**P&D sobre Usinas Hidrelétricas Reversíveis**

**Reunião de 03/08 entre PSR e COBA, ambas às 14h (Brasília)**

**Ajuda-memória**

**Observações:**

Inclui comentários posteriores feitos pela PSR e complementações da COBA na reunião de 26/08

**Diretrizes gerais:**

PSR reforçou objetivo de gerar soluções genéricas de arranjo de engenharia de forma automática e que possam ser aplicadas em qualquer terreno.

PSR recordou etapas do módulo de UHR no HERA, destacando que os temas a serem discutidos na reunião abrangem as fases de detalhamento do projeto de engenharia e também a de busca intensiva.

**Lacunas do módulo de engenharia:**

PSR reapresentou relação de temas de interesse ao projeto de P&D apenas para registro.

**Dimensionamento da potência da bomba:**

PSR apresentou dúvidas relativas à estrutura de dados para determinação da potência da bomba. A principal questão estrutural é definir se o tempo de bombeamento seria dado de entrada a ser preenchido livremente pelo usuário do modelo, ou se pode haver uma padronização dos valores, conforme ciclos operativos pré-definidos, para evitar o processamento de alternativas inviáveis.

Durante a conversa, a PSR sugeriu um tempo de bombeamento máximo como dado de entrada. Mostrou como a potência da bomba é calculada na planilha.

COBA ressaltou a importância de identificar as necessidades do sistema para definir modos de operações padronizados. Ficou de fazer sugestões e recomendações nesse sentido.

***Comentário PSR:*** *O projeto de P&D compreende também uma abordagem top-down cujo objetivo é definir os requisitos do sistema utilizando os modelos de otimização da PSR. Se for de interesse, a PSR poderá apresentar as modelagens realizadas até o momento para o projeto.*

**Critérios de dimensionamento e arranjo:**

PSR apresentou dúvidas em relação a velocidades de dimensionamento dos circuitos hidráulicos de reversíveis quando comparadas a usinas convencionais e ao dimensionamento da tomada d’água de bombeamento, que parece ser mais robusta estruturalmente que a de geração.

COBA confirmou que as velocidades tendem a ser menores no circuito hidráulico de reversíveis, limitadas a 5m/s. Destacou a importância de se calcular as perdas não só para a função de geração, mas também a de bombeamento. Para fins comparativos, sugere que se procure manter rendimento equivalente para a todas as alternativas (em torno de 75%, incluindo as perdas).

COBA não vê diferenças relevantes entre as duas tomadas d’água (bombeamento e geração), embora concorde que seja interessante perdas de cargas menores na de bombeamento e entenda que a estrutura seja sim mais robusta quando a captação ocorre diretamente em curso d’água.

COBA ressaltou a importância de se ter soluções que desvinculem o barramento dos circuitos (inclusive para as convencionais) e apresentou sugestões de arranjos alternativos mais comuns:

* Para vazões de dimensionamento menores e, dependendo das características do terreno entre os reservatórios, solução com condutos forçados aparentes e casa de força a céu aberto.
* Dependendo também do terreno, a solução com túneis e casa de força a céu aberto.
* Para potência / vazões de dimensionamento maiores, túneis e casa de força em caverna (condicionadas às características do terreno), de acordo com o arranjo “piloto” que já está sendo aplicado no modelo

PSR apresentou solução para definição do posicionamento da casa de força a partir da ponderação dos custos relativos dos trechos de túnel de alta pressão, túnel de fuga e janela de acesso.

**Volumes e custos para conjuntos reversíveis:**

PSR apresentou as soluções do Manual de Inventário para volumes da casa de força e custos de equipamentos de usinas convencionais, ressaltando suas limitações, além de possibilidades de adaptação para reversíveis na etapa de projeto de engenharia do HERA.

COBA ficou de trazer sugestões e mostrar curvas aplicadas de valor agregado em projetos recentes, que servirão para calibração dos critérios a serem adotados na engenharia do HERA para o projeto de P&D. Adiantou que os volumes civis seriam da ordem de 10% a 15% maiores (salas para equipamentos auxiliares) que os de usinas convencionais, enquanto os custos dos equipamentos, cerca de 20%.

***Comentário PSR:*** *Na apresentação foram revistos os conceitos para classificação dos tipos de equipamentos para conjuntos reversíveis x conjuntos com turbina e bomba separados. A classificação utilizada incialmente pela PSR considerava sistemas binários aqueles com turbina/bomba e gerador/motor, sistemas ternários com gerador/motor e bombas separadas de turbinas, e sistemas quaternários com todos os equipamentos separados.*

**Custos no *screening*:**

PSR apresentou as soluções para volumes da casa de força e custos de equipamentos de usinas convencionais utilizadas no *screening*. Destacou a necessidade de validação dos coeficientes utilizados, cujo comportamento relativamente à queda foi definido em conjunto com a GE, e dos valores obtidos para cada componente de custo.

PSR apresentou resultados obtidos para uma variedade de projetos com potência, capacidade de armazenamento e quedas diversas.

A princípio, COBA achou o valor percentual de 40% aplicado a Outros Custos alto, bem como o coeficiente de conversão de custo de equipamentos de convencionais para reversíveis (1,4). Ficou de avaliar em função da experiência em projetos executados, com os dados de que dispõe. As curvas de custos agregados que utilizam em seus projetos serão fornecidas à PSR para calibragem de valores.

***Comentário PSR:*** *À exceção dos coeficientes citados na apresentação (casa de força e equipamentos), todos os demais serão editáveis na interface do HERA, facilitando a calibração dos resultados. Em anexo, apresentamos as formulações detalhadas das parcelas do componente de obras civis.*

**Próximos passos:**

PSR destacou a possibilidade de contar com a participação da GE em reuniões futuras.

COBA ficou de apresentar sugestões para data da 3ª reunião e de reuniões presenciais em Lisboa. PSR se colocou à disposição para apresentar o HERA, incluindo o módulo de reversíveis que está em desenvolvimento, para equipe da COBA nas reuniões presenciais.

**P&D sobre Usinas Hidrelétricas Reversíveis**

**Reunião de 26/08 entre PSR e COBA, ambas às 14h (Brasília)**

**Ajuda-memória**

**Introdução:**

PSR informou que o modelo HERA já está disponível na página da ANEEL para ser utilizado pelos interessados no desenvolvimento de inventários hidrelétricos.

**Temas da reunião passada:**

COBA complementou a ajuda-memória da reunião anterior, conforme texto já modificado acima.

PSR esclareceu que Outros Custos incluem indiretos, eventuais, além de tudo o que não é considerado pelas formulações propostas.

COBA apresentou as formulações utilizadas em seus estudos, e ficou de compartilhar o arquivo após a reunião. Destacou a necessidade de definição a priori da utilização de conjuntos com velocidade variável de acordo com os requisitos do sistema.

**Volumes e custos para conjuntos separados:**

PSR destacou a necessidade de ampliar a faixa de quedas das soluções de engenharia, que está limitada a 600 metros na planilha de dimensionamento dos conjuntos reversíveis já utilizada no modelo. O objetivo principal é definir acréscimos de volume e custos correspondentes ao espaço ocupado pelas bombas, por meio de soluções geométricas simplificadas ou percentuais.

COBA sugeriu dobrar os valores dos volumes de obras civis obtidos para a casa de força convencional (sem as bombas).

**Reuniões presenciais em Lisboa:**

COBA confirmou disponibilidade para a semana de 12 de setembro.

PSR fez sugestões preliminares para o formato das reuniões, de preferência, sempre pela manhã. COBA ficou de confirmar os dias em que as reuniões vão acontecer, e ficou de providenciar espaço para PSR trabalhar, à tarde, no restante dos dias de reunião. Há intenção de incluir, se possível, a GE em reunião na mesma semana, quando o tema versar sobre equipamentos e casa de força.

Os detalhes serão acertados ao longo das próximas semanas.

**Próximos passos:**

Após a conclusão desta etapa de consultoria, serão discutidos os resultados dos estudos de caso do P&D visando ao desdobramento numa avaliação mais detalhada, equivalente a um estudo de viabilidade em local a ser selecionado, com a participação da CTG e do Banco Mundial.