



XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA

FI/GGH/09
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO - I

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA- GGH

ESTRATÉGIAS “PIT STOP” PARA REDUZIR CUSTOS DE REFORMAS DE USINAS HIDRELÉTRICAS

Cornelis J. V. D. Poel Filho (*)
ALSTOM ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA

Marcos V. D. Silva
ALSTOM ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA

Marco A. P. Santos
ALSTOM ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA

Willian C. D. Oliveira
ALSTOM ENERGIAS RENOVÁVEIS LTDA

RESUMO

A manutenção contínua é essencial à disponibilidade das usinas para geração, porém, mesmo se realizada diligentemente, não evitará o envelhecimento das plantas. Para assegurar o desempenho no longo prazo, há a necessidade de uma reforma ou modernização. Essas intervenções requerem paradas de operação, significando perdas de produção e receitas. Reduzir estas paradas significa melhorar a relação de custo-benefício do investimento. O presente artigo abordará o conceito de pit-stop aplicado às reformas e modernizações. Será apresentado um estudo de caso onde a estratégia de pit-stop possibilitou reduzir o tempo de parada em aproximadamente 45% quando comparado a métodos tradicionais.

PALAVRAS-CHAVE

Usinas hidrelétricas, serviços, reforma, modernização, “Pit Stop”

1.0 - INTRODUÇÃO

Usinas hidrelétricas precisam de uma manutenção contínua para assegurar elevados níveis de disponibilidade e geração de energia. Entretanto, mesmo os mais cuidadosos e diligentes programas de manutenção não evitarão o envelhecimento da usina e de seus equipamentos. Após anos de operação, não haverá manutenções nem intervenções maiores de revisão capazes de manter o desempenho dos equipamentos igual ao original e nem em níveis lucrativos. Este é o momento em que uma reforma mais ampla ou modernização será necessária. Modernizações têm a vantagem de proporcionar um ganho de desempenho ao equipamento, enquanto que uma reforma tem o objetivo de recuperar o desempenho original. Modernizações são possíveis devido às evoluções tecnológicas que ocorrem com o passar do tempo e ao serem realizadas, utiliza-se o estado-da-arte do(s) equipamento(s) envolvido(s) – ver Figura 1. Assumindo que a operação e manutenção de uma usina seguem boas práticas, o momento em que será necessária uma reforma ou modernização dependerá do equipamento específico. Por exemplo, sistemas eletrônicos e reguladores ficam obsoletos rapidamente e podem necessitar de uma modernização em tempos tão breves como 5 (cinco) ou 10 (dez) anos. Quando se trata de turbinas ou geradores, este tempo pode ser entre 20 (vinte) e 30 (trinta) anos ou até mais. Em qualquer caso, há redução de desempenho operacional dos equipamentos, seja por sua vida útil, seja pela obsolescência tecnológica, o que em algum momento demandará uma ação de intervenção mais completa. Para o investidor, este é um momento crítico porque uma reforma ou modernização é um serviço que requer investimentos significativos e sua execução tipicamente requer paradas de operação, significando perda de produção de energia e de receitas.

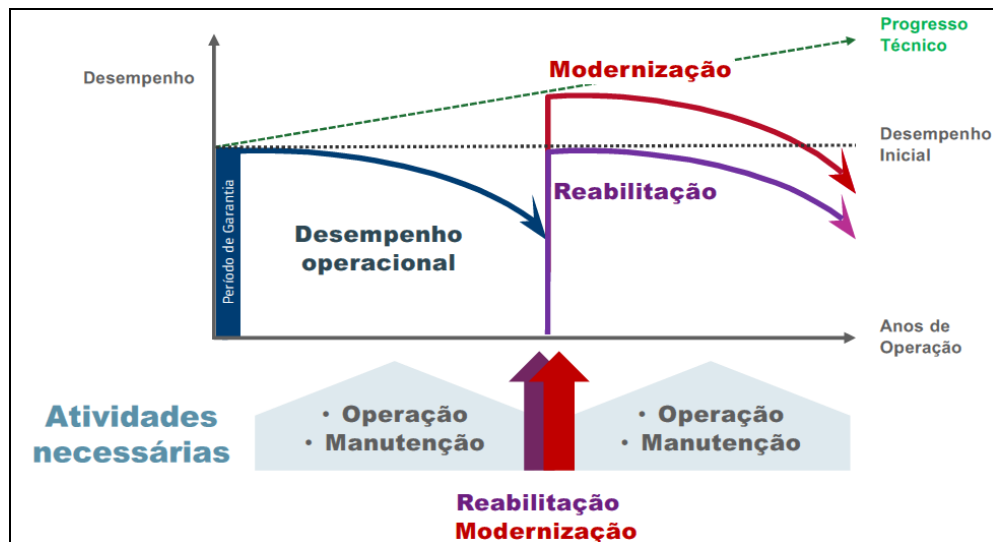


FIGURA 1 – Quando reformar ou modernizar uma planta. Linha de vida útil.

Este artigo abordará estratégias de intervenção para reformas ou modernizações cujo foco é a redução do tempo de parada da unidade geradora, as quais, inspiradas na prática de Fórmula 1, são denominadas de “*Pit Stop*”. Na seção 2 será dada uma visão geral sobre os custos envolvidos na reforma de uma hidrelétrica. Os fundamentos da estratégia de “*Pit Stop*” serão apresentados na seção 3. Na seção 4, será detalhado um estudo de caso de “*Pit Stop*” aplicado à reforma de um gerador de 13MVA na usina de Río Piedras na Colômbia. Outros resultados positivos obtidos em reformas com uso do “*Pit Stop*” serão apresentados na seção 5. Por fim, na seção 6 haverá a conclusão deste artigo.

2.0 - CUSTO DE UMA REFORMA OU MODERNIZAÇÃO

Assim como um novo projeto, uma reforma ou modernização é um investimento que deverá se justificar pelo adequado retorno do investimento. Conforme dito anteriormente, uma reforma ou modernização não é um serviço de baixo investimento, pois não está relacionado apenas aos novos itens a serem adquiridos ou serviços de recuperação, mas também à necessidade da retirada temporária do equipamento da operação, gerando indisponibilidade de geração e perda de receita. Desse modo, conforme indicado na Figura 2, o custo total de uma reforma será a soma do preço do serviço mais a perda de receita.

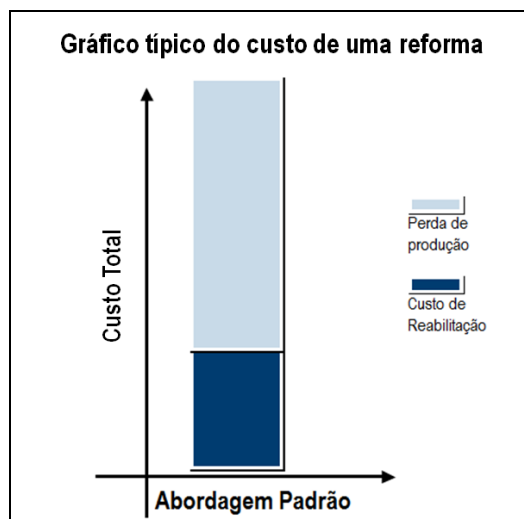


FIGURA 2 – Custo total de uma reforma.

A perda de receita, devido ao tempo de máquina parada, tem um peso significativo, se não o maior, no custo total para o investidor. A complexidade de intervenção é um fator agravante nestes casos. Por exemplo, turbinas de pequeno e médio porte operando em águas com níveis extraordinários de sedimentos sofrem desgaste extremos em todas as suas partes. A recuperação nesses casos pode levar mais de 30 (trinta) dias de solda e ajuste mais o tempo de desmontagem/montagem e transporte para uma fábrica, se necessário. Nessa situação, se 10 (dez) a 15

(quinze) dias de perda de receitas equivalerem ao preço de uma nova roda de turbina, valerá mais a pena investir na compra da nova roda e realizar uma parada rápida somente para troca da roda do que realizar o serviço de menor preço de recuperação da turbina existente em campo. A situação pode ser bastante onerosa também no caso de turbinas de maior porte e/ou em localidades mais remotas, principalmente em unidades mais antigas, pois os processos de desmontagem/montagem e transporte de todas as partes para uma fábrica podem levar a meses de indisponibilidade de uma grande capacidade instalada de geração. Tudo se torna uma questão de análise completa do cenário de qualidade, custo e prazo. Desta forma, é importante buscar estratégias que minimizem as paradas, mesmo que o investimento no serviço em si possa ficar maior.

Visando o melhor retorno do investimento, é imprescindível que se avalie todas as oportunidades relacionadas ao serviço a ser realizado, desde o escopo em si, ou seja, quais equipamentos precisam realmente ser reabilitados, até a melhor decisão entre reformar ou trocar por um novo, considerando toda uma preparação que gere o planejamento da execução com o menor tempo de máquina parada na usina. Esta estratégia é relacionada ao “*Pit Stop*”, cujo conceito está na execução de uma tarefa com um minucioso nível de preparação e planejamento, agilidade, assertividade e rapidez, assim como se realiza na Fórmula 1, onde a redução de tempo é o principal objetivo a ser perseguido por quem necessita chegar em primeiro lugar.

3.0 - O CONCEITO DE “PIT STOP” APLICADO A REFORMAS

A Figura 3 apresenta um “*Pit Stop*” realizado na Fórmula 1. A análise de todos os detalhes da atividade é feita antecipadamente de forma impecável e todos os passos são planejados minuciosamente, incluindo a disponibilidade dos instrumentos e cada movimento de cada membro da equipe. O resultado é a redução extrema do tempo de parada do carro.



FIGURA 3 – “*Pit Stop*” da Formula 1.

Baseando-se na Fórmula 1, por “*Pit Stop*” designamos as estratégias que focam na minimização do tempo de parada das máquinas através de uma antecipação/planejamento detalhado das atividades de campo, juntamente com uma análise profunda do escopo do serviço, incluindo o projeto e fabricação de novos equipamentos e/ou partes desses, de modo a se ter uma intervenção de campo relativamente rápida, do tipo “*plug-and-play*”. “*Pit Stop's*” têm a vantagem adicional de possibilitar a realização de uma modernização ao invés de simplesmente uma reforma, o que possibilita tornar a análise estratégica do investimento ainda mais ampla para elevar o patamar de desempenho tanto de um equipamento de geração de energia, como de toda a planta de geração. Nesta seção, serão abordados pilares principais para a metodologia de “*Pit Stop*”, que são:

- a. Avaliação e diagnóstico da condição dos equipamentos da planta, para definição precisa do escopo da reforma, incluindo decisões entre reabilitações ou trocas por novos, e ações posteriores;
- b. Avaliações da planta in loco com equipes especializadas, para definição da execução das futuras atividades de campo buscando a minimização do tempo de parada;
- c. Planejamento antecipado e detalhado das todas as atividades do projeto;
- d. Trabalho de equipe eficaz, com profissionais experientes e envolvimento do prestador do serviço e do pessoal de operação e manutenção da planta;

e. Ganhos de produtividade e retorno do investimento como foco principal do trabalho.

Dentre os passos de desenvolvimento da metodologia, o primeiro a ser dado para garantir o sucesso da sua execução está relacionado ao levantamento de informações iniciais sobre o escopo de atividades a serem realizadas. Neste caso, avaliar detalhadamente a condição de cada componente objeto da reforma é de suma importância no estabelecimento das estratégias adequadas. Também, através de uma análise adequada de riscos e oportunidades, pode-se optar até mesmo pela modernização completa do componente. Lembrando que a avaliação terá um diagnóstico adequado se executado por equipe treinada e experiente.

A escolha do método de avaliação da condição e diagnóstico adequado, dependendo do componente, poderá evitar inclusive paradas de máquinas. Por exemplo, níveis de vibração e temperatura de uma unidade geradora já podem indicar uma série de maus funcionamentos e modos de falha relacionados a certos componentes. Com os dados adequados e a informação processada corretamente, será possível determinar quais peças necessitam substituição e podem ser adquiridas sem mesmo efetuar a parada da unidade, possibilitando correto planejamento de parada e intervenção somente para substituição.

Outro ponto que a avaliação da condição possibilita é a definição pela real necessidade de intervenção em determinado componente ou não. Em alguns casos, conclui-se pela não intervenção em componentes que, por uma prática preventiva, sempre se substituem. Isto já permite a otimização dos ciclos de intervenção e custos.

Em outros tipos de reformas, onde técnicas preditivas não garantem um resultado adequado de avaliação da condição, realiza-se a inspeção direta do componente e a análise da sua condição. Com isto pode-se definir o que é necessário fazer para se garantir a recuperação do mesmo, ou sua modernização. Dentro desta análise, deve-se definir se cada componente: ou será substituído (conforme projeto original ou modernizado); ou enviado para uma fábrica para reparo, ou reparado em campo. Ou seja, a avaliação adequada da condição permitirá o desdobramento estratégico da aplicação da metodologia de um "Pit Stop" mais eficaz em uma reforma ou modernização.

Todas as avaliações da condição dos equipamentos são inicialmente realizadas in-loco. Entretanto, as avaliações não devem levar em conta apenas equipamentos objeto da reforma. Considerando que o "Pit Stop" compreende todo o ciclo de desmontagem e posterior montagem dos componentes, uma avaliação criteriosa das instalações e recursos disponíveis é necessária a fim de possibilitar a elaboração de um plano detalhado de atividades de campo. Este plano deve considerar dispositivos necessários, métodos de movimentação de peças de forma adequada, sincronizada e, sobretudo, segura. Isto evitará problemas durante estas atividades e permitirá otimizar o planejamento de execução, não só das atividades de campo, mas de todo o projeto.

Com a aplicação da estratégia de "Pit Stop" conforme conceitos e passos explicados nesta seção obtêm-se resultados de acordo com o gráfico na Figura 4. O investimento no serviço em si tipicamente aumenta, no entanto, devido à parada mais curta, o resultado final é uma reforma de custo menor, com maior retorno do investimento. Naturalmente, fatores como capacidade da unidade geradora, legislação reguladora do sistema energético do país onde a planta está instalada, entre outros, podem afetar as relações expostas na Figura 4 e devem ser consideradas no cálculo do retorno do investimento.

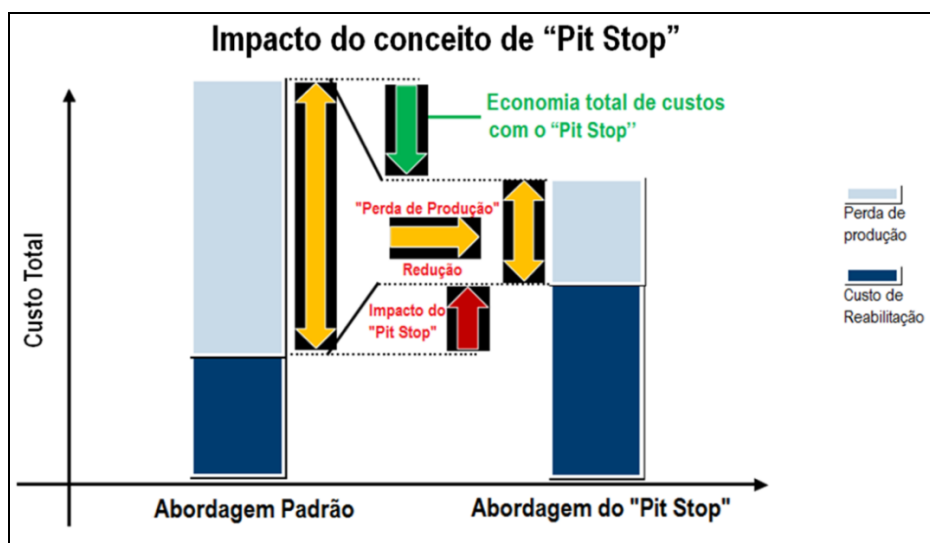


FIGURA 4 – Otimização relativa de custos entre abordagens padrão e de "Pit Stop".

4.0 - ESTUDO DE CASO: CENTRAL RÍO PIEDRAS - COLÔMBIA

Um estudo de caso real aplicado a um gerador na Colômbia será apresentado nesta seção. Neste, inicialmente, o escopo de fornecimento era tal que 41 dias de serviços de campo com máquina parada eram necessários. Depois de uma análise detalhada que incluiu uma avaliação da condição do gerador existente, concluiu-se que seria possível aperfeiçoar o escopo do serviço e sua execução de modo a reduzir as atividades de campo em aproximadamente 45%, de 41 para 23 dias. Foram definidas atividades de campo tipo *“plug-and-play”*, isto é, com transporte de partes prontas para montagem direta, sem gasto de tempo com recuperações de campo. Neste caso, a avaliação da condição permitiu ainda identificar peças que não precisavam ser substituídas ou recuperadas para se atender aos requisitos técnicos do serviço. Isso levou a uma modificação do escopo de fornecimento de equipamentos, alcançando o objetivo de reduzir o tempo de máquina parada e consequentes perdas de receitas, bem como, nesse caso, uma redução geral do custo do serviço.

A Central Río Piedras é uma usina hidrelétrica situada na Colômbia e compreende duas unidades geradoras de 13MVA, sendo que apenas uma das unidades geradoras foi objeto do escopo da reforma. A unidade geradora, objeto da reforma sofrera um sinistro de queima do enrolamento estatórico, o que demandaria sua substituição. Neste processo, foram avaliadas três alternativas principais:

- a. Reforma do gerador original sinistrado em fábrica, considerando inicialmente o transporte do estator completo para a fábrica, reforma do núcleo e substituição do enrolamento e retorno dos mesmos à planta. Além disto, outros componentes também seriam substituídos, caso necessário;
- b. Fornecimento de 1 (um) gerador completo novo, incluindo estator, rotor, mancais, trocadores de calor e demais itens auxiliares relacionados, para substituição completa da unidade geradora sinistrada existente na obra. Esta opção foi sugerida pelo proprietário da planta devido à logística e prazos de transporte da alternativa “a”;
- c. Alternativa otimizada de fornecimento, a ser detalhada após a avaliação da condição dos equipamentos da planta, seguindo a estratégia de *“Pit Stop”*.

A alternativa “a” foi descartada imediatamente após uma análise dos tempos de transporte e prazos totais, sendo que a somatória de prazos de desmontagem, transporte, reforma em fábrica e remontagem resultaram em uma indisponibilidade total elevada.

A alternativa “b” foi sugerida pelo proprietário da planta para reduzir o tempo total de indisponibilidade, entretanto, não levou em conta realizar uma avaliação detalhada da condição da máquina. Mesmo considerando uma troca ao estilo *“Pit Stop”*, esta alternativa não explorava todas as potencialidades de otimização relacionadas ao serviço, para obter-se a melhor relação de investimento e retorno possíveis. Entretanto, era uma alternativa mais factível se comparada à opção “a”.

No caso da alternativa “c”, aplicou-se o conceito de *“Pit Stop”*, com seus pilares principais, conforme visto na seção 3 do presente artigo. Ou seja, a partir desta alternativa iniciou-se um processo detalhado de avaliação da condição conduzido por especialistas, com o foco na redução dos prazos e do tempo de indisponibilidade de máquina.

Na avaliação da condição realizada, os especialistas determinaram que a troca completa do gerador não era necessária, visto que parte de seus componentes estava em boas condições. Em uma primeira análise, confirmou-se que apenas o núcleo e o enrolamento necessitariam ser reformados, o que já coincidia com a alternativa “a” informada anteriormente. Foi então que se realizou uma avaliação criteriosa da casa de força e das instalações para identificar oportunidades de otimização das atividades durante as intervenções nestes componentes. Questões como: o que reparar em campo, o que reparar em fábrica, o que fornecer pré-montado desde fábrica, como transportar, como desmontar e como montar de forma mais adequada foram avaliadas visando identificar as melhores práticas aplicáveis na execução deste fornecimento. A avaliação das instalações também buscou identificar os recursos disponíveis e facilidades da central, permitindo prever os recursos adicionais necessários às atividades. Também foi realizado o estudo das movimentações críticas em termos de espaço, tempo e sobretudo segurança, para determinar o plano mais adequado de desmontagens e montagens, o que permite o detalhamento adequado do cronograma e a otimização nos prazos definidos.

Neste estudo constatou-se que, apesar de apenas o núcleo e o enrolamento necessitarem reforma, sua simples substituição na carcaça existente acarretaria intervenções maiores, e, consequentemente, mais alocação de recursos e mais atividades de campo. Logo, concluiu-se que a melhor opção era o fornecimento de um estator completamente novo (incluindo núcleo, enrolamento e carcaça), que resultaria na aplicação de um aspecto importante do método de *“Pit Stop”* que é a redução do tempo de parada através da utilização de componentes pré-montados em fábrica, possibilitando uma substituição ao estilo *“plug-and-play”*. O ganho significativo de tempo desta alternativa, se comparada à alternativa “b”, é que a substituição do estator completo - ao invés do gerador completo - eliminaria as atividades de ajustes de nivelamento dos mancais, realinhamento completo da unidade e novo balanceamento do rotor em campo, pois tais peças não sofreriam modificações devido às suas boas condições. Além disto, a previsão de escopo da alternativa “b” incluía também a substituição do sistema de excitação, que após avaliação e constatação de seu pleno funcionamento, não necessitou substituição, sendo que

isto também resultou em ganhos nos tempos de montagem e comissionamento. Logo, obteve-se uma redução de 18 (dezoito) dias no processo de montagem e comissionamento, o que representou em uma redução de 45% nos tempos de indisponibilidade de máquina previstos durante os serviços da reforma. Tal representação pode ser vista na figura 5 abaixo:

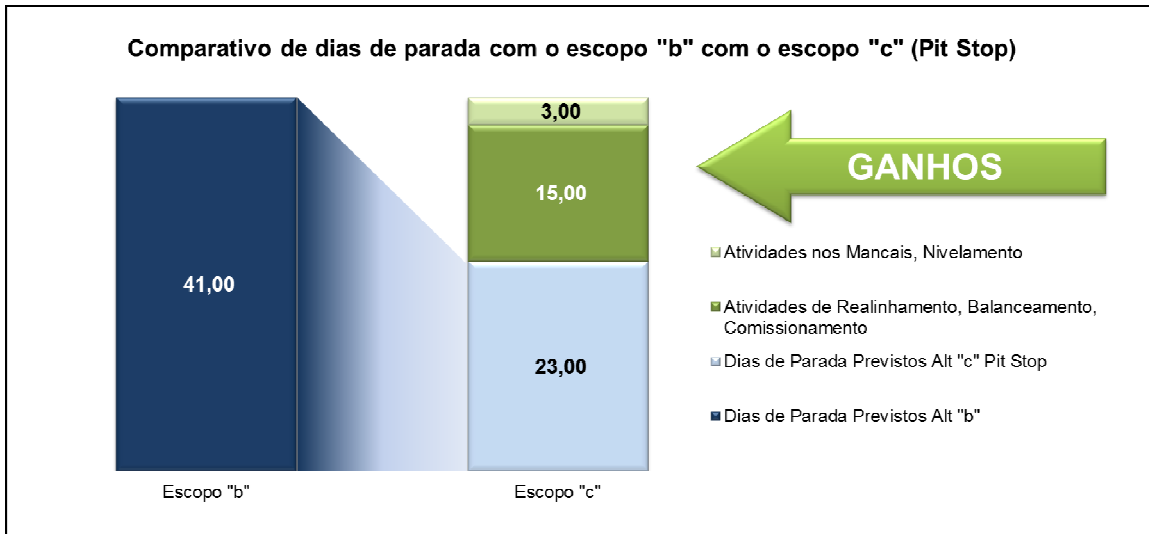


FIGURA 5 – Do tempo de parada após análise de “Pit Stop”.

Entretanto, no caso de Río Piedras, não somente a redução dos tempos de parada foi alcançada. Através da aplicação do conceito do “Pit Stop”, e, com isso, uma avaliação da condição minuciosa dos equipamentos, o real problema associado à falha do gerador sinistrado foi identificado. Nesta avaliação da condição realizada na planta, constatou-se que a unidade geradora que sofrera o sinistro de queima não possuía mais o seu enrolamento do estator original. O mesmo já havia sido substituído em outro fornecimento passado, em uma tentativa de correção de um problema de superaquecimento. Constatou-se também que a unidade em operação possuía uma restrição de potência, pois operava com 90% de sua capacidade devido a um superaquecimento do enrolamento do estator. Com base nestas informações, foram realizados ensaios na unidade geradora que estava em operação a fim de se verificar o comportamento térmico em diferentes cargas. Todas as variáveis relacionadas à carga e à ventilação foram analisadas onde se concluiu que o problema de superaquecimento dava-se por uma deficiência no sistema de ventilação do projeto original. Uma vez que as causas do problema foram identificadas, foram determinadas as necessidades para a correção do mesmo, o que resultou na modernização do sistema de ventilação existente, visto que as ferramentas mais avançadas de cálculo foram utilizadas na determinação da solução final, o que possibilitou o retorno das unidades geradoras à sua plena capacidade de geração em 100%.

Desta forma, comparando-se o escopo da alternativa “b” e o escopo da alternativa “c”, se obteve uma redução significativa no grau de intervenção na central:

TABELA 1 – Escopos antes e após avaliação da condição dos equipamentos

ESCOPO “b”	ESCOPO “c” APÓS AVALIAÇÃO DA CONDIÇÃO E “Pit Stop”
Carcaça	Carcaça
Núcleo e Enrolamento	Núcleo e Enrolamento
Trocadores de calor	Trocadores de calor
Ventilador	Ventilador
Rotor com Pólos	Não necessário
Mancais	Não necessário
Sistema de Excitação	Não necessário
Sistemas auxiliares relacionados	Não necessário

O resultado obtido ao final da aplicação da estratégia de “Pit Stop” no caso de Río Piedras pode ser resumido no gráfico comparativo (2), representado pela Figura 6 da próxima página, permitindo uma visão clara dos ganhos e benefícios obtidos.

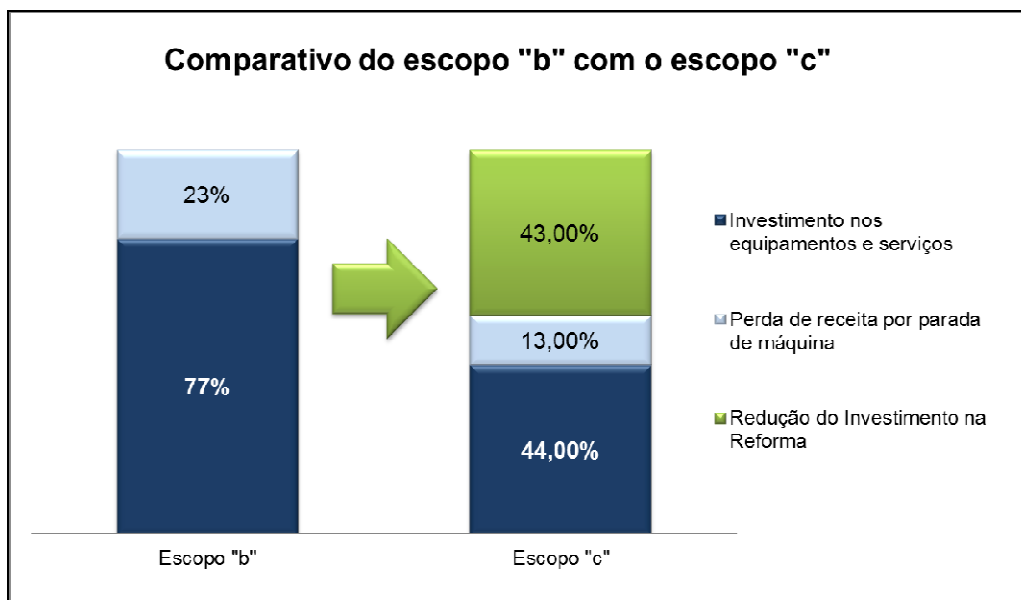




FIGURA 6 – Otimização relativa de custos entres os escopos "b" e "c".

Neste estudo de caso, confirmou-se a aplicação dos pilares principais do conceito de "Pit Stop". É importante destacar o trabalho antecipado de avaliação da condição dos equipamentos e das instalações, que permitiram alcançar reduções tanto no tempo de parada como no escopo. Neste caso em especial, a redução em ambos os aspectos foi possível, tendo um resultado duplamente positivo, alcançando uma redução aproximada de 43% no impacto financeiro total da reforma. Normalmente, na maioria dos casos, o escopo de fornecimento é incrementado, mas os tempos de parada são reduzidos, resultando em uma redução geral no investimento. Se considerarmos a aplicação do conceito de "Pit Stop" em unidades geradores de maior potência, maior será o impacto positivo no resultado financeiro do projeto de reforma e/ou modernização, pois o nível de perda de produção de energia por dia parado é mais elevado. Na próxima seção serão apresentados sucintamente outros casos da aplicação da metodologia "Pit Stop" e os principais ganhos obtidos.

5.0 - OUTROS CASOS DE APLICAÇÃO DO "PIT STOP"

Conforme visto nas seções anteriores, a aplicação do conceito de "Pit Stop" é baseada em pilares principais, sendo que a aplicabilidade e os resultados dependerão do tipo de reforma e equipamento. Entretanto, o foco nas oportunidades de redução dos tempos de parada é o principal fator, o que ainda poderá levar a outras oportunidades de melhora da relação de investimento e retorno. Abaixo, na Tabela 2, são listados dois outros casos de aplicação deste conceito em outras centrais hidrelétricas pelo mundo (1).

TABELA 2 – Casos de redução de tempos de parada com aplicação do "Pit Stop"

PLANTA	ESCOPO	TEMPO DA PARADA SEM "Pit Stop"	TEMPO DA PARADA COM "Pit Stop"	ILUSTRAÇÃO
Rocky Reach Canadá Gerador, 120 MVA,	Reabilitação incluindo um novo estator e um novo rotor, ao invés de considerar reforma de peças existentes.	120 dias	45 dias	
Svartisen, Noruega Gerador, 410 MVA,	Sinistro severo de descarga atmosférica no gerador. "Pit Stop" considerou a reinstalação do enrolamento do estator em novo núcleo ao invés de reforma.	95 dias	25 dias	

6.0 - CONCLUSÃO

O presente artigo abordou o conceito de “*Pit Stop*” e mostrou os principais pilares para aplicação do mesmo em reformas ou modernizações de plantas hidrelétricas. Foram destacadas as principais atividades inerentes à estratégia do “*Pit Stop*”, de forma a garantir o sucesso de sua aplicação. Dentre eles está a importância da avaliação da condição dos equipamentos objeto da reforma ou modernização, o que permite concluir sobre o escopo necessário para garantir uma solução efetiva. O presente artigo também reforçou a importância da avaliação das instalações da central, de forma a definir as melhores estratégias de reforma, fabricação, pré-montagens e montagens, a fim de se obter uma execução adequada e com prazos otimizados. Em resumo, reforçou a importância de um planejamento detalhado de projeto de execução que, através dos resultados positivos demonstrados, permite concluir sobre a importância da aplicação do conceito “*Pit Stop*” na otimização de reformas e modernizações, resultando em melhores práticas de atividades de fornecimento, transporte, montagem, EHS e no melhor retorno ao investimento.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) DELISLE, B., DUCHESNE, Y.M., ROY, S., CZERWINSKI, F. – Alstom Pit Stop Concept for Minimum Rehabilitation Outage, Hydro Vision International, Denver/CO, 2013.
- (2) COMISIÓN DE INTEGRACIÓN ENERGÉTICA REGIONAL, Precios Medios Nacionales de Eletricidad a Nivel de Generacion y Transmisión de dezembro de 2012.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

	<p>Cornelis J. V. D. Poel Filho nasceu em Campina Grande/PB em 1975. Graduiu-se e realizou Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFPB em 1998 e 2000, respectivamente. Em 2005, obteve o título de Doutor pela UNICAMP/Politecnico di Torino (Itália). Possui MBA em Gestão Empresarial pela FGV (2013). Ingressou na indústria em 2005, na divisão de motores e geradores elétricos de média e alta tensão da GE (General Electric). Na GE, passou por várias posições, desde Engenheiro Mecânico calculista até Gerente da Engenharia de Desenvolvimento de Novos Produtos. Desde 2012 está na Alstom Renewable Power. Atualmente, trabalha na divisão de serviços para usinas hidrelétricas, onde acumula as funções de Gerente de Engenharia e Desenvolvimento de Portfólio.</p>
	<p>Marcos V. D. Silva nasceu em Porto Alegre/RS em 1977. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela UFRGS em 2001. Ingressou na indústria em 2001, na divisão de geradores elétricos de pequeno e médio porte da ALSTOM. Na ALSTOM, passou por várias posições, desde Engenheiro Eletricista calculista, Coordenador da Engenharia de projeto de geradores e Coordenador Técnico de Integração de Plantas. Também atuou na GE (General Electric) na divisão Bently Nevada, na área de monitoramento de máquinas. Em 2007 retornou para a Alstom Renewable Power. Atualmente, trabalha na divisão de serviços para usinas hidrelétricas, onde possui a função de Coordenador Técnico da Engenharia de Geradores.</p>
	<p>Wiliam C. D. Oliveira nasceu em Indaiaporã/SP em 1978. Graduiu-se em Engenharia Elétrica pela UNESP de Ilha Solteira em 2002. Em 2003 ingressou na WEG como trainee, permanecendo por quatro anos como Analista de Projetos. Transferiu-se para ALSTOM em 2007, trabalhando como Engenheiro de Propostas, dedicando-se ao cálculo de hidro geradores; desde 2013 acumula a função de gestor de propostas técnicas para empreendimentos na América Latina, com gerenciamento do grupo de propostas dos diversos equipamentos, como hidromecânicos, turbinas, geradores, reguladores, dentre outros. Concluiu o Mestrado Profissional em Máquinas Elétricas Girantes pela UFSC – Florianópolis SC em 2008.</p>
	<p>Marco A. P. Santos nasceu em São José dos Campos/SP em 1982. Formado pelo SENAI em Usinagem, exerceu a função de mecânico de manutenção de Usinas, Subestações e sistemas auxiliares durante 14 anos na CESP CIA Energética de São Paulo. Graduiu-se em Engenharia Mecânica pela UNITAU em 2010 e ingressou na Alstom Renewable em 2011 na função de Supervisor de Montagem externa. Atualmente, trabalha na divisão de serviços para usinas hidrelétricas na função de coordenador de montagem externa.</p>