
**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

MANANCIAIS

OBJETIVO

Este estudo contempla as diretrizes para a elaboração do estudo hidrológico dos cursos d'água, visando a avaliação de mananciais de abastecimento público da Sanepar e deverá ser apresentado ao Instituto das Águas do Paraná para a obtenção de Outorga (Prévia ou de Direito) de uso de recursos hídricos.

A Outorga Prévia deverá ser solicitada para empreendimentos novos. 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 à novo pedido de Outorga Prévia.

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 Portaria SUDERHSA nº019/07 e no Manual Técnico de Outorga.
- A metodologia do estudo a ser aplicada dependerá da disponibilidade de registros históricos mínimos de vazão. Logo, de maneira geral podem-se listar algumas atividades específicas a determinados estudos e metodologias.

Orientações para elaboração do Estudo

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

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 1/12
-----	----------------------------------	----------------	----------------

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

- 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;
 - Delimitação da área de drenagem para os mananciais.
- Avaliar Outorga, Licença Prévia e demais condicionantes e exigências ambientais;
- Elaborar três cenários, contendo, no mínimo, um cenário de captação com reservatório de regularização, considerando a viabilidade técnica e ambiental, de acordo com a legislação vigente;
- Definir a metodologia a ser utilizada para obtenção da disponibilidade hídrica (vazão mínima) e/ou da vazão regularizada (vazão média):
 - Obtenção das informações hidrológicas existentes da série de registros históricos das estações fluviométricas;
 - Análise espacial das informações hidrológicas:
 - 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:
 - Para as estações fluviométricas com, no máximo, dois dias consecutivos de falhas preencher estas falhas através de interpolação linear;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

- Avaliar a disponibilidade de dados: período disponível, número de dias por ano (análise de falhas);
- A análise das falhas deverá ser elaborada com base diária a cada ano;
- 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;
 - Nova delimitação das áreas de drenagem com o objetivo de utilizar valores homogêneos.
- Caso não existam estações fluviométricas nos mesmos corpos d'água utilizar o método descrito no Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989);
- Para SAA com captações a fio d'água:
 - Determinação da vazão de estiagem: calcular a vazão com permanência de 95% para cada manancial;
- Para SAA com captações com reservatórios de regularização:
 - Determinação da vazão regularizada: calcular a vazão média de longo termo para cada manancial;
 - Determinação do volume de regularização;
 - Determinação da área alagada, altura e comprimento da barragem;
 - Determinação da vazão máxima do vertedor.
- Determinação da vazão outorgável;
- Avaliação da Demanda versus Disponibilidade Hídrica;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

- Realizar uma reunião 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 item "Licenciamento Ambiental e Outorga" do Estudo de Concepção;
- 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.

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 selecionados deverão ser refeitos, ou seja, traçados novamente.

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

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 4/12
-----	----------------------------------	----------------	----------------

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

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 existe estação fluviométrica. Caso não exista, poderá ser utilizado o relatório HG-52 (CEHPAR, 1989), que trata da regionalização de vazões. Portanto, em um determinado cenário poderão existir mananciais com disponibilidade hídrica calculada através de séries históricas ou calculadas através do método do HG-52. Se a vazão calculada pelos dois métodos 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. Sugere-se que, para as estações fluviométricas com, no máximo, dois dias consecutivos sem dados, estas falhas sejam preenchidas através de interpolação linear.

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. 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%).

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. 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.

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

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 frequência e verificar a vazão correspondente à frequência de 95%. Transferir os dados de vazão da estação fluviométrica para a seção de interesse através de proporcionalidade entre áreas de drenagem.

Caso não exista série histórica, utilizar o método apresentado pelo CEHPAR denominado HG-52, ou caso exista, algum outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar.

Caso exista série histórica de vazões e tenha passado pelo critério de falhas, utilizá-la 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}). Utilizar as vazões médias diárias, apenas dos anos onde as falhas foram inferiores a 10%. Transferir os dados de vazão da estação fluviométrica para a seção de interesse através de proporcionalidade entre áreas de drenagem.

Caso não exista série histórica, utilizar o método apresentado Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989), ou, caso exista, algum outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar.

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

Considerar que a vazão regularizável ($Q_{regularizável}$) deverá ser igual a, no máximo, 90% 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 captações a fio d'água:

$$Q_{outorgáveli} = c \cdot Q_{95\%i} - Q_{indisponíveli} \quad (1)$$

Para captações com reservatório de regularização:

$$Q_{outorgáveli} = Q_{regularizáveli} - c \cdot Q_{95\%i} - Q_{indisponíveli} \quad (2)$$

$$Q_{indisponíveli} = \sum Q_{outorgadas.m} - \sum Q_{outorgadas.j} \quad (3)$$

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, 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.

Para a determinação das vazões já outorgadas a montante e jusante (próximas ao empreendimento), a contratada deverá listar todos os pontos para captação pré-definidos e encaminhá-la à Sanepar, para que esta possa solicitar, via ofício, o cadastro de usuários junto ao Instituto das Águas do Paraná.

A lista a ser encaminhada à Sanepar deverá conter, no mínimo:

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 7/12
-----	----------------------------------	----------------	----------------

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

- 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 será encaminhada para a empresa contratada. 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.

Caso o Instituto das Águas do Paraná não apresente a informação solicitada no prazo estabelecido no Plano de Trabalho, utilizar a vazão outorgável sem descontar as possíveis vazões já outorgadas e justificar a ausência dos dados na apresentação do estudo.

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;

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

- 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, a função 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 (Q_{MLT}) e a vazão com permanência de 95% ($Q_{95\%}$) calculadas a partir do HG-52 (CEHPAR, 1989).
 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. 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.

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

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

para escoar a vazão máxima e a altura da borda livre. Considerar um metro de borda livre.

c) Vazão máxima do vertedor da barragem de regularização

Independente da existência ou não de série histórica, utilizar o método apresentado no Relatório HG-52 (CEHPAR, 1989), ou caso exista, algum outro estudo disponibilizado pela própria Sanepar.

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.

Análise entre Disponibilidade Hídrica e Demanda

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

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

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

Para novos empreendimentos de saneamento, caso não haja disponibilidade hídrica no respectivo corpo d'água para a vazão máxima instantânea final de projeto, o Instituto das Águas do Paraná 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, o pedido de outorga será indeferido.

Nesta etapa é possível que seja necessária a substituição e/ou a complementação com outros mananciais.

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 10/12
-----	----------------------------------	----------------	-----------------

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

Referências Bibliográficas

CEHPAR. **Projeto HG-52** – Aproveitamentos Hidrelétricos de Pequeno Porte – Regionalização de Vazões de Estiagem, de Curvas de Permanência e de Vazões Máximas 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^a. 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.

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 (pré-seleção): 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 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 de dias por ano com falha, e (5) apresentar as

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 11/12
-----	----------------------------------	----------------	-----------------

**DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO
DE ESTUDOS DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA
PROJETOS DE SAA**

estações fluviométricas selecionadas e seu correspondente manancial;

- Apresentar as vazões $Q_{95\%}$, Q_{MLT} e $Q_{regularizável}$ e os métodos utilizados para calculá-los 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. Caso tenha sido recebido do Instituto das Águas do Paraná 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;
 - 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

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 (U.S. de Recursos Hídricos).

MPS	MANUAL DE PROJETOS DE SANEAMENTO	Módulo 12.2	Página 12/12
-----	----------------------------------	----------------	-----------------