



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO



Heitor Belfort de Sousa Gama

Leandro Teodoro Soares Dias

Elaboração de Planilhas para Auxílio à Inspeção de
Recebimento para Tubulações de Aço Liga e Aço Inoxidável

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro de Tubulações. Aprovada pela Comissão Examinadora
abaixo assinada.

Paulo Afonso Carneiro

Rio de Janeiro/RJ

Janeiro de 2014

CCE
COORDENAÇÃO
CENTRAL DE
EXTENSÃO

Agradecimentos

Agradecemos ao Governo Federal que por meio do PROMINP nos proporcionou esta qualificação profissional de alta qualidade.

Devemos agradecimentos também ao Professor Carneiro que aceitou ser nosso orientador neste desafiante trabalho.

Resumo

Este trabalho apresenta a elaboração de planilhas para auxílio à inspeção de recebimento de tubos com o objetivo de aumentar a rapidez e a confiabilidade da atividade de preparação da inspeção. Inicialmente é apresentada uma metodologia para a estruturação de documentos. Desenvolve-se uma metodologia para a determinação de quais normas e quais informações serão utilizadas e por fim são apresentadas sete planilhas automatizadas para diferentes normas ASTM.

Abstract

This text presents the production of MS Excel worksheets to help receiving inspection of pipes with the target of speed up and increase the reliability of the inspection planning. In the beginning it is presented a methodology to breakdown documents contents. After that it is developed a methodology to define which standards and which information are to be considered. At the end are presented seven automatic worksheets for different ASTM standards.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	06
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	08
3. DESENVOLVIMENTO	11
3.1 Definição dos Bancos de Dados	11
3.2 Metodologia para criação das planilhas	12
4. RESULTADOS	14
5. RECOMENDAÇÕES E CONCLUSÕES	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

1

Introdução

A Inspeção de Recebimento de materiais ou equipamentos tem o objetivo de verificar a conformidade dos mesmos com as especificações da ordem de compra (desenhos, especificações técnicas, normas e legislações aplicáveis ou outros documentos contratuais), evitando falhas, retrabalhos e garantindo a qualidade dos produtos antes de sua aplicação.

No caso da inspeção de recebimento para tubos, o inspetor deve levar em consideração para suas atividades, além de documentos e instruções específicas de cada empresa, os seguintes documentos:

- Norma de fabricação do material (geralmente uma norma ASTM);
- Norma de dimensionais dos tubos (geralmente um código ASME);
- Norma para definição do lote para a amostragem (Conforme N-115 – no caso da Petrobras – ou diretamente pela ABNT NBR 5426).

Em adição deve-se considerar que os documentos supracitados podem fazer referência a outros documentos que também deverão ser consultados durante a inspeção. Sendo a inspeção uma atividade de campo, carregar diversos documentos impressos consigo não é prático operacionalmente e desta forma, o inspetor deve ter uma atividade de preparação da inspeção, levantando os dados pertinentes ao lote a ser inspecionado.

Em geral, as normas apresentam um conteúdo geral que muitas vezes não se aplicam ao item específico da inspeção além de apresentar tabelas com inúmeras linhas que podem gerar erros de paralaxe. No caso da definição do tamanho da amostra a ser inspecionada e tolerâncias dimensionais, também é necessário realizar alguns cálculos. Para estas atividades, a preparação é essencial.

Este trabalho objetiva criar planilhas de auxílio para a inspeção de recebimento de tubulações, que facilitem o trabalho de preparação do inspetor de recebimento, seja para atividades de campo (inspeção dimensional, por exemplo), como para atividades de mesa (verificação de certificados),

proporcionando dados confiáveis, aumentando a confiabilidade da inspeção de recebimento.

2

Fundamentos teóricos

Paralelamente ao desenvolvimento deste trabalho, um dos autores deste trabalho está desenvolvendo um artigo sobre a estruturação de documentos de engenharia, intitulada “teoria de quebra-cabeças”. Como este artigo não estará pronto antes da apresentação deste trabalho de fim de curso, ele não poderá ser considerado como uma fonte bibliográfica. De qualquer forma, a metodologia será então explicada sinteticamente, para a o seguimento do raciocínio.

Analogamente ao conceito já de domínio público de Estrutura Analítica de Projeto (EAP ou WBS, em inglês), onde os “entregáveis” de um projeto são desdobrados em níveis suficientemente detalhados para controle, gerenciamento e desenvolvimento do projeto, pode-se definir uma estrutura analítica de uma norma ASTM para tubos, para definir quais são as informações “entregáveis” para a inspeção de recebimento.

Em geral, as normas de fabricação de tubos consultadas, que serão reveladas adiante, são compostas das seguintes informações:

- a) Escopo;
- b) Documentos de Referência;
- c) Terminologia;
- d) Informações para compra;
- e) Requerimentos gerais e específicos (composição química, tratamento térmico, propriedades mecânicas; consumíveis de soldagem);
- f) Requerimentos dimensionais (comprimentos, diâmetros, espessuras, acabamento superficial);
- g) Testes requeridos (Ensaio destrutivos e não destrutivos);
- h) Certificados requeridos;
- i) Marcação no produto;
- j) Informações para compras do governo dos Estados Unidos;

- k) Palavras-chave;
- l) Requisitos suplementares.

Em termos de uma “Estrutura Analítica de uma Norma de Material para Tubulação”, teríamos a seguinte estrutura hierárquica:

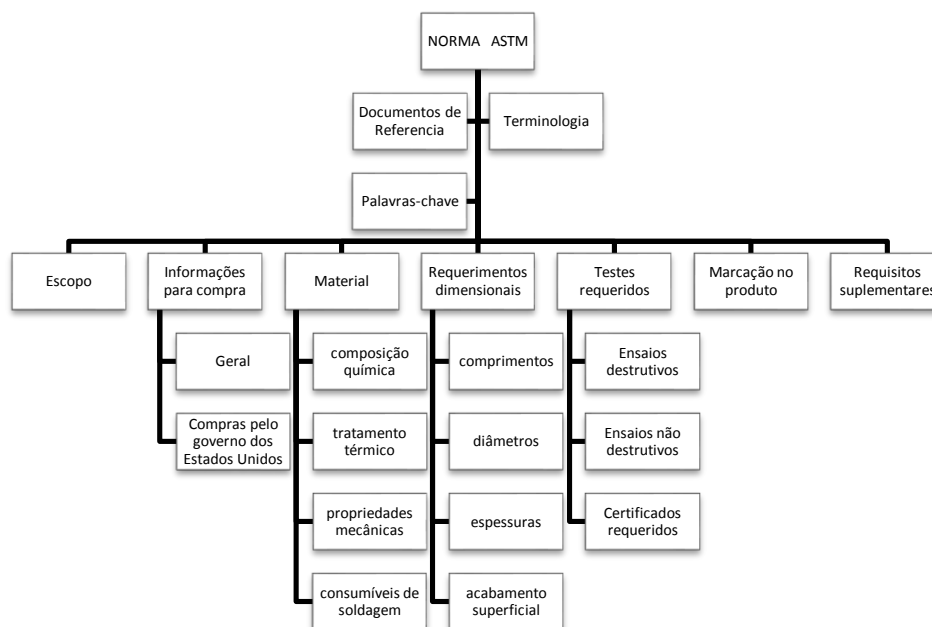


Figura 1. Estrutura Analítica de Norma ASTM para Tubos

Nesta estrutura, os itens: Documentos de Referência; Terminologia e Palavras-chave, são componentes acessórios, que auxiliam a compreensão da norma em si ou tem função mais textual do que prática, e foram desconsiderados para a geração do banco de dados para as planilhas.

Além disso, informações para compras pelo governo dos EUA não são aplicáveis ao nosso uso. As informações referentes ao escopo, são retratadas também nas informações para compra. Os requisitos suplementares são específicos de cada compra. Pelos motivos citados, tais itens também foram desconsiderados na geração de banco de dados.

Em suma, a estrutura a ser considerada para montar o banco de dados das planilhas será composta de:

- a) Informações para compra;
- b) Material;
- c) Dimensional;

- d) Testes;
- e) Marcação do produto.

A partir deste conceito, foi possível determinar uma metodologia para a criação de planilhas para auxílio à inspeção de recebimento.

3

Desenvolvimento

1.1.

Definição dos Bancos de Dados

Para definir que normas seriam utilizadas neste trabalho, foi considerada a norma ASTM A-999 (General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe), que já havia sido utilizada durante o curso em trabalhos na disciplina de Montagem de Tubulações. Em tal norma, estão elencadas diversas normas de fabricação para tubos de aço liga e aço inoxidável. Este tipo de material, geralmente é solicitado para aplicação de temperaturas muito altas ou muito baixas, ambientes corrosivos, enfim, aplicações especiais, que requerem uma atenção maior na inspeção de recebimento e conseqüentemente justificam este trabalho.

Na ASTM A999(2013), são consideradas, dentre outras, as seguintes normas de fabricação:

- ASTM A312/A312M - Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes
- ASTM A333/A333M - Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service
- ASTM A426/A426M - Centrifugally Cast Ferritic Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service
- ASTM A451/A451M - Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service
- ASTM A778 - Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products
- ASTM A813/A813M - Single- or Double-Welded Austenitic Stainless Steel Pipe
- ASTM A814/A814M - Cold-Worked Welded Austenitic Stainless Steel Pipe

A partir da definição do escopo deste trabalho, foram criados bancos de dados para cada norma de fabricação com os cinco grupos de informações pertinentes definidos na estrutura analítica da norma.

Em adição, foram criados mais três bancos de dados:

- Um com as informações dimensionais de tubos conforme os códigos ASME B36.10M(2004) - Welded and Seamless Wrought Steel Pipe e B36.19M(2004) - Stainless Steel Pipe;
- Outro com as informações da ASTM A999/A999M(2013) - General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe;
- Um terceiro, com as informações de tamanho de amostragem, conforma a Norma PETROBRAS N-115, em sua revisão G(2013) - Fabricação e Montagem de Tubulações Metálicas.

1.2.

Metodologia para criação das planilhas

Para cada especificação escolhida, foi criada uma planilha, reunindo as informações dos três bancos de dados gerais, mais as informações específicas de cada norma de fabricação. Foram utilizadas diversas fórmulas para que a informação ficasse condensada em duas páginas:

- Página principal: onde o usuário seleciona a informação de compra e onde são apresentadas as informações dimensionais e de marcação dos tubos;
- Página secundária: onde são apresentadas as informações de material (composição química, propriedades mecânicas, tratamento térmico, etc.) e testes requeridos.

Em relação ao dimensional considerado nos bancos de dados, exceto quando havia uma tabela ou informação numérica específica na norma, foram considerados os dados dos códigos ASME citados anteriormente. Algumas normas não definem um padrão para o dimensional, devendo este ficar a cargo de acerto entre fornecedor e consumidor, para estes casos, onde as dimensões acertadas não estiverem definidas no banco de dados, as planilhas não são aplicáveis.

Como este é um trabalho acadêmico, tomou-se como critério, manter o máximo possível os textos originais das normas consultadas. Em outras palavras, poder-se-á verificar que as planilhas estão com a maior parte do texto em inglês, exceto em seu título, nas caixas de comentários e no que se refere à norma N-115 que tem seu texto original em português. O fato de não haver tradução, garante a eliminação de erros de interpretação e além do mais, geralmente o usuário já está familiarizado com as normas internacionais. Em muitos casos, tomamos o cuidado de até mesmo manter citado o número da tabela ou parágrafo de referência da informação apresentada, para que, em caso de dúvida, em uma consulta diretamente à norma, a informação possa ser encontrada mais rapidamente pelo usuário.

4

Resultados

Como o resultado prático deste trabalho são documentos eletrônicos, os mesmos, juntamente com um tutorial de uso, estão disponíveis anexados a este arquivo, e também disponíveis em uma pasta na “nuvem” disponível para acesso no endereço abaixo:

<https://drive.google.com/folderview?id=0B6r9H2c6ThJLYIIsa3BEQ0I2N28&usp=sharing>



TUTORIAL.rar



PLANILHAS.rar

5

Recomendações e Conclusões

As planilhas desenvolvidas devem servir de projeto piloto para que se verifique se o resultado esperado (maior agilidade e confiabilidade na inspeção de recebimento) é alcançado. Sendo comprovada eficácia deste tipo de trabalho, o mesmo pode ser expandido para tubulações de outros materiais e outros componentes de tubulação.

Como trabalho acadêmico, este foi um grande desafio. Embora as planilhas pareçam simples, a transformação de informações textuais em dados tabelados para uso sistemático foram extremamente trabalhosas, exigindo interpretações das normas, pesquisas e estudos mais aprofundados.

6

Referências bibliográficas

ESTRUTURA ANALÍTICA DO PROJETO. **Wikipedia**. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/EAP>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

INSPEÇÕES DE MATERIAIS E RECEBIMENTO. **News Engenharia Inspeções & Engenharia**. Jundiaí. Disponível em <http://www.newsengenharia.com.br/pt_br/inspecoes-de-materiais-e-recebimento/inspecoes-de-materiais-e-recebimento/3/11/>. Acesso em: 12 nov. 2013.

OLIVEIRA, M. B.; LONGO, O. C. Gestão da cadeia de suprimentos. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 17, 2008, Niterói. **Artigos**. Disponível em <<http://www.novomilenio.br/cursos/Artigos/Gest%C3%A3o%20da%20Cadeia%20de%20Suprimentos%20na%20Industria%20da%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20Civil.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

Normas ASME

American Society of Mechanical Engineers - ASME. **B36.10M**: Welded and Seamless Wrought Steel Pipe. New York, 2004.

_____. **B36.19M**: Stainless Steel Pipe. New York, 2004.

Normas ASTM

American Society for Testing and Materials - ASTM. **A312/A312M**: Seamless and Welded Austenitic Stainless Steel Pipes. West Conshohocken, 2013.

_____. **A333/A333M**: Seamless and Welded Steel Pipe for Low-Temperature Service. West Conshohocken, 2011.

_____. **A426/A426M**: Centrifugally Cast Ferritic Alloy Steel Pipe for High-Temperature Service. West Conshohocken, 2011.

_____. **A451/A451M**: Centrifugally Cast Austenitic Steel Pipe for High-Temperature Service. West Conshohocken, 2006.

_____. **A778**: Welded, Unannealed Austenitic Stainless Steel Tubular Products. West Conshohocken, 2001.

_____. **A813/A813M**: Single- or Double-Welded Austenitic Stainless Steel Pipe. West Conshohocken, 2009.

_____. **A814/A814M**: Cold-Worked Welded Austenitic Stainless Steel Pipe. West Conshohocken, 2008.

_____. **A999/A999M**: General Requirements for Alloy and Stainless Steel Pipe. West Conshohocken, 2013.

Normas PETROBRAS

PETROBRAS. **N-115 REV. G**: Fabricação e Montagem de Tubulações Metálicas. Rio de Janeiro, 2013.