

Financiamento



Execução



## Metodologia para revestimento robótico de turbinas in situ

### Relatório de viagem

RIJEZA, São Leopoldo, RS

08 e 09 de Julho de 2015

# 1 Identificação

Título ..... : EMMA - Metodologia para revestimento robótico de turbinas *in situ*

Proponente .... : Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos  
(COPPETEC)

Contratante .... : ESBR - Energia Sustentável do Brasil S.A.

Execução ..... : Grupo de Simulação e Controle em Automação e Robótica (GSCAR)

Contrato ..... : Jirau 09-15

P&D ANEEL ... : 6631-0003/2015

Início ..... : 26/02/2015

Prazo ..... : 14 meses

Orçamento .... : R\$ 2.487.473,47

Coordenador .. : Ramon Romankevicius Costa

Gerente ..... : Breno Bellinati de Carvalho



## 2 Sobre a visita

Foram dois dias de visita à Rijeza, 08 e 09 de Julho de 2015:

Dia 08/07/2015:

- Apresentação realizada por Ramon/Renan: requisitos do processo HVOF, restrições do ambiente e soluções conceituais para os três acessos da turbina de Jirau. A solução conceitual pelo acesso superior foi a mais elaborada até o momento.
- Apresentação realizada pela Rijeza: requisitos do processo HVOF, cavitação e erosão das pás de Jirau, soluções para exaustão do processo e instalação dos componentes.

Dia 09/07/2015:

- Visita às instalações e aplicação de hardcoating.
- Reunião para resumo, feedback e próximos passos.

## 3 Informações

### 3.1 Sobre Jirau

- Todas as turbinas de Jirau têm uma escotilha superior semelhante. Éder fará a verificação do diâmetro da escotilha superior na turbina chinesa e providenciará os desenhos.
- A estrutura do andaime pode ser soldada dentro do aro-câmera. Esse é um procedimento usual.
- O distribuidor pode ser aberto durante a manutenção da turbina. Isso é importante para a solução de exaustão.
- Para evitar o problema ambiental causado pelos peixes que invadem o túnel durante as paradas, a comporta vagão é fechada juntamente com o distribuidor. Isso cria uma correnteza durante o fechamento que impede a entrada dos peixes. Com essa nova informação, a opção de acesso pela jusante deve ser abandonada, devido à correnteza durante o procedimento de fechamento da comporta vagão.
- São 30 dias para desmontar a turbina e 30 dias para a montagem.
- A pá só pode ser girada antes do desligamento da máquina. Após uma angulação ser escolhida, deveremos trabalhar com ela até o final.

### 3.2 Sobre o processo de revestimento


- Para revestir uma turbina completa são necessários cerca de 500 Kg de pó metálico. O rendimento do processo de revestimento é de 50%. Isto é, 250 Kg de pó metálico serão perdidos.
- A potência gerada pelo processo é de cerca de 1.5 MW ( $\approx$  2.000 HP).
- A ventilação necessária para a refrigeração é bem grande.
- As pistolas que existem no mercado possuem praticamente o mesmo peso.
- A RIJEZA planejava utilizar a escotilha superior para a exaustão de ar. Éder sugeriu abrir o distribuidor para a ventilação. Existe uma outra escotilha do outro lado.
- A RIJEZA avaliou a perda de carga se o equipamento for instalado abaixo da turbina devido ao grande comprimento das mangueiras e cabos, e a altura.
- A RIJEZA achou boa a opção de acesso pela escotilha superior. Isso resolve o problema da perda de carga.
- Esclarecida a dúvida sobre a precisão necessária/possível. O mecanismo não será tão preciso quanto o manipulador. A diferença de uma trajetória para a outra é de 3 mm.
- Sugestão: Checar o software SprutCAM para a simulação de cinemática.
- Sugestão: Checar o sistema laser vision ARC-EYE. Pode ser uma opção para a calibração e identificação de bordas.
- Ideia alternativa para o shutter: utilizar um switch para desviar o pó.
- Ideia: projetar um container com todo o equipamento. O container deve se apoiar sobre o aro câmara sem interferir no acesso já instalado.
- Ambiente: os resíduos podem ser abandonados? Questão a ser investigada.
- Ideia: a turbina poderia ser lavada ao final do procedimento de revestimento e haver algum tipo de separação entre a água e o pó, que decanta.
- Segurança: raio mínimo de curvatura das mangueiras deve ser observado. Cuidado para não quebrar o conector.
- Segurança: será necessário projetar um mecanismo para acender a tocha remotamente.
- A RIJEZA utiliza robôs da ABB. A assistência técnica é rápida. Considerar a utilização de robôs da ABB no caso de acesso pela escotilha inferior.
- Existe um processo de revestimento que usa querosene. É mais complexo e consome mais energia para refrigeração. Possivelmente, não deve valer a pena.

### 3.3 Algumas conclusões

- Abandonar a opção de acesso pela jusante.
- Solução convergindo para usar um manipulador de pequeno porte e um procedimento de revestimento por fases.
- Tendência: focar na opção de acesso pela escotilha superior. Verificar acesso dos cabos com passagem por dentro da base móvel da escotilha superior.
- Abrir o distribuidor para auxiliar a ventilação.
- A logística para a movimentação é um ponto chave. É um ponto favorável importante a ser considerado na avaliação do acesso pela escotilha superior.

### 3.4 Próximos passos

- Avançar com o conceito do acesso inferior. Redirecionar o Gabriel.
- Estudar com mais detalhes o uso do robô pequeno com um processo de revestimento em fases.
- Estudar o problema de aceleração e desaceleração do robô.
- Estudar o problema do sincronismo.
- Estudar o problema da calibração.
- Falar com o Toni sobre o problema de calibração e simulação dinâmica.



assinatura/assinatura-digital.jpg

Ramon Romankevicius  
Coordenador do Projeto