

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## Revestimentos de dutos: Análise crítica de requisitos do cliente

André Koebsch<sup>a</sup>, Cláudio Moreira<sup>b</sup>, Normando Cunha<sup>c</sup>

### Abstract

A indústria dutoviária mundial teve um crescimento vertiginoso ao longo dos últimos anos. Podemos citar como exemplos a construção de dutos na Rússia abastecendo a Europa com gás natural, Projetos offshore na África, Brasil e Golfo do México sem contar os ramais onshore derivativos desses dutos. Tal crescimento teve como consequência uma natural exigência ao longo dos últimos anos para os requisitos técnicos dos revestimentos de alta performance, sendo anticorrosivo ou isolante térmico. Para cumprir com esse nível de requisitos, revestidores do mundo inteiro têm investido periodicamente e em larga escala em suas plantas focando no processo fabril e de controle de qualidade. Por outro lado, os fornecedores de matérias-primas (epóxies e polímeros) vêm também desenvolvendo e oferecendo novas matérias primas correspondendo ao crescente nível de exigência do mercado. Entretanto, o atendimento aos requisitos estabelecidos pelo mercado pode não ser atingido integralmente, não significando que o desempenho final atingido não supra as necessidades de operação. O propósito desse trabalho é fazer um comparativo entre as dificuldades e problemas encontrados durante as fases de desenvolvimento, aplicação & inspeção do revestimento com as reais necessidades especificadas para as fases de instalação e operação dos dutos.

**Keywords:** requisitos; análise; aplicação; inspeção; instalação; operação; dutos

### Resumo

A indústria dutoviária mundial teve um crescimento vertiginoso ao longo dos últimos anos. Podemos citar como exemplos a construção de dutos na Rússia abastecendo a Europa com gás natural, Projetos offshore na África, Brasil e Golfo do México sem contar os ramais onshore derivativos desses dutos. Tal crescimento teve como consequência uma natural exigência ao longo dos últimos anos para os requisitos técnicos dos revestimentos de alta performance, sendo anticorrosivo ou isolante térmico. Para cumprir com esse nível de requisitos, revestidores do mundo inteiro têm investido periodicamente e em larga escala em suas plantas focando no processo fabril e de controle de qualidade. Por outro lado, os fornecedores de matérias-primas (epóxies e polímeros) vêm também desenvolvendo e oferecendo novas matérias primas correspondendo ao crescente nível de exigência do mercado. Entretanto, o atendimento aos requisitos estabelecidos pelo mercado pode não ser atingido integralmente, não significando que o desempenho final atingido não supra as necessidades de operação. O propósito desse trabalho é fazer um comparativo entre as dificuldades e problemas encontrados durante as fases de desenvolvimento, aplicação & inspeção do revestimento com as reais necessidades especificadas para as fases de instalação e operação dos dutos.

**Palavras-chave:** requisitos; análise; aplicação; inspeção; instalação; operação; dutos

<sup>a</sup> Engenheiro de Equipamentos - Petroleo Brasileiro S.A.

<sup>b</sup> Engenheiro – Bredero Shaw

<sup>c</sup> Engenheiro – Bredero Shaw

## 1. Introdução

Durante a fase de análise crítica da documentação aplicável para um determinado projeto, é muito comum identificar necessidades de comentários, esclarecimentos e desvios para todo o pacote de documentos, principalmente quando falamos de projetos que envolvem dois ou mais clientes.

Nessa fase, é fundamental um entendimento consolidado entre fornecedores e clientes de quais requisitos podem realmente serem atendidos e, se em caso contrário, qual é o impacto para o projeto durante as fases de qualificação, produção, instalação e operação.

## 2. Entendo as necessidades do cliente e a importância da argumentação técnica

Solicitações de desvios técnicos para requisitos especificados têm sido observadas em todos os escopos de trabalho envolvendo revestimentos de tubos, sejam externos ou internos.

Tais desvios estão presentes em características das matérias primas, particularidades do processo de aplicação, inspeções e testes no processo de aplicação assim como no revestimento aplicado. Frequências de testes são bastante discutidas também uma vez que envolve disponibilidade de laboratórios, tubos para retiradas de amostras, etc.

É importante salientar que durante essa fase de análise crítica da documentação, o objetivo *não é* solicitar desvios para utilizar matérias-primas com performances inferiores, apresentar um processo com um nível de exigência menor ou o produto final com performances limitadas com relação aos requisitos originais do cliente.

*O objetivo da análise crítica é reforçar o entendimento das necessidades do cliente e propor soluções técnicas para assuntos que à primeira vista, representam conflitos entre o especificado e o que é possível de ser realizado.*

Os exemplos abaixo ilustram de maneira bem sucinta algumas solicitações de desvios com relação aos requisitos do cliente para um determinado escopo de trabalho.

REVESTIMENTO EM TRIPLA CAMADA POLIETILENO	
REQUISITO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Espessura da camada de FBE	150(-0;+100)µm
Espessura da camada de adesivo	200(-0;+100)µm
Imersão em água quente durante 28 dias em 95°C (camada de FBE)	Sem presença de bolhas e falha de aderência
REVESTIMENTO INTERNO	
REQUISITO	CRITÉRIO DE ACEITAÇÃO
Aplicação de tinta epóxi Novolac	Demão única
Espessura de película seca	Entre 400 µm e 500 µm

Durante o processo de análise crítica, é normal que questionamentos para um melhor entendimento dos requisitos e novas propostas aconteçam para alcançar um acordo refletindo as capacidades dos processos envolvidos e as necessidades do cliente final.

Seguem exemplos de análises para uma melhor compreensão:

Requisito:

Espessura da camada de FBE	150(-0;+100) $\mu$ m
----------------------------	----------------------

Análise:

- Proposta de espessura de FBE **entre 150  $\mu$ m e 400  $\mu$ m** ao invés de 150(-0;+100) $\mu$ m
- Para esse novo range proposto, as performances de Aderência do sistema aplicado e Descolamento catódico são melhores.
- Está sendo fornecido para o cliente um revestimento tendo maior espessura de proteção anti corrosiva.
- Existe algum tipo de impacto para o cliente durante as fases de instalação e operação do duto?

Requisito:

Aplicação de tinta epóxi Novolac	Demão única
Espessura de película seca	Entre 400 $\mu$ m e 500 $\mu$ m

Análise:

- Proposta de aplicar o revestimento interno **em duas demãos** ao invés de uma demão única
- A aderência do sistema aplicado cumpre com os requisitos do projeto, sempre com valores acima de 12 MPa e mostrando comportamento coesivo.
- O teste de flexibilidade não apresenta trincas quando submetido a uma deformação de 2.5°/PD à (5 $\pm$ 2)°C.
- Existe algum tipo de impacto para o cliente durante as fases de instalação e operação do duto?

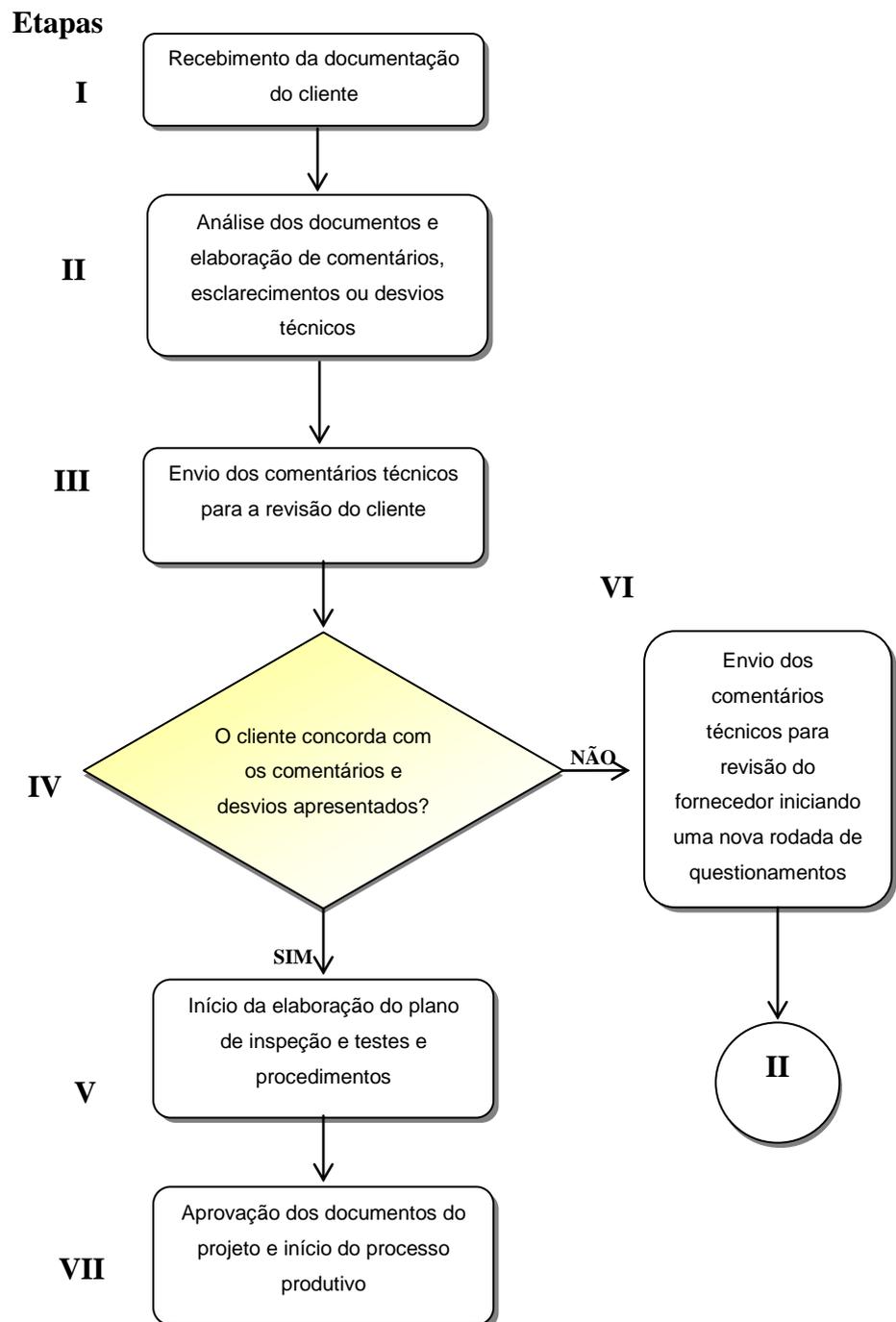
O mesmo raciocínio pode ser usado para comentar faixas de espessuras das camadas de adesivo e top coat, requisitos de testes muito exigentes e frequência de ensaios.

Ou seja, esses são alguns exemplos de questionamentos e novas propostas técnicas que são levados em conta durante o processo de análise crítica e trata-se de uma troca de experiência que é enriquecedora tanto para os fornecedores assim para os clientes.

É importante ressaltar que esse processo também pode ocorrer de forma inversa, onde o fornecedor *identifica oportunidades de melhorar os requisitos* deixando-os mais restritos e dessa forma ajudando o seu cliente no sentido de *sempre elevar o padrão de qualidade do escopo de trabalho*.

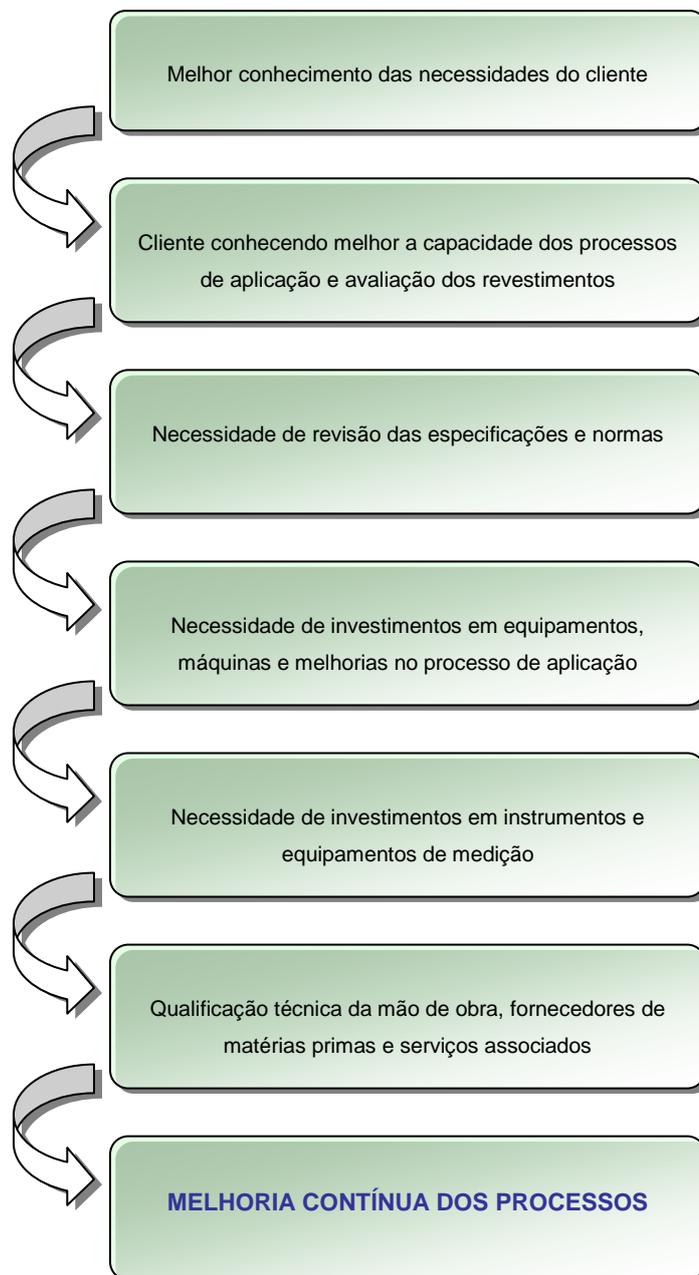
### 3. Fluxograma - Análise crítica

O fluxograma macro de um processo de análise crítica é mostrado abaixo:



#### 4. Benefícios obtidos do processo de análise crítica

Os seguintes benefícios podem ser percebidos tanto por fornecedores assim como clientes ao longo de sucessivos projetos. Como consequência, melhorias em todos os processos envolvendo fornecedores e clientes serão cada vez mais evidentes, facilitando novos negócios e aumentando a relação de confiança entre as partes.



## **5. Conclusões**

---

O crescimento no mercado de revestimento de dutos e a busca pela melhor performance do sistema de revestimento requer uma análise crítica criteriosa. Os desvios solicitados durante a fase de análise crítica do projeto, devem ser acordados e documentados. Essa análise crítica, e as soluções para os desvios, devem ser vistas como um processo contínuo de todo o ciclo do projeto, que se inicia antes da fase de planejamento passa pela fase de execução e prossegue até após o termino. É fundamental que os desvios solicitados não afete a qualidade do produto final, mas pelo contrário intensifique a relação de fornecedor e cliente com o objetivo de agregar valor ao projeto.