



**GRUPO I
GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA – GGH**

EXPERIÊNCIA DA COPEL GERAÇÃO NO ACOMPANHAMENTO E INSPEÇÃO DURANTE A FABRICAÇÃO

ANÁLISE DAS DIFICULDADES ENCONTRADAS PELA COPEL GERAÇÃO NO CONTROLE DE QUALIDADE DURANTE A FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ELETROMECAÑICOS DE USINAS HIDRÁULICAS

Rubens Godwin Correia* Lauro Teuber João Marcos Salmazo Rogério Agostinho Girardello
COPEL GERAÇÃO

RESUMO

Apresentar a experiência adquirida pela COPEL nos conceitos de controle de qualidade, atualmente aplicados na fabricação de equipamentos eletromecânicos de Usinas Hidrelétricas de médio e grande porte, propondo uma metodologia alternativa baseada em inspeções realizadas pelo proprietário através de equipe própria ou independente, visando suprir algumas deficiências encontradas, otimizando cronogramas, melhorando a qualidade final dos equipamentos e diminuindo riscos de atrasos.

Analisar atrasos gerados, seja na fabricação dos equipamentos ou na sua entrega, que podem incorrer em perda de confiabilidade operacional e evidenciar carência da efetiva inspeção em fábrica.

PALAVRAS-CHAVE

Acompanhamento do controle de qualidade em fábrica.
Controle de qualidade na fabricação – novo conceito.

1.0 HISTÓRICO

Antes da reestruturação do setor elétrico brasileiro, tradicionalmente, a inspeção dos materiais e equipamentos era realizada pelas grandes empresas de energia elétrica diretamente nas fábricas dos fornecedores, por equipe própria ou por empresa contratada. Dentro desta filosofia foram realizadas as atividades de inspeção na fabricação dos equipamentos eletromecânicos para diversos empreendimentos de médio e grande porte. Neste sistema tradicional, a maior parte de ajustes para correção de não-conformidades ocorriam durante as fases de inspeção, na própria fábrica.

Atualmente, em grande parte dos empreendimentos de construção de usinas hidrelétricas, notadamente de pequeno e médio porte, está sendo realizada por empresas privadas ou por estatais em parceria com a iniciativa privada, onde o controle de qualidade é

realizado quase que exclusivamente pelos próprios fornecedores. Em grande parcela destes empreendimentos o fornecimento de equipamentos e/ou a montagem eletromecânica fazem parte das atividades de um dos parceiros, ficando assim a equipe de fiscalização e inspeção restrita a acompanhamento parcial, por amostragem ou mesmo sem acompanhamento. Neste sistema, a maior parte de ajustes para correção de não-conformidades ocorre durante as fases de montagem e comissionamento na Obra, podendo ocasionar atrasos e perda de qualidade.

2.0 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

Mostramos abaixo as principais características de empreendimentos antes e depois da reestruturação do setor elétrico brasileiro, bem como algumas características dos sistemas de gestão de empreendimentos e de inspeção:

2.1 Empreendimentos

TABELA 1: MODELOS DE EMPREENDIMENTOS

ITEM	ANTES DA REESTRUTURAÇÃO	DEPOIS DA REESTRUTURAÇÃO
Proprietário	Empresa pública	Empresas em parcerias (privadas e públicas ou privadas e privadas), com capital majoritário das empresas privadas
Porte das Usinas	Grande ou médio	Médio ou pequeno
Execução	Empreendimentos seqüenciais	Empreendimentos paralelos
Projeto	Coordenado pelo proprietário	Coordenado por um dos parceiros ou pelo EPC responsável pelo fornecimento
Fabricação	Centralizada, com pequena participação de terceirizadas	Descentralizada com aumento acentuado na participação do subfornecimento e da terceirização
Equipe de inspeção	Própria ou eventualmente contratada	Contratada ou sem inspeção
Quantidade de mão-de-	Totalmente absorvida e m	Necessidade de venda de serviço para mais de um

* Rua José Isidoro Bizazeto 158 – Bloco A - CEP 81200-240 - Curitiba - PR - BRASIL
Tel.: (041) 331-5475 - e-mail: rubens.godwin@copel.com.br

obra	empreendimento	empreendimento
ITEM	ANTES DA REESTRUTURAÇÃO	DEPOIS DA REESTRUTURAÇÃO
Modalidade de inspeção	Tradicional cliente/fabricante (em "hold points", etapas críticas e antes das liberações dos equipamentos para transporte) Independência entre os setores de Controle de Qualidade e da Produção	Gestão técnica/"turn key" (parcial ou por amostragem ou sem controle de qualidade externo à fábrica) O setor de Produção muitas vezes se impõe diante do setor de Controle de Qualidade em função de prazos e custos, pois este não tem o apoio da inspeção do cliente
Qualificação da mão-de-obra	Generalista, com visão global dos empreendimentos, mas sem abrir mão das especializações	Especializada por tipo de inspeção, mas sem visão global

2.2 Gestão de empreendimentos e inspeção

a) Projeto e Construção Coordenados pelo Proprietário do Empreendimento (Inspeção tradicional cliente/fabricante)

- Controle e planejamento de todo o Fornecimento e da Obra orientado e efetuado pelo proprietário;
- Além do controle de qualidade da fábrica, o proprietário possui equipe própria de inspeção em fábrica;
- Atuação freqüente do proprietário no controle de qualidade da fábrica (processo e fabricação).

b) Projeto e Construção Coordenados pelo EPC e com Fiscalização Externa (Owner's Engineering - OE) (Inspeção tipo gestão técnica/turn key)

- Controle e planejamento de todo o Fornecimento e da Obra efetuado pelos fornecedores de equipamento e mão-de-obra, com participação da OE;
- Requer especificações técnicas e documentos de contrato detalhados;
- Proprietário fica dependente da capacidade de controle de qualidade do fabricante, subfornecedores e terceirizados;
- A equipe de inspeção efetua o acompanhamento do controle de qualidade por amostragem, por acompanhamento do processo, ou ambos (raramente);
- Atuação reduzida do proprietário no controle de qualidade da fábrica (processo e fabricação).

c) Projeto e Construção "Turn-Key"

- Controle e planejamento de todo o Fornecimento e da Obra efetuado pelos fornecedores de equipamento e de montagem;
- Requer especificações técnicas e documentos de contrato bastante detalhados;
- Proprietário totalmente dependente da capacidade de controle de qualidade do fabricante, subfornecedores e terceirizados;
- Equipe de inspeção atuando mais na metodologia (documentação);
- Atuação reduzidíssima do proprietário no controle de qualidade da fábrica (processo e fabricação).

3.0 APRECIACÃO DOS CONCEITOS ATUAIS SOBRE INSPEÇÃO

Atualmente, os processos de fabricação de equipamentos para Usinas Hidrelétricas, envolvendo os clientes, fabricantes, subfornecedores e terceirizados, tem deixado, cada vez mais, a carga dos fabricantes, subfornecedores e terceirizados o processo de controle

de qualidade do fornecimento, desde o projeto até a sua montagem. Ao cliente ou seu representante, cabe o diligenciamento por amostragem, ou acompanhamento do processo, muitas das vezes sem o detalhamento e a freqüência necessários.

Tendo em vista a constante exigência do mercado em otimizar ao máximo os prazos de fornecimento e montagem, e na eterna tentativa de redução de custos, notamos que ao controle de qualidade não tem se dada a devida importância, sendo encarado como um apêndice no processo produtivo, mais sujeito a cortes e a baixos investimentos do que as demais atividades.

Hoje constatamos que já existem fabricas que chegaram a passar o controle de qualidade do produto, para ser efetuado pelo próprio setor de produção. Este procedimento é falho na medida em que o mesmo pessoal que executa a fabricação, deve fazer o controle de qualidade, e na maioria das vezes, não está preparado para fazer uma análise crítica das possíveis falhas que ocorrem durante a fabricação.

Além da fragilidade do processo de inspeção, a terceirização e os subfornecimentos em grande escala tem tornado o processo de fabricação de equipamentos descentralizado, complexo e de difícil controle, aumentando a necessidade de homens-hora na inspeção, exigindo alta qualificação e visão global do empreendimento do pessoal, para que se obtenha o desejado nível de qualidade final do produto. Estas características nem sempre são encontradas nos profissionais do meio, e os fornecedores principais, por sua vez, normalmente não se dispõem a aumentar a sua equipe de controle de qualidade, para atuar junto às empresas terceirizadas e aos subfornecedores.

As deficiências dos atuais processos de controle de qualidade transferem para a obra, um grande número de não-conformidades, cujas correções têm acarretado atrasos, algumas vezes irrecuperáveis, pois os cronogramas de montagem não contemplam este tipo de atividade (correções de não-conformidades).

Demonstra-se a carência de uma efetiva inspeção em fábrica, quando ocasionam atrasos em cronograma de Obra, ou mesmo em usinas que não tenham postergação nas datas de geração. Na maioria dos casos, o cronograma de montagem poderia ser antecipado, diminuindo custos com relação à mobilização no canteiro de obra e comissionamento, diminuindo riscos de prejuízo nos compromissos assumidos perante a ANEEL e junto ao comprador de energia, bem como antecipando receita operacional.

O proprietário também pode contratar a gestão técnica de fabricação, realizando o acompanhamento do controle de qualidade por amostragem, por acompanhamento do processo ou por ambos. Nesta forma é necessário definir a matriz de responsabilidade para exigir ação corretiva dos fornecedores e também definir a freqüência e tipo de inspeção, baseada em especificações técnicas e normas de fabricação.

A modalidade tipo "turn-key", requer especificações técnicas e documentos de contrato bastante detalhados, com o acompanhamento atuando mais na metodologia e diretamente dependente da capacidade de controle de qualidade do fabricante, subfornecedores e terceirizados.

Seguem alguns pontos que consideramos vulneráveis nos processos de fabricação:

- Redução da frequência de atuação da inspeção;
- Dependência cada vez maior do sistema de controle de qualidade da fábrica;
- Qualificação do pessoal envolvido, quanto à visão restrita de sua área de atuação;
- Redução da quantidade de mão-de-obra envolvida no controle de qualidade;
- Sistema de controle de qualidade dos parceiros nas terceirizações e subfornecimentos.

Adicionalmente, pode-se verificar que o setor energético brasileiro está realizando a execução de quantidade relativamente grande de obras de usinas hidro e termelétricas ao mesmo tempo, portanto os poucos grandes fabricantes dos equipamentos eletromecânicos tem sua carteira de trabalho lotada. Esta situação tem sido contornada através da terceirização ou do subfornecimento da fabricação em grande escala, inclusive de equipamentos tradicionalmente fabricados somente pelos próprios grandes fabricantes.

Deve-se ainda considerar a diversidade dos tipos e formas de empreendimentos, os quais tem como variáveis genéricas, alguns dos itens abaixo citados:

- Potência da usina: micro usinas, PCH's, usinas de médio porte (30 a 150 MW) e usinas de grande porte.
- Tipo do proprietário: grandes, médios e pequenos proprietários.
- Seqüência de obras para cada proprietário: obra única, obras em série, obras simultâneas com capacidade similares ou próximas (micros ou PCH's ou micros + PCH's), obras simultâneas com capacidades médias ou grandes

Entendemos que o processo de inspeção deve ser composto pela somatória dos efeitos positivos da inspeção tradicional cliente/fabricante (melhor qualidade final do produto) e da inspeção tipo gestão técnica/ "turn-key" (menor custo direto de inspeção).

Diante das dificuldades e experiências aqui apresentadas, se faz necessária a adequação do processo de inspeção pelo proprietário junto ao processo de fabricação de equipamentos, podendo-se estabelecer no quadro abaixo qual a melhor forma de inspeção, segundo o nosso conceito, conforme segue, antes definindo-se os seguintes tipos de inspeção:

- A) Tradicional Cliente/Fabrica
 - A1) Equipe Própria
 - A2) Contratada
- B) Gestão Técnica /"Turn-Key"
- C) Tradicional Cliente/Fabrica

TABELA 2: TIPOS DE INSPEÇÃO

POT. DA USINA	PROPRIETÁRIO	SEQÜÊNCIA DE OBRAS	TIPO DE INSPEÇÃO
Micro Usina	Grande	Obra única	B
Micro Usina	Grande	Obras em série	B
Micro Usina	Grande	Obras simultâneas	B
Micro Usina	Médio	Obra única	C
Micro Usina	Médio	Obras em série	B ou C
Micro Usina	Médio	Obras simultâneas	B
Micro Usina	Pequeno	Obra única	C
Micro Usina	Pequeno	Obras em série	C
Micro Usina	Pequeno	Obras simultâneas	C
Micro + PCH	Grande	Obras simultâneas	A1 ou A2 ou B
Micro + PCH	Médio	Obras simultâneas	A2 ou B
Micro + PCH	Pequeno	Obras simultâneas	B

POT. DA USINA	PROPRIETÁRIO	SEQÜÊNCIA DE OBRAS	TIPO DE INSPEÇÃO
PCH	Grande	Obra única	A1 ou A2 ou B
PCH	Grande	Obras em série	A1 ou A2 ou B
PCH	Grande	Obras simultâneas	A1 ou A2
PCH	Médio	Obra única	B
PCH	Médio	Obras em série	B
PCH	Médio	Obras simultâneas	A1 ou B
PCH	Pequeno	Obra única	B ou C
PCH	Pequeno	Obras em série	B
PCH	Pequeno	Obras simultâneas	B
Médio Porte	Grande	Obra única	A1 ou A2
Médio Porte	Grande	Obras em série	A1
Médio Porte	Grande	Obras simultâneas	A1
Médio Porte	Médio	Obra única	A1 ou A2 ou B
Médio Porte	Médio	Obras em série	A1 ou A2
Médio Porte	Médio	Obras simultâneas	A1
Médio Porte	Pequeno	Obra única	A2 ou B
Médio Porte	Pequeno	Obras em série	A2 ou B
Grande Porte	Grande	Obra única	A1
Grande Porte	Grande	Obras em série	A1
Grande Porte	Médio	Obra única	A1
Grande Porte	Médio	Obras em série	A1
Grande + Médio	Grande	Obras simultâneas	A1

4.0 DESENVOLVIMENTO

4.1 Dados reais de construção da Usina Hidrelétrica XXX

A Usina Hidrelétrica XXX trata-se de uma PCH com 2 unidades geradoras de baixa queda. A inspeção seguiu o modelo de gestão técnica/turn-key.

A tabela a seguir quantifica, com dados reais, a alteração no cronograma de montagem devido ao tempo de reparo em componentes eletromecânicos importantes e o conseqüente atraso gerado, durante a montagem da unidade geradora I desta Usina Hidrelétrica, mostrando que se tivéssemos uma efetiva inspeção de fábrica (tipo tradicional cliente/fabricante) durante o processo de fornecimento de equipamentos e componentes, poderíamos reduzir custos de transporte, de homens-hora na fábrica e na Obra, bem como atrasos na geração, antecipando receitas.

OBS: Ao item 17, cabe-nos esclarecer que acreditamos que eventuais atrasos no fornecimento podem ser previamente detectados pela equipe de inspeção durante a fabricação, discutindo-se eventuais alternativas com o fabricante (para tanto a equipe de inspeção deve ter uma visão global do empreendimento), minimizando o atraso na data de geração.

TABELA 3: QUADRO DE ATRASOS

IT	UNIDADE I COMPONENTE	Tempo de Reparo	Status da atividade na Obra	Atraso Gerado
1	Aro da câmara do rotor retornou à fábrica para usinagem do flange de acoplamento	7 dias	Caminho crítico	7 dias
2	Eixo da turbina retornou à fábrica para usinagem do ressalto	5 dias	Caminho crítico	5 dias
3	Palhetas diretrizes retornaram à fábrica para acerto do perfil hidráulico	6 dias	Não crítica	-
4	Tubulação do regulador de velocidade com flanges fora da especificação. Fabricados novos flanges e soldados na Obra	5 dias	Caminho crítico	3 dias
5	Serpentina do mancal escora apresentou vazamento e foi reparada na Obra	1 dia	Caminho crítico	1 dia
6	Cuba de óleo do mancal com pintura refeita na Obra	1 dia	Caminho crítico	1 dia

TABELA 3: QUADRO DE ATRASOS

IT	UNIDADE I COMPONENTE	Tempo de Reparo	Status da atividade na Obra	Atraso Gerado
7	Grades da tomada d'água retornaram à fábrica para adequação dos tubos espaçadores	10 dias	Não crítica	-
8	Comportas vagão da tomada d'água apresentaram falhas da pintura, sendo recuperadas na Obra	10 dias	Não crítica	-
9	Rasgos das chavetas da coroa polar foram reusinados na Obra	2 dias	Não crítica	-
10	Chavetas da coroa polar foram reusinados na Obra	3 dias	Não crítica	-
11	Polos do rotor com acabamento deficiente, sendo recuperados na Obra	2 dias	Não crítica	-
12	Chapa de fixação das conexões dos polos com furação refeita na Obra e na fábrica	7 dias	Não crítica	-
13	Chapa de apoio dos TC's com furação refeita na Obra	3 dias	Não crítica	-
14	TC com resistência ôhmica fora de projeto	2 dias	Não crítica	-
15	Furação dos sensores de temperatura do mancal combinado interferindo com a cruzeta e refeita na Obra	2 dias	Caminho crítico	2 dias
16	Outros itens	10 dias	Caminho crítico	5 dias
17	Atrasos na chegada de materiais e equipamentos tais como: rotor da turbina, cabeçote, dispositivo de descida do rotor da turbina	30 dias	Caminho crítico	16 dias
Atraso total na geração da unidade I				40 dias

As falhas acima foram de erros dimensionais, de usinagem, de acabamentos anticorrosivos, de erros de projeto, de má interpretação das tolerâncias, de interpretação errada dos desenhos executivos, etc. Estas falhas eram, nos modelos anteriores de controle de qualidade, em sua grande maioria levantadas pelo controle de qualidade da própria fábrica e pela inspeção do cliente que fazia a verificação de todo o processo produtivo, além dos ensaios previstos no Plano de Inspeção e Testes e, principalmente, antes do envio do produto para a obra, quando obrigatoriamente, este era liberado pelo Inspetor do Cliente.

4.2 Taxas de falhas

Foi realizada uma comparação entre a Usina Hidrelétrica XXX (uma PCH com 2 unidades geradoras de baixa queda) cuja inspeção seguiu o modelo de gestão técnica/turn-key com as Usinas Hidrelétricas de Foz do Areia (GBM), de Segredo (GNB) e de Salto Caxias (SCX) que são usinas de grande porte com, potências instaladas de 1680 MW, 1260 MW e 1240 MW, respectivamente, 4 unidades geradoras cada. Nestas últimas, a COPEL acompanhou a fabricação pelo tipo de inspeção tradicional cliente/fabricante.

O gráfico a seguir mostra claramente que ocorreu uma melhoria no desempenho das Usinas GBM, GNB e SCX, construídas seqüencialmente, devido a vários fatores, entre outros tais como, projeto, equipamentos, controle de qualidade dos fabricantes, supervisão e acompanhamento da montagem, operação e manutenção.

Entretanto, uma importante diferença é devida a um acompanhamento do controle de qualidade realizado

pelos equipes da própria COPEL. Constatamos que houve um aprimoramento técnico no controle de qualidade, tanto do lado dos fornecedores de equipamentos quanto das equipes da COPEL, que fizeram este acompanhamento nas fábricas dos fornecedores. Observa-se ainda que a estabilização da "Curva da Banheira" desta usinas ocorreram em períodos cada vez menores.

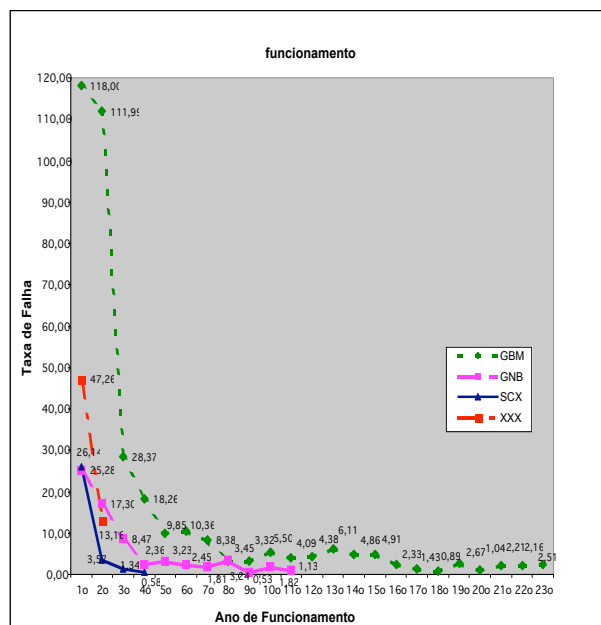


FIGURA 1

O gráfico também, mostra que a taxa de falhas da Usina Hidrelétrica XXX (inspeção tipo gestão técnica/turn-key), apresenta-se maior do que as usinas de Salto Caxias e de Segredo (inspeções tradicionais), o que mostra uma involução do processo, apesar de terem sido efetuadas pelo mesmo corpo técnico, clarificando deficiências no processo de inspeção tipo gestão técnica/turn-key.

4.3 Disponibilidade operacional

Para a comparação da disponibilidade operacional foi considerada uma Usina Hidrelétrica YYY, que tinha por característica ser de médio porte com potência instalada de aproximadamente 120 MW e tendo 2 unidades geradoras. A inspeção seguiu o modelo "turn-key". Esta foi comparada com a Usina Hidrelétrica de Salto Caxias (SCX) que é uma Usina de grande porte com potência instalada de 1240 MW, 4 unidades geradoras. Durante sua construção, a COPEL utilizou para acompanhamento dos processos de fabricação o tipo de inspeção tradicional cliente/fabricante.

TABELA 4: DISPONIBILIDADE

DISPONIBILIDADE GERAL EQUIVALENTE DA UHE SALTO CAXIAS - 1999 (%)						
OBS: 1º ano de Operação		OBS: Sem expurgos de projetos				
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Unid 1		99,70	98,29	55,71	99,29	99,75
Unid 2						92,15
Unid 3						
Unid 4						
Média Mensal Ponderada		99,70	98,29	55,71	99,29	96,78
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Unid 1	99,86	96,56	49,23	99,35	47,29	70,88
Unid 2	98,10	97,91	89,64	99,85	64,96	92,98
Unid 3		93,43	90,69	96,19	93,11	74,28
Unid 4			99,80	97,30	93,14	
Média Mensal Ponderada	98,98	96,70	76,52	98,63	75,67	82,82

Média da Disponibilidade Geral da USX no 1º ano de Operação	87,36%
---	--------

DISPONIBILIDADE GERAL EQUIVALENTE DA UHE YYY - 2002 (%)						
OBS: 2º ano de Operação (início 1º semestre 2001)			OBS: Sem expurgos de projetos			
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Unid 1	82,21	48,85	53,29	99,25	91,18	99,72
Unid 2	99,69	100,0	99,80	100,0	90,03	99,88
Média Mensal Ponderada		99,70	98,29	55,71	99,29	96,78
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Unid 1	98,80	99,93	100,0	99,53		
Unid 2	8,21	94,92	49,74	52,17		
Média Mensal Ponderada	98,98	96,70	76,52	98,63	75,67	82,82
Média da Disponibilidade Geral da YYY no 2º ano de Operação						85,24%

QUADRO RESUMO DA DISPONIBILIDADE GERAL		
Ano de Operação	UHSCX (%)	UHYYY (%)
1º	87,36	
2º	88,30	85,24
3º	93,88	

Ressalve-se que no quadro resumo pode-se utilizar como parâmetro de comparação os dados referentes ao 2º ano operacional, por ser este o período de início de estabilização das unidades geradoras.

Observa-se que a diferença da disponibilidade operacional entre as duas usinas é da ordem de 3,06%, diferença esta que tende a ser maior em função da diferença da potência instalada entre suas unidades geradoras, pois fatores como tempo de manutenção, movimentação de peças, definições de peças sobressalentes, importância da unidade geradora no sistema elétrico, etc., aumentam o tempo de indisponibilidade das grandes unidades geradoras.

Para clarificar ainda mais as deficiências no processo de inspeção "turn-key" quando comparado à inspeção tradicional, informamos que a COPEL tende a trabalhar com manutenção preditiva, em função das possibilidades de revezamento das unidades geradoras, a qual ocupa mais tempo de disponibilidade do que a manutenção corretiva, modalidade utilizada pela UHE YYY.

4.4 Comparativo de custos

A inspeção realizada pela equipe eletromecânica da COPEL nas fábricas, com inspetores altamente treinados e qualificados em controles, medições e todos os tipos de ensaios, inclusive os não destrutivos, foi decisiva na obtenção de um produto com a qualidade desejada, pois os controles de qualidade de muitos dos fornecedores de equipamentos, nem sempre atendiam às condições técnicas mínimas aceitáveis.

Nos esquemas de obra tipo "turn-key" ou de construção coordenados por EPC (gestão técnica/turn-key), boa parte destes requisitos não estão sendo solicitados, podemos citar a inspeção em fábrica e a fiscalização em obra.

Apresentamos a seguir tabela estimativa referente a homens x hora utilizada num projeto eletromecânico de uma usina de médio porte (30 a 150 MW de potência instalada).

TABELA 5: QUADRO DE ATIVIDADES

ATIVIDADE	H x h
Total para preparação da documentação do Edital Público, acompanhamento do processo da Licitação, Julgamento das Propostas, Relatório Final e preparação para assinatura dos contratos.	5.000
Total elaboração Critérios de Projeto e Especificações Técnicas	1.440
Total consultores Externos para Pré Básico	800
Total Elaboração Projeto Executivo Eletromecânico	10.000
Total fiscalização em obra	10.000
Total desenhos "como construído"	1.280
Total Geral	49.180

Considerando um custo de R\$ 100,00 (com encargos) do homem x hora do pessoal envolvido na inspeção, teremos um custo total de R\$ 1.000.000,00. Considerando-se ainda um custo de deslocamentos, hospedagem, alimentação, etc., na ordem de R\$ 600.000,00 teremos um custo total da equipe de inspeção, para uma usina de médio porte, na ordem de R\$ 1.600.000,00

4.4.1 Custos de inspeção

No sistema de acompanhamento de inspeção de fabricação de equipamentos, realizado com equipes próprias, os custos de inspeção são bastante variáveis, em função do nível de exigências de acompanhamento e de liberação que se pretende adotar, mas em nossas obras representam o que segue abaixo:

- Em obras de usinas hidrelétricas de grande porte (maior que 150 MW de potência instalada), os Custos de Inspeção se encontram na faixa de 0,2 a 0,4% do custo total da obra.
- Para obras de usinas hidrelétricas de **médio porte** (30 a 150 MW de potência instalada), os Custos de Inspeção representam em torno de 0,4 a 0,7% do custo total da obra.
- E para obras de usinas hidrelétricas de pequeno porte PCH's (entre 1 e 30 MW de potência instalada), os Custos de Inspeção representam em torno de 0,7 a 1,00 % do custo total da obra.

4.4.2 Custos totais de um empreendimento

Para fins ilustrativos utilizaremos como exemplo uma Usina Hidroelétrica (UHE YYY) implantada recentemente com a participação da COPEL.

- Porte da Hidrelétrica: médio
- Tempo Total de Implantação: 5 anos
- Potência Total: aproximadamente 120 MW
- Número de Máquinas: 2

Custo Total: R\$ 300.000.000,00 (base 12/2002) ou em torno de US\$ 120.000.000,00

4.4.3 Estimativa de receita operacional da hidrelétrica acima

- Fator de Carga: 0,6
- Preço do MWh: R\$ 30,00 (considerando-se uma situação desfavorável de mercado)
- Receita ANUAL aproximada: R\$ 19.440.000,00

4.4.4 Análise de custos para a citada obra

Conforme citado acima os custos de uma equipe de inspeção para obra deste porte representam em torno de 0,4 a 0,7% do custo total da obra, ou seja, em torno de R\$ 1.200.000,00 a R\$ 2.100.000,00.

Assim sendo os custos de uma equipe de inspeção representam em torno de 6,0 a 11% da receita operacional de apenas um ano da Usina.

Se considerarmos as diferenças de disponibilidade operacional citadas no item 5.2 em torno de 3%, entre as inspeções tipo tradicional cliente/fabricante e a tipo gestão técnica/turn-key (utilizada nesta obra), teremos um incremento anual significativo da energia gerada, o que, na nova regulamentação do setor elétrico, deverá ser fundamental na melhora de produtividade.

Acreditamos que a inspeção tradicional aumenta a vida útil dos equipamentos em torno de 3% a 5%. Se considerarmos uma vida útil de 30 anos, teremos um incremento de 11 a 18 meses, ou seja um incremento de receita operacional em torno de R\$ 17,8 mi a 29,1 mi, ao longo da vida dos equipamentos, diante de um custo total de inspeção de R\$ 2,1 mi, tomando o valor mais conservador.

5.0 CONCLUSÕES

Nas atuais tipos de inspeção mais utilizados (Gestão Técnica/turn-key), notamos que a responsabilidade do controle de qualidade final dos equipamentos está sendo transferida para a Obra, pois o número de não-conformidades apresentadas está aumentando consideravelmente. As correções dos problemas de fabricação, quando detectados na Obra, acarretam atrasos irrecuperáveis, pois o cronograma de montagem não contempla este tipo de atividade. Além disto, a correção dos equipamentos na Obra, quando possível, é mais demorada, devido a inexistência de ferramental e de mão-de-obra adequados.

Um outro ponto de preocupação é a qualidade de material utilizado em equipamentos “estanques”, tornando difícil a inspeção do produto acabado, não sendo possível atestar até que ponto sua vida útil está em sintonia com os demais componentes da usina. Sugerimos que se adote a inspeção dos componentes dos equipamentos, a medida que estes vão sendo fabricados e montados.

Na Usina **XXX**, o atraso gerado, quer por produto defeituoso ou por falha de planejamento na entrega do mesmo, explicita que os meios de controles dos fornecedores estão fragilizados pela metodologia adotada, qualificação e quantidade da mão-de-obra envolvida, justificando plenamente maior intervenção de inspetores do cliente na fábrica.

Mesmo em usinas que não tiveram atrasos nas datas de geração, na maioria dos casos o cronograma de montagem poderia ser antecipado, antecipando receita, diminuindo custos com relação à mobilização no canteiro de Obra e comissionamento, e diminuindo riscos de prejuízos nos compromissos assumidos junto à ANEEL e ao comprador de energia.

6.0 RECOMENDAÇÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A COPEL considera, entre outras, as seguintes vantagens de se ter a inspeção própria ou contratada, atuando diretamente na fábrica, tais como.

- a) Inspetores externos qualificados e com tempo de permanência na fábrica adequado podem:
 - Acompanhar o fabricante, de maneira informal e formal, nos procedimentos com relação à qualidade, no controle desta;
 - Introduzir parâmetros e conceitos externos à fábrica, úteis à fabricação;
 - Manter o cliente constantemente informado sobre o fornecimento, subsidiando intervenções no

processo, antes que se denotem atrasos e/ou não-conformidades;

- Tornar a comunicação cliente/fornecedor mais rápida, facilitando a tomada de decisão e por consequência, facilitando o cumprimento dos prazos previstos;
 - Melhorar a integração com os demais envolvidos no projeto e fornecimento, com ênfase à integração dos setores de controle de qualidade fabricante principal/subfornecedores/terceirizados;
 - Promover otimização do cronograma de fornecimento dos equipamentos.
- b) Conforme nosso procedimento de inspeção indicado na norma ISO 9001, deve ser efetuada análise detalhada do Plano de Inspeção e Testes, que determina a atuação dos controles de qualidade em todo o processo produtivo, onde possam ser previstas inspeções durante os processos de fabricação e inspeção final do produto, e que todos os equipamentos e materiais sejam enviados para a Obra somente com a liberação do inspetor do cliente.
 - c) Quando da formalização contratual, visando conhecer a estrutura montada pelo fabricante citamos alguns pontos que merecem ser observados e discutidos:
 - Independência do sistema de controle de qualidade dentro da fábrica, em especial com relação ao setor de produção;
 - Frequência de atuação do pessoal de controle de qualidade;
 - Qualificação do pessoal envolvido no controle de qualidade;
 - Quantidade de mão-de-obra envolvida no controle de qualidade;
 - Sistema de controle de qualidade dos parceiros nas terceirizações e subfornecimentos.
 - Qualquer dos itens acima, quando não adequadamente definido, é determinante no número de não-conformidades no produto final.

Basicamente recomendamos que, independente da modalidade de controle de qualidade adotada na fabricação, este controle deve atender aos seguintes fatores:

- Realização de inspeções por equipe independente do fabricante;
- Definição objetiva dos critérios de controle nas especificações técnicas;
- Definição clara da atuação do controle de qualidade do proprietário junto ao fabricante nos documentos de contrato;
- Participação efetiva da inspeção durante todo processo de fabricação e inclusive na inspeção final do produto;
- Elaboração e análise detalhada do plano de inspeção e testes, serem realizadas em conjunto pelo fabricante e pelo inspetor do proprietário;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) COPEL GERAÇÃO S.A. Produção, Indicadores de desempenho e ocorrências - Relatório Intranet atualizado Curitiba, 2002-11-14;