



QUALIDADE NA SOLDAGEM EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE ESTRUTURAS METÁLICAS SOLDADAS DO SETOR DE ÓLEO E GÁS

Raphael Sanches Nascimento (UFF)

raphasn82@yahoo.com.br

Luis Celso da Silva (UFF)

luiscelso@latec.uff.br

Este trabalho tem como objetivo apresentar os principais métodos para Controle da Qualidade de equipamentos soldados aplicados na indústria do Petróleo. A partir dos requisitos exigidos, descrevem-se todas as etapas do processo de Controle da Qualidade. O estudo foi realizado em duas fases, sendo que na primeira fase faz-se uma revisão da literatura e apresentação de requisitos básicos e normas relacionadas à fabricação de estruturas soldadas, bem como a abordagem dos ensaios aplicáveis. Na segunda fase, trata-se do estudo de caso. Analisando as situações encontradas em uma empresa fabricante, descreve-se o processo de fabricação e as inspeções aplicáveis, além de ferramentas que foram utilizadas e ações que foram implantadas para adequar a empresa aos requisitos exigidos pela indústria do Petróleo. Como resultados foram alcançadas melhorias no processo de fabricação da empresa e retorno financeiro. Conclui-se que a utilização de ferramentas da qualidade e de profissionais capacitados é fundamental para o desenvolvimento de qualquer empresa, gerando desta forma a promoção do nome e da imagem da mesma no mercado. O trabalho apresentado também contribui para um melhor conhecimento da realidade e da operação de empresas que atuam no segmento de Óleo e Gás.

Palavras-chaves: Gestão. Controle da Qualidade. Setor de Petróleo

1. INTRODUÇÃO

A história nos mostrou que descobertas de grandes reservas de petróleo produzem impacto suficiente para mudar a trajetória de um país. Esta regra valeu durante todo o século passado e continua atualmente. O fato do nosso petróleo se encontrar predominantemente no mar, ainda por cima, em águas ultraprofundas, o que aumenta os custos de produção, não é de todo desanimador.

Nossa macroeconomia agradece à medida que cresce a demanda por elevados investimentos. De qualquer modo, estamos bem amparados por uma estimativa de que a cotação do barril do petróleo continuará a recuperação de seus anteriores preços astronômicos.

Em relação ao pré-sal, conjunto de rochas localizadas nas porções marinhas de grande parte do litoral brasileiro com potencial para a geração e acúmulo de petróleo, os primeiros resultados apontam para volumes muito expressivos. Para se ter uma idéia, só a acumulação de Tupi, na Bacia de Santos, tem volumes recuperáveis estimados entre cinco e oito bilhões de barris de óleo equivalente (óleo mais gás). Já o poço de Guará, também na Bacia de Santos, tem volumes de 1,1 a 2 bilhões de barris de petróleo leve e gás natural, com densidade em torno de 30° API (PETROBRÁS, 2009).

Diante do grande crescimento previsto das atividades da companhia para os próximos anos, tanto no pré-sal quanto nas demais áreas onde ela já opera, a Petrobrás aumentou substancialmente os recursos programados em seu Plano de Negócios. São investimentos robustos, que garantirão a execução de uma das mais consistentes carteiras de projetos da indústria do petróleo no mundo. Serão novas plataformas de produção, mais de uma centena de embarcações de apoio, além da maior frota de sondas de perfuração a entrar em atividade nos próximos anos (PETROBRÁS, 2009).

Projetos como a construção das plataformas P-55 e P-57 entre outros, já encomendados à indústria naval, garantirão a ocupação dos estaleiros nacionais e de boa parte da cadeia de bens e serviços offshore do país. Só o Plano de Renovação de Barcos de Apoio, lançado em maio de 2008, prevê a construção de 146 novas embarcações, com a exigência de 70% a 80% de conteúdo nacional, a um custo total orçado em US\$ 5 bilhões. A construção de

cada embarcação vai gerar cerca de 500 novos empregos diretos e um total de 3.800 vagas para tripulantes para operar a nova frota (PETROBRÁS, 2009).

O Brasil nunca foi alvo de tantos investimentos estrangeiros. Já se podem vislumbrar as multinacionais e bancos internacionais dirigindo seus investimentos para nosso país por compreenderem o potencial da Bacia de Santos. Isso se deve ao que além do seu petróleo leve, que possui em volume de gás capacidade energética para todo o poderoso parque industrial paulista (KAHN, 2009).

Concomitantemente, a indústria do petróleo vem discutindo, mais intensivamente, as questões relacionadas à confiabilidade dos equipamentos e suas aplicações em ambientes cada vez mais severos, seja em grandes profundidades ou em contato com fluidos cada vez mais corrosivos como o Ácido Sulfídrico - H_2S . Conforme citado em relatórios de empresas do ramo, esse cenário expõe os equipamentos a condições extremas de funcionamento que podem interferir em sua qualidade e na possibilidade de ocorrência de falhas.

Diante deste cenário, a indústria tecnológica mundial está buscando e aperfeiçoando soluções para controlar a qualidade dos equipamentos, como a Árvore de Natal Submarina de forma que garantem o seu funcionamento harmonioso evitando desta forma prejuízos para a economia mundial.

Este artigo aborda algumas práticas de controle da qualidade para fabricação de estruturas metálicas soldadas aplicadas na indústria de Óleo e Gás. A pesquisa realizada foi da forma qualitativa, bibliográfica e exploratória, fundamentada em um estudo de caso (YIN, 2005). Ela se baseou numa breve revisão de literatura sobre gestão da qualidade, requisitos da qualidade e práticas de controle da qualidade para fornecimento de estruturas soldadas e apresentação de um estudo de caso, que evidencia práticas adotadas para melhoria da qualidade em uma empresa fabricante de estruturas metálicas soldadas.

2. QUALIDADE NA FABRICAÇÃO DE ESTRUTURAS SOLDADAS PARA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

O aumento da produtividade não está somente relacionado à quantidade produzida, mas também ao produto que atenda às necessidades dos clientes, conforme pondera Campos (1999), a produtividade é aumentada pela melhoria da qualidade. O atendimento a um

programa de qualidade pode ser visto de três maneiras pelas empresas atuantes neste segmento: a primeira como uma imposição do governo, com suas agências regulatórias, departamentos, normas e legislações; a segunda como mercadológica devido à competitividade ou exigência dos clientes. A outra é como uma ferramenta técnica, capaz de efetivamente diferenciar empresas.

Na fabricação e fornecimento de equipamentos para a Indústria do Petróleo, a Gestão de Qualidade é um instrumento controlador e normatizador, servindo de gerenciamento para uma infra-estrutura apropriada ou Sistema de Qualidade, englobando a estrutura organizacional, os procedimentos, os processos e os recursos.

Adota-se o conceito de qualidade de produto como “uma propriedade síntese de múltiplos atributos do produto que determinam o grau de satisfação do cliente”, conforme Toledo (1997). A qualidade de um produto pode ser avaliada por meio de um conjunto de características e parâmetros específicos a cada caso, que são intrínsecos ou estão associados ao produto.

Produto é entendido aqui como envolvendo o produto físico e o produto ampliado, ou seja, além do produto propriamente dito, envolve também a embalagem, a orientação para o uso, a imagem, os serviços pós-venda e outras características associadas ao produto.

A Norma N-133 da Petrobrás fixa as condições exigíveis e as práticas recomendadas para a execução de soldagem empregada em fabricação e montagem de estruturas metálicas (PETROBRAS, 2009). Esses requisitos passam pelas técnicas de soldagem, qualificação dos inspetores de solda e de Ensaio Não Destrutivo (END), inspeção, manuseio e armazenamento dos consumíveis de soldagem; dentre outros requisitos técnicos.

2.1. CONTROLE DA QUALIDADE NA SOLDAGEM

O processo de soldagem tanto manual como a semi-automática sofre interferência do soldador e seu julgamento é fundamental na mudança ou correção da soldagem durante a execução. Com o advento da informática, a sua aplicação neste processo surgiu com o objetivo de incrementar a produtividade e melhorar a qualidade de uma empresa. Sendo que a sua aplicação exige na maioria dos casos a adequação dos procedimentos operacionais da empresa à nova realidade a ser implantada (MARTUCCI, 1991).

O Controle da Qualidade é um processo abrangente, sendo que a inspeção da qualidade é uma atividade que o integra. Para Paladini (1997), a atividade de inspeção é a mais importante do sistema de avaliação da qualidade de um processo industrial.

Na prática, a qualidade do processo de Soldagem pode ser controlada por meio de três etapas de inspeção: antes, durante e após a realização da soldagem, conforme definição no quadro 1

A maior parte das inspeções é executada pelo Inspetor de Solda Nível I ou pelo próprio Soldador ou Operador de Soldagem, solda automatizada. Além destes, algumas inspeções são realizadas pelo Inspetor de Ensaio Não-Destrutivo e em laboratórios de ensaios mecânicos.

As atribuições dos Inspetores de Solda Nível 1 e 2 estão definidas no quadro 2 conforme a Norma ISO NBR 14842, sendo a principal diferença que o profissional nível I atua com foco na área de produção enquanto o Nível II atua na elaboração e qualificação de procedimentos de soldagem e análise de relatórios de ensaios diversos.

Neste trabalho será focado o tipo de inspeção não destrutivo, portanto não serão considerados os ensaios destrutivos.

ETAPAS	ITENS INSPECIONADOS
ANTES DA SOLDAGEM	Validade da qualificação dos soldadores; Identificação do metal de base e do consumível; Preparação da junta; Condições de trabalho (meio-ambiente); Procedimentos e qualificações; Planos de Fabricação e Teste; Especificação e qualidade do metal de base; Equipamentos de soldagem e auxiliares; Calibração dos equipamentos e instrumentos; Consumíveis de soldagem.
DURANTE A SOLDAGEM	Controle da montagem e ajustes das peças; Qualidade das soldas de ponteamto; Controle da distorção; Conformidade com procedimentos de soldagem e planos de fabricação; Controle da temperatura de pré-aquecimento e entre passes;

	<p>Manuseio e controle dos consumíveis de soldagem; Qualificação dos soldadores para as operações executadas; Limpeza entre passes e limpeza final da junta; Inspeção Visual.</p>
APÓS A SOLDAGEM	<p>Conformidade com desenhos e especificações; Limpeza; Ensaio Não Destrutivo; Inspeção destrutiva; Ensaio de operação; Controle de reparos e tratamento térmico; Documentação das atividades de fabricação e inspeção.</p>

Quadro 01 – Itens inspecionados na soldagem

Fonte: Elaborado pelo autor

ATRIBUIÇÕES	Qualificação de procedimento de soldagem e de soldadores / operadores de soldagem;
	Verificação dos soldadores e operadores de soldagem;
	Verificação do material de base;
	Verificação dos consumíveis;
	Inspeção de equipamentos de soldagem;
	Inspeção antes, durante e após a soldagem;
	END;
	Ensaio de Dureza;
	Tratamento Térmico após soldagem;
	Reparo de solda;
	Registro de resultados.

Quadro 02 – Atribuições dos Inspetores de Solda Nível 1 e 2

Fonte: Norma NBR 14842

2.2. ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

Os Ensaio Não Destrutivos – END são técnicas utilizadas na inspeção de materiais e equipamentos sem danificá-los, sendo executados nas etapas de fabricação, construção, montagem e manutenção (ABENDI, 2010). Eles constituem uma das principais ferramentas do controle da qualidade de materiais e produtos, contribuindo para garantir a qualidade,

reduzir custos e aumentar a confiabilidade da inspeção. Além disto, contribuem para a qualidade dos bens e serviços, redução de custo, preservação da vida e do meio ambiente, sendo fator de competitividade para as empresas que os utilizam.

Os ENDS incluem métodos que informam os defeitos de um determinado produto, das características tecnológicas de um material, ou ainda, da monitoração da degradação em serviço de componentes, equipamentos e estruturas. Os métodos mais utilizados em estruturas metálicas soldadas são: ensaio visual, líquido penetrante, partículas magnéticas, ultra-som e radiografia – Raios X e Gama (ABENDI, 2010).

Para obter resultados satisfatórios e válidos, devem ser considerados como elementos fundamentais para os resultados destes ensaios, pessoal treinado, qualificado e certificado, equipamentos calibrados e procedimentos de execução de ensaios qualificados com base em normas e critérios de aceitação previamente definidos e estabelecidos.

3. ESTUDO DE CASO: ADEQUAÇÃO DO PROCESSO DE SOLDAGEM AOS REQUISITOS DA PETROBRAS

3.1 A EMPRESA PESQUISADA

Em função da não autorização da direção da empresa, o nome da mesma será substituído por “X”. A empresa X foi fundada no Brasil em 2000, a partir da visão empreendedora do seu proprietário atuando no ramo de distribuição de tubos de aço carbono. No ano de 2007 iniciou suas atividades de fabricação de produtos do segmento offshore focados em estruturas metálicas soldadas.

Desde então com investimentos em infra-estrutura e recursos humanos a X vem crescendo e aperfeiçoando a cada dia seus produtos, observando as verdadeiras necessidades do mercado e estabelecendo um padrão internacional de qualidade.

A empresa possui divisões de negócio especializadas, como a divisão de equipamentos, fabricante da linha completa de estruturas metálicas para indústria do Petróleo como: Árvore de Natal Submarina, Manifold, Módulo de Conexão Vertical, Brackets, módulos de bombeio e ferramentas de instalação. Além disso, a divisão de Tubos e Conexões atua na distribuição de uma linha completa de tubos com e sem costura e conexões diversas.

Ela possui um Sistema de Qualidade certificado com as exigências da ISO¹ 9000:2008² e constantemente recebe auditoria de clientes e usuários finais de seus produtos como a Petrobrás, para avaliações em seu Sistema a fim de constatar o atendimento das Boas Práticas de Fabricação e normas aplicáveis.

Seu Controle de Qualidade é dividido em inspeção de recebimento da matéria-prima, Inspeção dimensional, Inspeção visual geral, Inspeção de Solda através de ensaios não destrutivos, como o visual, líquido penetrante, partícula magnética e ultrassom, inspeção de pintura e documentação da qualidade.

3.2. OS PROCESSOS ESCOLHIDOS

Buscando contribuir com a melhoria contínua dos processos da empresa e ao mais eficiente atendimento aos requisitos dos clientes, o processo de produção (Solda) e Controle da Qualidade vem estudando novas formas de aprimoramento de suas atividades e é com essa finalidade que foram escolhidos para a implantação de procedimentos e práticas que visam melhorar a qualidade final do produto e atender aos requisitos da Petrobrás.

O processo de produção consiste na atividade de soldagem propriamente dita e o processo de Controle da Qualidade consiste em atividades de inspeção do produto como visual, dimensional e documentação.

A produção (solda) é realizada por Soldadores e as inspeções por Inspetores de solda, dimensional, pintura e qualidade (documentação).

Inspeção Visual

A inspeção visual consiste em verificar as características visuais dos produtos, bem como constatar a ocorrência de defeitos como: rebarba, empenamento, erro na identificação do produto, acabamento superficial inadequado, defeitos na pintura e no revestimento e falhas de montagem.

¹ International Organization for Standardization - organização não governamental fundada em 1947 em Genebra, e sua função é promover a normalização de produtos e serviços, utilizando determinadas normas, para que a qualidade dos produtos seja sempre melhorada.

Inspeção Dimensional

A inspeção dimensional consiste em verificar as características dimensionais dos produtos frente ao especificado nos desenhos técnicos, bem como constatar a ocorrência de defeitos como: ovalização e funcionalidade das roscas.

Inspeção de Solda

A inspeção de solda envolve atividades relacionadas como o processo e os equipamentos de soldagem, o procedimento de soldagem, a sua especificação e qualificação, a qualificação do soldador ou operador, a metalurgia da soldagem, métodos de avaliação dimensional, visual e não destrutiva. A inspeção consiste em verificar as características da junta soldada bem como constatar a ocorrência de defeitos como trincas, porosidade, falta de fusão, falta de penetração, inclusão de escória e mordedura.

Inspeção de Pintura

A inspeção de Pintura consiste em verificar as características da superfície revestida frente aos Procedimentos de Pintura, bem como constatar a ocorrência de defeitos como: espessura irregular, manchamento, escorrimento, bolhas e enrugamento.

Inspeção de Documentação

A inspeção de Documentação consiste em verificar se os documentos, como certificados de qualidade da matéria-prima e de consumíveis de soldagem, relatórios do processo de fabricação e de ensaios realizadas, requeridos nas especificações do produto estão conforme o especificado.

3.3 ESTUDO DO PROCESSO

² ISO 9001:2008 – Norma que orienta sobre como é feito o processo de normatização no Brasil.

Foi realizada auditoria no processo de soldagem por especialistas de solda e em sistema da qualidade, tendo como escopo os requisitos da Petrobrás para fornecimento de estruturas metálicas soldadas e requisitos básicos da qualidade. Além disso, os defeitos encontrados durante a inspeção das peças, relatados no item anterior, foram estratificados em planilhas mensais para gestão visual e tratamento sistêmico dos desvios.

Como resultado da auditoria os seguintes problemas foram detectados:

- Falhas na sistemática de identificação e rastreabilidade dos itens que compõe o produto;
- Ausência de sistemática padronizada para qualificação de Procedimentos de Soldagem e de Soldadores;
- Ausência do controle de desempenho dos soldadores;
- Estufas de armazenamento, secagem e manutenção da secagem dos consumíveis com temperaturas e umidade em desacordo com a norma N-133 da Petrobrás;
- As máquinas de solda e estufas de armazenamento de consumíveis não estavam calibradas;
- Ausência de procedimento documentado referente a sistemática de calibração dos dispositivos de medição e monitoramento com as seguintes definições: critérios de aceitação dos dispositivos, periodicidade de calibração, sistemática de análise crítica dos certificados;
- Ausência do Procedimento de Soldagem na fábrica;
- Soldagem sendo realizada na produção com parâmetros diferentes do especificado no Procedimento de Soldagem.
- Ausência de rastreabilidade dos consumíveis de soldagem;
- Os certificados de consumíveis de soldagem não estão sendo inspecionados por um Inspetor de Solda Nível II;
- Falta de treinamento para os soldadores e operadores.

Foi realizado o monitoramento e a classificação dos desvios detectados durante a inspeção das peças por um período de três meses e o resultado do acompanhamento mostrou que 84 defeitos foram detectados no processo de Soldagem, o que representa 57%. Além disso, o resultado da auditoria no processo de soldagem demonstrou muitas carências e

oportunidades de melhorias neste processo. Desta forma, a referida empresa do estudo de caso optou por focar as ações de melhoria nas atividades de soldagem.

3.4 AÇÕES DE MELHORIA NO PROCESSO DE SOLDAGEM

Após a análise dos resultados da auditoria e das Planilhas de Defeitos a empresa optou por elaborar e cumprir um Plano de Ação, conforme quadro 03, com o objetivo de eliminar a causa dos problemas e prover melhorias ao processo. Segue abaixo as ações adotadas com responsáveis e prazo:

ITEM	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO
1	Contratação de um Especialista de Soldagem para prestar serviços de consultoria.	José Dias	Fevereiro / 2009
2	Elaboração de Procedimento referente à sistemática de identificação e rastreabilidade dos itens que compõe o produto.	Pedro Paulo	Fevereiro/ 2009
3	Treinamento dos colaboradores da área de corte de chapas e soldagem no procedimento listado no item 2.	Pedro Paulo	Março/ 2009
4	Elaboração de Procedimentos referente às atividades de Qualificação de Procedimentos de Soldagem, Qualificação de Soldador e Controle de Desempenho do Soldador.	Paulo Antunes/ João Paulo	Março / 2009
5	Treinar os supervisores de fábrica e soldadores/ operadores de soldagem nos procedimentos listados no item 4.	Paulo Antunes/ João Paulo	Março / 2009
6	Controlar mensalmente o desempenho dos soldadores e operadores de soldagem conforme procedimento aplicável	Paulo Antunes	Abril / 2009
7	Implantar pasta na fábrica com todos os Procedimentos de Soldagem qualificados de forma que os soldadores tenham acesso	Pedro Santos	Março / 2009

	aos documentos.		
8	Adequação das estufas de armazenamento, secagem e manutenção da secagem dos consumíveis de soldagem aos requisitos da norma N-133 da Petrobrás.	José Antônio	Abril / 2009
9	Calibrar as máquinas de solda e estufas de consumíveis e criar procedimento sobre esta atividade.	Pedro Santos	Abril / 2009
10	Elaboração de procedimento sobre a sistemática de inspeção, armazenamento, manuseio e rastreabilidade dos consumíveis de soldagem.	Bruno Gomes	Abril / 2009
11	Treinar os supervisores de fábrica e soldadores/ operadores no procedimento listado no item 10.	Bruno Gomes	Abril / 2009
12	Elaboração de Procedimento referente à sistemática de calibração dos dispositivos de medição e monitoramento.	José Maria	Abril/2009
13	Treinamento dos inspetores da qualidade e usuários de dispositivos de medição no procedimento listado no item 12.	José Maria	Abril/2009

Quadro 03: Plano de Ação: Implantação de melhorias no processo de soldagem
Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 BENEFÍCIOS ALCANÇADOS

Após a implementação do Plano de Ação, foi realizada uma nova auditoria que demonstrou que os requisitos da Petrobrás para fornecimento de estruturas metálicas soldadas e requisitos básicos da qualidade estão sendo atendidos, fazendo parte da sistemática de trabalho da empresa. Isso foi possível porque as ações de melhorias propostas foram executadas e as metas alcançadas.

Abaixo, estão listados os resultados mais expressivos que foram alcançados:

- Redução da quantidade de defeitos detectados na inspeção de soldagem: de 28 mensais para 5;
- Redução da quantidade de defeitos detectados na inspeção visual: de 8 mensais para 1. Como destaque a redução a zero de problemas de identificação dos itens;
- Padronização de diversas atividades reduzindo desta forma a quantidade de não-conformidades;
- Solução de problemas diários que afetavam a entrega do produto no prazo;
- Melhora significativa da imagem da empresa frente aos seus clientes, levando desta forma a prospecção de novos clientes no segmento de Óleo & Gás.

4. CONCLUSÃO

A fabricação da estruturas metálicas soldadas para a indústria do Petróleo é um processo que, do início ao fim, é sinônimo de qualidade, começa com a rastreabilidade da matéria-prima utilizada, passando pelo processo de soldagem conforme uma série de requisitos de fabricação e documentação e termina em estruturas que serão usadas no mar a 2000 metros de profundidade.

O presente trabalho procurou dar uma pequena contribuição para um melhor conhecimento dos requisitos exigidos para fornecimento de estruturas metálicas soldadas para indústria do Petróleo. Igualmente, apresentaram-se algumas ações para adequação de uma empresa para fornecimento destas estruturas conforme os requisitos exigidos, e ainda promover o nome e a imagem da empresa, trazendo também retorno financeiro.

O estudo de caso demonstrou que a realização de auditorias de processo por especialistas e o registro dos defeitos encontrados são ferramentas poderosas para conhecer a realidade da empresa e prover subsídios para implementação de melhorias em um processo.

Como destaque, temos as ações implementadas pela empresa, do referido estudo de caso, focadas em padronização das atividades através de procedimentos documentados e posterior treinamento para todos os envolvidos no processo de forma a se obter uma conscientização. Além disso, é importante frisar que muitas vezes a contratação de consultores para suprir carências técnicas em uma empresa é fundamental para o desenvolvimento da mesma.

Desta forma, podemos destacar que uma correta abordagem de uma empresa para atuar no segmento de Petróleo fundamenta-se nos seguintes parâmetros: Sistema de Gestão da Qualidade implementado e vivo; Bom conhecimento dos requisitos exigidos; Bom conhecimento dos critérios de aceitação requeridos; Investimentos em Treinamento & Desenvolvimento dos profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENDI, Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção. Disponível em: <www.abende.org.br>. Acessado em 15/01/2010.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14842: Critérios para qualificação e certificação de Inspetores de Soldagem. Rio de Janeiro, 2003.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

KAHN, Mauro. A nova indústria do Petróleo, 2009. Disponível em: <<http://www.artigonal.com/negocios-admin-artigos/a-nova-industria-do-petroleo>>. Acessado em: 03/01/2010.

MARTUCCI JÚNIOR, Moacyr. Considerações sobre a implantação de automação. Automação e Controle, São Paulo, v. 1, n.10, p.38-40, jul. 1991.

PETROBRAS, Petróleo Brasileiro. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/presal/perguntas-respostas>>. Acessado em: 20/12/2009.

PALADINI, Edson P. Qualidade Total na Prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. São Paulo: Atlas, 1997.

TOLEDO, José Carlos de. Qualidade industrial: conceitos, sistemas e estratégias. São Paulo: Atlas, 1997.

YIN, Robert K. Estudo de caso: Planejamento e métodos. São Paulo: Editora Bookman, 2005.