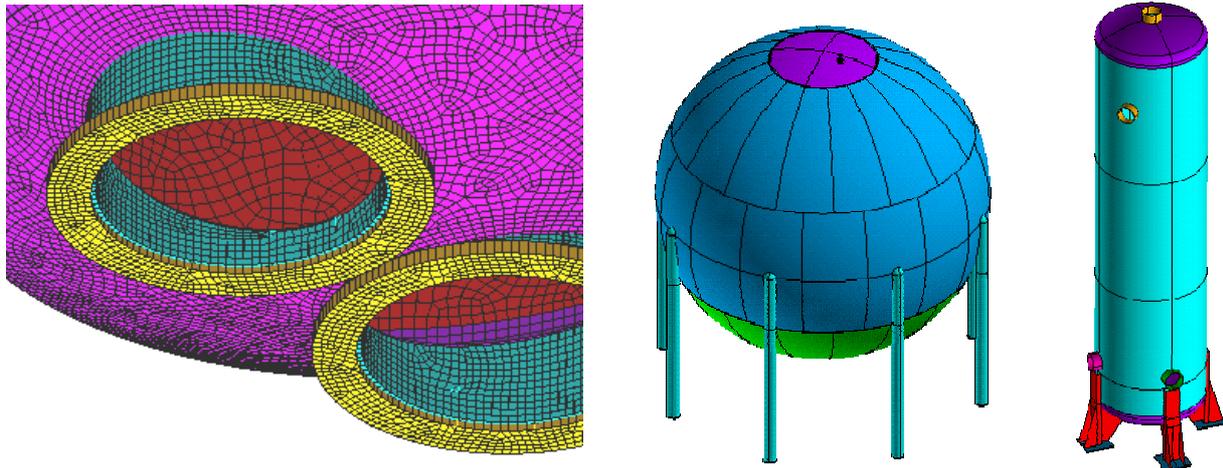




## Cálculos Via Elementos Finitos

Dimensionamento completo dos vasos segundo as prescrições da ASME - “American Society of Mechanical Engineer – BPV Code - Alternative Rules” - ASME Section VIII Division 2:

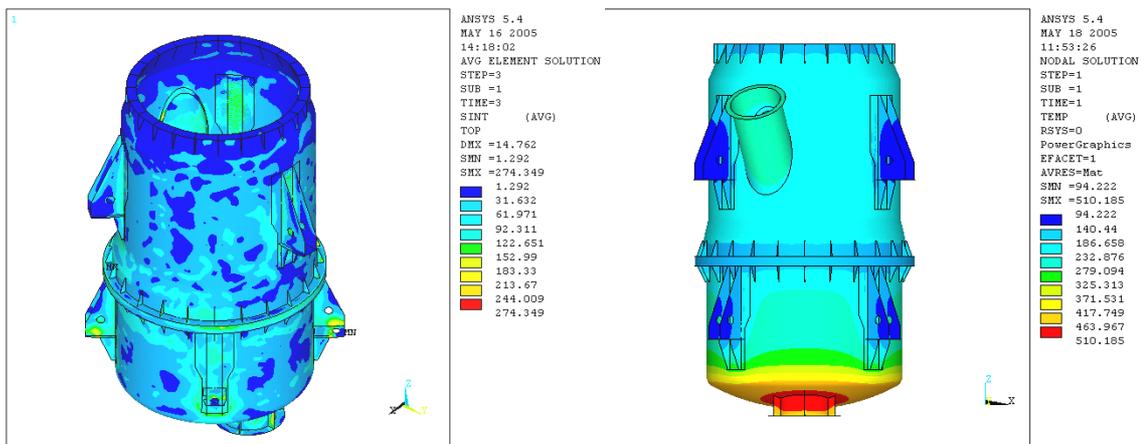


A análise de flexibilidade das tubulações pode ser realizada em modelo conjunto com os vasos. Nos casos onde forem relevantes, as dilatações térmicas e tensões secundárias resultantes destas, são analisadas a partir de modelo térmico específico em elementos finitos.

No modelo térmico são considerados variando com a temperatura no ponto:

1. Módulo de elasticidade
2. Coeficiente de expansão térmico das chapas do casco e tubulações
3. Coeficiente de condutibilidade variando com a temperatura.

Os gradientes de temperatura obtidos com o modelo térmico são utilizados no cálculo estrutural do vaso para a obtenção das tensões térmicas (secundárias) provenientes da dilatação diferencial.



Modelo Estrutural – Saída em MPa

Modelo Térmico – Saída em Graus Celsius



R. Sebastião Fabiano Dias, nº 210 sl 1201 | Belvedere | BH | MG  
CEP 30320-690 | Tel 31 3264-2144 | www.fgfprojetos.com.br

No modelo estrutural são considerados:

1. O peso de revestimentos internos ou externos se existentes é considerado ponderando a densidade dos revestimentos para a espessura do casco;
2. Os carregamentos decorrentes da suportação de elementos internos e externos, sendo inclusive verificado o efeito local de cargas concentradas como as geradas nos pontos de fixação de plataformas e escadas na superfície do casco;
3. Pressão de operação e teste;
4. As tubulações propriamente ditas e o carregamento que estas ou equipamentos conectados a bocais provocam nos vasos. No caso em que os valores de esforços nos bocais forem desconhecidos serão considerados os máximos admissíveis pela WRC 107.;
5. Suportes da tubulação são totalmente modeladas em casca 3D incluindo suas reais condições de contorno para cálculo das tensões locais na região;
6. Em tubulações refratadas é considerada a influência da rigidez do refratário no aumento do módulo de elasticidade da tubulação, mas não em sua resistência para efeitos de cálculo de flexibilidade;
7. Estrutura de suporte dos vasos e tubulações também são modelados em elementos casca.
8. Cargas de Vento.

As tensões obtidas a partir dos modelos de elementos finitos são comparados com os limites da ASME Sec. VIII Div. 2 para as condições de projeto. Nas situações em que as tensões calculadas ultrapassem os limites prescritos na Div 2. poderá ser realizada uma Análise Elasto-Plástica baseada nas recomendações da ASME Sec. VIII Div. 2 parágrafo 4.136.7.

Os valores de tensões nas tubulações são analisados conforme ANSI/ASME B31.3.

## REFERÊNCIAS

- **PASA – Physical Acoustics South America.**  
SERVIÇO: Análise de mecânica da fratura de 48 vasos de pressão da VALLOUREC MANNESMANN. Os cálculos foram efetuados com a utilização dos formulários da API RP 579 – “Recommended Practice For Fitness-For-Service – Section 9 – Assessment of Crack-Like Flaws” e através do modelamento em elementos finitos.  
  
EXECUTADO: Dezembro 2003  
CONTATO: Eng. Nestor Carlos de Moura – Gerente Técnico  
Tel:(11) 3082 5111
- **GERDAU AÇOMINAS – Unidade Ouro Branco**  
SERVIÇO: Avaliação Estrutural do vaso do Sistema de Desgaseificação a vácuo Rh – Vaccum Vessel. Os cálculos foram efetuados através de modelos térmicos e estruturais em elementos finitos seguindo as prescrições das ASME Sec VIII div. II. Adicionalmente foram realizadas verificações analíticas pela ASME Séc VIII div. I. Foram emitidos os projetos com as alterações estruturais necessárias. Ouro Branco – MG.  
  
EXECUTADO: Março 2005  
CONTATO: Eng. Lucas Araújo Silva  
Fone: +55 (31) 3749-2779/2105
- **BELGO ARCELOR BRASIL - ALTO FORNO**  
SERVIÇO: Serviços de engenharia consultiva para avaliação do projeto dos altos fornos (1 e 2) e sistema de limpeza de gás de alto forno (Balão de Pó, Lavador de Gás e Demister) da Belgo-JF.  
  
EXECUTADO: Fevereiro 2007  
CONTATO: Engº Pedro Luiz de Souza  
Tel.: (32) 3229 1422