

Parecer Conjunto nº 5/2016/SRE/SFI  
Documento nº 00000.060997/2016-22  
Processo nº 02501.0007313/2015

Assunto: **Metodologia para estimativa de perdas hídricas no Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF.**

## **Introdução**

1. A Resolução ANA nº 1133, de 19 de setembro de 2016, alterou condições da outorga de direito de uso de recursos hídricos definidas na Resolução 411/2005 e estabeleceu a data de 26 de março de 2018 como prazo final para entrada em operação da primeira fase do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). Conforme estabelecido na Resolução nº 411, de 2005, a implantação da cobrança pelo serviço de adução de água bruta é condicionante da outorga, a ser atendida até o início da operação da primeira fase do empreendimento. Conforme Lei nº 12058, de 2009, compete à ANA o estabelecimento da tarifa de serviços públicos de adução de água bruta, como o PISF.

2. Para a definição do preço por metro cúbico fornecido, é necessária uma estimativa preliminar das perdas hídricas desde a captação no rio São Francisco até os pontos de entrega definidos na Resolução 1133/2016, onde os volumes são faturados.

3. Cabe salientar que essa estimativa deverá ser refinada a partir da operação real do sistema. Entretanto, para os primeiros anos, há a necessidade de uma estimativa realista dessas perdas, de forma que o custo real por unidade de água seja próximo do custo efetivamente cobrado dos estados receptores, minimizando a necessidade de ajustes posteriores.

4. O presente parecer técnico apresenta os critérios para estimativa dessas perdas. Em dois pareceres posteriores, será feita a estimativa para os eixos leste e norte, tomando por base os critérios aqui propostos.

5. As perdas hídricas serão calculadas desde a captação no rio São Francisco até os portais de entrega, definidos nas Resoluções ANA nº 411/2005 e nº 1133/2016.

### **Perdas hídricas no PISF**

6. Dadas as características do PISF, sua operação pode ensejar as seguintes tipologias de perdas hídricas:

a. No sistema condutor construído

- i. Evaporação: própria de estruturas abertas, a exemplo de canais, onde a lâmina d'água sujeita a evaporação dependerá da vazão nelas conduzidas.
- ii. Infiltração e vazamentos: presentes em qualquer estrutura construída, tanto na superfície do perímetro hidráulico quanto nas juntas construtivas, de dilatação e do revestimento.

- b. Em reservatórios
  - i. Evaporação: em função da superfície d'água mínima a ser mantida nos reservatórios, definida pelas condições operativas do projeto.
  - ii. Infiltração: definida pelas características do solo de sua bacia hidráulica.
  - iii. Extravasamentos: oriundos da operação de elementos hidromecânicos (bombas, comportas, válvulas, etc.) e da resposta da infraestrutura na condução e no armazenamento das vazões operadas.
- c. No sistema condutor natural
  - i. Evaporação: presente nos rios e lagos condutores das vazões em função da superfície d'água definida pela geomorfologia natural dos cursos d'água.
  - ii. Infiltração e consumo: definida pelas características do solo, do meio ambiente aquático e do estado hídrico a que estão submetidos os cursos d'água em função das vazões e variações nas vazões neles conduzidas.
  - iii. Acumulações: poços, pequenos reservatórios, barramentos e derivações presentes nos cursos d'água com capacidade de reter ou deter volumes de água.

#### **Estimativa das perdas operacionais do sistema construído**

7. Para a quantificação das perdas operacionais do sistema construído, alínea "a" do item anterior, sugere-se adotar o critério proposto pelo *Bureau of Reclamation*, referenciado no Manual de Irrigação elaborado pelo Ministério da Integração<sup>1</sup>. Esta agência americana estima que as perdas na infraestrutura construída em projetos similares ao PISF se situam entre 5 e 10% da vazão total por ele operada.

8. Tais valores dependem, principalmente, da tecnologia utilizada na construção e impermeabilização, da idade da infraestrutura e das condições de manutenção e operação a que esta é submetida.

9. Para a estimativa inicial dessas perdas, considerando que a maior parte do projeto consiste de canais e aquedutos impermeabilizados com geomembrana e que, em função do pouco tempo passado desde sua construção, a infraestrutura não tenha sofrido desgaste físico relevante, sugere-se adotar uma perda total operacional no sistema construído igual a 5% da vazão aduzida em cada um dos eixos do projeto. Tal valor poderá ser alterado a partir dos resultados oriundos do monitoramento das vazões nos pontos de controle e de entrega no sistema.

10. Uma vez que a perda operacional no sistema construído é estimada para todo o sistema, é necessário definir a partição dessa perda entre os trechos do projeto. Neste Parecer, adotar-se-á que tal partição será feita de forma ponderada, considerando as demandas a jusante do respectivo reservatório.

#### **Estimativa das perdas nos reservatórios**

11. A perda hídrica nos reservatórios será estimada exclusivamente em função da evaporação a que sua lâmina d'água estará submetida. Perdas por infiltração serão desprezadas uma vez serem consideradas insignificantes frente aos valores evaporados.

12. A perda por evaporação em cada reservatório dependerá ainda da área inundada e, portanto, do regime de operação de cada reservatório. Neste ponto, algumas premissas devem ser feitas.

---

<sup>1</sup> Douglas C. Olson, Donald E. Clay e Larry N. Kysar – Planejamento geral de projetos de irrigação. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1998 – 373 p. (Manual de Irrigação, v.1). Trabalho elaborado pelo Bureau of Reclamation do Departamento de Interior dos Estados Unidos, por solicitação do Ministério da Integração Nacional.

13. Será considerado que, num primeiro momento, os reservatórios operarão em um nível suficiente para transferir para o trecho seguinte uma vazão média diária igual à afluente, descontadas as perdas e eventuais derivações. Esse nível pode ser determinado a partir das curvas das estruturas de controle (vertedores).

14. Caso as equações das estruturas de controle de vazão de algum reservatório não sejam conhecidas, impossibilitando o cálculo mais preciso da carga hidráulica nesses pontos, propõe-se que o vetor evaporação seja aplicado à superfície d'água definida pela cota do reservatório 2 (dois) metros acima da geratriz superior do dispositivo de descarga a jusante.

15. Assim, definida a vazão no trecho e a cota a ser considerada no reservatório, estão dadas as condições hídras para o cálculo da evaporação, faltando aplicar o vetor evaporação anual a ser considerado em cada reservatório. Tendo em vista a relevância da evaporação nos volumes perdidos no sistema, foi realizado estudo de regionalização do vetor evaporação a ser adotado em cada reservatório a partir da espacialização dos dados presentes no "Estudo para refinamento do balanço hídrico de 204 reservatórios do Semiárido".

16. Por meio da interpolação dos vetores evaporação para cada um dos reservatórios analisados nesse Estudo, foram delimitados os polígonos de Thiessen e suas áreas de influência de forma a associar um vetor evaporação a cada reservatório no projeto. A Figura 1 apresenta as áreas desses polígonos e sua área de influência nos eixos do PISF.

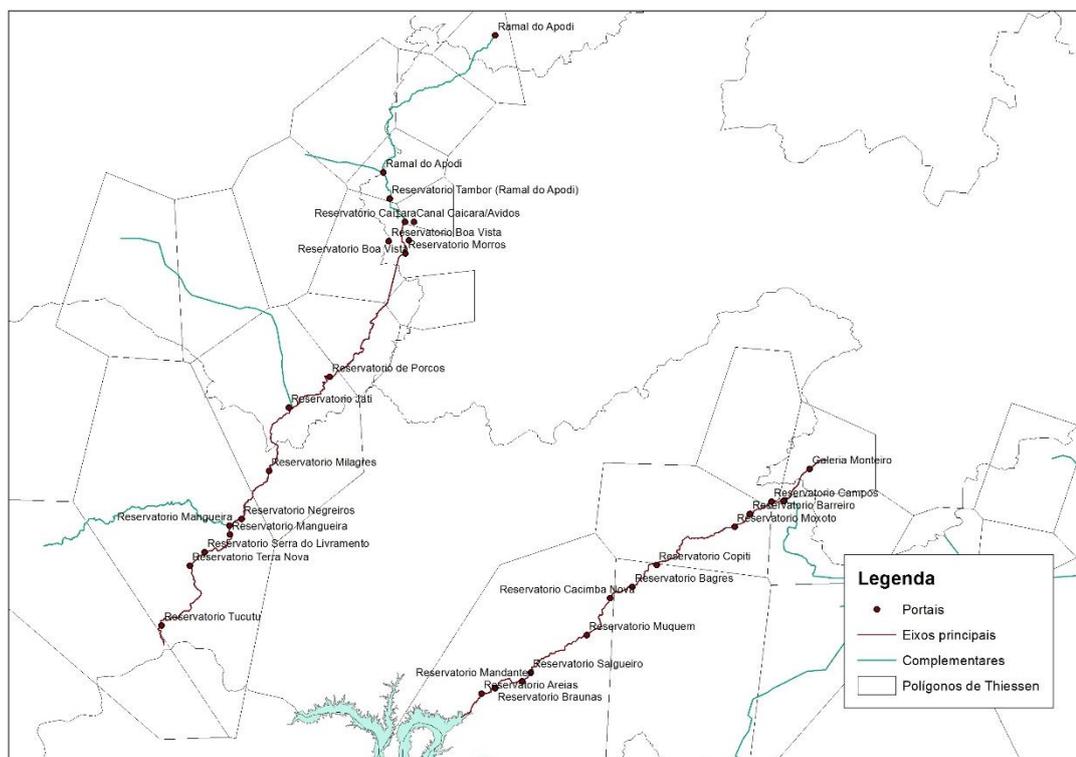


Figura 1- Polígonos de Thiessen dos vetores evaporação e traçado do PISF

17. No caso particular do eixo Leste, num primeiro momento será adotada uma premissa um pouco mais conservadora. Assim, a área inundada a ser considerada corresponderá ao volume máximo operacional do reservatório. À medida em que for sendo acumulada experiência na operação do sistema, essa premissa poderá ser revista.

#### Estimativa das perdas operacionais do sistema natural

18. Para a estimativa das perdas operacionais no sistema natural a montante de ponto de entrega do PISF, sugere-se adotar os parâmetros utilizados nos Estudos de Inserção Regional (EIR) – Relatório Geral – Tomo II – Item 7.4 (Avaliação das perdas no trajeto).

19. Os cálculos desses estudos baseiam-se nas perdas por infiltração oriundas da recarga fluvial dos aquíferos (item 7.4.1), nas perdas por evaporação (item 7.4.2) e nas perdas não programadas, estas em função de usos difusos de difícil identificação (item 7.4.4).

20. As perdas operacionais do sistema natural são observadas nos cursos d'água desde o sistema construído até a divisa interestadual PB/RN, no rio Piranhas-Açu. Na etapa atual, capaz de entrar em operação em 2017, só haverá fluxo através do Açude Eng. Ávidos. Além deste, estão projetados ainda uma entrada pelo reservatório Lagoa do Arroz e outro entrando pelo reservatório Curemas.

21. São três trechos projetados: o primeiro que pode vir a alimentar o reservatório Lagoa do Arroz, o segundo através do reservatório Engenheiro Avidos e o terceiro através do reservatório Curemas.

22. Com os dados do EIR, depreende-se uma taxa de perda média igual a 4,32 l/s por km de rio, no trecho do rio do Peixe até a confluência com o rio Piranhas-Açu. Como o EIR não informa as perdas em outros trechos de interesse nas proximidades, propõe-se aplicar esta mesma taxa nas extensões nos trechos entre os açudes Ávidos e São Gonçalo e deste até a confluência com o rio Piranhas. A mesma taxa será aplicada ainda em eventuais outros trechos naturais nas proximidades em que haja interesse de cálculo das perdas, como os trechos a montante dos açudes Lagoa do Arroz e Curemas.

23. Quanto ao trecho do rio Piranhas-Açu, do rio Piancó à divisa RN/PB, o EIR estimou perdas que correspondem a uma taxa de perda média igual a 6,53 l/s por km. Entretanto, esse trecho recebe vazões perenizadas pelo açude Curemas/Mãe d'água, de forma que parte das perdas é suprida por essa afluência. Assim, a taxa mencionada acima será aplicada proporcionalmente à vazão fornecida ao Rio Grande do Norte exclusivamente pelo PISF.

É o parecer.

Brasília, 8 de novembro de 2016.

(assinado eletronicamente)  
BRUNO COLLISCHONN  
Especialista em Recursos Hídricos – Coordenador  
de Regulação/SRE

(assinado eletronicamente)  
CESAR EDUARDO BERTOZZO PIMENTEL  
Especialista em Recursos Hídricos/SFI

(assinado eletronicamente)  
PATRICK THOMAS  
Superintendente Adjunto de Regulação

(assinado eletronicamente)  
WILDE CARDOSO GONTIJO JR  
Especialista em Recursos Hídricos  
COMAR/SRE

De acordo.

(assinado eletronicamente)  
RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES  
Superintendente de Regulação

(assinado eletronicamente)  
FLAVIA GOMES DE BARROS  
Superintendente de Fiscalização