



CTVP

comitê de tubulações e vasos de pressão

José Luiz F. Freire, DEM/PUC-Rio  
[jlfreire@puc-rio.br](mailto: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)
<b>1- “Site” de cunho geral para o assunto VP-Tub</b>	Linkado ao site ABENDI – Fórum – CTVP - ABCM	Em formatação. Será extensão do site do Fórum

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

## **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)
<b>2- Formatar e desenvolver educação em VP e Tub</b>	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"> <li>• Em formatação</li> <li>• Tito LS</li> </ul>
	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"> <li>1. Generalidades sobre os vasos de pressão (tipos, funções, acessórios, normas etc.)</li> <li>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.)</li> <li>3. Análise de tensões para vasos de pressão (similar ao do livro de dutos, acrescentando tensões térmicas e tensões em descontinuidades)</li> <li>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)</li> <li>5. Projeto de vasos de pressão (ASME VIII – Div1)</li> <li>6. Projeto de vasos de pressão (ASME VIII – Div2)</li> <li>7. Acessórios, suportes e dispositivos de segurança para vasos de pressão</li> <li>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.</li> <li>9. Mecanismos de danos e tipos de falhas em vasos de pressão</li> <li>10. Inspeção de vasos em serviço (inclui NR-13 e princípios de IBR)</li> </ol> <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"> <li>• Estabelecer comitê de premiação.</li> <li>• Prêmio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhores trabalhos receberão direito à publicação em periódicos da ABENDI, ABCM e outras associações que aderirem.</li> <li>• Inscrições pagas em eventos das associações para autores receberem prêmios.</li> <li>• Empresas podem dar nomes a prêmios específicos</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema 1: Projeto de VP (especificações já divulgadas: ver site COTEQ 2013)</li> </ul>
	<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"> <li>• Permuta de stands nos congressos da ABENDI e ABCM. Pode-se estudar participações de outras associações.</li> <li>• Houve Stand ABCM-ASME no CONAEND. Haverá stand ABCM na COTEQ.</li> <li>• Curso VP Nível 1 será repetido por CENPES na COTEQ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Em andamento.</li> </ul>

# 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"><li>Projeto ASME VIII-1</li><li>Verificação VIII-2</li><li>TH instrumentado (vários métodos)</li><li>TH-pressão operação ciclado</li><li>Introdução de defeitos – Monitoração e Avaliação</li><li>579, 7910</li><li>Teste ruptura</li></ul>

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

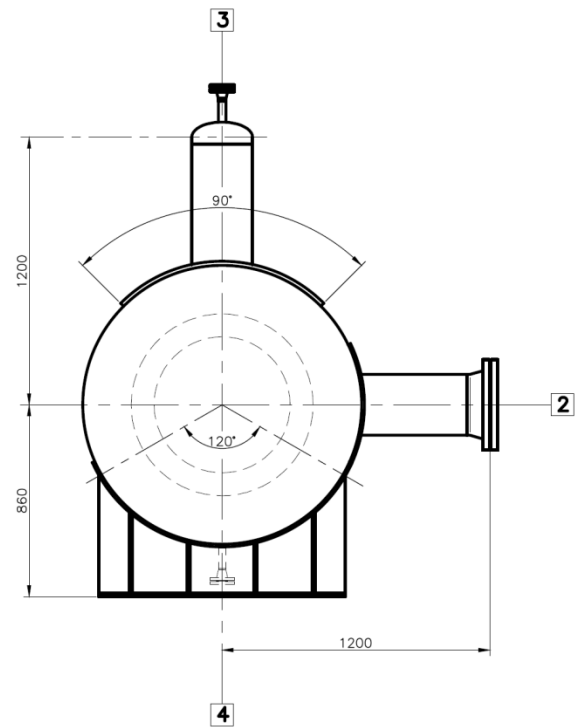
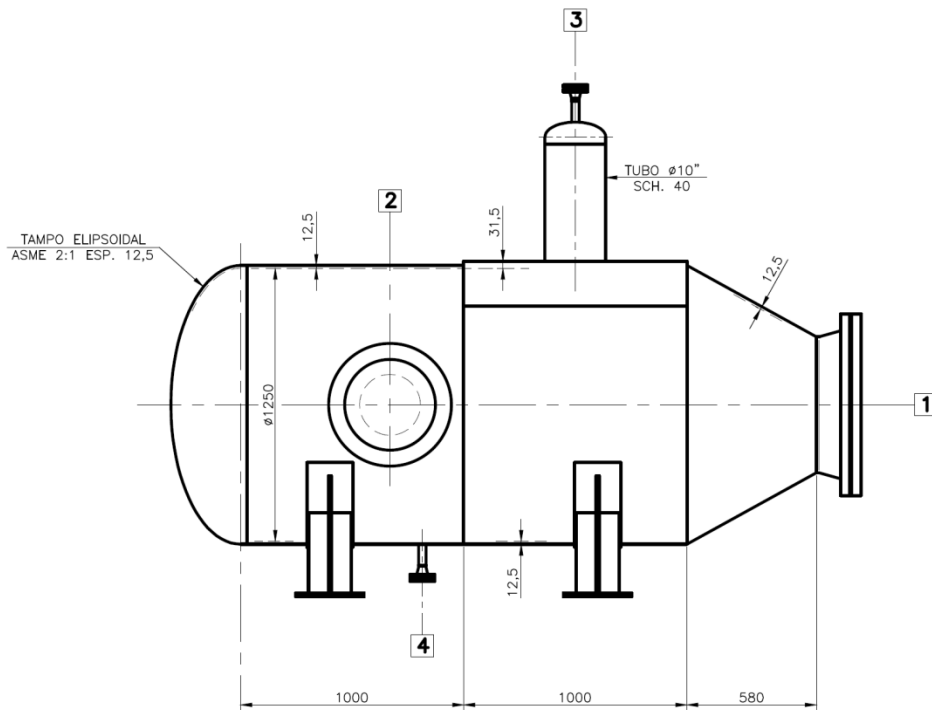
Ação

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.

Detalhamento

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

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><b>5.1) Participação da ASME no Fórum</b></p>	<p>-</p>
	<p><b>5.2) Oferecer Workshop ASME na COTEQ 2013</b></p>	<p>Em andamento</p>
	<p><b>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)</b></p>	<p>Em andamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MOU em processamento ABCM-ASME</li> <li>• Convênio Geral de colaboração já assinado: ABCM-ABENDI</li> </ul>

# 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"><li>- Datas<ul style="list-style-type: none"><li>- Fórum 6: 1º semestre 26/03/2013</li><li>- Fórum 7: COTEQ 2013</li><li>- <b>Fórum 8: 2º semestre</b></li></ul></li><li>- Sugestões de temas<ul style="list-style-type: none"><li>- apoiar desenvolvimentos dos itens e ações acima</li></ul></li></ul>

## 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.