobre o vertedor para escoar a vazão máxima e a altura da borda livre. Considerar, no mínimo, um metro de borda livre.

**c) Vazão máxima do vertedor da barragem de regularização**

Deverá ser verificado se no mesmo corpo hídrico ou no entorno do manancial ou em regiões hidrologicamente homogêneas, se existe estação fluviométrica. Caso não exista, poderão ser utilizados métodos de regionalização, como por exemplo, o método descrito no Volume IV “Regionalização de Vazões Máximas” do relatório HG-52 (CEHPAR, 1989). Caso exista, algum outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar poderá ser utilizado, devendo ser complementado e atualizado.

Utilizar TR de 100 anos para barragens com até 5 metros de altura sem perda de potencial humano, 1.000 anos para barragens com até 5 metros de altura com perda de potencial humano e para barragens com mais de 5 metros utilizar TR de 10.000 anos.

**1.1.7 Análise entre Disponibilidade Hídrica e Demanda**

Para cada etapa prevista das obras de implantação da captação deverá ser comparada a demanda versus a disponibilidade hídrica, conforme a equação (4):

$$Demanda \leq Q_{outorgável} \quad (4)$$

Para fins de outorga, a demanda é considerada como sendo a vazão máxima instantânea.

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

Para novos empreendimentos de saneamento, caso não haja disponibilidade hídrica no respectivo corpo d'água para a vazão máxima instantânea final de projeto, o órgão gestor de recursos hídricos poderá conceder a Outorga em função das etapas de implantação da obra.

Para a continuidade do projeto, deverá ser realizada uma reunião com a Sanepar para aprovação dos parâmetros e considerações utilizadas.

Caso a demanda seja maior que a vazão outorgável, é necessária a substituição e/ou a complementação com outros mananciais.

### **1.1.8 Referências Bibliográficas**

ANA – Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – Agosto 2013.

CEHPAR. **Projeto HG-52** – Aproveitamentos Hidrelétricos de Pequeno Porte – Regionalização de Vazões de Estiagem (Volume II), de Curvas de Permanência (Volume III) e de Vazões Máximas (Volume IV) de Pequenas Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná. Curitiba: Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza. 1989.

SUDERHSA. **Manual Técnico de Outorgas**. 1<sup>a</sup>. Revisão. 2006.

SUDERHSA. **Portaria nº019/2007 Gabinete**. Estabelece as normas e procedimentos administrativos para a análise técnica de requerimentos de Outorga Prévia (OP) e de Outorga de Direito (OD) para empreendimentos de saneamento básico e dá outras providências.

## **2. RESULTADOS A SEREM APRESENTADOS**

Através da metodologia exposta, deverão ser apresentados para cada cenário, como resultados incluídos no memorial de cálculo, no mínimo, os seguintes itens:

- Mananciais: apresentar na forma de tabela a localização, situação de exploração, área de drenagem (calculada pela empresa), distância do centro de consumo. Apresentar mapa contendo a localização das captações e da

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO – REVISÃO 2014	Módulo 12.2	Página 12/14
-----	--	----------------	-----------------

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

localidade a ser abastecida com a delimitação da bacia a montante, citando a fonte utilizada, o número da carta e o ano da carta utilizada no mapa;

- Disponibilidade hídrica:
  - Séries Históricas: (1) apresentar em forma de tabela as estações pré-selecionadas contendo o código da estação fluviométrica, nome da estação, coordenadas, área de drenagem, (2) apresentar em forma de tabela a comparação das áreas de drenagem, (3) apresentar quadro com a disponibilidade de dados, (4) apresentar quadro com o número e porcentagem de dias por ano com falha, e (5) apresentar as estações fluviométricas selecionadas e seu correspondente manancial;
  - Apresentar os métodos utilizados, as vazões específicas ( $q_{95\%}$ ,  $q_{MLT}$  e  $q_{regularizável}$ ) e as vazões  $Q_{95\%}$ ,  $Q_{MLT}$  e  $Q_{regularizável}$  para os mananciais escolhidos em cada cenário. Apresentar os resultados em ( $m^3/h$ , L/s e  $L/s/km^2$ );
  - Apresentar a  $Q_{outorgável}$  para cada manancial. Apresentar a descrição dos usuários já cadastrados, tipologia de uso e as vazões já outorgadas a montante. Apresentar o cadastro com as vazões já outorgadas separadas por tipologia (captações e lançamentos). Deve ser anexado o ofício-resposta do Instituto das Águas do Paraná com a lista de usuários cadastrados ou a planilha de outorgas emitida obtida da ANA;
  - Apresentar as características dos reservatórios de regularização: volume, vazão máxima do vertedor, área alagada, altura e comprimento do maciço.
- Apresentar os cenários comparando a disponibilidade hídrica com a demanda. A princípio, todos os cenários devem apresentar a disponibilidade hídrica superior à demanda. A escolha da alternativa ótima está vinculada à questões de viabilidade técnica-econômica.

## Apresentação

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO – REVISÃO 2014	Módulo 12.2	Página 13/14
-----	--	----------------	-----------------

---

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO  
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA E QUALIDADE DA ÁGUA PARA  
PROJETOS DE SAA**

---

A apresentação deverá focar de maneira sintética os resultados apresentados no item anterior.

### **Aprovação**

O estudo de disponibilidade hídrica deve ser definido, acompanhado e aprovado pela USHI (Unidade de Serviço de Recursos Hídricos).

### **Anexo**

Modelo de Ofício a ser encaminhado ao AGUASPARANÁ para a solicitação de informações sobre usuários outorgados.