



**XXIII SNPTTE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GGH/08
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO - I

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH

**GESTÃO DE PROJETOS NAS MODERNIZAÇÕES
DAS USINAS HIDRELÉTRICAS SALTO SANTIAGO E PASSO FUNDO**

**Guilherme Gorga
Azambuja
TRACTEBEL ENERGIA**

**Paulo Henrique Santos
Feitosa
TRACTEBEL ENERGIA**

**Rafael Wolowski
Caldeira
TRACTEBEL ENERGIA**

**Sandro Matos Júlio
TRACTEBEL ENERGIA**

RESUMO

A Tractebel Energia realiza no momento investimentos em grandes modernizações nas Usinas Hidrelétricas Salto Santiago e Passo Fundo, buscando aprimorar a confiabilidade e disponibilidade de suas usinas.

O projeto de modernização de uma usina em operação se demonstra extremamente complexo. Desta forma, foram desenvolvidas e aplicadas diversas e modernas técnicas de gerenciamento de projetos visando definir ferramentas de controle e monitoramento dos processos que envolvem a modernização de uma usina com o objetivo de antecipar possíveis desvios e garantir o atingimento dos requisitos de qualidade, prazos e custos estabelecidos no contrato de fornecimento.

PALAVRAS-CHAVE

Usinas Hidráulicas, Modernização, Gestão de Projetos, Project Management Institute - PMI.

1.0 - INTRODUÇÃO

As Modernizações das Usinas Hidrelétricas Salto Santiago – UHSS e Passo Fundo – UHPF, definidas no período de 2013 à 2017, são grandes desafios da atualidade da Tractebel Energia.

O processo de Modernização de uma Usina é compreendido por diversas etapas, tais como: análise da confiabilidade e desempenho operacional dos equipamentos, definição da engenharia a ser aplicada na modernização de cada sistema, elaboração da especificação técnica, análise das propostas do mercado fornecedor, análise e definição de contrato, planejamento das atividades, elaboração do projeto executivo, construção da infraestrutura de campo, suprimentos e aquisições, desmontagem de equipamentos, atividades de fabricação e reformas em fábrica, montagem e comissionamento das Unidades Geradoras.

De forma a aprimorar a gestão e garantir a integração de todas as etapas supracitadas, a Tractebel Energia decidiu aplicar, nestes empreendimentos, os mais modernos conceitos e ferramentas de gerenciamento de projetos. Desta forma, a empresa objetiva aprimorar o planejamento e controle das modernizações, focando atender aos requisitos de qualidade, garantindo o cumprimento dos prazos, dentro dos custos definidos nos contratos.

Com a colaboração de uma empresa de assessoria e consultoria em gerenciamento de projetos, foram analisadas e aplicadas as melhores práticas de gestão difundidas através do PMBOK – Project Management Body of Knowledge, elaborado pelo PMI – Project Management Institute, maior instituto do mundo e referência em gerenciamento de projetos. Sendo assim, foram elaboradas ferramentas de planejamento e controle relacionadas à gestão do escopo, tempo, custos, qualidade, comunicação e riscos.

Neste contexto, este trabalho visa apresentar as ferramentas de gerenciamento de projetos que estão sendo aplicadas nas Modernizações da UHSS e UHPF, bem como seus impactos e benefícios nos resultados obtidos em cada área de conhecimento. Além disto, ressalta-se também o reflexo destes resultados alcançados até o momento como propostas de melhorias na elaboração de contratos futuros de modernização.

2.0 - GESTÃO DE PROJETOS NAS MODERNIZAÇÕES

Os projetos de modernização da UHSS e UHPF tiveram em dezembro de 2012 os contratos de fornecimento assinados. Com as intervenções nas unidades geradoras previstas para o final de 2013, foram elaboradas em conjunto com o fornecedor os métodos de planejamento e controle para cada etapa do projeto. Desta forma, foram definidas ferramentas gerenciais focando a análise do avanço físico (tempo), avanço financeiro (custos), qualidade, comunicação e riscos.

Etapas do projeto, tais como elaboração do projeto executivo, aquisições e fabricação, são realizadas exclusivamente pelo fornecedor sem o acompanhamento *in loco* da Tractebel Energia. Para o controle de avanço destas etapas a colaboração do fornecedor para o suprimento das informações detalhadas é essencial para o correto acompanhamento das atividades. Algumas auditorias pontuais realizadas em fábrica pela Tractebel Energia foram necessárias para comprovar o avanço das atividades.

As etapas de testes em fábrica e atividades de campo (descomissionamento, desmontagem, montagem e comissionamento das unidades geradoras) se apresentam menos dependentes de informações exclusivas do fornecedor, uma vez que o acompanhamento pela equipe da Tractebel Energia é frequente.

2.1 Gestão do Escopo

O escopo do projeto definido em contrato, através da especificação técnica, foi estratificada através de uma Estrutura Analítica de Projeto – EAP, a qual apresenta de forma gráfica as entregas totais do projeto - Figura 1.

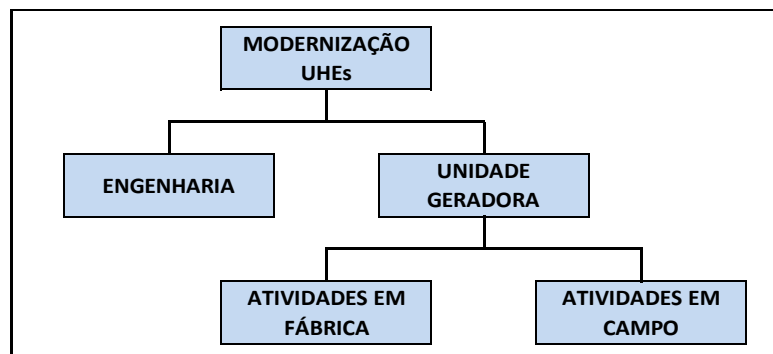


Figura 1 – EAP reformulada dos projetos de modernização

Através do detalhamento da EAP elaborada, pode-se observar de forma objetiva o trabalho necessário para a conclusão do projeto, e apenas o trabalho necessário, evitando desvios do fornecimento. Em conjunto com a análise do cronograma e seu avanço físico é possível quantificar o avanço executivo de cada entrega e o avanço global do projeto. Ressalta-se que a elaboração ou revisão do cronograma deve estar em conformidade com as atividades definidas nos pacotes de trabalho da EAP do projeto de forma que a mesma possa ser analisada de forma integrada com o prazo de conclusão de cada entrega.

A definição de procedimentos de mudanças de escopo, essenciais ao controle e gestão do escopo, foram definidos em contrato através da aplicação de Ordens de Modificação, documentos os quais descrevem as alterações propostas e possíveis impactos em prazos e custos.

2.2 Gestão de Prazos – Controle do Avanço Físico

O controle do avanço físico considerado em conjunto com o controle do avanço financeiro uma das mais importantes ferramentas de controle, é elaborado a partir do cronograma do projeto definido em contrato. Para atender as demandas de informações necessárias ao controle do avanço físico foi imprescindível a reestruturação do cronograma de atividades, focando a definição da inter-relação das atividades (definição de atividades predecessoras e sucessoras), detalhamento maior das atividades evitando prazos maiores do que dez dias, entre outros ajustes necessários. Posteriormente, para cada etapa do projeto tais como projeto executivo, suprimentos/aquisições, fabricação e atividades de campo foi necessário definir métodos de controle específicos, conforme descrito abaixo:

- Projeto executivo: definido o Plano de Envio de Documentos – PED, o qual contempla todos os documentos técnicos a serem emitidos com seus respectivos prazos. O avanço na execução desta etapa é calculado através da porcentagem de documentos emitidos e também a porcentagem de documentos aprovados.
- Suprimentos/Aquisições: definido após a elaboração do projeto executivo contemplando o total de materiais e equipamentos a serem comprados e enviados para a usina. O avanço desta etapa é calculado através da porcentagem de ordens de compra emitidas e porcentagem de materiais/equipamentos entregues em fábrica ou na usina.
- Fabricação: para cada equipamento a ser fabricado ou reformado em fábrica é elaborado um cronograma específico. O avanço desta etapa é realizado pelo avanço das atividades descritas em cada cronograma específico de reforma ou fabricação em fábrica.
- Atividades de campo: as atividades de campo são discriminadas e detalhadas no cronograma geral da modernização. O avanço desta etapa é definido diretamente pela conclusão - 100% ou não conclusão - 0% de cada atividade.

Com a atualização quinzenal de informações de avanço do cronograma geral do projeto, foi possível definir através de gráficos o avanço global (ver Figura 2), avanço por etapas (ver Figura 3) e identificação do avanço das atividades definidas como caminho crítico do projeto (ver Figura 4).

A partir da Curva “S”, apresentada na Figura 2, é possível identificar a relação do avanço das atividades planejadas (definida como linha de base) com as atividades executadas até o momento desejado. Desta forma, esta ferramenta permite a identificação de desvios mensais, assim como curvas de tendência e desvios no prazo final do projeto, caso não se altere o planejamento através de plano de ações corretivas.

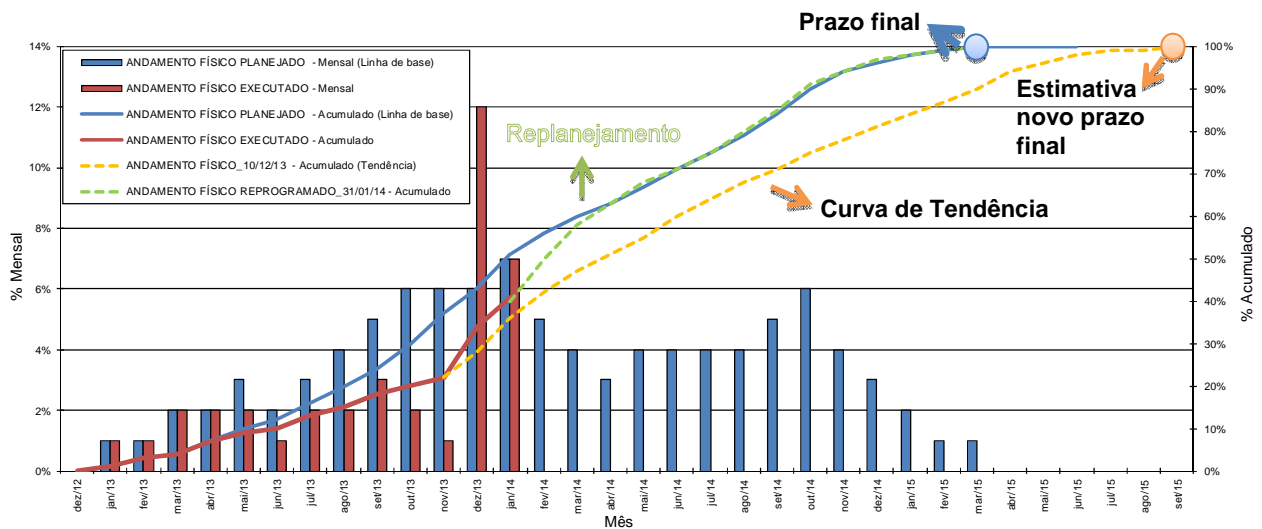


Figura 2 - Curva "S" de avanço físico da modernização da UHPF com plano de ação

A Figura 3 apresenta o avanço físico estratificado por etapas do projeto. Uma vez que as etapas são sequenciais verifica-se que o atraso em atividades da engenharia impactam diretamente no processo de suprimentos e fabricação e, conseqüente, atraso nas atividades de campo devido à falta de materiais.

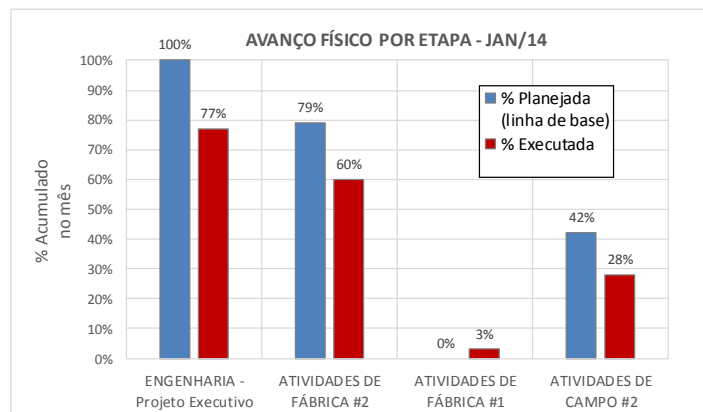


Figura 3 - Avanço físico por etapas da modernização da UHPF

Os atrasos identificados demandam constantemente a avaliação das atividades do caminho crítico do projeto (sequência de atividades com maior duração do projeto, ou seja, determina a duração total do projeto), uma vez que as mesmas possam ser alteradas e impactam no prazo de entrada em operação das unidades geradoras. Na Figura 4 é exemplificado o caminho crítico da modernização da UHPF.

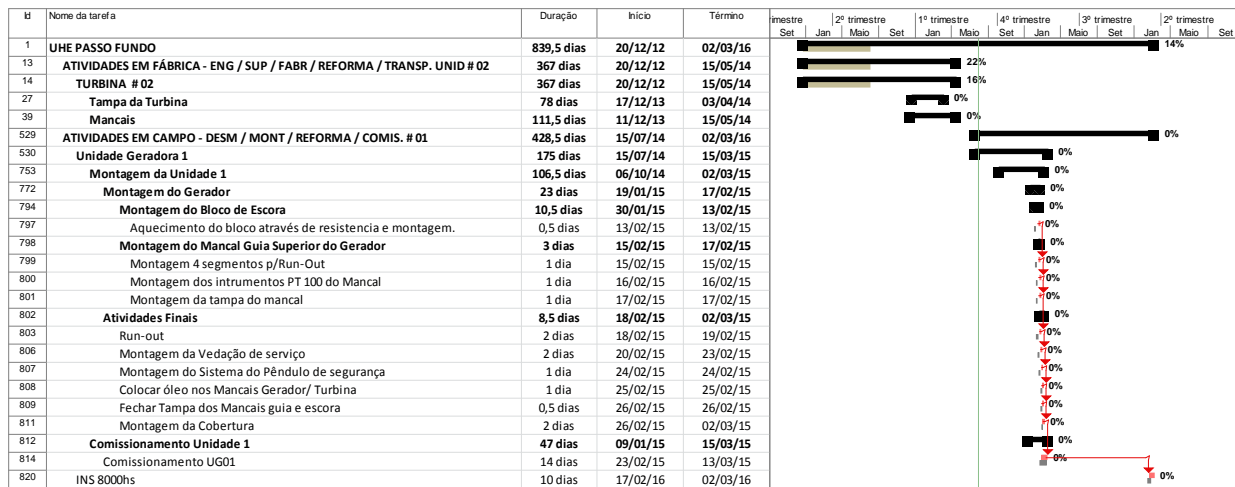


Figura 4 – Caminho crítico inicial da modernização da UHPF

A utilização destas ferramentas proporciona à equipe de gestão do projeto identificar desvios de atividades em qualquer etapa, de forma a focar os esforços nas atividades que definem o caminho crítico, antecipando possíveis desvios do prazo final do projeto e em tempo hábil planejar e executar um plano de ação para a recuperação de prazos.

2.3 Gestão de Custos – Controle do Avanço Financeiro

Para as Modernizações da UHSS e UHPF, os contratos dispõem de um cronograma físico-financeiro, também denominado eventograma. Este documento, utilizado como linha de base para a análise e acompanhamento financeiro dos projetos, determina uma sequência de eventos mensais e o respectivo valor financeiro a ser pago atrelado ao cumprimento dos mesmos.

A gestão dos custos nas modernizações contempla uma análise detalhada dos pagamentos efetuados que envolvem os contratos do fornecedor principal, da engenharia do proprietário, da empresa de consultoria em gestão de projetos e de custos diversos tais como viagens, aquisição de equipamentos gerais, etc. A Figura 5 apresenta a discriminação dos valores envolvidos nos contratos de modernização da UHPF.

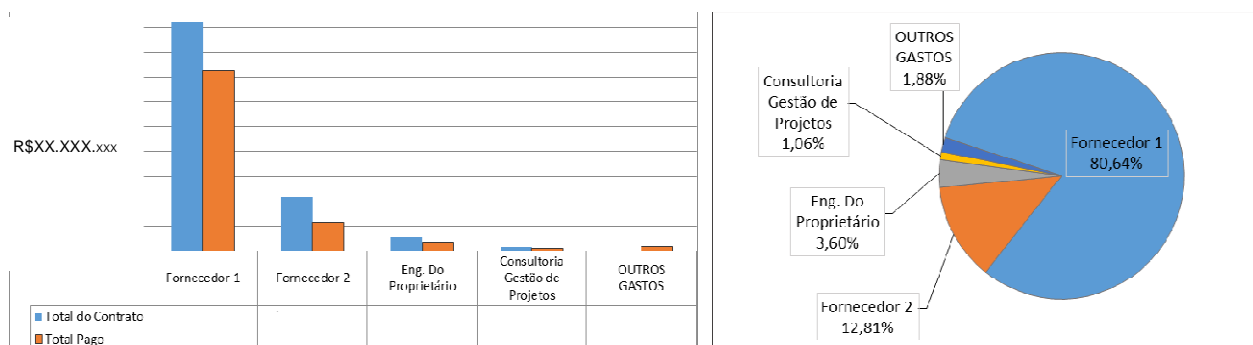


Figura 5 – Resumo dos custos da modernização - UHPF

Os contratos das modernizações com os fornecedores principais discriminam a forma de faturamento para cada evento de pagamento tais como adiantamento (fatura pró-forma) ou faturamento direto. Desta forma, o monitoramento e controle das notas fiscais emitidas para todos os equipamentos e serviços envolvidos a serem faturadas se apresenta um processo bastante complexo. Neste sentido, ferramentas foram desenvolvidas para o controle dos faturamentos, adiantamentos e abatimentos realizados.

À exemplo do avanço físico, o controle global do avanço financeiro dos projetos são evidenciados através de uma curva "S". A análise da curva "S" de avanço financeiro representa a principal ferramenta aplicada na gestão de custos e subsidia a equipe de gestão do projeto com dados de avanço do projeto, facilitando a tomada de decisão

de efetuar a retenção ou liberação dos pagamentos previstos, quando analisada em conjunto com a curva “S” do avanço físico global. A Figura 6 apresenta em conjunto a curva “S” do avanço físico-financeiro do projeto.

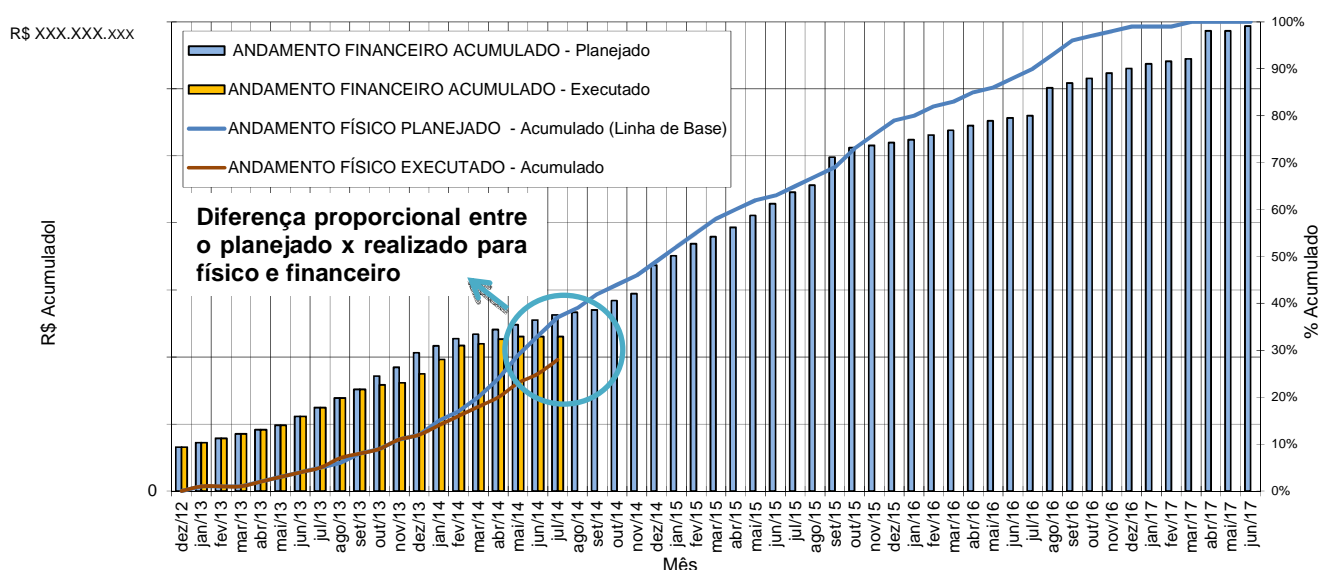


Figura 6 – Curva “S” do avanço físico x financeiro - UHSS

No exemplo apresentado na Figura 6 é possível verificar o desvio no avanço financeiro de 4%, enquanto há um desvio percentual de 8% do avanço físico. Nesta análise, verifica-se que o balanço físico financeiro do projeto não está equilibrado, indicando uma possibilidade de retenção ainda maior de pagamentos, caso o avanço físico não se adeque ao planejamento realizado.

Além do acompanhamento da realização dos custos planejados, ressalta-se a importância da gestão dos custos variáveis, provenientes de novas aquisições ou ordens de modificação decorrentes de alterações de escopo do fornecimento. A gestão de custos adicionais é fundamental de forma a evitar aditivos contratuais.

2.4 Gestão da Qualidade

O plano de qualidade definido inicialmente não correspondeu às necessidades do projeto, uma vez que apresentou somente conceitos genéricos de qualidade. Neste sentido, ao longo do projeto, foi necessária a elaboração conjunta (cliente e fornecedor) de processos de controle da qualidade para as etapas da elaboração do projeto executivo, testes de aceitação final de fábrica, desmontagem/montagem dos equipamentos em campo e comissionamento. A Figura 7 demonstra os processos de qualidade elaborados e aplicados em cada uma das etapas do projeto.

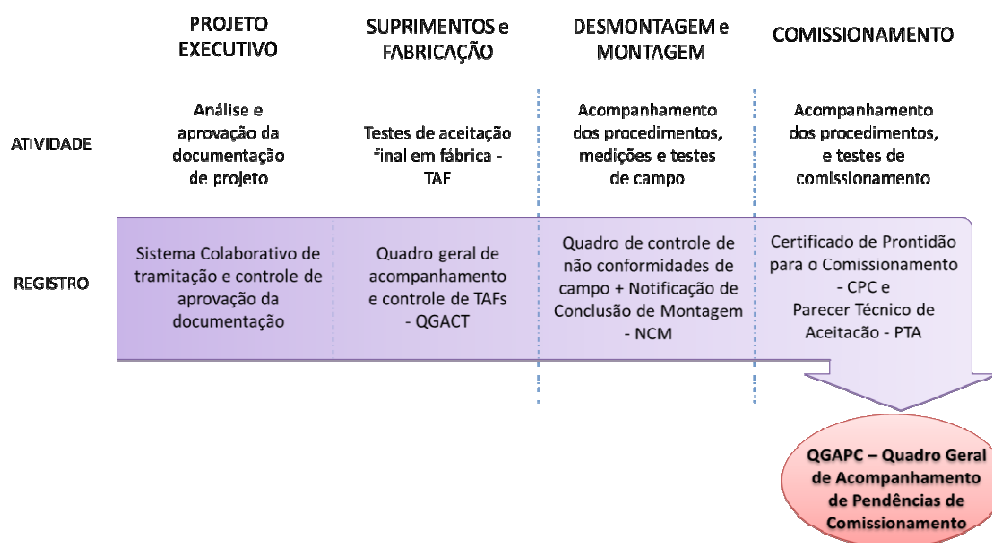


Figura 7 – Processo de Registro e Controle da Qualidade

Após a entrada em operação da unidade geradora, as pendências das não conformidades identificadas ao longo de todos os processos acima descritos, são registradas no Quadro Geral de Acompanhamento de Pendências do Comissionamento – QGAPC, o qual é utilizado para o controle, planejamento e solução de pendências junto ao fornecedor.

Para a etapa de montagem, comissionamento, operação assistida e aceitação final foi definido, conforme demonstrado na Figura 8, o fluxo de documentos que registram a aceitação ou reprovação da qualidade final dos equipamentos e sistemas, com registro de pendências caso houver.

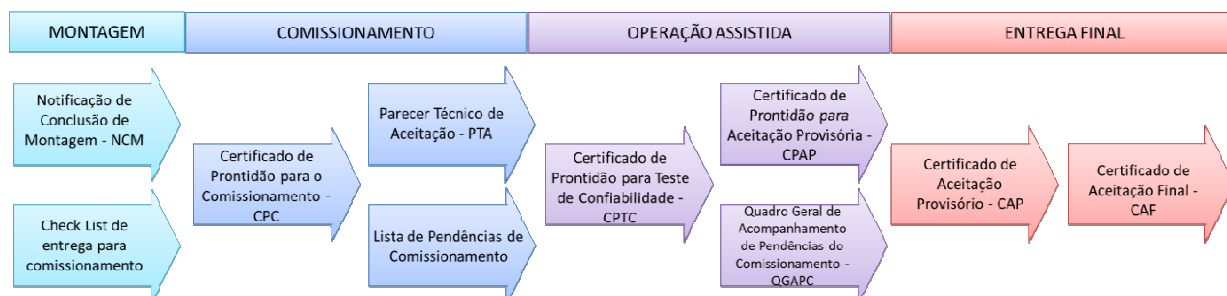


Figura 8 – Fluxo de documentos de aprovação dos equipamentos e sistemas

A partir dos processos de controle da qualidade em cada etapa do projeto é possível planejar a solução de pendências de forma antecipada, buscando concluir as mesmas na etapa subsequente. Desta forma, evita-se que as pendências se acumulem e sejam registradas somente ao final do projeto.

2.5 Gestão da Comunicação

O processo de comunicação é fundamental para o desempenho no projeto de modernização uma vez que define todas as interfaces com as diversas partes interessadas envolvidas. As Figura 9 e 10 apresentam as interfaces definidas a partir da análise e graduação do “Interesse” e da “Impacto” de cada parte interessada no projeto.

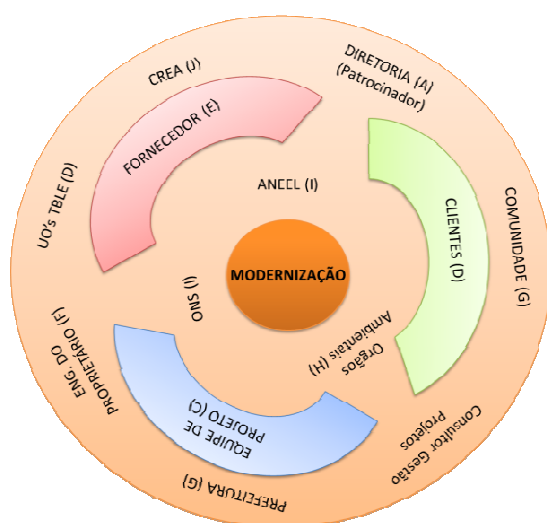


Figura 9 - Partes Interessadas

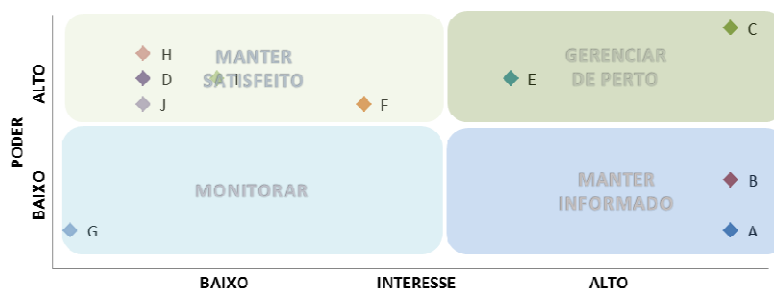


Figura 10 – Interface com partes Interessadas

A partir da definição da interface necessária com cada parte interessada foi definida a matriz de comunicação, a qual resulta na definição dos métodos de comunicação a serem aplicados, tais como atas de reunião, relatórios periódicos de acompanhamento, ordens de modificação, avaliações de performance, entre outros documentos.

Destaca-se, dentre as comunicações estabelecidas, as avaliações de performance trimestrais do fornecedor, com feedback presencial à equipe de gestão (diretoria e gerência de projeto). As avaliações com perguntas pré-definidas relacionadas à todas as etapas do projeto permite uma reflexão da realidade momentânea do projeto baseada em evidência e definição de ações para a correção dos desvios apresentados em todas as áreas. Nas modernizações da UHSS e UHPF esta ferramenta é efetiva, uma vez que a equipe gerencial do projeto do fornecedor trata as informações relatadas pela Tractebel Energia junto à todos os setores internos de sua empresa que possuem participação e influência nas atividades do projeto.

A matriz de relacionamento e comunicação do projeto definida desde o princípio do projeto permite o maior fluxo de informações e maior dinâmica nas tomadas de decisão, alinhadas à necessidade da modernização. A designação de funções e definição das relações resultante desta matriz também proporciona uma maior integração das equipes da Tractebel Energia e as partes interessadas, facilitando as discussões e a convergência de opiniões para o propósito único de cumprimento dos objetivos do projeto.

2.6 Controles Adicionais

A análise de técnicas de gerenciamento de projetos aplicadas aos processos da Tractebel Energia e dos projetos de modernização ainda permitiu a elaboração de ferramentas de controle adicionais, as quais devem ser analisadas em conjunto com as demais ferramentas detalhadas neste artigo. Abaixo, descreve-se as ferramentas adicionais aplicadas na gestão integrada do projeto.

- a) Percentual Planejado Concluído – PPC: Ferramenta de controle e monitoramento das atividades semanais de campo (descomissionamento, desmontagem, reforma, montagem e comissionamento) a qual objetiva a identificação do percentual de avanço das atividades, assim como as principais causas dos desvios identificados, focando a definição de ações para evitar a recorrência dos mesmos.
- b) Controle e Gestão de Riscos: Metodologia que visa identificar, analisar e responder aos riscos de grande impacto ao projeto, visando maximizar os resultados positivos e minimizar os negativos advindos das incertezas relacionadas à implantação do projeto. A atuação de uma equipe multidisciplinar é considerada essencial para a definição e priorização de riscos a partir da elaboração da EAR – Estrutura Analítica de Riscos. A Figura 11 apresenta a EAR definida e para as modernizações da UHSS e UHPF.

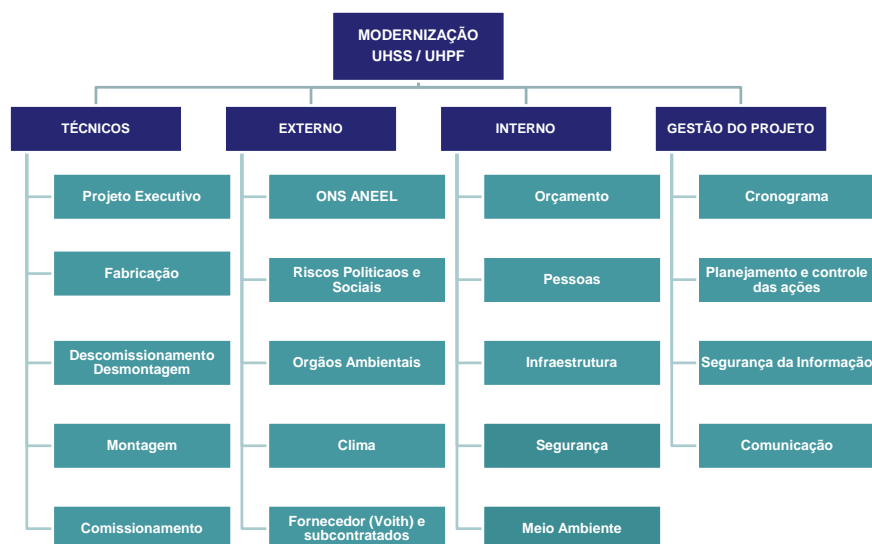


Figura 11 – Estrutura analítica dos Riscos (EAR) para as Modernizações

- c) Controle de Mão de Obra Direta e Indireta: O controle mensal da mão de obra necessária na execução das atividades de campo a partir do planejamento global do projeto é uma ferramenta adicional a qual contribui com a interpretação dos desvios dos indicadores de avanço físico do projeto, objetivando definir constantemente a necessidade de redimensionamento das equipes.
- d) Plano de Segurança e Controle de Incidentes e Acidentes: A definição de um plano de segurança junto ao fornecedor é ferramenta fundamental ao alcance dos objetivos globais do projeto. O diálogo e controle diário das atividades de campo, auditorias semanais de segurança e registro/tratamento de incidentes são algumas das ações rotineiras que contribuem no processo de controle de incidentes e acidentes.

Com o mesmo objetivo, os indicadores de segurança analisados mensalmente permitem uma análise global da evolução ou regressão dos aspectos de segurança.

3.0 - CONCLUSÃO

A aplicação de métodos e ferramentas de gestão de projetos nas modernizações da UHSS e UHPF se apresenta bastante eficaz. Estas ferramentas não garantem o atingimento global dos objetivos do projeto, entretanto subsidiam a equipe de projeto de forma a direcionar e concentrar os recursos, usualmente limitados, nas atividades críticas e antecipar a tomada de decisão, mitigando ou eliminando quaisquer desvios futuros nas diretrizes de qualidade, prazo e custos definidas em contrato.

A definição inicial de ferramentas para aplicação dos métodos de gestão de projetos exigiram uma forte integração entre as equipes da Tractebel Energia e do fornecedor, uma vez que muitas das informações necessárias para o controle detalhado é restrita aos processos internos do fornecedor. Ressalta-se também a importância de pessoas dedicadas ao planejamento e controle em ambas as equipes envolvidas, uma vez que o estabelecimento de uma rotina na coleta de todas as informações de projeto, tratamento de dados e análise de avanço de cada uma das áreas que envolvem a modernização requer dedicação e disponibilidade de tempo para a realização desta atividade.

As informações extraídas nas análises periódicas de avanço do projeto permitiram questionar o fornecedor de forma antecipada sobre desvios identificados na qualidade, prazo e custos, de forma clara e embasadas em evidências ricas em detalhes.

A realidade da modernização da UHPF demonstrou que a antecipação na identificação de atrasos futuros permitiu o estabelecimento de plano de ação e mitigação significativa no atraso global do contrato. O atraso no prazo global do contrato previsto de seis meses foi reduzido para aproximadamente quinze dias. A aplicação das ferramentas de gestão resultou também na qualidade do projeto evidenciada através da taxa de falha zero para um período de seis meses de operação da primeira unidade geradora modernizada e a ausência de acidentes com afastamento de empregados próprios e terceiros. Da mesma forma, registra-se a ausência de aditivos contratuais, evitando assim custos adicionais do projeto.

Desta experiência, verifica-se que a definição das ferramentas de controle pode ser antecipada com a definição destas ainda na etapa de contratação, com diretrizes de gestão de projetos descritas em contrato.

4.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) EPRI – Electric Power Research; HYDROPOWER RELIABILITY STUDY – 1984.
- (2) EPRI – Electric Power Research; HYDRO LIFE EXTENSION MODERNIZATION GUIDES, Volume 1 – 1999.
- (3) PMI – Project Management Institute; PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE –PMBOK, 5a edição

5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



- Autor: Guilherme Gorga Azambuja
- Nascimento: Porto Alegre, 1982.
- Formação: Engenharia de Controle e Automação – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – 2004. MBA Gestão de Projetos – FGV – 2008. MBA Gestão Empresarial – FGV – 2010.
- Experiência Profissional: Engenharia de Manutenção em Usinas Hidrelétricas (2005-atual). Programa de Transferência de Tecnologia Brasil-China – Projeto UHE Jirau (2010-2011). Gestão da Modernização UHE Passo Fundo (2013-2015).



- Autor: Paulo Henrique Santos Feitosa
- Nascimento: Passos, 1983.
- Formação: Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Itajubá – 2006. Especialização em Sistemas Elétricos de Potência – Universidade Federal de Itajubá – 2011.
- Experiência Profissional: Engenharia de Manutenção em Hidrogeradores (2008-atual). Gestão da Modernização UHE Salto Santiago (2013-atual)



- Autor: Rafael Wolowski Caldeira
 - Nascimento: Florianópolis, 1981.
 - Formação: Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Santa Catarina. MBA Gerenciamento de Projetos – FGV.
 - Experiência Profissional: Gestão da Modernização UHSS (2013 – atual). Engenheiro de Operação de Usinas Hidrelétricas (2012 – atual), Gerente Industrial de Estaleiro (2011-2012), Engenheiro de Processos Multinacional Eletromecânica (2007-2010).
-
- Autor: Sandro Matos Julio
 - Nascimento: Lajes, 1972.
 - Formação: Engenheiro Mecânico e Habilitação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina, 2002
 - Experiência Profissional: Gerente de Usina Hidrelétrica (2008 – atual); Engenheiro de Operação (2006-2008); Engenheiro de Manutenção (2002-2006); Operador de Usina Termelétrica (1998-2002).