

A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA APQP EM PROJETOS DE DUTOS SUBMARINOS

**Larissa Araújo Nunes, Fundação Getúlio Vargas,
larissa.nunes@engenharia.ufjf.br**
**Marcos Vinicius Rodrigues, Universidade Federal de Juiz de Fora,
marcos.rodrigues@engenharia.ufjf.br**

***Resumo:** O objetivo deste trabalho é sugerir uma forma de aplicação da metodologia APQP às diferentes fases de um projeto de duto de extração de petróleo offshore tais como a qualificação, fabricação e instalação. Este objetivo vai de encontro às dificuldades na indústria de componentes submarinos relacionadas à baixa padronização entre diferentes projetos, existência de diversos fornecedores e fabricantes, perda de informações e busca pela melhoria da qualidade do produto final. A partir das diretrizes do manual APQP, o trabalho busca criar um guia que reduza a complexidade na indústria de componentes submarinos, aplicando as práticas bem sucedidas das indústrias automobilística e eólica à indústria de dutos de extração de petróleo offshore.*

***Palavras-chave:** Dutos submarinos, APQP, padronização*

1. INTRODUÇÃO

Um dos componentes de um sistema submarino de extração de petróleo, o sistema de duto submarino faz a ligação entre os elementos que contém pressão na superfície de um poço de petróleo e onde é realizada a perfuração até às instalações de processamento. Sendo assim, pode transportar produtos petroquímicos, gás de elevação, água de injeção e outros produtos químicos (Bai & Bai, 2010). Este trabalho é aplicável considerando-se a utilização de dutos metálicos simples feitos de aço manganês (C-Mn).

Além disso, os dutos submarinos também podem fazer a conexão entre as instalações de processamento e a costa, transportar produtos entre plataformas, manifolds submarinos e poços de satélite ou serem usados para a injeção de água (Bai & Bai, 2010).

O projeto de fabricação de um duto submarino e seus componentes envolve diversas fases e pode ser separado em três macros etapas: engenharia conceitual, engenharia ou pré-engenharia preliminar e engenharia detalhada. Diversas fases e/ou componentes de um projeto de um sistema de dutos submarinos são executadas por diferentes fornecedores muitas vezes espalhado em diversas localizações ao redor do mundo e que devem, ao final, entregar o produto de acordo com os critérios estabelecidos pelo cliente final (Bai & Bai, 2010).

De modo geral, projetos de dutos offshore são em sua maioria executados individualmente. Em muitos casos, cada projeto é tratado como único e independente de outros projetos com possíveis similaridades que poderiam utilizadas em diferentes projetos. Esta visão pode ocasionar desperdícios de tempo e dinheiro que poderiam ser reduzido com a aplicação de uma visão sistêmica e conjunta dos projetos de dutos como parte de uma linha de produção. Assim, cada projeto seria tratado como parte de um todo e as similaridades entre diferentes projetos poderiam ser mais bem aproveitadas através da padronização e otimização dos processos envolvidos.

Pensando em uma forma de otimizar os processos envolvidos na fabricação de um sistema de dutos submarino, criar uma sistemática padrão a ser seguida e reduzir erros e desperdícios, o trabalho sugere a aplicação da metodologia APQP nas diferentes fases de um projeto de dutos tais como a qualificação, fabricação e instalação dos dutos.

O intuito do APQP consiste em monitorar o planejamento e execucao do processo de desenvolvimento e validacao do produto e do processo de producao. Com esse objetivo, a metodologia estipula certas tarefas que devem ser realizadas em fases especificas do processo de desenvolvimento do produto (Chrysler Corporation et al., 2008).

Desse modo, com a adocao do APQP, espera-se uma simplificacao no planejamento de qualidade, tanto para o cliente, quanto para as empresas, alem de uma melhora na comunicacao com fornecedores, que e de extrema importancia em projetos que englobam diferentes fornecedores e subfornecedores, como e o caso dos dutos submarinos.

Apesar de a metodologia ter sido desenvolvida originalmente em prol da industria automobilistica pelas empresas Ford, Chrysler e GM, os seus beneficios se estendem tambem a outros diversos setores no meio industrial, ja que e aplicavel a uma ampla gama de processos e tecnologias de fabricacao (Chrysler Corporation et al., 2008).

Um exemplo de aplicacao da sistemtica em um ramo diferente da industria automobilistica e a iniciativa APQP4Wind, que consiste em uma associacao sem fins lucrativos criada por diversos fabricantes e fornecedores dos componentes de um sistema de geracao de energia eolica (Danish Wind Industry Association, 2017).

A organizacao tem como objetivo simplificar e fortalecer todo o planejamento da qualidade e o processo de liberacao do produto, atraves de uma metodologia comum, de forma a promover a melhoria contnua e a reduzir tanto os riscos, quanto os custos de projetos dentro da industria eolica.

Para isso, a empresa fornece um manual que propoe estruturar uma forma de fabricantes e fornecedores trabalharem juntos, a fim de minimizar a perda de informacoes e possiveis retrabalhos, estabelecer uma abordagem preventiva e padronizada que deve ser seguida em todas as etapas do projeto, assim como reduzir custos com erros.

De forma similar, os projetos de sistemas submarinos de extracao de petroleo tambem contam com diversos fornecedores e fabricantes, o que pode levar a perda de informacoes e, conseqentemente, a um desperdicio de tempo e recursos. Assim, a aplicacao da metodologia APQP vai de encontro as necessidades do setor, visto que poderia promover um alinhamento entre os diversos agentes da cadeia produtiva, uma padronizacao dos procedimentos na fabricacao de dutos e um aumento da qualidade do produto final.

2. PROJETO DE DUTO SUBMARINO

Segundo Bai e Bai (2010), o projeto de um duto comea com a engenharia conceitual, com a definicao do arranjo conforme apresentado na Fig(1), responsavel por identificar restricoes tecnicas e orçamentarias, eliminar opçoes não viáveis e apontar áreas críticas que demandarão mais esforço.

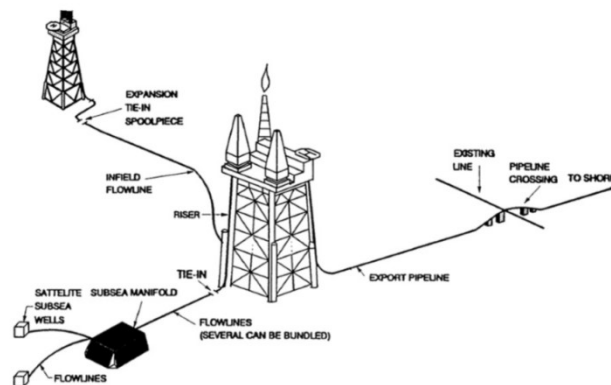


Figura 1: Típico arranjo de sistema de dutos submarinos (Fonte: Bai e Bai, 2010)

Em seguida, na fase da engenharia preliminar, começam a ser determinadas as dimensões do duto, o grau do aço e a espessura da parede e os requisitos relacionados à instalação, ao comissionamento e operação do sistema submarino.

Já na engenharia detalhada, diversos objetivos técnicos são estipulados. Assim, inicia-se o processo de design e desenvolvimento do projeto, a fim de determinar os parâmetros ótimos de dimensionamento do tubo, tais como o diâmetro interno, a espessura da parede, confirmação do material que será usado em sua estrutura, o tipo de revestimento para prevenir corrosão e/ou acrescentar peso e a espessura do revestimento.

Além disso, nesta fase, são dimensionados diversos componentes utilizados tais como: flanges, equipamentos, conectores, parafusos, suportes, etc.

Para tanto, são necessários dados acerca do layout submarino, condições ambientais, assim como normas e padrões do projeto. A DNV GL OS F101 (2017), por exemplo, se destaca no setor, já que é responsável por fornecer critérios e procedimentos de aceitação para o projeto, fabricação e instalação da tubulação submarina.

Além disso, ainda torna-se necessária uma avaliação dos riscos envolvidos no projeto, a fim de determinar os possíveis modos de falha críticos do projeto como por exemplo as forças atuantes de arrasto do duto, a resposta do pipeline nessa situação, a frequência ou a probabilidade de queda de âncora impactando o duto e os seus desdobramentos para a manutenção da integridade do mesmo.

3. METODOLOGIA APQP

A metodologia APQP, conforme apresentado na Fig (2), foi desenvolvida com o objetivo de identificar as mudanças necessárias em um projeto o quanto antes, a minimizar mudanças tardias e a garantir a qualidade dentro do tempo disponível para o projeto com o menor custo possível, possui dois focos principais o planejamento inicial e a execução.

Assim, a sistemática aborda desde a validação inicial de produto e dos processos, até a implementação, na qual é necessário avaliar a satisfação do cliente e a identificação de oportunidades de melhoria.

A descrição do planejamento da qualidade do produto como um ciclo ilustra a busca interminável por melhorias contínuas que só podem ser alcançadas com a experiência e os aprendizados adquiridos em um projeto prévio e a aplicação do conhecimento adquirido no próximo projeto.

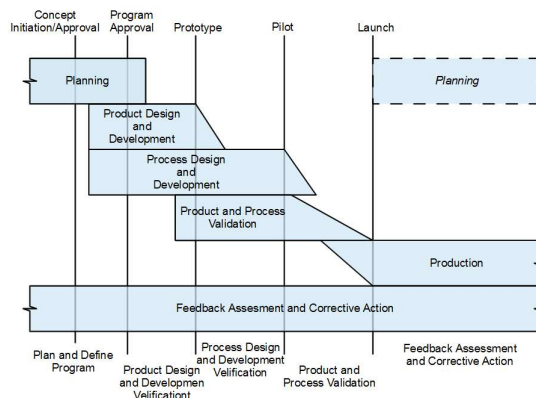


Figura 2: Estrutura básica e fases do APQP (Chrysler Corporation et al., 2008)

O APQP apresenta uma estrutura básica, que pode ser adaptada para a linguagem e para o sistema de desenvolvimento de cada empresa, o que significa que as atividades básicas devem ser cumpridas antes que cada etapa seja concluída, mas as nomenclaturas, sistema de monitoramento, tratativas de equipes, reuniões, entre outras, são particulares de cada empresa. Assim, segundo a autora Rocha (2009), a metodologia estipula as seguintes etapas:

Planejamento: incorpora as necessidades e expectativas do cliente no planejamento e na definição de um programa de qualidade. Para isso, pode-se realizar uma pesquisa de mercado, avaliação do histórico de informações sobre qualidade ou uma análise através da experiência dos envolvidos no projeto. Também é importante considerar planos de negócio, premissas do produto, definição de objetivos, informações obtidas por benchmarking, cartas de fluxo de processos e estudos sobre a confiabilidade do produto.

Design e Desenvolvimento do Produto: nessa etapa, as características do projeto são especificadas. A partir disso, inicia-se a criação de protótipos para avaliar se o produto atenderá ou não as expectativas e requisitos do cliente. Para isso, é necessário elaborar um DFMEA (análise de modo e efeito de falha potencial), criar um projeto de montagem, estruturar desenhos de engenharia, definir as especificações do produto e identificar as máquinas e equipamentos que serão utilizados.

Design e Desenvolvimento dos Processos: possui como intuito o desenvolvimento de um sistema de fabricação eficaz, que atenda os requisitos, necessidades e expectativas do cliente. Assim, a etapa demanda atividades como: especificação de embalagem e a elaboração de fluxograma do processo, layout da planta, Matriz de Características, modo de falha de processo e análise de efeitos (PFMEA), plano de controle de pré-lançamento (incluindo dispositivos à prova de erros), instruções sobre os processos, e plano de análise de sistemas de medição e de estudo da capacidade do processo.

Validação do Produto e do Processo: é formada pelos experimentos que visam assegurar a realização de todas as atividades precedentes baseadas no planejamento e nos requisitos do cliente. Assim, nessa fase é necessário realizar uma corrida experimental, a avaliação do sistema de medição, da embalagem e da capacidade do processo, a aprovação da peça de produção, a realização de testes para validação e a conclusão do plano de controle da produção.

Feedback, Avaliação e Medidas Corretivas: é o momento de avaliar a eficácia do planejamento da qualidade do produto e a presença de causas de variação especiais e comuns. O plano de controle de produção é a base para avaliar o produto ou serviço nesta fase, assim como os dados de variáveis e atributos. O objetivo é reduzir a variação do processo; analisar e corrigir situações que prejudicam o desempenho do produto; e avaliar serviços e entregas, de forma a promover a melhoria contínua da qualidade.

Cada atividade realizada nessas etapas fornece o input necessário para a etapa seguinte. Além disso, o APQP recomenda uma análise crítica com o suporte da gerência ao final de cada fase, que deve ser informada sobre o progresso do projeto e auxiliar a equipe, fornecendo recursos, confirmando o planejamento e ajudando a resolver problemas que possam surgir (ROCHA, 2009).

Para aplicar a metodologia no desenvolvimento de um produto, também é importante manter registros escritos conhecidos como planos de controle. Assim, deve ser feita uma descrição do protótipo, com medidas dimensionais e testes de material e desempenho que ocorrerão durante a sua criação; um registro das medidas dimensionais e testes de material e desempenho que ocorrerão após o protótipo e antes da produção completa; e uma documentação abrangente sobre as

características do produto e dos processos, definindo mecanismos de controle e sistemas de medição que irão operar durante a produção em massa (Chrysler Corporation et al., 2008).

O plano de controle é parte integrante de um processo geral de qualidade e deve ser utilizado como documento ativo. Ele descreve as ações necessárias em cada fase do processo, incluindo requisitos de recebimento, processamento e finalização que devem ser atendidos para garantir que todas as saídas do processo estejam em um estado de controle (Chrysler Corporation et al., 2008).

4. METODOLOGIA APQP APLICADA A PROJETOS DE DUTOS OFFSHORE

Na busca por soluções que propiciem uma melhora na gestão da qualidade dentro da cadeia de suprimentos de componentes submarinos de extração de petróleo, a pesquisa foi desenvolvida aplicando os conhecimentos sobre a metodologia APQP às fases envolvidas em um projeto de sistema de duto submarino.

Além disso, também foi usado como base o projeto APQP4WIND, uma iniciativa da Associação Dinamarquesa da Indústria Eólica (DWIA) junto a mais de 30 empresas no ramo de energia eólica.

A partir de reuniões entre fornecedores, fabricantes e organizações públicas dinamarquesas, iniciou-se um movimento que tinha como objetivo principal a redução do custo nivelado de energia eólica. Para o desenvolvimento do projeto, a DWIA e a Fundação da Indústria Dinamarquesa desenvolveram um manual que adaptava as diretrizes da metodologia APQP da indústria automobilística para a indústria eólica (Danish Wind Industry Association, 2017).

O manual foi criado com o intuito de atender a todo o setor eólico, padronizar diretrizes e definir as melhores práticas para planejar e executar a garantia de qualidade em toda a cadeia de suprimentos, desde serviços públicos a fornecedores de componentes. Desse modo, os procedimentos específicos de cada empresa foram substituídos por um guia comum, que passou a servir de base para fabricantes e fornecedores de diversas partes do mundo (Danish Wind Industry Association, 2017).

Assim, este trabalho buscou criar um guia que reduza a complexidade na indústria de componentes submarinos, promova o alinhamento do planejamento da qualidade do produto na cadeia de valor e forneça um meio eficaz para a comunicação dentro da gestão de qualidade do produto.

5. APQP4SUBSEA

O resultado do presente trabalho é apresentado a seguir onde são definidos os passos a serem seguidos para implementação do APQP na indústria submarina (APQP4SUBSEA) onde o objetivo final é a busca pela garantia de qualidade e padronização de produtos e processos.

5.1. Planejamento

O planejamento deve ser composto por diversas etapas que têm como objetivo atender os requisitos do cliente e promover sua satisfação. As ações elaboradas durante o planejamento devem ter como saídas:

- Objetivos em relação ao design
- Metas de confiabilidade e qualidade
- Lista preliminar de materiais
- Fluxograma preliminar dos processos
- Lista preliminar de características especiais de produtos e processos
- Plano de garantia do produto

- Suporte de gerenciamento (incluindo cronograma e planejamento de programas para a utilizacao de recursos e gerenciamento da equipe)

Assim, as seguintes acoes sao recomendadas:

Analise da voz do cliente:

Uma forma de atender essa sugestao e utilizar registros de clientes anteriores, a fim de identificar as principais preocupacoes e desejos envolvidos em projetos de dutos. E importante definir praticas bem sucedidas em projetos semelhantes e licoes aprendidas com erros cometidos, basear-se em relatorios de garantia e resultados alcançados, verificar indicadores de capacidade, assim como relatorios de qualidade providos por fornecedores. Tambem e recomendado utilizar a experiencia adquirida pela equipe em outros projetos como fonte de conhecimento e como possiveis oportunidades de melhoria.

Os dados levantados devem ser transformados posteriormente em objetivos de design quantitativos, que devem ser mensurados e acompanhados durante o desenvolvimento do projeto.

Premissas do produto e dos processos:

Nesse momento, um esboço das principais características do produto e dos processos envolvidos em sua fabricacao devem ser realizados. Para isso, devem ser levantados os seguintes insumos:

- Layout submarino
- Dados ambientais
- Parametros de projeto do sistema de duto submarino
- Selecao do metodo de instalacao e verificacao da viabilidade
- Comparacao economica para todos os possiveis metodos de instalacao de dutos
- Estimativa de custos

Estudos da confiabilidade do produto:

O planejamento deve considerar a frequencia de reparo ou substituicao de componentes dentro de periodos designados e os resultados de testes de confiabilidade / durabilidade do produto. Muitas vezes, em projetos de dutos submarinos em grandes profundidades, o reparo ou substituicao de componentes e uma tarefa que pode envolver custos exorbitantes. Ja as metas de confiabilidade devem ser estabelecidas de acordo com as expectativas e os requisitos do clientes.

Lista de materiais preliminar

A equipe deve estabelecer uma lista preliminar de materiais com base em premissas de produto / processo e incluir uma lista de fornecedores em potencial. Para identificar as caracteristicas especiais preliminares do produto / processo, e necessario selecionar o processo de projeto e fabricacao apropriado.

Fluxograma:

O processo de fabricacao previsto deve ser descrito usando um fluxograma do processo desenvolvido a partir da lista preliminar de materiais e premissas de produto / processo.

Identificacao preliminar de caracteristicas especiais de produto e processo

As caracteristicas especiais do produto e do processo sao aquelas apontadas pelo cliente, complementando as caracteristicas ja selecionadas pela organizacao atraves do conhecimento da area. Exemplos de entradas para identificacao de caracteristicas especiais incluem:

- Premissas do produto baseadas na analise das necessidades do cliente e expectativas;

- Identificacao de metas e requisitos de confiabilidade;
- Identificacao de caracteristicas especiais do processo a partir do previsto; ex. processo de manufatura, tais como dutos HP/HT (Alta pressao e alta temperatura), contato com gases corrosivos (sweet or sour service), etc;
- FMEAs de projetos similares.

Plano de garantia do produto:

O Plano de Garantia do Produto traduz metas de design em requisitos e baseia-se nas necessidades e expectativas do cliente. Ele deve servir como um manual a ser seguido e pode ser desenvolvido em qualquer formato compreendido pela organizacao, desde que inclua:

- Esboço dos requisitos do programa.
- Identificacao de confiabilidade, durabilidade e metas e / ou requisitos de rateio / alocao.
- Avaliacao de novas tecnologias, complexidade, materiais, aplicacao, requisitos de ambiente, servico e fabricacao, ou qualquer outro fator que pode colocar o programa em risco.
- Avaliacao dos modos de falha e analise de efeitos (FMEA).
- Desenvolvimento de requisitos preliminares de engenharia: Isso inclui, por exemplo, diametro, espessura da parede, segmentacao da pressao de projeto, requisitos de estabilidade, tipo de material, protecao contra corrosao e tipo de operacao do pipeline;
- Desenvolvimento de um Plano de Manutencao.

5.2. Design e Desenvolvimento do Produto

Nessa etapa, os outputs do planejamento devem ser transformados nos seguintes requisitos de design:

- Modo de falha de projeto e analise de efeitos (DFMEA)
- Projeto para fabricacao e montagem
- Verificacao de projeto
- Revisoes de Design
- Construcão de prototipo - plano de controle
- Desenhos de engenharia (incluindo dados matematicos)
- Especificacoes de engenharia
- Especificacoes do material
- Alteracoes de desenho e especificacao

Para minimizar os riscos do projeto e verificar potenciais modos de falha, devem ser realizadas analises por exemplo de resposta global do sistema a expansao, forca efetiva, flambagem, impacto e resposta hidrodinamica, alem da forca local em caso de explosao, flambagem e corrosao.

Ja no projeto para fabricacao e montagem, devem ser estabelecidas tolerancia de variacao admitida em cada parametro, os requisitos de desempenho, a extensao do duto, o projeto de cruzamento e o manuseio de materiais, focando na otimizacao da relacao entre design, capacidade de fabricacao e facilidade de montagem.

A adocao de normas internacionais, tais como DNV GL OS F101 (2017), e uma pratica comum na industria que, de certa forma, contempla este item. O desafio aqui e garantir que a informacao consiga permear por toda a cadeia de fornecedores, de forma que, ao final do projeto, todos os requisitos especificados tenham sido executados de acordo.

Nas verificações do projeto, comumente realizadas por uma terceira parte independente, deve-se avaliar não só requisitos técnicos de projeto como a consistência das informações utilizadas entre diferentes fornecedores em relação ao próprio projeto e que tenham consequências na fabricação, montagem e testes de fábrica e instalação.

Além disso, devem ser definidas metas formais de confiabilidade, considerações sobre os requisitos funcionais e realizadas simulações computacionais.

Já para a construção do protótipo, se for o caso, deve ser realizada uma descrição das medidas dimensionais e dos testes de materiais e funcionais que ocorrerão durante a sua construção. A equipe de planejamento da qualidade do produto deve garantir que um plano de controle seja preparado e seguido nas próximas etapas.

Nessa etapa também devem ser feitos os desenhos estruturais, incluindo o projeto de equipamentos e das válvulas, a definição de sistemas de controle de corrosão, revestimento de peso e segurança dos dutos, além da seleção do material de composição entre outros.

Além de desenhos e especificações de desempenho, as especificações dos materiais também devem ser revisadas para a fim de avaliar propriedades físicas, desempenho, impactos ambientais, manuseio e requisitos de armazenamento. Essas características também devem ser incluídas no plano de controle.

5.3. Design e Desenvolvimento do Processo

Nessa etapa os output da fase anterior servem como input para geração dos seguintes resultados:

- Revisão do sistema de qualidade do produto / processo
- Fluxograma do processo
- Layout da planta
- Matriz de Características
- Modo de falha de processo e
- Análise de Efeitos (PFMEA)
- Plano de controle de pré-lançamento
- Instruções do processo
- Plano de Análise de Sistemas de Medição
- Plano preliminar de estudo da capacidade do processo
- Suporte de gestão

Primeiramente, a metodologia APQP recomenda a revisão do sistema de gestão da qualidade, de forma a incluir controles adicionais ou alterações processuais no plano de controle de fabricação. A revisão deve servir como insumo para a busca de melhorias e aperfeiçoamento do projeto.

O fluxograma dos processos também deve ser concluído e anexado ao plano de controle, dando ênfase aos impactos que podem ser gerados por fontes de variação em cada processo. Devem ser desenvolvidos fluxogramas para todas as atividades dentro da fase de fabricação.

Nessa etapa, também deve ser definido o layout da planta de fabricação de cada componente, apontando pontos de inspeção, localização da carta de controle, aplicabilidade de recursos visuais, estações de reparo provisórias e áreas de armazenamento para conter material não conforme. Todo o fluxo de material deve ser apontado no fluxograma do processo e no plano de controle.

A matriz de características deve destacar a relação entre cada parâmetro dos processos e a as estações de trabalho, enquanto o DFMEA deve verificar cada processo, de forma a antecipar e resolver, quando possível, problemas encontrados na fabricação dos componentes de um pipeline.

Também devem ser feitos planos de controle de pré-lançamento, que são uma descrição das medições dimensionais e testes de material realizados com base no protótipo antes da produção

completa. O plano de controle de pré-lançamento deve incluir controles adicionais de produto / processo a serem implementados até que o processo de produção seja validado, incluindo possíveis não-conformidades durante ou antes das execuções iniciais de produção.

6. VALIDAÇÃO DO PRODUTO E DO PROCESSO

A partir dos dados obtidos com as etapas anteriores, a validação do produto e do processo, nos equipamentos aplicáveis, deve ser realizada mediante:

- Execução significativa da produção
- Avaliação de sistemas de medição
- Estudo preliminar de capacidade de processo
- Aprovação de peças de produção
- Teste de validação da produção
- Avaliação de embalagens
- Plano de controle de produção
- Assinatura do planejamento da qualidade e suporte à gerência

A validação da eficácia do processo de fabricação começa com o significativo ciclo de produção, sendo que a quantidade mínima para a execução de uma produção significativa é geralmente definida pelo cliente, mas pode ser excedida pela equipe de planejamento da qualidade do produto da organização. Para facilitar essa etapa, a organização pode fazer uso de uma folha de verificação.

A validação e aprovação do produto, compreende não só o duto mas também de todos os componentes, a fim de analisar seu desempenho e identificar possíveis causas especiais e comuns de variabilidade. Também é necessário avaliar a eficácia de todo o planejamento da qualidade do duto e componentes a partir do plano de controle de produção.

Como a aprovação do produto vai da fase de projeto até a instalação e o pré-comissionamento, nessa etapa devem ser consideradas avaliações e testes relativos a execução de atividades de instalação e pré-comissionamento do sistema submarino.

Assim, uma vez que o projeto tenha passado satisfatoriamente na fase de avaliação, certificando-se que há evidência suficiente de que todos os requisitos de especificação e registro do projeto de engenharia são atendidos pela organização e que o processo de fabricação tem o potencial de produzir um produto que atenda consistentemente a esses requisitos durante a fase operacional, passa-se às fases de Instalação e Pré-comissionamento. Nas fases de Instalação e Pré-Comissionamento testes adicionais são realizados para garantir a qualidade do produto final

Ao final desta fase, com todas as informações devidamente registradas, pontos de melhoria identificados, lições aprendidas e melhores práticas, além de todo o processo e capacitação de qualificação dos fornecedores desenvolvidos para atendimento aos requisitos do cliente final, esta experiência deve ser utilizada em futuros projetos onde etapas de projeto podem ser suprimidas a partir da identificação de fases similares ao que já foi previamente realizado.

Uma avaliação criteriosa deve ser realizada mas a tarefa é facilitada pela aplicação do APQP onde toda a informação do projeto em suas diferentes fases é armazenada e compartilhada entre todos os envolvidos no processo, desde fornecedores até o cliente final.

7. CONCLUSÕES

Como foi assinalado anteriormente, um dos principais pontos na aplicação da metodologia APQP é a utilização de um plano de controle apropriado e que deve ser seguido e atualizado ao

longo de toda a execução do projeto. Também é fundamental que todos os fabricantes, fornecedores e subfornecedores envolvidos na fabricação do produto tenham acesso a esse plano e participem conjuntamente de sua construção.

Desse modo, a tecnologia deve ser utilizada a fim de otimizar o processo de preenchimento e disseminação das informações ao longo da cadeia de suprimentos, a partir de uma plataforma online que poderia facilitar e potencializar o uso de um plano de controle por todos os agentes da indústria submarina.

Além disso, para que um APQP4SUBSEA seja realmente implementado, assim como o APQP4WIND, é necessário um esforço coletivo por todos os fornecedores e fabricantes do ramo para que sejam definidas e implementadas as diretrizes e ferramentas necessárias. Da mesma forma que na indústria eólica, seria interessante que um projeto piloto fosse desenvolvido pelas empresas do ramo para estipular um manual a ser seguido por toda indústria submarina, que padronizasse diretrizes e definisse as melhores práticas para planejar e executar a garantia de qualidade em toda a cadeia de suprimentos e um ganho econômico expressivo na utilização das possíveis similaridades entre projetos.

Desse modo, é possível concluir que há uma grande oportunidade na indústria submarina, que vem buscando por uma forma de padronizar seus projetos, para a implementação do APQP, já que a metodologia poderia proporcionar justamente esse objetivo, reduzir erros e custos, otimizar a comunicação entre os agentes da cadeia de suprimentos, além de melhorar a qualidade do produto final.

8. REFERÊNCIAS

CHRYSLER CORPORATION, FORD MOTOR COMPANY AND GENERAL MOTORS CORPORATION, *Advanced Product Quality Planning (APQP) and Control Plan*, 2nd ed. (2008).

BAI, Y & BAI, Q., *Subsea Structural Engineering*. Elsevier (2010).

DNVGL ST F101, *Verification and certification of submarine pipelines* (2017).

Danish Wind Industry Association., *Advanced Product Quality Planning Manual for the Wind Industry* (2017).

ROCHA, J. R., *A gestão do desenvolvimento do produto via APQP na indústria automobilística*, (2009).

9. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.