



GRUPO DE ESTUDO DE PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ELÉTRICOS - GPL

EFEITOS DA TAXA DE DESCONTO DO CUSTO FUTURO NA OPERAÇÃO E NA EXPANSÃO DO SISTEMA BRASILEIRO

PEDRO DAVID; PAMELLA SANGY; SIMONE BRANDÃO; SAULO RIBEIRO SILVA; GUSTAVO HAYDT
EMPRESA DE PESQUISA ENERGETICA - EPE

RESUMO

A taxa de desconto é o parâmetro econômico que estabelece o equilíbrio intertemporal do consumo, isto é, o equilíbrio entre consumir imediatamente algum recurso ou poupá-lo para consumo posterior. Na operação dos sistemas hidrotérmicos com reservatórios, a taxa de desconto define o equilíbrio entre usar ou poupar os recursos hídricos. Na expansão, a taxa de desconto define o equilíbrio entre operar com o sistema existente ou investir para expandi-lo. Por outro lado, a taxa de desconto afeta o risco hidrológico, ao reduzir o valor presente do custo da operação futura ("custo futuro"), "estimulando" o uso dos recursos hídricos, aumentando o risco de insuficiência futura.

PALAVRAS-CHAVE: planejamento energético da operação; planejamento energético da expansão; aversão ao risco; taxa de desconto

1.0 INTRODUÇÃO

A taxa de desconto adotada nos modelos de planejamento energético do SIN tem sido objeto de revisões e discussões ao longo do tempo. Historicamente foi adotada a taxa de 10% a.a. que era a taxa de remuneração do capital da ELETROBRÁS quando o modelo econômico do setor elétrico brasileiro era o monopolista estatal. Em 2005 o valor foi alterado para 12% a.a. mantendo como referência a taxa de remuneração de capital da ELETROBRÁS para os investimentos em hidrelétricas.

A partir de 2010 os estudos de planejamento da expansão do setor elétrico passaram a utilizar uma taxa de desconto de 8% a.a., tendo como objetivo tornar esse parâmetro mais coerente com os cenários macroeconômicos dos estudos de planejamento e avaliações de longo prazo do setor elétrico e, em particular, com as premissas utilizadas no Plano Nacional de Energia com horizonte de 25 anos.

Em 2014, a ANEEL abriu a Consulta Pública nº 06 com o objetivo de obter subsídios para a definição da taxa de desconto a ser utilizada nos modelos de planejamento da operação e formação de preço, quando foram sugeridos valores entre 5% e 8%, estimadas com base no modelo CAPM e estrutura de capital (WACC) das empresas de geração. Contudo, não houve consenso e a ANEEL decidiu por manter a taxa de desconto para os modelos de otimização de despacho no nível de 12% a.a. no planejamento da operação e formação de preço, mas a EPE adotou o valor de 8% no planejamento da expansão, por considerá-la mais coerente com o seu horizonte destes estudos.

2.0 IMPACTO DA TAXA DE DESCONTO NO PLANEJAMENTO DA OPERAÇÃO

Como sabemos o custo de operação é composto pelo custo imediato "CI" e pelo valor presente do custo futuro "CF", descontado pela taxa de juros "r" como mostrado na Equação 1:

$$CO_t = CI_t + CF_{t+1} / (1+r) \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Ao reduzir o valor presente do custo futuro, a taxa de desconto desonera o uso do estoque de água, o que é refletido numa redução, em módulo, do valor da água (VA), que é benefício marginal da

disponibilidade hídrica, ou seja, é a taxa de redução do custo de operação em função de um incremento no estoque de água e/ou na afluência, como mostrado na Equação 2:

$$VA = \partial CO / \partial (V + A) \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Este efeito é mostrado na Figura 1 que mostra o valor da água em função da energia armazenada para o mesmo caso com taxas de juros de 12% e 0%, ou seja, com taxas de desconto de $1/(1+0.12) = 0,89$ e $1/(1+0) = 1$.

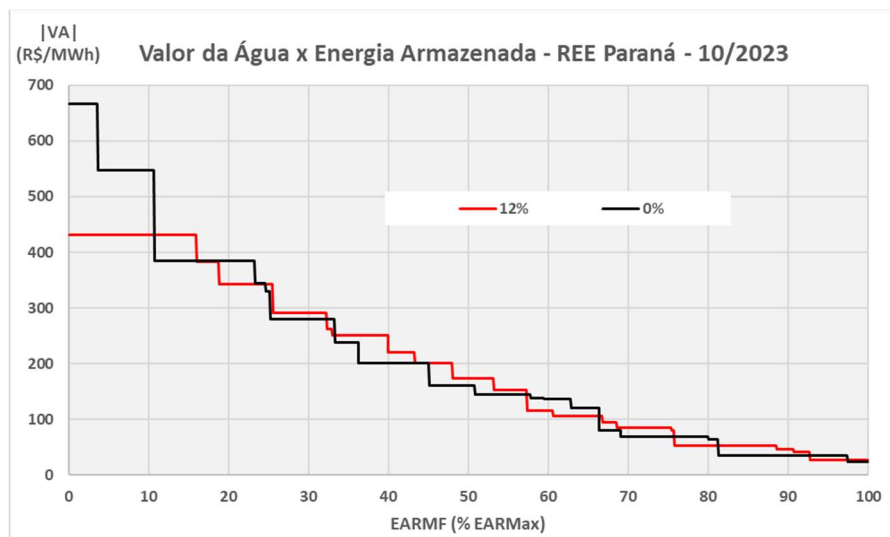


Figura 1 – Valor da Água x Energia Armazenada

A taxa de juros de 0% faz com que o valor da água seja maior, sobretudo quando a energia armazenada é baixa.

Quanto maior (em módulo) o valor da água, maior o CMO e, conseqüentemente, maior o despacho da geração termelétrica, poupando o estoque hídrico.

Em resumo, quanto menor for a taxa de juros, maior será o valor da água (em módulo) e o CMO, aumentando o despacho termelétrico e reduzindo o uso dos recursos hídricos. Portanto, a redução da taxa de juros opera como um mecanismo de aversão ao risco e uma taxa negativa, como, por exemplo, -12%, ou seja, taxa de “desconto” igual a $1/(1-0.12) \cong 1,14$ acentua ainda mais este efeito de aversão ao risco, mostrado na Figura 2.

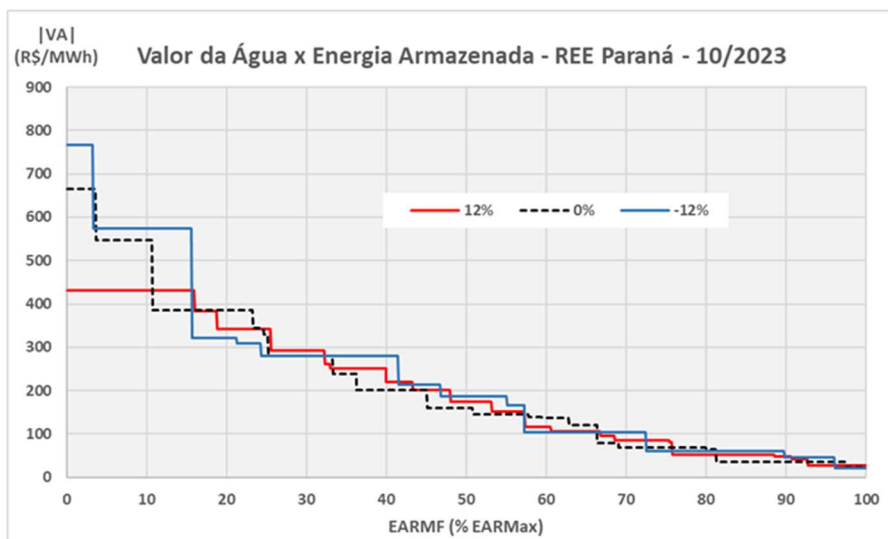


Figura 2 – Valor da Água x Energia Armazenada

Os mecanismos de aversão ao risco atualmente empregados, como o CVaR que dá maior peso aos cenários de maior custo de operação na estimativa do custo futuro e o VMinOp que penaliza o esvaziamento do estoque de água abaixo de um nível crítico também elevam o valor da água, como mostrado na Figura 3 que também mostra o VA sem estes mecanismos e com a taxa de juros de 12% e com a taxa de -12%.

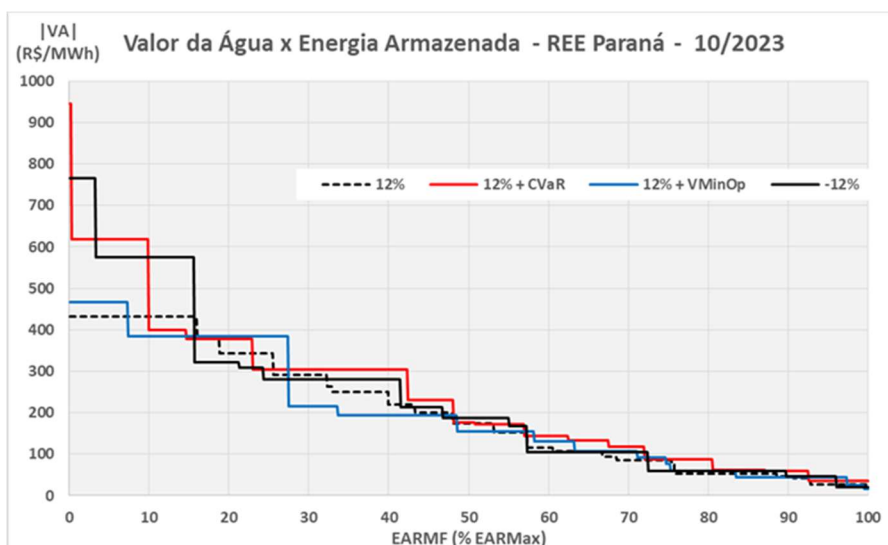


Figura 3 – Valor da Água x Energia Armazenada

Vale notar que a elevação da taxa de desconto acima de 1 (taxa de juros = -12%) eleva significativamente o VA quando o estoque fica abaixo de 20%, para preservar o reservatório. Este efeito também aparece com a aplicação do CVaR ($\alpha = 50\%$, $\lambda = 35\%$) porém somente quando o nível fica abaixo de 10%, subindo muito quando o estoque está praticamente vazio.

3.0 IMPACTO DA TAXA DE DESCONTO NO PLANEJAMENTO DA EXPANSÃO

No planejamento energético da expansão, a taxa de desconto regula o equilíbrio entre o custo de operar com o sistema existente e o de investir em mais capacidade de geração e transmissão, como mostrado na Equação 3:

$$CT_0 = \sum_t (CO_t + CI_t) / (1 + r)^t + CO_p / (1+r)^T \dots\dots\dots \text{Equação 3}$$

Onde:

- CI é o custo de investimento anualizado (c_i) e perpetuado: $CI = c_i/r$
- CO_p é uma estimativa do valor perpetuo custo anual de operação após o horizonte do estudo (T): $CO_p = E\{CO_t\}/r$

A Figura 4 mostra que para os investimentos analisados, quanto maior a taxa de juros, menor será a expansão e maior a participação da geração renovável na expansão.

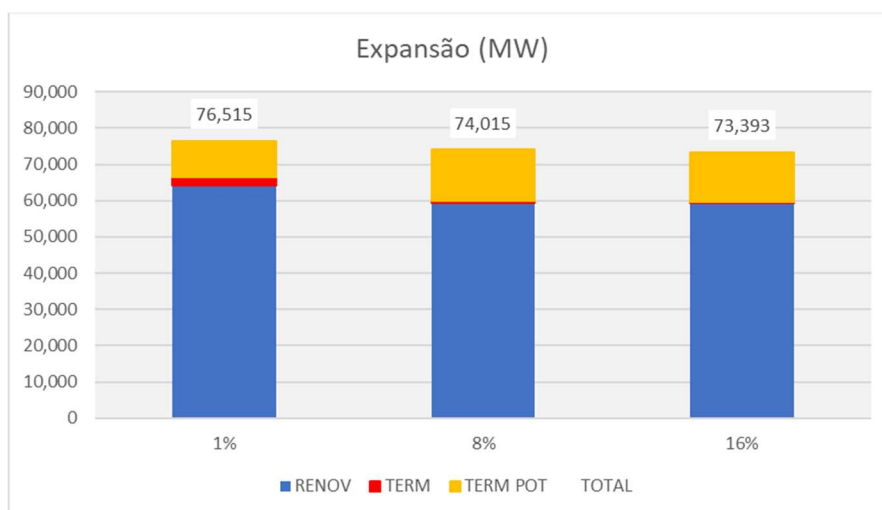


Figura 4 –Efeito da Taxa de Juros sobre o Montante da Expansão

A Figura 5 mostra que quanto maior a taxa de juros, maior a tendência de expandir a geração termelétrica, que tem baixo fator de capacidade (geração pequena em relação à potência instalada).

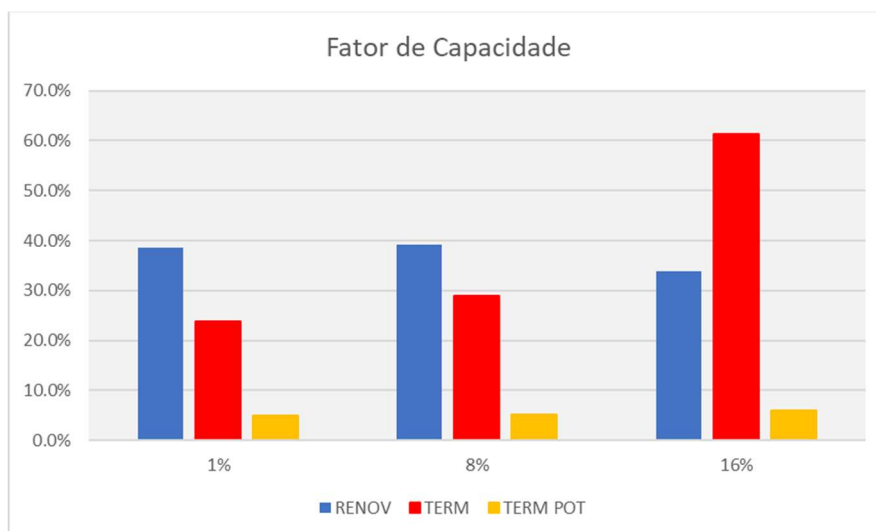


Figura 5 –Efeito da Taxa de Juros sobre o Fator de Capacidade da Expansão

4.0 CONCLUSÃO

A taxa de juros afeta de forma significativa a operação e a expansão dos sistemas elétricos. As características da energia elétrica (bem essencial e quase insubstituível) fazem com que as premissas de deslocamento intertemporal do consumo praticamente não se apliquem ao caso da energia elétrica, desaconselhando uma visão meramente financeira no planejamento da operação. Destaca-se também

que a taxa de juros afeta a percepção do risco hidrológico e que taxas negativas teriam um efeito de aversão ao risco similar aos dos mecanismos atualmente aplicados com este propósito, sendo até mesmo mais eficaz do que eles no sentido em que implica em menor custo para o mesmo efeito de preservação do estoque de água.

Por outro lado, no planejamento da expansão esta premissa do deslocamento intertemporal da taxa de juros é aplicável e tem um efeito importante tanto no montante da expansão, quando na sua composição.

5.0 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CEPEL, especialmente à Área de Planejamento Energético e Meio Ambiente, que deu suporte e disponibilizou uma versão especial do NEWAVE que nos permitiu testar o uso de taxas de juros negativas.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ANEEL – CP-06/2014
- (2) CEPEL – Manual de Referência do NEWAVE

7.0 DADOS BIOGRÁFICOS



- (1) PEDRO A. M-S DAVID Bacharel, mestre e doutor em Engenharia Elétrica pela UFRJ 1974 e PUC-Rio em 1995 e 2004. Trabalha na Empresa de Pesquisa Energética desde 2006 na área de planejamento energético. É autor de diversos artigos e capítulos de livros na área de planejamento energético. Também leciona sobre este tema em cursos de pós-graduação na FGV, FISUL e IBMEC
- (2) PAMELLA ELLENG ROSA SANGY. Bacharel e mestre em engenharia elétrica trabalha na Diretoria de Estudos de Energia Elétrica da EPE e desde o período da faculdade atua na área através de projetos de pesquisa e desenvolvimento. Trabalhou no Centro de Pesquisas de Energia Elétrica no desenvolvimento de modelos utilizados para o planejamento da expansão e operação do setor. A experiência profissional de mais de 10 anos tem gerado relevantes contribuições no setor. Entre as principais contribuições pode-se destacar a participação na revisão dos Critérios de Suprimento, no desenvolvimento metodológico para aperfeiçoamento dos modelos utilizados no planejamento da operação e expansão.
- (3) SIMONE QUARESMA BRANDÃO. Graduada em Matemática pela Universidade Castelo Branco – UCB em 2002, mestranda em Engenharia de Produção na Universidade de São Paulo – USP em 2021. Trabalha na Empresa de Pesquisa Energética (EPE) desde 2009, atualmente é analista de pesquisa energética da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), atuando no planejamento da expansão da energia elétrica e nas análises metodológicas dos modelos de simulação da operação, utilizados no planejamento da expansão.
- (4) SAULO RIBEIRO SILVA. Engenheiro eletricista (2011), mestre em engenharia elétrica (2014) e doutorando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Itajubá. Desde 2015 atua como analista de pesquisa energética na superintendência de planejamento da geração da EPE. Possui experiência na área de sistemas elétricos de potência, com atuação na área de otimização energética.
- (5) GUSTAVO HAYDT BRANDÃO DE SOUZA. Graduado em engenharia elétrica e computação pela UERJ em 2005 e doutor em sistemas sustentáveis de energia pela Universidade do Porto em 2012. Trabalhou na Empresa de Pesquisa Energética de 2013 a agosto de 2021 na área de planejamento energético. Desde agosto de 2021 é CTO na Wiimer Advanced Analytics em ciência de dados.