



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

José Luiz F. Freire, DEM/PUC-Rio
jlfreire@puc-rio.br



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

O CTVP - Comitê de Tubulações e Vasos de Pressão da ABCM (Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas) tem como **objetivos específicos:**

- estimular a formação de novos engenheiros dedicados a esse setor industrial, no qual o país carece de pessoal qualificado
- difundir na comunidade as modificações conceituais que têm sido introduzidas nos padrões de inspeção em serviço e nos códigos de projeto internacionais.



CTVP

comité de tubulações e vasos de pressão

Projeto “VASOS de PRESSÃO e TUBULAÇÕES”

Linhas Básicas do Projeto



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

Linhas Básicas do Projeto

Sub-projetos

1. “Site” de cunho geral para o assunto VP-Tub
2. Formatar e desenvolver Educação em VP e Tub
3. Participar-coordenar o projeto “Construção e Testes de VP”
4. Instituir uma chamada para o desenvolvimento de projetos sobre outros temas ou questões levantadas no Fórum.
5. Estabelecer envolvimento (inserido no contato mais amplo que será desenvolvido pela ABCM) com a ASME dentro do assunto VP e Tub.
6. Dar continuidade ao Fórum de VP e Tub, que terá correspondência dinâmica com os sub-projetos em desenvolvimento.

Linhas Básicas do Projeto



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
1- “Site” de cunho geral para o assunto VP-Tub	Linkado ao site ABENDI – Fórum – CTVP - ABCM	Em formatação. Será extensão do site do Fórum

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
2- Formatar e desenvolver educação em VP e Tub	2.1) Formatar e desenvolver cursos sobre VP em 3 níveis que terão, inicialmente, versões presenciais. <ul style="list-style-type: none"> Nível 1: 6 a 8 horas (Curso básico de vasos de pressão conforme ASME VIII-1) Nível 2: 20 a 24 horas (Curso de projeto de vasos de pressão baseado em fórmulas conforme ASME VIII-1 e VIII-2) Nível 3: 20 a 24 horas (Curso avançado em projeto de vasos de pressão baseado em análise de tensões conf. ASME VIII-2) 	Cursos já formatados: <ul style="list-style-type: none"> Nível 1 será dado durante o COTEQ 2013. Nível 2 (julho de 2013 – em Pernambuco) Nível 3 (no segundo semestre de 2013) Patrício, Freire, Marangone, Edilberto (CENPES)
	2.2) Formatar e desenvolver curso sobre Tub que terá, inicialmente, versão presencial. <ul style="list-style-type: none"> Nível 2: 24 horas (≈ ASME B31.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Será formatado em 2013
	2.3) Formatar e desenvolver curso sobre Soldagem que terá, inicialmente, versão presencial. <ul style="list-style-type: none"> Nível 2: 24 horas 	<ul style="list-style-type: none"> Em formatação por ISQ - Brasil
	2.4) Formatar e desenvolver curso sobre Flexibilidade de Tubulações que terá, inicialmente, versão presencial. <ul style="list-style-type: none"> Nível 2: 24 horas 	<ul style="list-style-type: none"> A ser dado no primeiro semestre de 2013 em Pernambuco. JLF Filho, Jorivaldo

Nível 1 – Curso básico de vasos de pressão conforme ASME VIII-1 (6 a 8 horas)

Objetivo: Informar ao aluno os tipos de vasos de pressão, suas características e componentes, o dimensionamento dos principais componentes e as normas de projetos a serem seguidas.

- Introdução, características do projeto, componentes, tipos de suportes e acessórios;
- Classificação dos vasos de pressão;
- Etapas desde o projeto até a construção;
- Materiais empregados;
- Códigos/Normas de projeto: origem, finalidade e principais modos de falha a serem evitados;
- Descrição resumida da organização do código ASME seção VIII-1 com suas subdivisões, apêndices e anexos;
- Tensão admissível nas tabelas do ASME II-D para o uso no dimensionamento mecânico dos componentes;
- Categorização, tipo e eficiência das juntas soldadas para o dimensionamento mecânico de componentes pressurizados;
- Dimensionamento mecânico pelo código ASME seção VIII-1 de componentes sujeitos a pressão interna:
Exercício;
- Determinação da classe de pressão dos flanges;
- Bocais: Procedimento para reforços nos cascos e tampos;
- Critérios para avaliação de esforços em bocais;
- Avaliação da exigência de teste de impacto dos componentes do vaso: Exercício;
- Avaliação da exigência de tratamento térmico após soldagem (PWHT);
- Determinação da pressão de teste hidrostático. Exercício.

Nível 2 – Curso de projeto de vasos de pressão baseado em fórmulas conforme ASME VIII-1 e VIII-2 (24 h)

Objetivo: Capacitar o aluno a usar o código ASME VIII-1 e VIII-2 para o “projeto baseado em fórmula” de componentes de vasos de pressão e seus detalhes construtivos.

- Escopo dos códigos VIII-1 e VIII-2;
- Selos ASME e A.I.A (agência de inspeção autorizada);
- Materiais permitidos e suas exigências. Exercício;
- Tensão admissível nas tabelas do ASME II-D para o uso no dimensionamento mecânico dos componentes. Exercício;
- Descrição resumida da organização do código ASME seção VIII-1 e VIII-2 com suas subdivisões, apêndices e anexos;
- Principais mudanças ocorridas na Ed. 2007 do ASME VIII-2;
- Categorização, tipo e eficiência das juntas soldadas para o dimensionamento mecânico de componentes pressurizados;
- Carregamentos combinados a serem considerados no dimensionamento mecânico;
- Dimensionamento de componentes pressurizados. Exercício;
- Abertura e reforços, e os critérios recomendados para avaliação de esforços de tubulações em bocais;
- Suportação de vasos horizontais;
- Carga de ventos em torres, com verificação de saia-suporte, chumbadores e anel de ancoragem. Exercício;
- Avaliação da exigência de teste de impacto dos componentes do vaso: Exercício;
- Avaliação da exigência de tratamento térmico após soldagem (PWHT);
- Descrição resumida de requisitos de fabricação, tolerâncias e soldagem;
- Requisitos de inspeções exigidos;
- Determinação da pressão de teste hidrostático. Exercício.

Nível 3 – Curso avançado em projeto de vasos de pressão baseado em análise de tensões conf. ASME VIII-2 (24h)

Objetivo: Capacitar o aluno a usar a Parte 5 do ASME VIII-2 para o dimensionamento e verificação de vasos de pressão, e seus componentes, através do “projeto baseado em análise de tensões”.

Análise de tensões em vasos de pressão:

- Tipos de análises de análise estruturais (linear, não-linear, estática, transiente);
 - Tipos de tensões avaliadas no dimensionamento de vasos de pressão;
 - Estado uniaxial x estado multiaxial de tensões;
 - Critérios de falha (Rankine, Tresca e von Mises);
 - Códigos/Normas de projeto: origem, finalidade, histórico, filosofia, abrangência, evolução e principais códigos;
 - Filosofia do projeto mecânico baseado em análise de tensões e os principais modos de falha a serem evitados
 - Tensão admissível nas tabelas do ASME II-D para o uso no dimensionamento mecânico dos componentes;
 - Descrição resumida da organização dos códigos ASME VIII-1 e ASME VIII-2 com suas subdivisões, apêndices e anexos;
 - Descrição dos procedimentos de “projeto baseado em análise de tensões” conforme a Parte 5 do ASME VIII-2;
- Tensões de membrana e de flexão; Definição e classificação de tensões: Tensões primárias (geral, localizada e flexão), Secundárias e Pico, e seus limites admissíveis; Definição dos modos de falhas a serem considerados na análise de tensões (Colapso plástico, falha localizada, Instabilidade devido à carga compressiva e Carregamento cíclico); Tipos de análise permitidas (Análise linear-elástica, análise não-linear para determinação de carga limite e carga plástica, Análise elasto-plástica limitando a deformação, análise de ratcheting); Shakedown. Exemplos de casos práticos e exercícios;

Análise de fadiga

- Procedimento para análise de fadiga em vasos de pressão: Introdução; Conceito; Mecanismo; Metodologias de projeto; Curvas de fadiga dos Códigos de projeto; Verificação da necessidade de análise fadiga conforme ASME VIII-2; Metodologia de Cálculo de Fadiga da Parte 5 do ASME VIII-2 (Método das Tensões Elásticas). Exemplos de casos práticos e exercícios.

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
2- Formatar e desenvolver educação em VP e Tub	2.5) Constatar o estado atual do ensino de VP e Tub e áreas correlatas no país para orientar sobre seu desenvolvimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Em formatação • Tito LS
	2.6) Elaborar material didático, e em particular, um livro sobre o assunto, tendo (por exemplo) como modelo o livro de Eng. Dutos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generalidades sobre os vasos de pressão (tipos, funções, acessórios, normas etc.) 2. Materiais para vasos de pressão (principais materiais utilizados, "group nr". e "p nr" do ASME IX e ASME VIII, sobresspressura para corrosão, requisitos de tenacidade, tratamento térmico simulado, weld overlay etc.) 3. Análise de tensões para vasos de pressão (similar ao do livro de dutos, acrescentando tensões térmicas e tensões em descontinuidades) 4. Soldagem e ensaios (processos de soldagem permitidos pelo ASME IX, qualificação de procedimentos (EPS) e seus ensaios (RQPS), operadores e soldadores, métodos de ensaios, qualificação de inspetores e procedimentos conforme ASME V) 5. Projeto de vasos de pressão (ASME VIII – Div1) 6. Projeto de vasos de pressão (ASME VIII – Div2) 7. Acessórios, suportes e dispositivos de segurança para vasos de pressão 8. Construção de vasos de pressão (certificados, rastreabilidade dos materiais, processos de fabricação e suas limitações, requisitos de fabricação, soldas provisórias, reparos, ensaios, inspeção, tolerâncias, tratamento térmico: tipos, requisitos e procedimento; e teste hidrostático: tipos, requisitos e procedimento. 9. Mecanismos de danos e tipos de falhas em vasos de pressão 10. Inspeção de vasos em serviço (inclui NR-13 e princípios de IBR) <p>ANEXOS</p> <p>Vasos especiais, Tabelas, Exemplos</p> <p>400 a 500 páginas</p> <p>JLFFreire (PUC-Rio), Patrício, Freire, Marangone, Edilberto (CENPES)</p>

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
<p>2- Formatar e desenvolver educação em VP e Tub</p>	<p>2.7) Estabelecer Prêmio(s) para trabalhos sobre VP e Tub.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer comitê de premiação. • Prêmio: <ul style="list-style-type: none"> • Melhores trabalhos receberão direito à publicação em periódicos da ABENDI, ABCM e outras associações que aderirem. • Inscrições pagas em eventos das associações para autores receberem prêmios. • Empresas podem dar nomes a prêmios específicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tema 1: Projeto de VP (especificações já divulgadas: ver site COTEQ 2013)
	<p>2.8) Reforçar o assunto VP e Tub em congressos tais como o COBEM e SIBRAT e a presença da ABCM - ABENDI em encontros como a COTEQ (por meio do próprio SIBRAT e mais outras ações) e IEV.</p> <p>Exemplos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permuta de stands nos congressos da ABENDI e ABCM. Pode-se estudar participações de outras associações. • Houve Stand ABCM-ASME no CONAEND. Haverá stand ABCM na COTEQ. • Curso VP Nível 1 será repetido por CENPES na COTEQ 	<ul style="list-style-type: none"> • Em andamento.

Linhas Básicas do Projeto



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

Ação	Detalhamento
<p>3- Participar-coordenar o projeto “Construção e testes de VP” para fins de pesquisa (por exemplo: instrumentação para análises de tensão e dano) e educação.</p>	<p>Projeto deve envolver:</p> <ul style="list-style-type: none">Projeto ASME VIII-1Verificação VIII-2TH instrumentado (vários métodos)TH-pressão operação cicladoIntrodução de defeitos – Monitoração e Avaliação579, 7910Teste ruptura

Ação

Detalhamento

3- Participar-coordenar o projeto “Construção e testes de VP” para fins de pesquisa (por exemplo: instrumentação para análises de tensão e dano) e educação.

SESSÃO ESPECIAL NA COTEQ 2013

PROJETO E CONSTRUÇÃO E
TESTE
DO VASO DE PRESSÃO
VP-CTVP-E-01

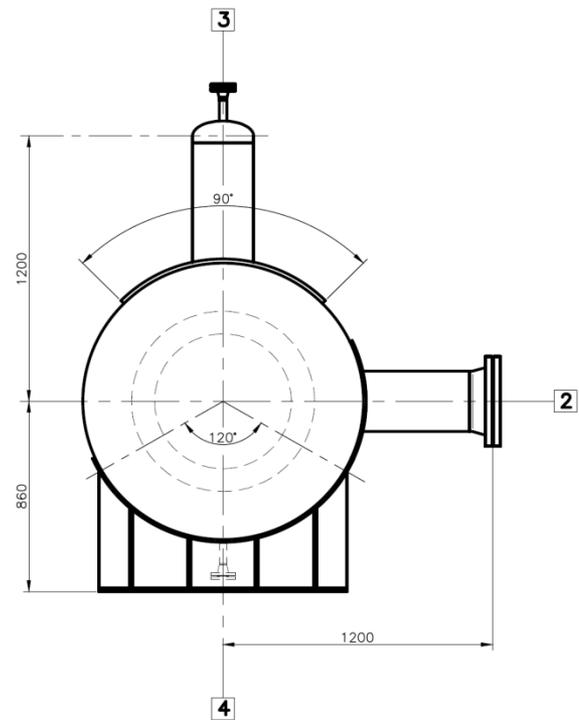
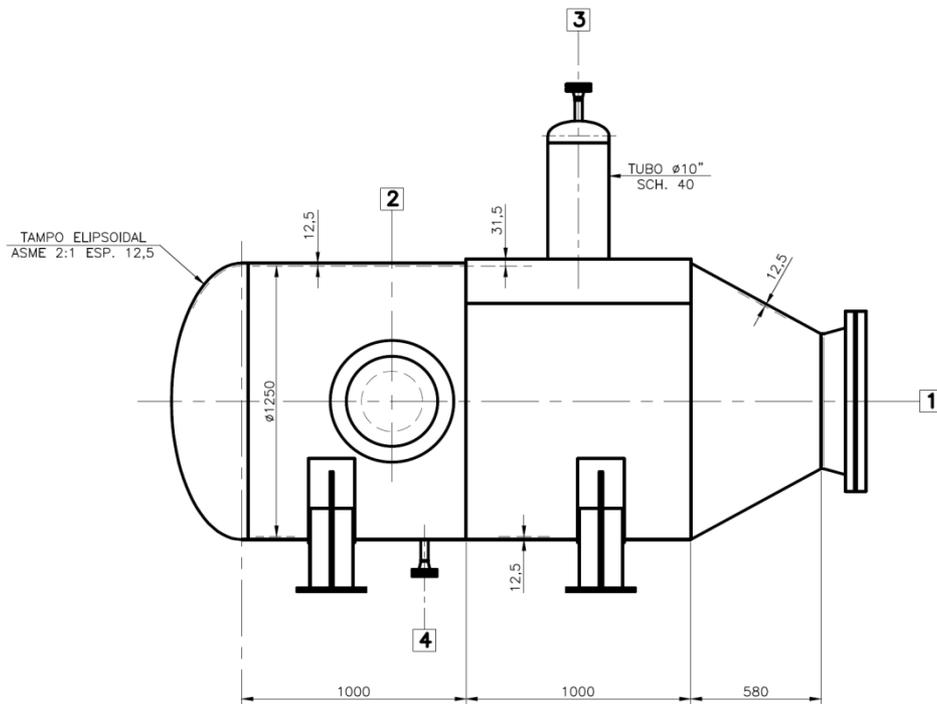
Ação

Detalhamento

3- Participar-coordenar o projeto “Construção e testes de VP” para fins de pesquisa (por exemplo: instrumentação para análises de tensão e dano) e educação.

**SESSÃO ESPECIAL NA COTEQ
2013**

**PROJETO E CONSTRUÇÃO E
TESTE
DO VASO DE PRESSÃO
VP-CTVP-E-01**



BOCAIS							
POS.	DIAM.	QT.	CLASSE	TIPO	FACE	SCH.	SERVIÇO
1	24"	1	150	WN	RF	—	BOCA DE VISITA
2	10"	1	150	WN	RF	40	ENTRADA
3	1"	1	150	WN	RF	40	VENT
4	1"	1	150	WN	RF	40	DRENO

NOTAS:

1. DIMENSÕES EM MILÍMETRO, SALVO INDICAÇÃO EM CONTRÁRIO
2. MATERIAL DO CORPO: SA-516 Gr. 60

1 – Aderência ao desenho do VP-CTVP-E-01 e suas especificações mostrados na Figura 1.

2 – Apresentação descritiva sucinta das memórias de cálculo (sem uso de programas comerciais dedicados), que deverão concluir sobre a sua pressão máxima admissível de trabalho (PMAT) e sua pressão de TH segundo o código ASME VIII-1 edição 2011.

3 – Apresentação de sugestões, discussões, projetos e procedimentos referentes a pelo menos um dos tópicos relacionados abaixo:

*Verificação e recálculo da **pressão máxima admissível de trabalho (PMAT)** do vaso segundo o ASME VIII-2.*

Memórias de cálculo usando o método de Elementos Finitos considerando uma antecipação virtual do comportamento do vaso com defeitos (tais como: perda localizada de espessura, mossas, desalinhamentos de soldas, trincas, tratamento térmico com descontrole de temperatura, entre outros).

Projeto de instrumentação do vaso para os THs a que será submetido considerando um ou mais métodos tais como extensometria, emissão acústica, correlação digital de imagens, acustoelasticidade, ultrassom, entre outros.

Métodos de introdução e simulação de mecanismos de danos e de defeitos, inclusive para carregamento cíclico de pressão para análise de fadiga.

Modelos de análise e avaliação de integridade estrutural para acompanhamento do comportamento do vaso durante os THs instrumentados: TH inicial, THs com ciclos de operação na PMAT e TH final de ruptura com instrumentação.

Procedimentos de fabricação do vaso incluindo identificação e rastreamento dos materiais, organização da fabricação, propriedades de materiais, requisitos de soldagem em conformidade com o ASME IX, inspeção, ENDs e gerenciamento de qualidade.

Plano de Inspeção e métodos END para identificação, acompanhamento e análise de defeitos de fabricação e operação do vaso.

Previsão de aplicação de mais de um método END em uma determinada solda ou defeito para efeito de comparação de resultados e aumento da eficiência da inspeção.

Linhas Básicas do Projeto



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
4- Instituir uma chamada para o desenvolvimento de projetos sobre outros temas ou questões levantadas no Fórum.	Itens contemplados no Fóruns anteriores e também contemplados no Fórum 5.	<ul style="list-style-type: none">• Sessões Especiais na COTEQ 2013<ul style="list-style-type: none">• Projeto/cálculo do VP-E• Fadiga: carregamentos complexos• Vaso de Contenção de Angra 3• PROMAI: Integridade Estrutural na AL• Curso Nível 1 na COTEQ 2013• Curso Sobre Inspeção e Análise de Tensões: Shearografia e DIC (Correlação Digital de Imagens)• Curso Nível 2 em Julho

Ação	Detalhamento	Estágio atual (Março 2013)
<p>5- Estabelecer envolvimento (inserido no contato mais amplo que será desenvolvido pela ABCM) com a ASME no que se refere a códigos e etc, isto visto dentro do assunto VP e Tub.</p>	<p>5.1) Participação da ASME no Fórum</p>	<p>-</p>
	<p>5.2) Oferecer Workshop ASME na COTEQ 2013</p>	<p>Em andamento</p>
	<p>5.3) Estabelecer reunião com pessoal ASME de VP para discutir sobre (dupla afiliação, normalização, participação em congressos, seção ASME COTEQ, incluindo tradução das normas ASME 31.1, 31.3, I, V, iX, VIII-1, VIII-2 ? com aval ABCM)</p>	<p>Em andamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MOU em processamento ABCM-ASME • Convênio Geral de colaboração já assinado: ABCM-ABENDI

Linhas Básicas do Projeto



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

Ação	Detalhamento
<p>6- Dar continuidade ao Fórum de VP e Tub, usando os pontos acima como parte das ações que serão desenvolvidas pela ABCM.</p>	<p>Realizar dois Fóruns em 2012 (OK!).</p> <p>Realizar três Fóruns em 2013:</p> <ul style="list-style-type: none">- Datas<ul style="list-style-type: none">- Fórum 6: 1º semestre 26/03/2013- Fórum 7: COTEQ 2013- Fórum 8: 2º semestre- Sugestões de temas<ul style="list-style-type: none">- apoiar desenvolvimentos dos itens e ações acima

Linhas Básicas do Projeto

Formas de contribuição

- 1) Participação como membro voluntário do Fórum.
- 2) Participação como membro voluntário do CTVP/ABCM.
- 3) Participação como membro voluntário de um CT.
- 4) Participação como membro executor em um sub-projeto.
- 5) Participação como empresa viabilizadora e/ou financiadora de um sub-projeto ou do projeto como um todo.