

**AVALIAÇÃO DO FATOR DE CONCENTRAÇÃO DE TENSÃO
PRESENTE EM UM REPARO DE TUBULAÇÃO DE AÇO AISI 316L**

ADRIANA DA SILVA PACHECO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JULHO - 2013

AVALIAÇÃO DO FATOR DE CONCENTRAÇÃO DE TENSÃO PRESENTE EM UM REPARO DE TUBULAÇÃO DE AÇO AISI 316L

ADRIANA DA SILVA PACHECO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Materiais”.

Orientador: Prof. Ph. D. Eduardo Atem de Carvalho

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JULHO - 2013

AVALIAÇÃO DO FATOR DE CONCENTRAÇÃO DE TENSÃO
PRESENTE EM UM REPARO DE TUBULAÇÃO DE AÇO AISI 316L

ADRIANA DA SILVA PACHECO

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciência e Tecnologia, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Materiais”.

Aprovada em: 24 de julho de 2013

Comissão Examinadora:

Prof. Ana Lucia Diegues Skury (D.Sc., Engenharia e Ciência dos Materiais) –
LAMAV/UENF

Prof. Herval Ramos Paes Jr. (D.Sc., Engenharia Metalúrgica e de Materiais) –
LAMAV/UENF

Prof. Elaine Cristina Pereira (D.Sc., Engenharia e Ciência dos Materiais) –
FACULDADE REDENTOR

Prof. Eduardo Atem de Carvalho (Ph. D., Engenharia Mecânica) - LAMAV/UENF

Orientador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu marido, Pierre, pela ajuda, compreensão e companheirismo em todos os momentos. À minha mãe, Rozélia, que pela forma brilhante e inquestionável sempre me incentivou com atos e palavras de apoio me mostrando que eu poderia e posso alcançar meus sonhos e objetivos com paciência, perseverança e dedicação. E, ao meu pai, Irineu, que mesmo distante sempre acreditou em mim. Obrigada por acompanharem mais essa conquista.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, autor da minha fé, por permitir que eu chegasse até aqui. Pela concessão da vida e da inteligência, por representar a calma nos momentos de sufoco e paciência nos momentos necessários. Enfim, por ter colocado obstáculos em meu caminho e que, me dando força e saúde, me ajudou a acreditar na capacidade de superá-los.

Ao meu orientador, Eduardo Atem de Carvalho, pelos ensinamentos, pela oportunidade de crescimento profissional e pelo incentivo na produção acadêmica.

À Elaine Cristina, a professora Ana Lúcia e ao professor Herval, pela honra de tê-los participando da comissão avaliadora deste trabalho.

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade.

Aos amigos que me incentivaram em cada etapa, seja nas disciplinas, nos momentos de descontração e principalmente nos momentos difíceis. Obrigada pela força: Alessandro Rolim, Aline Márcia, Emilene Pimentel, Fabrício Bagli.

Aos meus familiares diretamente ligados à minha formação pessoal e/ou acadêmica.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho,

Muito obrigada!

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABELAS.....	XII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
RESUMO.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
CAPÍTULO 1.....	1
1.1 Introdução.....	1
1.1.1 Aspectos Gerais.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Justificativas.....	3
CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Teoria e Tipos de Falha.....	5
2.2 Tensões Mecânicas.....	7
2.2.1 Vasos de Pressão Cilíndricos.....	7
2.2.2 Comportamento Tensão-Deformação.....	9
2.2.3 Mecânica da Fratura.....	11
2.2.4 Fadiga.....	13
2.2.4.1 Fatores que Influenciam no Desenvolvimento à Fadiga.....	17
2.2.4.2 Fadiga por Fluência.....	18
2.2.4.3 Quantificação da Resistência à Fluência das Ligas Estruturais.....	22
2.3 Concentrador de Tensão.....	24
2.3.1 Concentração de Tensão em Problema 2D.....	27

2.3.2	Concentração de Tensão Local e Não Local.....	28
2.3.3.	Concentração de Tensão Múltipla.....	28
2.3.4	Concentração de Tensão Transiente Térmico - K_{TT}	29
2.3.5	Superposição de Concentradores de Tensão - K_{TS}	30
2.4	Efeitos da Temperatura.....	32
2.5	Tensões Térmicas.....	33
2.6	Aços: Aços Resistentes à Corrosão.....	34
2.6.1	Aço Inoxidável Austenítico - Aços Típicos AISI 304 e 316.....	35
2.7	Método de Elementos Finitos (MEF).....	36
2.7.1	Geração de Malha.....	38
2.7.2	Técnicas de Modelagem	39
2.7.3	Aplicação de Carga e Condições de Contorno.....	40
2.7.4	Aplicações de Elementos Finitos.....	40
	CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
3.1	Programa Utilizado.....	43
3.2	Geometria do Componente / Modelo de Análise para o MEF.....	43
3.3	Definição do Material.....	44
3.3.1	Propriedades do Material - Aço AISI 316L.....	44
3.4.	Definição do Elemento / Estado de Tensão.....	45
3.5	Condições de Contorno / Critério de Convergência.....	45
3.5.1	Casos Estudados.....	47
	CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1	Avaliação do Modelo.....	48

4.1.1 Geometria: Tubo Íntegro.....	48
4.1.1.1 Estudo Devido a Pressão.....	48
4.1.1.2 Estudo Devido a Temperatura.....	50
4.1.2 Geometria: Tubo com Descontinuidade.....	52
4.1.2.1 Estudo Devido a Pressão - MEF.....	53
4.1.2.1.1 Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial - MEF.....	53
4.1.2.1.2 Estudo Devido a Pressão - Tensão Radial - MEF.....	56
4.1.2.2 Avaliação do Concentrador de Tensão Devido a Pressão Interna.....	58
4.1.2.3 Estudo Devido a Temperatura - MEF.....	59
CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES.....	63
CAPÍTULO 6 – SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	64
CAPÍTULO 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Modos de abertura de trincas (Carvalho, 1992).....	1
Figura 2.1: Seção transversal de vaso de pressão cilíndrico submetido a pressão interna e externa (Budynas, 2011).....	7
Figura 2.2: Comportamento das distribuição de tensões em um cilindro de parede grossa submetido à pressão interna: (a) Distribuição de Tensão Tangencial; (b) Distribuição de Tensão Radial (Budynas, 2011).....	8
Figura 2.3: Curva tensão-deformação em função da temperatura para o aço AISI 316L (Depradeux, 2004).....	11
Figura 2.4: Diagrama esquemático indicando uma falha por fadiga (Boniatti, 2003).....	14
Figura 2.5: (a) Curva típica para deformação por fluência (Boniatti, 2003); (b) As diferentes fases de fluência para aço AISI 316L (Depradeux, 2004).....	19
Figura 2.6: Variação típica das taxas de fluência nas curvas de Andrade (SENAI-RJ, 2012).....	21
Figura 2.7: (a) Plano de tensão; (b) Plano de deformação (Pilkey, 1977).....	27
Figura 2.8: Concentração de tensão múltipla: (a) Pequeno entalhe na borda do furo central; (b) Seção ampliada do entalhe (Pilkey, 1977).....	29
Figura 2.9: Disco submetido a um fluxo de calor no cento (Carvalho, 2005).....	29
Figura 2.10: (a) Representação da metade da seção da tubulação em meio à pressão interna. (b) Representação gráfica da variação da tensão em função do raio no ponto G.....	31
Figura 2.11: Representação gráfica da variação do concentrador de tensão térmico transiente em função do tempo.....	31
Figura 2.12: Cilindro vazado em meio a troca de calor (Incropera, 1990).....	34

Figura 3.1: Representação da geometria e malha. Regiões A e B mais "grosseiras" e regiões C e D mais refinadas. Os raios interno e externo são, respectivamente, r_i e r_o , \ominus é o ângulo associado ao aro de tensão, T_i e T_o correspondem as temperaturas interna e externa, w é a espessura da parede, p_i é a pressão interna e r é o raio do entalhe.....	43
Figura 4.1: Ilustração da análise da tensão tangencial sigma θ para tubo perfeito via MEF.....	48
Figura 4.2: Representação gráfica da distribuição de tensão tangencial ao longo da espessura da tubulação: MEF e equação.....	49
Figura 4.3: Representação gráfica da distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação: MEF e equação.....	49
Figura 4.4: Ilustração da análise da distribuição de temperatura para tubo perfeito via MEF (convecção).....	51
Figura 4.5: Representação gráfica da distribuição de temperatura ao longo da espessura da tubulação.....	51
Figura 4.6: Ilustração da análise de distribuição de tensão tangencial considerando $p/w = 0,013$ - MEF.....	53
Figura 4.7: Ilustração da análise de distribuição de tensão tangencial considerando $p/w = 0,30$ - MEF.....	54
Figura 4.8: Distribuição de tensão tangencial ao longo da espessura da tubulação em componentes com diferentes discontinuidades.....	55
Figura 4.9: Distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação considerando $p/w = 0,013$ - MEF.....	57
Figura 4.10: Distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação considerando $p/w = 0,30$ - MEF.....	57
Figura 4.11: Expressão do concentrador de tensão para reparos semi-circulares na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação.....	59

Figura 4.12: Ilustração da análise de distribuição de temperatura considerando $\rho/w = 0,30$ - MEF.....	60
Figura 4.13: Distribuição de temperatura ao longo da espessura da tubulação em componentes com diferentes descontinuidades	61

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Recomendações típicas para escolha de aços usados em temperaturas altas: a receita básica é aumentar o teor de Cr e de Mo à medida que a temperatura θ aumenta até cerca de 650°C e usar aços inoxidáveis acima desta temperatura (Castro, 2009).....	23
Tabela 2.2: Limites de temperatura recomendadas pela norma API 530, referente ao cálculo da espessura de tubos de aquecimento em refinarias de petróleo (Castro, 2009).....	23
Tabela 3.1: Composição química do aço AISI 316L (Favorit, 2013).....	45
Tabela 3.2: Propriedades mecânicas do aço AISI 316L.....	45

LISTA DE SÍMBOLOS

E	módulo de elasticidade ou de Young
h	coeficiente de calor convectivo
h_i	coeficiente de convecção interna
h_e	coeficiente de convecção externa
k	condutividade térmica
K	fator de intensidade de tensões
K_{IC}	tenacidade à fratura
K_T	concentrador de tensão
K_{TS}	superposição de concentradores de tensão
K_{TM}	concentrador de tensão devido a tensão mecânica
K_{TT}	concentrador de tensão transiente térmico
p_i	pressão interna
p_o	pressão externa
r	raio em um dado ponto da tubulação
r_i	raio interno
r_o	raio externo
R	espessura residual de parede da tubulação após reparo da trinca
t	tempo
T	temperatura nominal
T_i	temperatura interna
T_o	temperatura externa
T_s	temperatura na superfície
w	espessura da tubulação perfeita
\mathcal{E}	deformação
\mathcal{E}_o	deformação inicial
$\dot{\mathcal{E}}_{pri}$	taxa de fluência primária
$\dot{\mathcal{E}}_s$	taxa de fluência secundária
$\dot{\mathcal{E}}_{ter}$	taxa de fluência terciária

σ	tensão normal
σ_r	tensão radial
σ_l	limite de escoamento
σ_n	tensão nominal
σ_r	tensão radial
σ_θ	tensão tangencial
τ	tensão cisalhante
γ	componente de deformação
θ	temperatura
θ_f	temperatura de fusão
α	coeficiente linear de dilatação térmica
ρ	profundidade da trinca na tubulação
C	carbono
Cr	cromo
Fe	ferro
Mo	molibdênio
Mn	manganês
Nb	nióbio
Ni	níquel
P	fósforo
S	enxofre
Si	silício
Ti	titânio
V	vanádio
x,y,z	coordenadas cartesianas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<i>AISI</i>	<i>African Information Society Initiative</i>
<i>API</i>	<i>Application Programming Interface</i>
<i>FIT</i>	Fatores de Intensificação de Tensão
<i>MEF</i>	Método de Elementos Finitos
<i>RAM</i>	<i>Random Access Memory</i>

SAE Society of Automotive Engineers

TP Turbo Perfeito

RESUMO

PACHECO, A. S. **Avaliação do Fator de Concentração de Tensão Presente em um Reparo de Tubulação de Aço AISI 316L**. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 2013.

É comum tubos sofrerem danos devido a choques térmicos. Trincas originadas neste processo são geralmente superficiais e localizadas nas proximidades da área de maior concentração de tensão do componente. Essas fissuras podem, a longo prazo, afetar a capacidade de trabalhar nos parâmetros previstos e, conseqüentemente, a segurança, uma vez que constituem uma das formas mais perigosas de danos em vasos de pressão. Em geral, o processo de reparo em uma tubulação com trincas consiste em remover a área danificada, recompor a parede do tubo através de solda e aplicar tratamento térmico adequado ao reparo. No entanto, dependendo das condições operacionais, esse processo torna-se muito difícil. Este trabalho propõe uma outra forma de reparo em um superaquecedor de caldeira de plataforma petrolífera que sofreu abertura de trinca devido ao choque térmico, baseado apenas na remoção de material na região afetada. Para tal, executa-se uma análise para avaliar os efeitos provocados pelos concentradores de tensão resultantes do entalhe presente na tubulação. Para este estudo foi utilizado o Método de Elementos Finitos. Um semi-tubo foi simulado e um entalhe do tipo "U" foi introduzido na parede interna da tubulação. O raio do entalhe variou de uma razão para espessura nominal da parede de 0,013 até 0,30. As distribuições de tensões provenientes da pressão atuante na parede interna do componente foram calculadas e os fatores de concentração de tensão determinados em relação a um tubo imaginário de mesma espessura que o valor residual. Este trabalho também discute as possibilidades de propagação de trinca controladas por meio de alteração nos gradientes de temperatura associadas à transferência de calor por convecção que ocorre na parte interna do tubo.

Palavras-chave: fadiga, tubulações danificadas, choque térmico, concentrador de tensão, método de elementos finitos.

ABSTRACT

PACHECO, A. S. **Avaliação do Fator de Concentração de Tensão Presente em um Reparo de Tubulação de Aço AISI 316L.** Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 2013.

It is common for pipes suffer damage due to thermal shock. Cracks originated in this process are generally superficial and located nearby the area of greater stress concentration. These cracks can, in the long term, affect the component's ability of working as expected and consequently affect the safety, since it is one of the most dangerous forms of damage in pressure vessels. In general, the repair process in a pipe with cracks is to remove the entire damaged area, recompose the component wall through welding and apply appropriate heat treatment to repair. However, depending on the operating conditions, this process becomes very difficult. This paper proposes another way to repair a boiler superheater of an oil rig that suffered crack due to thermal shock, based only on material removal in the affected region. So, was run an analysis to evaluate the effects caused by stress concentrators resulting from this slot in the pipe. For this study, was used the finite element method. A half-pipe was simulated and a notch of type "U" was introduced on the inner wall of the pipe. The radius of the notch varied from a rate for nominal wall thickness of 0.013 up 0.30. Stress distributions from active pressure on the inner wall of the component were calculated and the stress concentration factors determined in relation to an imaginary pipe of the same thickness as the residual value. This paper also discusses the possibilities of crack propagation by means of controlled change in temperature gradients associated with the transfer of heat by convection active on the inner wall of the pipe.

Keywords: fatigue, damaged pipes, thermal shock, stress concentrator, finite element method.

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

1.1.1 Aspectos Gerais

Falhas por trincamento que ocorrem em diversos materiais e constantes esforços para prevenir tais defeitos têm sido motivo de grandes investimentos por parte das indústrias. Teorias como Mecânica da Fratura têm sido desenvolvidas e empregadas para predições de carregamento com os quais estruturas contendo trincas irão ou não falhar (Carvalho, 1992).

Essas trincas, normalmente resultantes de defeitos nos materiais introduzidos durante sua fabricação ou então causadas pela ação de carregamentos cíclicos, se iniciam próximo a entalhes ou concentradores de tensão, geralmente presentes na maior parte dos componentes mecânicos (Budynas, 2011).

Para uma consistente análise de Mecânica da Fratura ou para prevenir-se de falhas estruturais, ainda na fase de projeto faz-se necessário determinar parâmetros chamados Fatores de Intensificação de Tensão (FIT) (Carvalho, 1992). Estes fatores estão relacionados aos três modos fundamentais de abertura de trincas (figura 1.1). O modo I corresponde à separação normal das paredes da trinca. Os modos II e III são, fundamentalmente, correspondentes ao deslocamento paralelo entre as paredes da trinca (Carvalho, 1992).

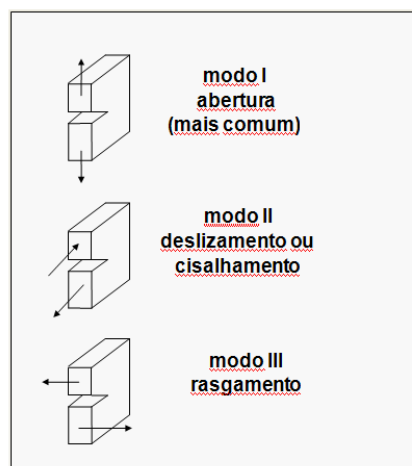


Figura 1.1: Modos de abertura de trincas (Carvalho, 1992).

O processo de abertura de trinca está diretamente relacionado a geometria do corpo, ao carregamento a que ele está sujeito e as condições de operação do componente (Boniatti, 2003).

Uma tubulação sujeita a um escoamento de fluido em meio a troca de calor por convecção, por exemplo, pode apresentar o que chamamos de falha por trincamento devido a choques térmicos, uma das formas mais comuns e perigosas de danos em vasos de pressão. Tais danos podem aparecer em um único episódio de choque térmico ou devido a repetição do fenômeno (Lu, 2003). Ocorrências inesperadas ou imprevisíveis durante a operação podem produzir alguns tipos de danos que, a longo prazo, irão afetar o produto e a segurança (Megyesy, 2001). Rachaduras originadas neste processo são geralmente superficiais e localizadas nas proximidades da área de maior concentração de tensão (Lu, 2003) . Outros fatores que também podem desempenhar um papel importante na geração de trincas são: sobrepressão e corrosão. Tais fatores podem intensificar o processo de concentração de tensão favorecendo ainda mais a abertura de trincas no corpo (Timoshenko, 1982).

Normalmente, o processo de reparo em uma tubulação com trincas consiste em remover toda a área danificada através de esmerilhamento ou usinagem. Logo após, realiza-se inspeção através de ensaios não-destrutivos, como por exemplo, ensaio por líquido penetrante ou partícula magnética, com a finalidade de detectar possíveis vestígios das fissuras. Caso não haja mais trincas na tubulação, recompõe-se a parede da mesma através do processo de soldagem. Após, faz-se a devida inspeção e tratamento térmico adequados ao reparo. Tem-se, portanto, um componente livre de danos para ser utilizado. Porém, em certas aplicações, esse processo torna-se complexo, além de envolver custos altos com a parada total do equipamento. Logo, uma nova solução para o reparo em questão faz-se necessária. O estudo realizado se enquadra neste processo onde a busca por uma nova solução torna-se fundamental para o reparo da tubulação, uma vez que o componente, o qual este trabalho se refere, constitui um superaquecedor e encontra-se a bordo de uma embarcação, especificamente em uma caldeira de plataforma de petróleo, dificultando o processo natural de reparo.

Sabendo deste episódio e tendo em vista as condições de operação a que o componente está sujeito, em geral, os engenheiros já dimensionam uma tubulação de parede espessa, ainda na fase de projeto, que permita futuramente o reparo do tubo por meio de retirada de material.

Este trabalho propôs reparo utilizando o esmerilhamento para remoção dos danos, uma técnica simples, isenta de tratamento térmico. Posteriormente, foi avaliado os efeitos do entalhe sobre vida a fadiga no componente considerando que o mesmo estava sob os efeitos da pressão interna no interior da tubulação. Este estudo também discute brevemente as possibilidades de propagação de trinca controladas por meio de alteração de gradientes de temperatura associadas à transferência de calor por convecção que ocorre na parte interna do tubo.

1.2 Objetivos

Este trabalho teve por objetivo avaliar um processo de reparo alternativo e sua aplicação a um superaquecedor de caldeira de plataforma petrolífera que sofreu inicialmente choque térmico com aparecimento de trincas superficiais.

Objetivos Secundários:

- a) Determinar a expressão que forneça o concentrador de tensão para reparos semi-circulares na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação.
- b) Descrever a comportamento dos componentes de tensão na frente do entalhe.
- c) Determinar, para o regime permanente, a localização e intensidade dos gradientes de temperatura ao longo da tubulação sujeita a convecção, considerando os mesmos reparos semi-circulares.

1.3 Justificativas

Como justificativas do presente estudo destacam-se:

- a) Quanto aos reparos semi-circulares: A razão, profundidade da trinca por espessura da tubulação perfeita, ou seja, a razão p/w de 0,013 até 0,30, foi determinada pela tenacidade à fratura de um aço típico empregado na indústria, porém, acrescido de valor de segurança referentes ao material danificado (deformação plástica) que deve ser removido durante o reparo.
- b) Importância Científica: O entendimento correto do efeito dos campos de tensão que surgem em função da geometria dos reparos e a possível iniciação de futuras trincas é pré condição para o desenvolvimento de qualquer nova tecnologia de reparos de componentes submetidos as altas pressões e/ou temperaturas.
- c) Importância Tecnológica: O método tradicional de recuperação de partes de vasos de pressão e geradores de energia em geral, que possam conter trincas, *pits* ou outras descontinuidades, consiste na remoção de material na área danificada, enchimento com solda e posterior tratamento térmico. Estes procedimentos apresentam grande dificuldade de serem realizados em espaços confinados e de difícil acesso como nas embarcações. A possibilidade de se desenvolver um método alternativo que reduza o tempo de parada total e que ao mesmo tempo não dependa de procedimentos complexos, aumentam a chance do reparo não afetar a qualidade do equipamento nem sua performance.
- d) Importância Econômica: A maior facilidade e a diminuição no tempo de execução dos reparos implica na redução do custo total de parada do equipamento. Existe o interesse, expresso da PETROBRAS, e de outras empresas do ramo em entender as possibilidades alternativas de reparo e sua possível aplicação para tubulação deste tipo.

CAPITULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Teoria e Tipos de Falha

Chama-se "falha" a perda parcial ou terminal da funcionalidade ou capacidade operacional de qualquer equipamento. Chama-se de "mecanismo de dano" a qualquer processo que possa contribuir para a falha. Estes mecanismos podem agir de forma independente ou concomitante para causar as falhas, que podem ser divididas em quatro grupos (Castro, 2009):

- Quebra, o evento terminal de mecanismos de dano como fadiga, fluência, corrosão sob tensão, escoamento etc., a qual pode ser antecipada por eventuais sobrecargas.
- Distorção excessiva, causada por mecanismos de dano como escoamento, flambagem, colapso plástico, corrosão e/ou fluência, ou então por eventuais sobrecargas.
- Desgaste excessivo por adesão, abrasão, erosão, fadiga superficial ou corrosão.
- Obsolescência, ou perda da funcionalidade competitiva.

A função primordial da engenharia estrutural é garantir a funcionalidade operacional e controlar as consequências de quaisquer falhas a um custo competitivo. A distorção e a quebra são evitáveis pelo dimensionamento e operação corretos, mas o desgaste e a obsolescência não, e só podem ser retardados por manutenção apropriada. As falhas também podem ser didaticamente separadas por suas causas primárias, por exemplo (Castro, 2009):

- Mecânicas, ou primariamente causadas pelas tensões induzidas pelas cargas e/ou pelas eventuais sobrecargas que solicitam a estrutura durante a sua vida operacional.
- Materiais, ou primariamente causadas por defeitos originados na fabricação, na montagem ou na manutenção da matéria-prima, como soldas de penetração incompleta, por exemplo, e etc.

- Econômicas, que causam perda de competitividade por falta de capital de giro, juros excessivos, encarecimento ou falta de insumos etc.
- Humanas, devido a erros de especificação, projeto, fabricação, manutenção, comunicação, gerência etc.

A principal ferramenta do analista de falha estrutural é a análise de tensões, esta para identificar os mecanismos de dano indutores da falha. Os principais mecanismos de dano mecânico são: deflexão excessiva, escoamento, flambagem, fluência, desgaste, fratura, fadiga (Castro, 2009).

Quando um engenheiro enfrenta o problema de executar um projeto utilizando um material específico, torna-se importante estabelecer um limite superior para o estado de tensão que define a falha do material (Hibbeler, 2010). Materiais dúcteis são normalmente classificados por critério de escoamento. Já os materiais frágeis, geralmente, são classificados por critério de fratura, sem escoamento (Budynas, 2011). Apesar do comportamento de metais estruturais ser classificado, tipicamente, como dúctil ou frágil, pode acontecer, sob situações especiais, de um material normalmente considerado dúctil falhar de maneira frágil dependendo da temperatura, taxa de carregamento, ambiente químico, processo de fabricação ou moldagem (Hibbeler, 2010).

Quando usamos uma determinada teoria de falha, em primeiro lugar é necessário calcular as componentes da tensão normal e de cisalhamento em pontos do elemento estrutural onde as tensões são maiores. Para este cálculo, pode-se usar os fundamentos da resistência dos materiais ou utilizar fatores de concentração de tensão onde aplicável. Uma vez definido o estado de tensão, as tensões principais nesses pontos críticos serão determinadas, uma vez que a maioria das teorias de falha são baseadas no conhecimento destas tensões (Hibbeler, 2010).

Infelizmente não há uma teoria universal de falha para o caso geral de propriedades de materiais e estado de tensões. Ao contrário, várias hipóteses foram formuladas e testadas por anos, levando a práticas aceitas hoje em dia. Sendo aceitas, caracterizam-se tais "práticas" como teorias, conforme muitos

projetistas o fazem.

2.2 Tensões Mecânicas

2.2.1 Vasos de Pressão Cilíndricos

Vasos de pressão são reservatórios que contêm fluidos (líquidos ou gases) que em geral estão armazenados no seu interior. Eles devem ser projetados para resistir com segurança a pressões internas e externas. Usados comumente na indústria como caldeiras ou reservatórios, os vasos de pressão constituem um conjunto importante de equipamentos que abrangem os mais variados usos. Podem ser de parede fina e de parede espessa.

Tanto os vasos de pressão cilíndricos, cilindros hidráulicos, "canos" de armas de fogo e tubos que transportam fluidos a alta pressão desenvolvem tanto tensões radiais como tangenciais, cujos valores dependem do raio do elemento considerado (Budynas, 2011). Ao determinar a tensão radial σ_r e a tensão tangencial σ_θ , usa-se a hipótese de que a elongação longitudinal é constante em torno da circunferência do cilindro. Ou seja, uma seção reta do cilindro permanece plana após tensionamento (Budynas, 2011).

A figura 2.1 ilustra uma seção transversal de um vaso de pressão cilíndrico.

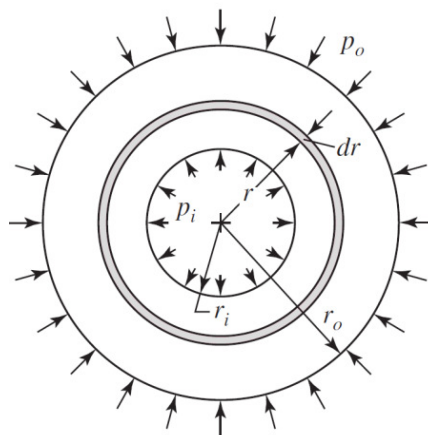


Figura 2.1: Seção transversal de vaso de pressão cilíndrico submetido a pressão interna e externa (Budynas, 2011).

Referindo-se a figura 2.1, denomina-se o raio interno r_i , o raio externo r_o , a pressão interna p_i e a pressão externa p_o . A seguir está demonstrado as tensões tangenciais e radiais cujas magnitudes são:

$$\sigma_{\theta} = \frac{p_i r_i^2 - p_o r_o^2 - \left(\frac{r_i r_o}{r}\right)^2 (p_o - p_i)}{r_o^2 - r_i^2} \quad (1)$$

$$\sigma_r = \frac{p_i r_i^2 - p_o r_o^2 + \left(\frac{r_i r_o}{r}\right)^2 (p_o - p_i)}{r_o^2 - r_i^2} \quad (2)$$

O caso especial em que $p_o = 0$ produz:

$$\sigma_{\theta} = \frac{p_i r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_o^2}{r^2}\right) \quad (3)$$

$$\sigma_r = \frac{p_i r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 - \frac{r_o^2}{r^2}\right) \quad (4)$$

As equações 3 e 4 estão representadas graficamente na figura 2.2.

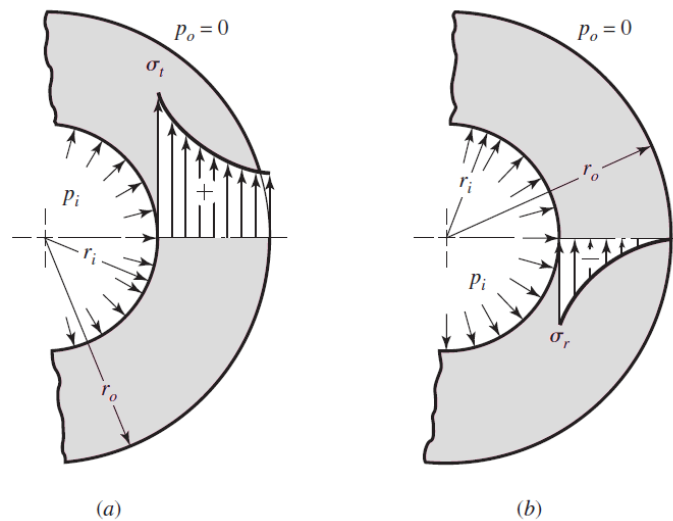


Figura 2.2: Comportamento das distribuições de tensões em um cilindro de

parede grossa submetido à pressão interna: (a) Distribuição de Tensão Tangencial; (b) Distribuição de Tensão Radial (Budynas, 2011).

É importante ressaltar que as equações 1, 2, 3 e 4 se aplicam a vasos de pressão de parede espessa e são válidas apenas nas seções a uma distância significativa das extremidades e longe de quaisquer áreas de concentração de tensão (Budynas, 2011).

Já os vasos de pressão de parede fina são definidos como aqueles em que a tensão tangencial pode, dentro de certos limites, ser associada ao valor da espessura (Vicente, 2009). Em geral, o vaso de parede fina é aquele com uma relação raio interno sobre espessura da parede de 10 ou mais ($r_i/w \geq 10$) (Castro, 2009).

Se a espessura da parede do vaso de pressão cilíndrico for maior que 10% do valor do raio interno, o vaso é normalmente classificado como de parede espessa. Nestes casos, a variação da tensão tangencial não é mais proporcional ao raio.

Quando sob pressão, o componente fica submetido a cargas em todas as direções. Se a parede do vaso é fina, a distribuição de tensão na sua espessura não varia significativamente (Hibbeler, 2004). Porém, não se pode afirmar o mesmo se a parede do vaso é considerada espessa.

Por ser considerados equipamentos de grande periculosidade, o projeto e a construção de vasos de pressão envolvem uma série de cuidados especiais e exige o conhecimento de normas e materiais adequados para cada tipo de aplicação, pois suas falhas podem acarretar consequências catastróficas até mesmo com perda de vidas.

2.2.2 Comportamento Tensão-Deformação

O grau no qual uma estrutura se alonga ou se deforma depende da magnitude da tensão que lhe é imposta. Para a maioria dos metais que são submetidos a uma tensão de tração em níveis relativamente baixos, a tensão σ e a deformação ϵ são proporcionais entre si, de acordo com a equação:

$$\sigma = E \times \varepsilon \quad (5)$$

A equação 5 é conhecida como a lei de Hooke, e a constante de proporcionalidade E é o módulo de elasticidade, ou *módulo de Young*. Para a maioria dos metais típicos, a magnitude desse módulo varia entre 45 GPa ($6,5 \times 10^6$ psi) para o magnésio e 407 GPa (59×10^6 psi) para o tungstênio (Castro, 2009).

O processo de deformação no qual a tensão e a deformação são proporcionais é chamado de deformação elástica e corresponde a parte linear do gráfico tensão (eixo da ordenada) X deformação (eixo da abscissa). A inclinação desse segmento linear corresponde ao módulo de elasticidade E . Esse módulo pode ser considerado como sendo a rigidez ou a resistência do material à deformação elástica. Quanto maior for o módulo, mais rígido será o material, ou menor será a deformação elástica que irá resultar da aplicação de uma dada tensão (Callister, 2008).

Na medida em que o material é deformado além desse ponto, a tensão não é mais proporcional à deformação (a lei de Hook, equação 5, deixa de ser válida) e ocorre uma deformação permanente, não-recuperável, ou deformação plástica (Castro, 2009).

A figura 2.3 mostra o comportamento tensão-deformação em função da temperatura para o aço AISI 316L. A transição do comportamento elástico para o comportamento plástico é gradual para a maioria dos metais; há uma curvatura no ponto onde há o surgimento da deformação plástica, a qual aumenta mais rapidamente com o aumento da tensão.

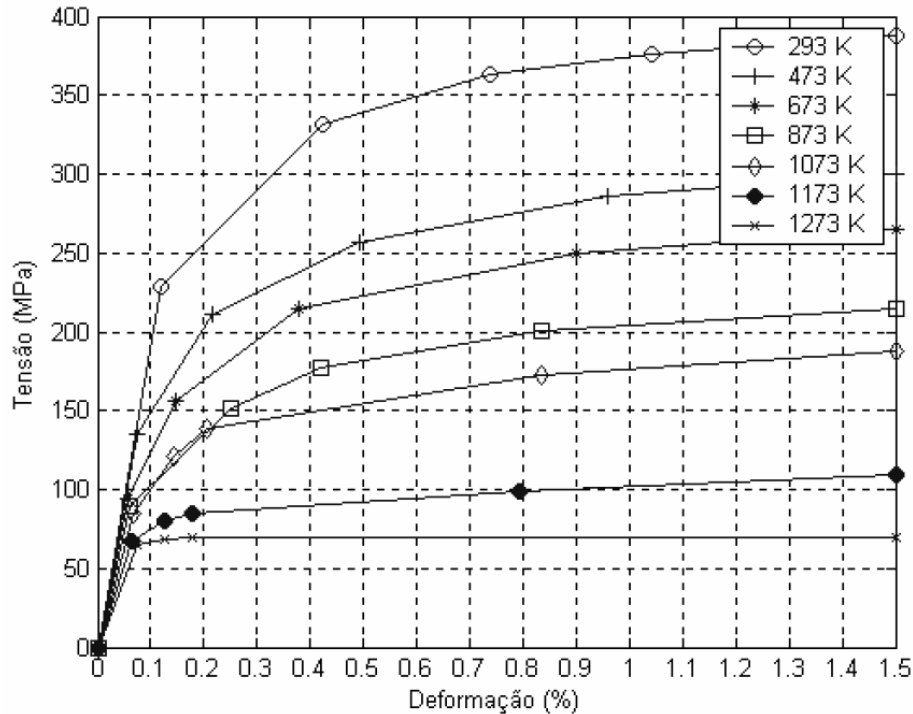


Figura 2.3: Curva tensão-deformação em função da temperatura para o aço AISI 316L (Depradeux, 2004).

A maioria das estruturas é projetada para assegurar que ocorrerá apenas deformação elástica quando uma tensão é aplicada. Uma estrutura ou componente que se deformou plasticamente, ou que sofreu uma mudança permanente na forma, pode não ser capaz de funcionar como programado (Hibbeler, 2004). Torna-se então desejável conhecer o nível de tensão no qual a deformação plástica tem seu início, ou onde ocorre o fenômeno do escoamento com a finalidade de assegurar a segurança do componente.

A magnitude do limite de escoamento para um metal é uma medida de sua resistência à deformação plástica. Os limites de escoamento podem variar desde 35 MPa (5.000 psi), para um alumínio de baixa resistência, até acima de 1.400 MPa (200.000 psi), para aços de alta resistência (Castro, 2009).

2.2.3 Mecânica da Fratura

A idéia de que existem trincas em peças mesmo antes do início do serviço e de que elas podem crescer durante a operação levou à criação da

expressão "projeto tolerante a dano" (Budynas, 2011). O foco dessa filosofia está no crescimento da trinca até ela se tornar crítica e o componente ser retirado de atividade. A ferramenta de análise é a mecânica da fratura linear elástica. A inspeção e a manutenção são essenciais na decisão de retirar peças antes que as trincas atinjam tamanhos comprometedores. Sempre que a segurança humana estiver envolvida, inspeções periódicas de trincas são obrigatórias por códigos de ética e decisões governamentais (Budynas, 2011).

Mecânica da fratura, portanto, é a ciência que estuda o comportamento de corpos com trincas, sendo que essas podem ou não se propagar em forma instável (Boniatti, 2003). Uma trinca estática pode ser estável e não se propagar, mas certo nível de carga pode tornar a trinca instável e ela se propagará até a fratura (Budynas, 2011). A Mecânica da Fratura tem como principais objetivos:

- Medir o grau de segurança de uma estrutura em relação à falha por fratura frágil.
- Determinar quais são as condições necessárias para a iniciação, propagação e não-propagação da trinca.
- Quantificar a vida residual de um componente sujeito a carregamento oscilante.

Essa teoria definiu o fator de intensidade de tensões (K) como sendo um dos parâmetros que permitem a avaliação de tensões nas proximidades da trinca. Esse fator tem como limite um parâmetro do material chamado de tenacidade à fratura ou fator de intensidade de tensão crítico (K_{IC}) (Budynas, 2011). O fator de intensidade de tensões é importante, pois avalia quando uma trinca tem condições de propagação em uma estrutura de forma instável.

O fator de intensidade de tensões (K) é função das características geométricas do componente estudado, da forma e da magnitude das cargas, da orientação e do tamanho da trinca. Já a tenacidade à fratura é uma propriedade do material (Boniatti, 2003).

Um dos primeiros problemas enfrentados pelo projetista durante a confecção de um projeto é decidir se existem, ou não, condições para uma fratura frágil. Operação à baixa temperatura, isto é, temperatura abaixo da ambiente é um indicador-chave de que a fratura frágil é um modo possível de falha (Budynas, 2011). Não têm sido publicadas tabelas de temperaturas de transição para vários materiais, possivelmente em razão de amplas variações em valores, ainda que para um único material. Assim, em várias situações, ensaios de laboratório podem dar a única pista para a possibilidade de uma fratura frágil. Um outro indicador-chave da possibilidade de fratura é a razão entre a resistência ao escoamento e a resistência máxima. O alto valor desta razão indica haver apenas pequena habilidade de absorção de energia na região plástica, e portanto, a probabilidade de uma fratura frágil (Budynas, 2011).

Na moderna ciência dos materiais, a mecânica da fratura é uma ferramenta fundamental na melhoria do desempenho mecânico de materiais e componentes e é amplamente utilizada a fim de compreensão das causas de falhas e também para verificar as previsões teóricas de falha com falhas reais.

2.2.4 Fadiga

Fadiga é o tipo de falha mecânica causada primariamente pela aplicação repetida de cargas variáveis, cuja principal característica é gerar e/ou propagar paulatinamente uma trinca, até a eventual fratura da peça. As falhas estruturais são chamadas de "mecânica" quando causadas primariamente pelas cargas de serviço. As falhas por fadiga são localizadas, progressivas e cumulativas. Logo, a modelagem do trincamento por fadiga pode (e deve) ser tratada como um problema local, que pouco depende das tensões na peça como um todo (Castro, 2009).

A ruptura por fadiga é provocada por nucleação e propagação mais ou menos lenta da(s) trinca(s) que aparece(m) numa peça submetida a tensões oscilantes (Boniatto, 2003). O processo de fadiga pode ser dividido em quatro fases como é apresentado no diagrama esquemático da figura 2.4.

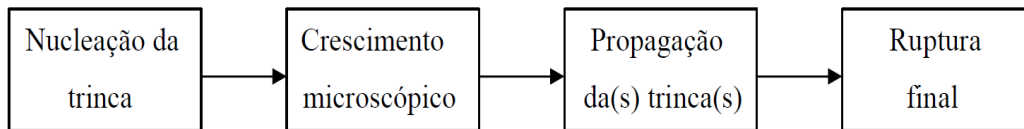


Figura 2.4: Diagrama esquemático indicando uma falha por fadiga (Boniatti, 2003).

A iniciação da trinca depende dos detalhes da geometria, do material, do ponto crítico da peça e da história de tensões e deformações que nela atua. Já a propagação da trinca, que é paulatina e estável, depende da história dos fatores de intensidade de tensões que a solicita em serviço, mas a fratura final da peça pode ser brusca, quase instantânea (Castro, 2009). A grande maioria das falhas estruturais que ocorrem na prática envolve problemas de fadiga. Não há dados brasileiros, mas o custo das falhas estruturais mecânicas já foi estimado em mais de 4% do PIB na Europa e nos Estados Unidos (Castro, 2009).

As fraturas por fadiga podem ser divididas em duas regiões (Boniatti, 2003):

- Região de fratura por fadiga propriamente dita, caracterizada por uma espécie lisa com aspecto sedoso e brilhante, causada pela ação do contato das superfícies da trinca durante a sua propagação.
- Região com superfície cristalina ou fibrosa que corresponde à fratura final instantânea (falha estática).

A origem da fratura por fadiga é uma pequena fissura que, aos poucos se propaga produzindo uma fratura de característica plástica ou frágil, devido à concentração de tensões, a defeitos no material etc. Normalmente, a fratura se inicia na superfície devido à irregularidade e também porque nela os cristais têm maior liberdade de deformação, além de estarem submetidos à corrosão atmosférica (Boniatti, 2003). As fissuras de fadiga têm uma direção ortogonal às linhas de força do carregamento aplicado.

A fadiga pode ser estudada a partir de algumas teorias:

- Teoria dos Esforços Secundários: admitiu-se que todos os corpos possuem grande número de defeitos superficiais e formulou-se a idéia de que esses defeitos criam concentração de tensões. Como consequência dessa heterogeneidade física, química e estrutural, os metais encontram-se submetidos a esforços secundários não desprezíveis, também denominados de pontos de tensões. A combinação dos esforços externos com os secundários sobrepõe localmente ao esforço de coesão das partículas dando origem à fissuração (Cimini, 2001).
- Teoria das Bandas de Escorregamento: na escala microscópica, a característica mais importante do processo de fadiga é a nucleação de uma ou de mais trincas, as quais, devido à sollicitação, levam ao escorregamento entre bandas ou no contorno dos grãos do material. Os metais apresentam uma estrutura cristalina (geralmente policristalina), ou seja, seus átomos são arranjos dentro de uma determinada ordem. Cada grão apresenta suas propriedades mecânicas próprias e de direcionamento. Alguns grãos são orientados de tal forma que planos de fácil escorregamento ou deslizamento estão na direção da máxima tensão de cisalhamento aplicada. Esse escorregamento ocorre tanto em carregamento estático como em dinâmico. Porém, o fenômeno é acentuado neste último caso, de tal forma que o resultado é o aparecimento de planos de escorregamento muitos finos, da ordem de décimos de μm (Cimini, 2001).

Portanto, o escorregamento é primariamente controlado pelas tensões de cisalhamento e, quanto maior for a amplitude ou maior o número de ciclos, maior será o escorregamento (Cimini, 2001). Isso significa que a fase inicial de desenvolvimento das trincas se dá nas bandas de escorregamento, e estas trincas tendem a se desenvolver no plano da máxima tensão de cisalhamento (em materiais dúcteis, 45°). Esse crescimento da trinca é geralmente pequeno, da ordem de grandeza de alguns grãos. No decorrer dos ciclos de tensão, a trinca de fadiga tende a coalescer e a crescer ao longo dos planos de máxima tensão de tração (Cimini, 2001).

Nenhuma das teorias existentes é suficiente por si só para explicar o fenômeno, porém, todas se completam mutuamente. Para que a fissura apareça em um ponto, é necessário que os esforços locais ultrapassem a resistência de coesão do material. A formação de bandas de escorregamento é criada por essa situação, tendendo a uma acomodação, ou a uma progressão continuada, dependendo do nível de tensões existentes. Neste caso, a fissura se desenvolve até a fratura. Portanto, a fratura resulta da destruição da coesão intercrystalina e da impossibilidade de o metal se acomodar suficientemente, de maneira a anular os pontos de concentração de tensões (Boniatti, 2003).

O limite de fadiga é definido como sendo o valor máximo da tensão abaixo da qual, presumivelmente, o material pode ser solicitado a um número infinito de ciclos sem fratura. Enquanto muitos materiais, incluindo o aço, têm um limite de fadiga bem definido entre 10^6 e 10^7 ciclos, outros, como o alumínio, não possuem tal característica (Boniatti, 2003).

A modelagem das falhas por fadiga necessita ser precisa e confiável, já que a geração e a propagação paulatina e irreversível de uma trinca em geral não provocam mudanças evidentes no comportamento global da estrutura. Isto porque o dano gerado pelo trincamento fica quase sempre restrito à região crítica da peça, e não tende a gerar avisos prévios de falha iminente (Castro, 2009). Assim, as fraturas das peças fadigadas podem ocorrer de forma brusca e inesperada, e por isso devem ser evitadas a qualquer custo nas estruturas potencialmente perigosas. Portanto, o controle das falhas por fadiga nessas estruturas deve ser feito através de um plano de garantia da segurança que inclua um programa periódico de inspeções e de avaliações de integridade estrutural baseado na modelagem precisa do processo de trincamento.

A modelagem das falhas globais requer cálculo do campo de tensões em pelo menos uma seção resistente da peça. Nas geometrias complexas isto só é factível através de técnicas numéricas, como elementos finitos, por exemplo. Já as falhas locais são quase sempre modeláveis pela análise das tensões que solicitam o “ponto crítico” da peça, pois é lá que todo o dano se concentra. Em geral, não é necessário (nem recomendável) calcular o campo de tensões na peça toda, pois basta localizar o ponto crítico e obter o histórico

das tensões (ou do fator de intensidade do campo de tensões) lá atuante para poder modelar todo o dano associado às falhas locais (Castro, 2009). Porém, nunca é demais enfatizar que todos os tipos de falha devem ser evitados na prática.

2.2.4.1 Fatores que Influenciam no Desenvolvimento à Fadiga

Alguns fatores podem influenciar no desenvolvimento à fadiga, entre eles estão:

- Fator de Acabamento Superficial: afeta a resistência à fadiga de três modos: (a) introduzindo concentração de tensões resultante da rugosidade; (b) por alterar as propriedades físicas da camada superficial; e (c) por introduzir, eventualmente, tensões residuais, que, no caso de serem de tração, diminuem a resistência à fadiga (Branco, 1986).
- Fator de Concentração de Tensões: descontinuidades na geometria da peça, como entalhes, furos, roscas etc., provocam um aumento local de tensão. O aumento teórico do valor da tensão pode, em alguns casos, ser determinado pela Teoria da Elasticidade, mas geralmente é determinado recorrendo a Fotoelasticidade ou a métodos computacionais, como o Método de Elementos Finitos. Na prática, recorre-se a fatores de concentração de tensão, K_T , que multiplicam as tensões nominais obtidas a partir das expressões elementares da resistência dos materiais, relativas à tração, flexão e torção. Esses fatores K_T estão associados à geometria do entalhe e ao modo de aplicação da carga, e são baseados na hipótese de que o material é perfeitamente homogêneo, isotrópico e elástico (Branco, 1986).
- Fator de Tamanho: em testes sobre corpos de prova de diversos tamanhos, observou-se que os corpos de prova grandes tendem a romper com menor número de ciclos (Branco, 1986). Várias teses foram formuladas para tentar explicar o motivo desse estranho comportamento diferenciado, porém, nenhuma foi aceita como definitiva pela comunidade científica até o momento.

- Efeito da Temperatura: a temperatura e o tempo em que o ambiente permanece nessa temperatura são fatores importantes para o surgimento de trincas. Em temperaturas elevadas, normalmente, as propriedades estáticas são mais afetadas que as de fadiga, sendo que elevados gradientes de temperatura podem causar trincas térmicas no material. As tensões provocadas por expansão ou contração térmica em determinadas situações precisam ser consideradas (Branco, 1986).
- Influência do Material e Tratamento Térmico: é evidente que a velocidade de propagação da trinca depende do material e do tratamento térmico. Há materiais que são mais resistentes à propagação de trincas que outros. Vale a pena ressaltar que a influência da microestrutura é extremamente importante para o desenvolvimento ou não de danos no componente.

2.2.4.2 Fadiga por Fluência

Em muitos casos, em equipamentos como caldeiras, turbinas, fornos etc., que trabalham sujeitos a altas temperaturas, danos causados por fluência, podem superpor aos danos gerados por fadiga (Castro, 2009). Logo, para melhor compreensão do fenômeno de propagação de trincas ocorrido na tubulação de uma caldeira de plataforma, por exemplo, é necessário entender o fenômeno de fluência.

Fluência é o mecanismo de falha mecânica caracterizado por um acúmulo paulatino de deformações anelásticas que independe de incrementos de carga, o qual pode afetar muito ou dominar a vida útil das estruturas que trabalham em temperaturas altas (θ) em relação a temperatura de fusão (θ_f) do material (Castro, 2009). Devido a fluência, as deformações em geral dependem não só das tensões (σ), mas também da temperatura (θ) e do tempo (t), ou seja:

$$\varepsilon = \varepsilon(\sigma, \theta, t) \quad (6)$$

Na prática da análise estrutural, são tipicamente consideradas como "altas" as temperaturas onde $\theta > 0,3 \theta_f$ nas ligas metálicas (Castro, 2009). Por isso, é comum desprezar a fluência na análise das estruturas metálicas que trabalham em temperatura ambiente supondo que suas deformações elásticas e/ou plásticas podem ser modeladas como se dependessem apenas das tensões, isto é, $\varepsilon = \varepsilon(\sigma)$. Mas, os componentes estruturais poliméricos devem, em geral, ser dimensionados considerando a fluência mesmo quando eles trabalham somente a temperatura ambiente. Em outras palavras, sempre que a temperatura de trabalho for alta não se pode usar a hipótese simplificada $\varepsilon = \varepsilon(\sigma)$ nos cálculos estruturais, pois ela é insegura nestes casos (Castro, 2009). Além disso, sob tensões muito altas, próximas ou maiores que a resistência do material, a fluência pode ser importante até mesmo em temperaturas usualmente consideradas "baixas", se o tempo de aplicação da carga for muito longo em relação ao tempo de medição de resistência ao escoamento.

As curvas de fluência $\varepsilon \times t$ típicas (também chamadas de curvas de Andrade), que descrevem como a deformação varia ao longo do tempo sob várias tensões σ_i constantes numa mesma temperatura θ (fixa) estão ilustradas na figura 2.5 (a). A figura 2.5 (b) mostra a curva de fluência para o aço austenítico AISI 316L.

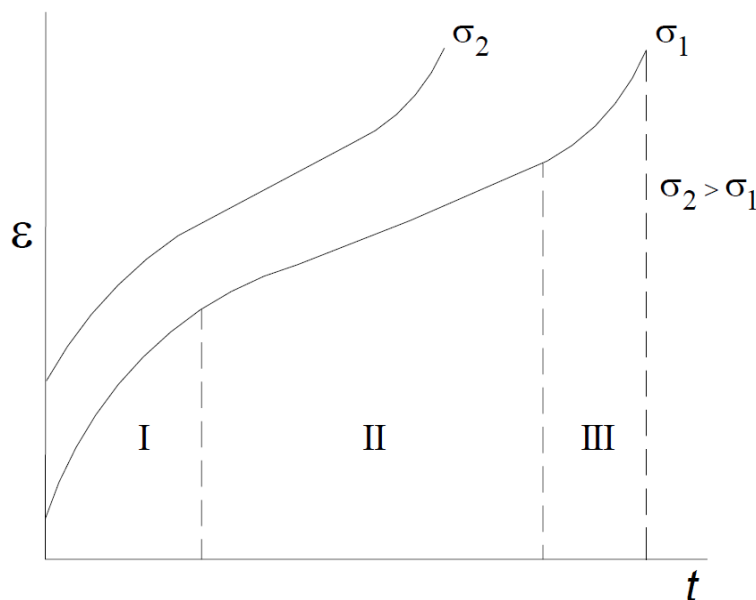


Figura 2.5 (a): Curva típica para deformação por fluência (Boniatti, 2003).

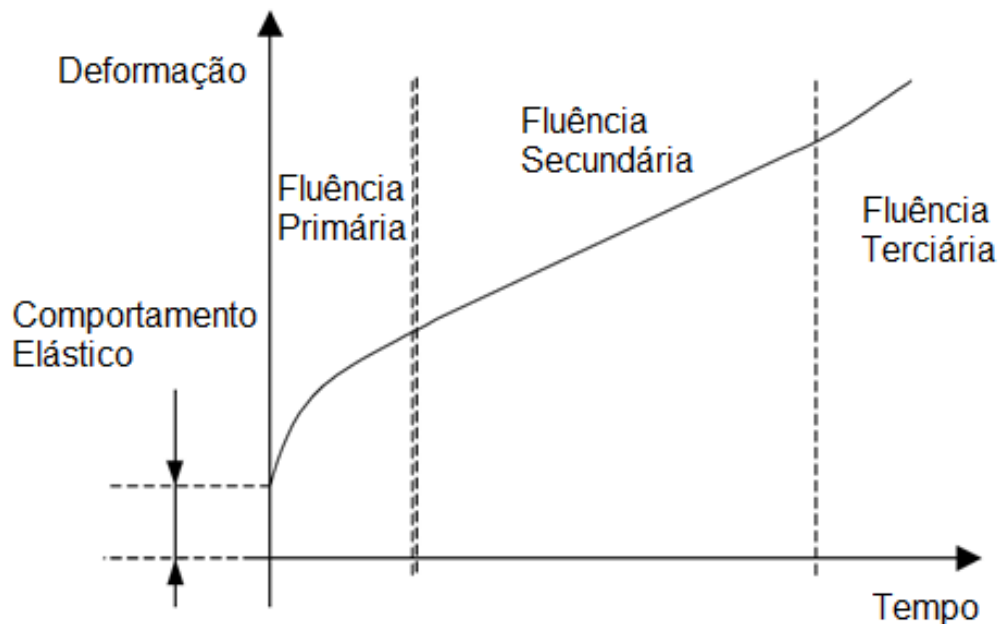


Figura 2.5 (b): As diferentes fases de fluência para aço AISI 316L (Depradeux, 2004).

As curvas das figuras anteriores mostram a fluência primária (fase I) com uma taxa $\dot{\epsilon}_{pri}$ decrescente, a fluência secundária (fase II), que normalmente domina a vida à fluência nas tensões usadas na maioria das aplicações estruturais, e cuja taxa $\dot{\epsilon}_s$ é quase constante, e finalmente, a fluência terciária (fase III) com taxa $\dot{\epsilon}_{ter}$ crescente, a qual termina na eventual fratura da peça. É importante ressaltar que as curvas de Andrade se deslocam para cima e para a esquerda à medida que a tensão aumenta, isto é, as taxas de fluência crescem e o tempo de ruptura diminui quando σ cresce. As curvas $\epsilon \times t$ obtidas em diversas temperaturas θ_i sob uma mesma tensão σ também têm uma forma típica similar (Castro, 2009).

Porém, existe a região anterior ao começo da região I onde se tem um comportamento elástico (Depradeux, 2004).

Em alguns casos, durante o crescimento de uma trinca macroscópica em altas temperaturas, todos os tipos de fluência poderão ocorrer

simultaneamente. No entanto, para os estudos de engenharia, as regiões I e II são mais relevantes.

A figura 2.6 mostra a variação das taxas de fluência enfatizando o que ocorre no material quando o mesmo é submetido a uma fratura por fadiga.

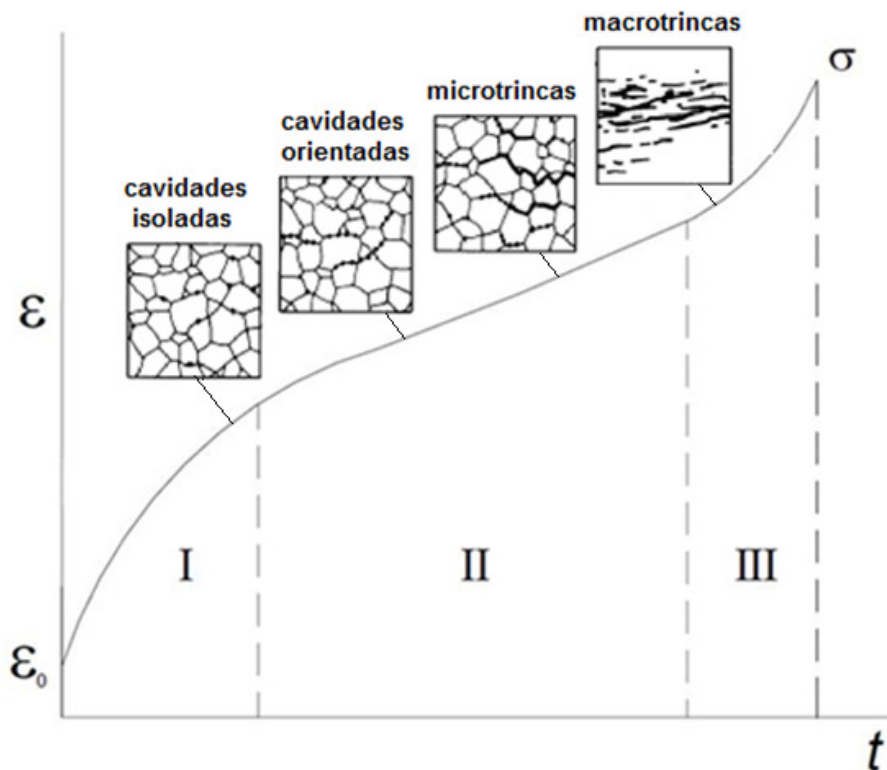


Figura 2.6: Variação típica das taxas de fluência nas curvas de Andrade (SENAI-RJ, 2012).

A zona em deformação plástica na extremidade da trinca aproxima-se das dimensões do grão de tal modo que o ponto de transição do regime I para o II corresponde a uma dimensão da zona plástica, em média, inferior a cinco vezes o tamanho do grão do material. No regime II, a microestrutura tem uma influência pouco acentuada, e o mecanismo de ruptura é aparentemente contínuo e por estricção. Finalmente, no regime III, o modo característico de ruptura é misto (fadiga + ruptura plástica) havendo clivagem ou fratura fribosa (coalescência de microcavidades) (Boniatti, 2003).

O efeito da temperatura θ , que deve ser bem controlado nos testes de

fluência, é, em geral, modelável segundo Arrhenius (Castro, 2009).

Deve-se enfatizar que os efeitos do crescimento da trinca por fadiga na maioria das variáveis de teste são específicos para uma particular combinação do material, da temperatura de teste e das cargas mecânicas (Castro, 2009).

2.2.4.3 Quantificação da Resistência à Fluência das Ligas Estruturais

Vários efeitos da fluência podem ser medidos de diversas formas, por exemplo:

- Pela taxa de deformação sob fluência secundária na fase II da curva $\epsilon \times t$, sendo fixas a tensão σ e a temperatura θ do teste.
- Pela resistência à taxa de fluência secundária sob uma temperatura θ fixa.
- Pela resistência a ruptura sob fluência num dado tempo t sob θ fixa, ou pela tensão de engenharia que rompe o corpo de prova após t (h) de teste sob θ fixa.
- Pela temperatura na qual o corpo de prova de fluência rompe após t (h) de teste sob a tensão de engenharia fixa, ou,
- Pelo tempo após o qual o corpo de prova de fluência rompe sob σ e θ fixas.

Como regra geral, a resistência à fluência tende a crescer com o aumento da temperatura de fusão e da resistência à oxidação no meio e na temperatura de trabalho (Castro, 2009). Para ilustrar a ordem de grandeza do problema da fluência nas ligas metálicas estruturais, apresenta-se a seguir uma amostra significativa de diversas propriedades medidas em altas temperaturas, compiladas de muitas fontes e devidamente traduzidas para o Sistema Internacional: as tabelas 2.1 e 2.2 listam usos e limites típicos para os aços estruturais.

Tabela 2.1: Recomendações típicas para escolha de aços usados em temperaturas altas: a receita básica é aumentar o teor de Cr e de Mo à medida que a temperatura θ aumenta até cerca de 650°C e usar aços inoxidáveis acima desta temperatura (Castro, 2009).

Práticas usuais de seleção de aços estruturais para trabalhos em alta temperatura			Θ_{max} para uso não estrutural de aços inox AISI no ar (°C) - Θ para serviço		
			Austenítico	Pulsado	Contínuo
Percentual típico dos tipos de aços usados em grandes caldeiras	Θ_{max} (°C) para serviço estrutural segundo o Metal's Handbook		201	815	845
	Material	Θ_{max}	202	815	845
aço C 36%	aço C	450	301	840	900
0,5 Mo 10%	0,5 Mo	510	302	870	925
1,25 Cr - 1 Mo 33%	2,25 Cr - 1 Mo	540	304	870	925
2,25 Cr - 1 Mo 10%	inox 304	595	308	925	980
9 Cr - 1 Mo 11%			309	980	1095
			310	1035	1150
			316	870	925
			317	870	925
			321	870	925
			330	1035	1150
			347	870	925
			Feríticos		
			405	815	705
			406	815	1035
			430	870	815
			442	1035	980
			446	1175	1095
			Matensíticos		
			410	815	705
			416	760	675
			420	735	620
			440	815	760

Θ_{max} (°C) de tubos para vapor superaquecido segundo a ASME		
Material	Oxidação ou Grafitação	Fluência
aço C	400-500	425
0,5 Cr - 0,5 Mo	550	510
1,25 Cr - 0,5 Mo	565	560
2,25 Cr - 1 Mo	580	595
9 Cr - 1 Mo	650	650
inox 304H	760	815

Tabela 2.2: Limites de temperatura recomendadas pela norma API 530, referente ao cálculo da espessura de tubos de aquecimento em refinarias de petróleo (Castro, 2009).

Aço	Tipo / Grau	$\Theta_{projeto}$ (°C)	$\Theta_{critica}$ (°C)
Carbono	B	540	720
C - 1/2 Mo	T1 ou P1	595	720
1 1/4 Cr - 1/2 Mo	T11 ou P11	595	775
2 1/4 Cr - 1 Mo	T22 ou P22	650	805

3 Cr - 1 Mo	T21 ou P21	650	815
5 Cr - 1/2 Mo	T5 ou P5	650	820
5 Cr - 1/2 Mo - Si	T5b ou P5b	705	845
7 Cr - 1/2 Mo	T7 ou P7	705	825
9 Cr - 1 Mo	T9 ou P9	705	825
9 Cr - 1 Mo - V	T91 ou P91	650	830
18 Cr - 8 Ni	304 ou 304H	815	-
16 Cr - 12 Ni -2 Mo	316 ou 316H	815	-
16 Cr - 12 Ni -2 Mo	316L	815	-
18 Cr - 10 Ni -Ti	321 ou 321H	815	-
18 Cr - 10 Ni -Nb	347 ou 347H	815	-
Liga Ni-Fe-Cr	800H / 800HT	985	-
Liga 25Cr - 20 Ni	HK40	1010	-

A temperatura limite recomendada pela API 530 para o projeto estrutural dos tubos de aquecedores ou de fornalhas listada na tabela 2.1 está associada à obtenção de dados de ruptura por fluência confiáveis. Temperaturas até 30°C abaixo da temperatura crítica do material, $\theta_{crítica}$, são permitidas para operações de curta duração necessárias para a manutenção do aquecedor (Castro, 2009). Esta norma não cita explicitamente limites de carga ou de tensão nessas operações curtas em temperaturas bem mais altas que a permitida para o serviço normal. Todavia, como as taxas de fluência crescem exponencialmente com a temperatura, se deve tomar extremo cuidado para evitar danos significativos nestas operações, limitando, conservativamente, a valores muito baixos as tensões a elas associadas. Operações acima de $\theta_{crítica}$ podem resultar em mudanças microestruturais significativas nas ligas ferríticas listadas nesta tabela (Castro, 2009). Segundo a norma API 530, os aços inox austeníticos não têm problemas com temperaturas críticas. Mas, ela menciona explicitamente que outros fatores como a oxidação, a grafitação, a carbonetação e o ataque por hidrogênio podem limitar as temperaturas máximas permitidas, e que estes fatores devem ser considerados quando os tubos do aquecedor ou da fornalha forem projetados (Castro, 2009).

2.3 Concentrador de Tensão

Para entender os fatores de concentração de tensão dos entalhes típicos que quase sempre afetam o dimensionamento mecânico à fadiga, é preciso:

- Caracterizar o fluxo dos esforços em estruturas através das linhas de força.
- Estudar os fundamentos da teoria da elasticidade que são indispensáveis à solução analítica dos problemas lineares elásticos de concentração de tensões.
- Desenvolver técnicas para estimar valores do concentrador de tensão usando soluções analíticas aproximadas.
- Apresentar um catálogo de K_{TS} de geometrias típicas, e mencionar as técnicas experimentais e numéricas necessárias para expandi-lo.

Segundo o princípio de Saint-Venant, as fórmulas clássicas da análise tradicional de tensões (ou da resistência dos materiais) só são válidas nas regiões da peça que fiquem longe das transições bruscas de geometria e dos pontos de aplicação das cargas concentradas. Por exemplo, a equação $\sigma = (M \cdot y)/I$, usada para calcular as tensões lineares elásticas induzidas pelo fletor M no ponto que dista y do eixo neutro numa viga de momento de inércia I , só é válida nos trechos onde a seção reta permaneça uniforme (ou varie suavemente). Logo, as fórmulas clássicas só servem para se calcular as chamadas tensões nominais σ_n , as quais desprezam os efeitos localizados nas transições geométricas bruscas (Castro, 2009).

Entretanto, a grande maioria das peças reais precisam ter entalhes, ou variações localizadas em sua geometria como furos, rasgos, ombros ou outros detalhes similares, os quais são em geral indispensáveis para a fixação e/ou para a operação da peça (Budynas, 2011). Um parafuso, por exemplo, tem uma cabeça em uma extremidade e roscas na outra, as quais explicam mudanças abruptas na seção transversal. Estes entalhes são necessários, mas concentram (isto é, aumentam) localmente as tensões nominais que atuariam na peça se ela fosse isenta deles (Boniatti, 2003). Qualquer descontinuidade em uma peça de máquina altera a distribuição de tensão na cercania da descontinuidade, de modo que as equações elementares de tensão não conseguem mais descrever o estado de tensão na peça nessas localidades (Budynas, 2011). Tais descontinuidades são denominadas concentradores de

tensão, e as regiões nas quais elas ocorrem são chamadas de áreas de concentração de tensão.

O fator de concentração de tensões K_T é definido pela razão entre a máxima tensão que atua numa dada seção (entalhada) $\sigma_{\theta_{max}}$ e a tensão nominal que lá atuaria se o entalhe não perturbasse o campo de tensões no seu entorno. Logo,

$$K_T = \frac{\sigma_{\theta_{max}}}{\sigma_n} \quad (7)$$

O subscrito T em K_T significa que esse fator de concentração de tensão depende, para seu valor, apenas da geometria da peça, isto é, o material especificamente usado não tem efeito algum sobre o valor de K_T . É por esse motivo que ele é chamado de fator de concentração teórico (Budynas, 2011)..

A análise de formas geométricas para determinar fatores de concentração de tensão é um problema difícil de modo que não muitas soluções podem ser encontradas. A maioria dos fatores de concentração de tensão é determinada por meio de técnicas experimentais. Embora o Método dos Elementos Finitos tenha sido usado, o fato de os elementos serem, na realidade, finitos, impedem a descoberta da tensão máxima verdadeira. As abordagens experimentais usadas geralmente incluem a fotoelasticidade, os métodos de malha, os métodos de película frágil e os métodos de medida elétrica de deformação (Budynas, 2011). Os métodos de medida de deformação e os métodos de malha sofrem do mesmo inconveniente que o Método dos Elementos Finitos (Budynas, 2011).

Os concentradores de tensão são responsáveis por muitas falhas de elementos estruturais ou mecânicos sujeitos a carregamentos de fadiga. Nesses casos, uma concentração de tensão provocará trincas no material se a tensão ultrapassar o limite de tolerância do material, seja ele dúctil ou frágil. O material localizado na ponta da trinca permanece em estado frágil, e, portanto, a trinca continua a crescer, levando a fratura progressiva, se não houver reparo adequado a tempo. Conseqüentemente, engenheiros envolvidos nos projetos

desses elementos devem sempre procurar modos de limitar o dano que pode ser causado por fadiga (Hibbeler, 2010).

Na modelagem dos problemas da fadiga (e também nos de fratura de peças frágeis), o efeito dos entalhes é de primordial importância, e o uso dos K_{TS} é absolutamente indispensável nas rotinas de dimensionamento mecânico.

2.3.1 Concentração de Tensão em Problema 2D

Considerando o elemento com forças aplicadas em sua fronteira no plano 'x, y' (figura 2.7a), pode-se dizer que para este caso os componentes de tensão $\sigma_z, \tau_{xz}, \tau_{yz}$ podem ser assumidos como sendo iguais a zero. Este estado de tensão é denominado de estado plano de tensão e os componentes $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ são funções de x e y somente (Pilkey, 1977).

Se a dimensão na direção da 'z' de um corpo cilíndrico longo é muito grande em relação às suas dimensões no plano 'x, y' e as forças aplicadas são perpendiculares à direção longitudinal (direção z) (figura 2.7b), pode-se assumir que no meio da seção as deformações $\epsilon_z, \gamma_{xz}, \gamma_{yx}$ na direção 'z' são iguais a zero. Este estado é denominado de estado plano de deformação. É importante enfatizar que estes problemas bidimensionais são referidos como problemas planos (Pilkey, 1977).

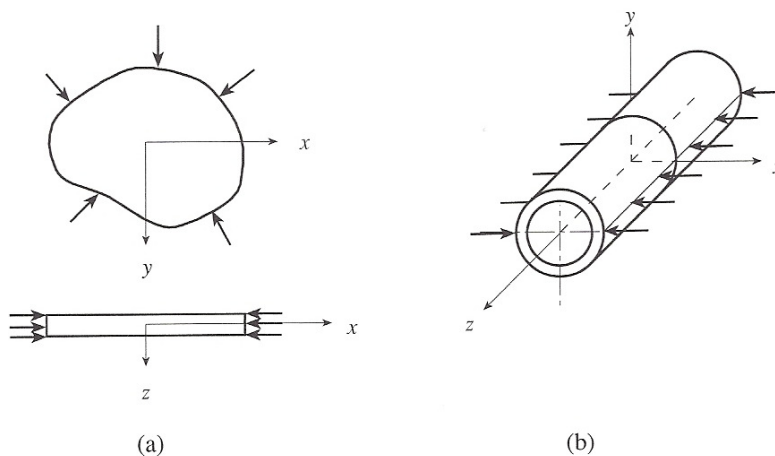


Figura 2.7: (a) Plano de tensão. (b) Plano de deformação (Pilkey, 1977).

Para tais problemas, se as forças no corpo são constantes, a distribuição de tensões é uma função do formato do corpo e do carregamento a ele aplicado e não do material. Isto implica que os fatores de concentração de tensão para os problemas no plano são funções da geometria e carregamento e não do tipo de material (Pilkey, 1977). Portanto, na prática, os fatores de concentração de tensão podem ser encontrados utilizando técnicas com problemas no plano.

2.3.2 Concentração de Tensão Local e Não Local

Se as dimensões de um concentrador de tensão são muito menores que as do membro estrutural, a sua influência é normalmente limitada a uma área localizada. Isto é, a distribuição de tensões global do membro, exceto para a área localizada, é a mesma que para o membro sem o concentrador de tensão. Este tipo de problema é conhecido como problema localizado de concentração de tensão. A forma mais simples de resolvê-lo é tratar a região isoladamente do restante do componente e, em seguida, determinar o K_T usando as equações e curvas de um caso simples com forma e carga semelhante ao componente em questão (Pilkey, 1977).

Por outro lado, se um amplo campo de tensão é afetado, o problema é chamado de concentração de tensão não-local e sua análise pode ser bastante complicada. Nestes casos, a análise de tensões em todo o componente torna-se essencial.

2.3.3 Concentração de Tensão Múltipla

Duas ou mais concentrações de tensão que ocorrem no mesmo local em um membro estrutural estão em um estado de concentração de tensão múltipla (Pilkey, 1977). Vários problemas de concentração de tensão ocorrem com frequência em projetos de engenharia. Um exemplo seria um elemento plano uniaxialmente carregado com um orifício circular, completada por um entalhe na extremidade do furo central (figura 2.8).

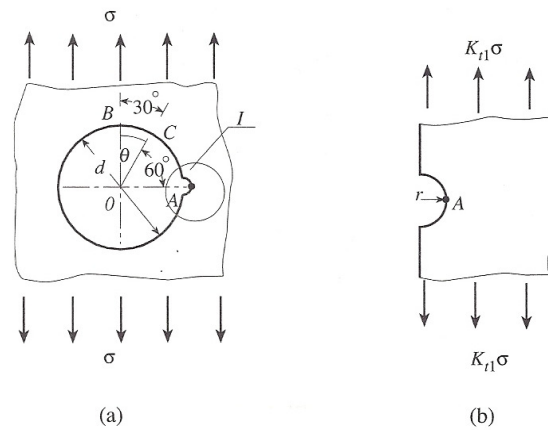


Figura 2.8: Concentração de tensão múltipla: (a) Pequeno entalhe na borda do furo central. (b) Seção ampliada do entalhe (Pilkey, 1977).

Considerando K_{T1} o fator de concentração de tensão do elemento com um orifício circular e K_{T2} o fator de concentração de tensão referente ao entalhe na borda, o fator de concentração de tensão múltipla do elemento K_{T12} não pode ser deduzido diretamente a partir K_{T1} e K_{T2} . Os dois diferentes fatores irão interagir um com o outro e produzir uma nova distribuição de tensão (Pilkey, 1977). Devido a sua importância no projeto de engenharia, um esforço considerável tem sido dedicado a encontrar soluções para os problemas de concentração de tensão múltipla (Pilkey, 1977).

2.3.4 Concentrador de Tensão Transiente Térmico - K_{TT}

Considerando um disco submetido a um fluxo de calor no centro:

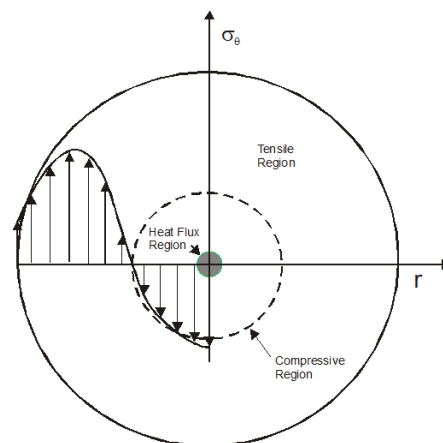


Figura 2.9: Disco submetido a um fluxo de calor no centro (Carvalho, 2005).

Neste caso, figura 2.9, tem-se as chamadas tensões térmicas que são produzidas em um corpo como resultado de distribuições de temperatura que não permitem a expansão livre de elementos individuais de acordo com a temperatura local. Na área central, os átomos tendem a se expandir (região compressiva), mas a região vizinha, que ainda não está aquecida, não permite o livre movimento dos elementos (região trativa), gerando, portanto, concentração de tensão nesta região. Mas, existem distribuições de temperatura determinados que produzem expansões livres tais que os elementos adjacentes se encaixam em conjunto sem interferência e, portanto, sem o desenvolvimento de tensões. A distribuição de temperatura que satisfaz as condições da soma das segundas derivadas parciais em um dado plano deve ser igual a zero para gerar expansões compatíveis e não produzir tensões térmicas no corpo (Carvalho, 2005).

2.3.5 Superposição de Concentradores de Tensão - K_{TS}

É a soma de todos os concentradores de tensão atuantes no componente. Ou seja, para uma tubulação de caldeira de plataforma, por exemplo, que trabalha sujeita a pressão e alta temperatura, tem-se:

$$K_{TS} = K_{TT} + K_{TM} \quad (8)$$

Onde K_{TT} corresponde ao concentrador de tensão térmico transiente ocasionado pela temperatura elevada no interior da peça e K_{TM} corresponde ao concentrador de tensão devido a pressão (tensão mecânica).

A figura 2.10 (b) mostra o gráfico da tensão variando com o raio da tubulação devido a pressão interna a que o tubo está submetido (figura 2.10 (a)). Na região do ponto G tem-se uma área com maior concentrador de tensão ocasionado pela própria pressão interna sobre o entalhe presente no componente.

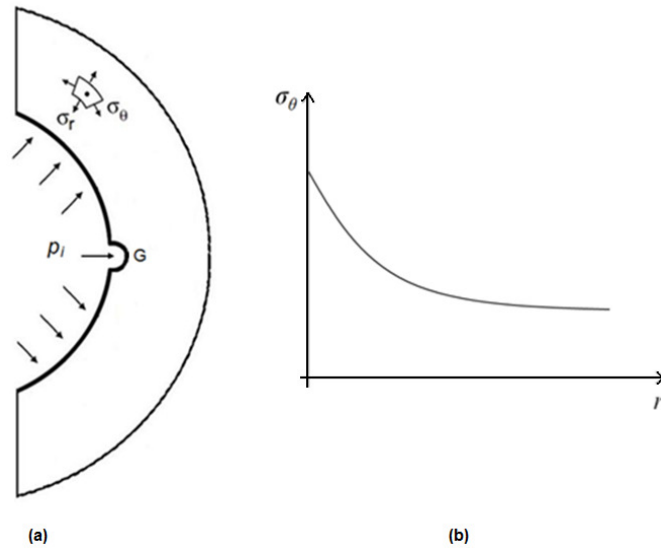


Figura 2.10: (a) Representação da metade da seção da tubulação em meio à pressão interna. (b) Representação gráfica da variação da tensão em função do raio no ponto G.

O gráfico da figura 2.11 mostra a variação do concentrador de tensão térmico transiente K_{TT} em função do tempo t .

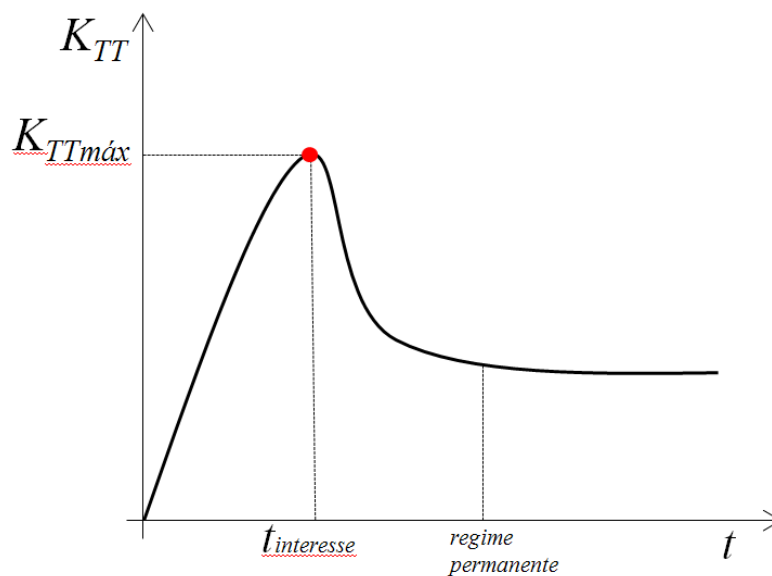


Figura 2.11: Representação gráfica da variação do concentrador de tensão térmico transiente em função do tempo.

A técnica utilizada neste caso é verificar como varia o K_{TT} em intervalos de tempo distintos e somar ao K_{TM} o maior valor encontrado para K_{TT} , obtendo,

desta forma, o concentrador total de tensões. A zona de interesse, portanto, é a região do concentrador de tensão térmico transiente máximo.

É importante ressaltar que problemas relacionados a concentrações de tensão são responsáveis por muitas falhas em elementos estruturais ou elementos mecânicos sujeitos a carregamentos cíclicos. Nesses casos, uma concentração de tensão provoca trinca no material se a tensão excede o limite de resistência à fadiga do mesmo, seja este dúctil ou frágil. O material localizado na ponta da trinca permanece no estado frágil e, desse modo, a trinca continua a crescer, levando a uma fratura progressiva (Hibbeler, 2004). No entanto, o concentrador de tensão em um dado componente pode ser suavizado eliminando, por exemplo, seus cantos vivos. Desta forma, a regra básica para se diminuir os efeitos do concentrador de tensão em qualquer peça é suavizar o fluxo dos esforços que a atravessam, retirando material se necessário (Carvalho, 1992).

Também é importante enfatizar que a modelagem matemática é, sem dúvida, indispensável para calcular a vida residual de peças e estruturas, mas, certamente, ela não é a única ferramenta disponível para evitar problemas causados por falhas por fadiga facilmente evitáveis.

2.4 Efeitos da Temperatura

Tanto os aços carbono como os inoxidáveis sofrem uma redução nos valores de suas propriedades mecânicas quando trabalham em altas temperaturas (Elinox, 2012). Esta é, na realidade, uma característica dos metais e das diversas ligas metálicas.

Resistência e ductilidade ou fragilidade são propriedades afetadas pela temperatura do ambiente de operação (Budynas, 2011).

Nos aços comuns a perda nas propriedades mecânicas é mais significativa que nos aços inoxidáveis austeníticos, o que explica a preferência pela seleção destes materiais para aplicações em altas temperaturas (Elinox,

2012). Os projetos de equipamentos devem considerar este aspecto, o qual não deve ser esquecido no momento da especificação do material.

O aquecimento em razão da soldagem elétrica ou a gás também provoca mudanças nas propriedades mecânicas. Tais mudanças podem se dar pela fixação durante o processo de soldagem, bem como pelo aquecimento. As tensões resultantes permanecem quando as peças se resfriam e os dispositivos de fixação são retirados. Podem ser usados teste de dureza para descobrir se a resistência foi alterada por soldagem ou não, porém tais testes não revelarão a presença de tensões residuais (Budynas, 2011).

Em altas temperaturas, a resistência à oxidação é, normalmente, o fator mais importante na seleção do material. Os aços inoxidáveis são superiores ao aço carbono em altas temperaturas tanto ao considerar a resistência à oxidação como as propriedades mecânicas (Elinox, 2012).

2.5 Tensões Térmicas

A maioria dos componentes dilata-se quando se eleva a temperatura e contraem-se quando esta diminui, sendo as dilatações e as contrações proporcionais ao incremento térmico num amplo campo de temperaturas (Boley, 1985). Esta proporcionalidade é representada pelo coeficiente linear de dilatação térmica.

Quando o aumento da temperatura num corpo homogêneo não é uniforme e as distintas regiões do material não se dilatam igualmente, tem-se as chamadas tensões térmicas. Se a variação térmica num corpo homogêneo é uniforme e existem limitações externas à dilatação, também serão originadas tensões térmicas (Boley, 1985).

O conhecimento de tais tensões é importante nos projetos de engenharia, uma vez que a ruptura por fadiga pode ocorrer a qualquer instante, como resultado de flutuações na temperatura (choque térmico).

Normalmente, sistemas cilíndricos e esféricos estão sujeitos a diferentes

gradientes de temperatura na direção radial e podem, portanto, ser tratado como um caso unidimensional (Incropera, 1990).

A figura 2.12 mostra um cilindro em meio a troca de calor por convecção.

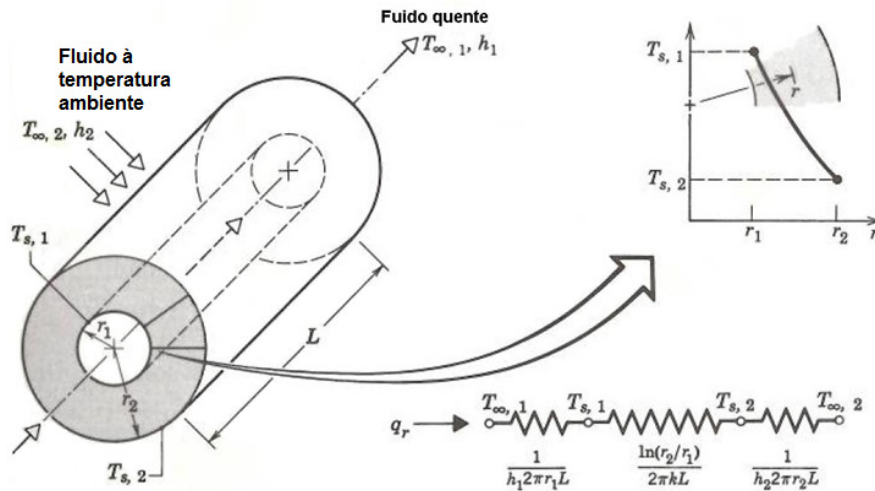


Figura 2.12: Cilindro vazado em meio a troca de calor (Incropera, 1990).

Para este caso, a distribuição nominal de temperatura em um dado ponto que dista uma distância r é dada por (Incropera, 1990):

$$T(r) = \frac{T_{s,1} - T_{s,2}}{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)} \ln\left(\frac{r}{r_2}\right) + T_{s,2} \quad (9)$$

onde r_1 e r_2 correspondem aos raios interno e externo, respectivamente.

2.6 Aços: Aços Resistentes à Corrosão

Ligas à base de ferro contendo pelo menos 12% de cromo são denominados aços inoxidáveis (Budynas, 2011). A característica mais importante desses aços é a sua resistência a várias, mas nem todas, condições de corrosão (Budynas, 2011). Os quatro tipos disponíveis são: aços-cromo ferríticos, aços cromo-níquel austeníticos, aços inoxidáveis martensíticos e aços endurecidos por precipitação.

Os aços inoxidáveis cromo-níquel preservam a estrutura austenítica à temperatura ambiente e, portanto, não são suscetíveis a tratamento térmico. A resistência desse aço pode ser aumentada por meio de trabalho a frio (Budynas, 2011). Eles não são magnéticos a menos que sejam trabalhados a frio. Suas propriedades de endurecimento por trabalho a frio também os tornam difíceis de serem usinados. Todos os aços cromo-níquel podem ser soldados. Eles possuem propriedade de resistência à corrosão superiores às dos aços-cromo comuns. Quando se adiciona mais cromo para obter uma maior resistência à corrosão, também é necessário adicionar mais níquel caso se queira manter suas propriedades austeníticas (Budynas, 2011).

2.6.1 Aço Inoxidável Austenítico - Aços Típicos AISI 304 e AISI 316

Os aços inoxidáveis austeníticos são, basicamente, ligas não-magnéticas ternárias de ferro-cromo-níquel com baixo teor de carbono, contendo de 16 a 26% de cromo, níquel até 35% e manganês até 15% (Ishida, 2009). Apresentam excelentes propriedades mecânicas, trabalhabilidade a frio e elevada resistência à altas temperaturas. A adição de elementos de liga como o molibdênio e a redução do teor de carbono melhoram sua resistência à oxidação (SENAI-RJ, 2012).

Quanto maior é o teor de carbono do material, maior também é o teor de cromo removido da solução sólida e, conseqüentemente, maior será a suscetibilidade do material a se corroer intergranularmente em certos meios (Ishida, 2009).

Esta suscetibilidade tem sido determinada como sensitização e é atribuída à precipitação de carbeto nos contornos de grão austeníticos (Ishida, 2009). Esse fenômeno faz com que a quantidade deste elemento nas regiões adjacentes destes carbeto seja reduzida e então as regiões empobrecidas de cromo tornam-se suscetíveis ao ataque e, portanto, à corrosão.

O limite de solubilidade do carbono na austenita é de 0,02%. Logo, mantendo-se o carbono abaixo desse teor, a formação de carboneto de cromo não será possível. Assim, surgiu o aço inoxidável ABNT 316L, com o teor

máximo de carbono de 0,03%. O excedente de 0,01% de carbono que, eventualmente poderá precipitar, não é suficiente para remover grandes quantidades de cromo da solução sólida e levar o aço a sensitização (Ishida, 2009).

Os aços inoxidáveis austeníticos tornam-se suscetíveis à corrosão intergranular quando submetidos a temperaturas entre 500 e 800°C. Porém, esse fenômeno pode ser minimizado adotando técnica simples como, por exemplo, a escolha por aços inoxidáveis de baixo C (máximo de 0,03%) (Ishida, 2009). É o caso do AISI 316L. Esse aço pode ser utilizado em uma faixa de temperatura mais alta que compreende 700 e 1100°C tanto em atmosferas redutoras como oxidantes, mesmo na presença de enxofre (SENAI-RJ, 2012).

Como o estudo em questão propõe uma temperatura interna de trabalho de 550°C, o aço AISI 316L representou uma boa opção para o caso.

2.7 Método de Elementos Finitos (MEF)

Muitos fenômenos em engenharia e ciências podem ser descritos em termos de equações diferenciais parciais. Em geral, solucionar essas equações por meio de métodos analíticos clássicos para geometrias arbitrárias é quase impossível. O Método de Elementos Finitos (MEF) é uma aproximação numérica com a qual essas equações diferenciais parciais podem ser resolvidas de modo aproximado (Budynas, 1977). Do ponto de vista da engenharia, o MEF é um método para resolver problemas de engenharia, tais como análise de tensões, transferência de calor, escoamento de fluidos e eletromagnetismo, por simulações de computador (Budynas, 2011).

Milhões de engenheiros e cientistas em todo o mundo utilizam o MEF para prever o comportamento estrutural, mecânico, térmico, elétrico e químico de sistemas, tanto na etapa de projeto quanto na de análise de desempenho (Castro, 2009).

Desde os primórdios foi investido grande esforço no desenvolvimento do

Método dos Elementos Finitos nas áreas de formulações de elementos, bem como na implementação via computador de todo o processo de resolução. Entre os principais avanços na tecnologia computacional teve-se a rápida expansão dos recursos de *hardware* dos computadores, eficientes e precisas rotinas para resolução de matrizes, bem como computação gráfica, para facilitar a visualização dos estágios de pré-processamento da construção do modelo até mesmo na geração automática de malha adaptativa e nos estágios de pós-processamento de revisão dos resultados obtidos (Budynas, 2011).

Como o Método dos Elementos Finitos é uma técnica numérica que discretiza o domínio de uma estrutura contínua, os erros são inevitáveis. São eles:

- Erros computacionais: erros de arredondamento provenientes de cálculos em ponto flutuante dos computadores, bem como das formulações dos esquemas de integração numérica que são empregados (Budynas, 2011).
- Erros de discretização: a geometria e a distribuição de deslocamentos de uma estrutura real varia continuamente. O emprego de um número finito de elementos para modelar a estrutura introduz erros na correspondência da geometria com a distribuição de deslocamentos devido às limitações matemáticas inerentes dos elementos (Budynas, 2011).

Métodos numéricos, como o método de diferenças finitas, são igualmente muito complicados de aplicar a formas arbitrárias; os desenvolvedores de programas computacionais não têm comercializado programas com base em diferenças finitas capazes de lidar com geometrias complicadas, comumente encontradas na engenharia. De modo semelhante, a análise de tensões requer a solução de equações diferenciais parciais que são muito difíceis de serem resolvidas por métodos clássicos, exceto para formas muito simples, como as retangulares, raramente encontradas em problemas de engenharia (Budynas, 1977).

A idéia básica do MEF consiste na divisão do domínio de integração em

um método finito de pequenas regiões denominadas de "elementos finitos", muitas vezes chamados apenas de "elementos". A essa divisão do domínio dá-se o nome de "malha" (*grid*, em inglês). A malha ou *grid*, é composta de elementos denominados de "arestas" (faces) e "nós" (pontos de interseção das arestas) (COPPE, 2004).

São usadas diversas formas geométricas de elementos em análise por elementos finitos para aplicações específicas. Os vários elementos usados em um *software* MEF de propósito geral constituem o que é conhecido como biblioteca de elementos do programa. Os elementos podem ser dispostos nas seguintes categorias: elementos lineares, elementos de superfície, elementos sólidos e elementos com finalidades especiais (Budynas, 2011).

O MEF provê um metodologia sistemática com a qual a solução pode ser determinada por meio de um programa de computador. Para problemas lineares, a solução é determinada pela resolução de um sistema de equações lineares e o número de incógnitas é igual ao número nodal. Para obter uma solução razoavelmente exata, milhares de nós são necessários, fazendo com que os computadores sejam essenciais para resolver essas equações. Normalmente, a exatidão da solução melhora com o aumento do número de elementos (e nós), mas o tempo computacional e, em consequência, o custo, também aumentam (Budynas, 1977). Os resultados são, em geral, apresentados em visualizações computacionais, como gráficos de contorno, por exemplo. Essa informação é então utilizada em projetos de engenharia.

Dado o caráter aproximado das soluções fornecidas por este método, o desconhecimento dos seus fundamentos pode conduzir a resultados desastrosos na sua aplicação. Por esta razão, é necessário aprender os fundamentos do Método dos Elementos Finitos (UNIOESTE, 2009).

2.7.1 Geração de Malha

A rede de elementos e nós que discretiza uma região é conhecida por malha. A densidade da malha aumenta à medida que forem colocados mais elementos no interior de uma determinada região. Refinamento de malha

refere-se a alteração da malha de uma análise de um modelo para a análise seguinte visando a melhores resultados. Geralmente, os resultados melhoram quando a densidade da malha é aumentada em áreas com gradientes de tensão elevados e/ou quando zonas de transição geométrica recebem malhas mais suaves. Normalmente, mas nem sempre, os resultados da análise de elementos finitos convergem para os resultados exatos à medida que a malha é continuamente refinada. Para avaliar se houve melhora, em regiões onde surgem gradientes de tensão elevada, a estrutura pode ser novamente dividida em malha de maior densidade nesta região. Se há uma variação mínima no valor de tensão máxima, é razoável supor que a solução convergiu (Budynas, 2011).

Na presença de concentrações de tensão, é preciso ter uma malha bem densa na região de concentração de tensão para obter resultados próximos da realidade (Budynas, 2011). O importante é que a densidade da malha seja aumentada apenas em uma região em torno da concentração de tensões e que a malha de transição do resto da estrutura até a região de concentração de tensão seja gradual, isso porque quanto mais refina-se a malha, maior será o tempo de processamento para se obter o resultado desejado. Portanto, é conveniente um maior refinamento na região de concentração de tensão. Uma transição de malha abrupta, por si só, terá o mesmo efeito de uma concentração de tensão.

2.7.2 Técnicas de Modelagem

Com os pacotes de CAD e geradores automáticos de malha atuais, torna-se fácil criar um modelo sólido e gerar malha sobre o volume com elementos finitos. Com as velocidades e abundância de memória dos computadores de hoje, torna-se mais fácil criar um modelo com um número extremamente grande de elementos e nós. As técnicas de modelagem por elementos finitos do passado agora parecem ser ultrapassadas e supérfluas. Entretanto, pode ser gasto muito tempo desnecessário em um modelo bem complexo quando um modelo muito mais simples resolveria o problema. O modelo complexo talvez nem chegue a fornecer uma solução precisa, ao passo

que um mais simples o faria. O importante é saber que tipo de solução o analista está querendo (Budynas, 2011).

2.7.3 Aplicação de Carga e Condições de Contorno

As cargas de elementos são convertidas pelo *software* em cargas nodais equivalentes e, no final, são tratadas como cargas concentradas aplicadas aos nós (Budynas, 2011).

Para carregamento térmico, deve ser fornecido o coeficiente de expansão térmica α para o material, bem como a temperatura inicial da estrutura e as temperaturas nodais finais. A maioria dos pacotes de *software* possui a capacidade de realizar primeiro uma análise de transferência de calor por elementos finitos na estrutura para determinar as temperaturas nodais finais (Budynas, 2011). Os resultados da temperatura são gravados em um arquivo, que pode ser transferido para análise de tensões estáticas.

Pode-se realizar uma análise de transferência de calor em um componente estrutural abrangendo também os efeitos da condução, convecção e/ou radiação de calor. Depois da análise de transferência de calor ter sido completada, o mesmo modelo poderá ser usado para determinar as tensões térmicas resultantes (Budynas, 2011).

A simulação das condições de contorno e outras formas de restrição provavelmente é a parte mais difícil da modelagem precisa de uma estrutura para uma análise por elementos finitos. Ao especificar restrições, é relativamente fácil cometer erros de omissão ou má interpretação.

2.7.4 Aplicações de Elementos Finitos

A faixa de aplicações de elementos finitos é muito ampla, mas para dar uma idéia de sua versatilidade, pode-se citar:

- Análise de tensões e térmica de peças industriais tais como *chips* eletrônicos, dispositivos elétricos, válvulas, tubos, vasos de pressão, motores automotivos e aeronáuticos.
- Análises sísmicas de represas, plantas de potência, cidades e arranha céus.
- Análise de impacto de carros, trens e aeronaves.
- Análise de escoamento de líquidos refrigerantes, poluentes e contaminadores, além de ar em sistemas de ventilação.
- Análise eletromagnética de antenas, transistores e componentes de aeronaves.
- Análise de procedimentos cirúrgicos, tais como cirurgias plásticas, reconstrução maxilar, correção de escoliose e muitas outras.

Novas áreas de aplicação estão constantemente surgindo. Há poucos anos, a comunidade médica ficou muito interessada com as possibilidades de uma medicina preventiva para pacientes específicos. Uma aproximação em medicina preventiva tem por objetivo usar a visualização médica e o monitoramento de dados para construir um modelo de uma parte da anatomia e da fisiologia de um indivíduo, por exemplo (Budynas, 1977).

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Avaliar o concentrador de tensão em um componente com descontinuidade por meio de soluções analíticas é quase que impossível. O método numérico torna-se então uma importante ferramenta na resolução das equações diferenciais parciais que podem então ser resolvidas de modo aproximado.

Este capítulo apresenta o Método de Elementos Finitos implementado com a finalidade de avaliar o concentrador de tensão na tubulação devido a aplicação de pressão interna no componente. Através da determinação das máximas tensões mecânicas pelo MEF nos diversos casos estudados, e com a obtenção das tensões nominais através da equação 10, os valores dos concentradores de tensão para reparos semi-circulares na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação puderam ser calculados (equação 12). Também é apresentado, para o regime permanente, o estudo da localização e intensidade dos gradientes de temperatura ao longo do tubo sujeito a convecção, considerando os mesmos reparos semi-circulares. Para validação do modelo de elementos finitos devido a temperatura interna na tubulação, foi utilizada a equação 13.

$$\sigma_{\theta} = \frac{p_i r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 + \frac{r_o^2}{r^2} \right) \quad (10)$$

$$\sigma_r = \frac{p_i r_i^2}{r_o^2 - r_i^2} \left(1 - \frac{r_o^2}{r^2} \right) \quad (11)$$

$$K_T = \frac{\sigma_{\theta \max}}{\sigma_n} \quad (12)$$

$$T(r) = \frac{T_{s,1} - T_{s,2}}{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)} \ln\left(\frac{r}{r_2}\right) + T_{s,2} \quad (13)$$

3.1 Programa Utilizado

O programa utilizado foi o ADINA 8.0. ADINA é um programa comercial de Método dos Elementos Finitos usado na indústria e em investigação para desenvolver análises lineares e não-lineares através do Método de Elementos Finitos de problemas de mecânica dos sólidos, transferência de calor, mecânica dos fluidos e interação fluido-estrutura.

3.2 Geometria do Componente / Modelo de Análise para o MEF

Foi utilizado um tubo metálico de parede espessa. Foi adotada a relação r_o/r_i de 3, ou seja, para o raio externo foi adotado um valor representativo de $r_o = 0,465$ m e, para o raio interno o valor de $r_i = 0,155$ m.

Para este estudo, foi analisada uma seção semi-circular representada na figura 3.1.

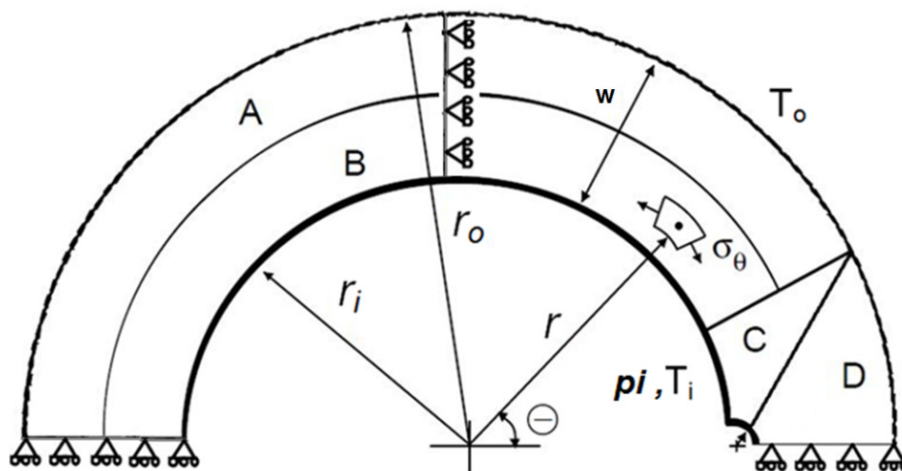


Figura 3.1: Representação da geometria e malha. Regiões A e B mais "grosseiras" e regiões C e D mais refinadas. Os raios interno e externo são,

respectivamente, r_i e r_o , Θ é o ângulo associado ao aro de tensão, T_i e T_o correspondem as temperaturas interna e externa, w é a espessura da parede, p_i é a pressão interna e r é o raio do entalhe.

Para este caso, a seção foi dividida em 4 partes. As regiões A e B relativamente mais "grosseiras" e regiões C e D mais refinadas, com a finalidade de se avaliar com maior precisão o concentrador de tensão devido a presença da descontinuidade no componente.

Para o estudo devido a temperatura interna, foi adotada a relação h_i/h_e de 10, ou seja, para coeficiente de convecção interno foi adotado $h_i = 100 \text{ W/m}^2.\text{K}$ e, para coeficiente de convecção externo foi adotado $h_e = 10 \text{ W/m}^2.\text{K}$.

As razões $r_o/r_i = 3$ e $h_i/h_e = 10$ foram baseadas em valores típicos encontrados na indústria com a finalidade de validação do modelo em estudo.

3.3 Definição do Material

Foi utilizado o aço AISI 316L, um aço austenítico, típico para aplicação em altas temperaturas e em ambientes corrosivos devido a sua resistência à oxidação. É utilizado na construção civil, em equipamentos para indústria aeronáutica, naval, química e petroquímica, refinarias, na fabricação de tubos e vasos de pressão, entre outras aplicações.

Os aços inoxidáveis tornam-se suscetíveis à corrosão intergranular entre 500 e 800 °C. O aço inoxidável AISI 316L (0,03%C) trabalha em um limite de temperatura de trabalho entre 700 e 1100 °C sem sensitização. Portanto, como a temperatura de trabalho utilizada neste estudo foi de 550 °C, foi adotado o aço AISI 316L como material.

3.3.1 Propriedades do Material - Aço AISI 316L

A terminação 'L' indica 0,03%C.

Tabela 3.1: Composição química do aço AISI 316L (Favorit, 2013).

ABNT/ SAE/ AISI	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cr	Mo
316	0,08	2,00	0,045	0,030	0,75	10,0 - 14,0	16,0 - 18,0	2,0 - 3,0
316 L	0,03	2,00	0,045	0,030	0,75	10,0 - 14,0	16,0 - 18,0	2,0 - 3,0

Tabela 3.2: Propriedades mecânicas do aço AISI 316L.

Propriedades	Valor Médio
Módulo de Elasticidade (Callister, 2008)	193 GPa
Coeficiente de Poisson (Callister, 2008)	0,30
Limite de Escoamento (Callister, 2008)	205 MPa
Limite de Resistência à Tração (Callister, 2008)	515 MPa
Condutividade Térmica (Incropera, 1990)	13,4 W/m.K
Coeficiente de Expansão Térmica (Incropera, 1990)	$3,48 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

3.4 Definição do Elemento / Estado de Tensão

Foi utilizado um modelo 2D, nove nós por elemento no refinamento da malha e estado plano de deformações.

Foi adotado um modelo 2D devido a limitação de memória RAM dos computadores pessoais disponíveis no momento. A opção de nove nós por elemento corresponde ao máximo de resolução alcançado para problema 2D.

No modelo de elementos finitos, foi considerado um tubo longo com forças aplicadas perpendicularmente à direção longitudinal. Logo, no meio da tubulação, pode-se assumir que as deformações são iguais a zero, por isso, estado plano de deformações.

3.5 Condições de Contorno / Critério de Convergência

A distribuição de tensões para um cilindro de parede espessa é bem conhecida (Carvalho, 2005) e tem comportamento semelhante a figura 2.2 do

presente trabalho. No entanto, há aplicações em que a simetria da geometria cilíndrica não é regular fazendo com que a distribuição de tensão não seja prevista. Um exemplo dessa assimetria pode ser encontrada quando uma tubulação apresenta uma abertura de trinca constituindo um entalhe do tipo "U". Este estudo tem, por finalidade, avaliar a distribuição e o concentrador de tensão provocado pela pressão interna em uma tubulação de caldeira de plataforma de petróleo (vaso de pressão) que sofreu abertura de trinca devido ao choque térmico, constituindo, após reparo do dano, um entalhe do tipo "U". A descontinuidade presente no componente faz com que aumente a concentração de tensão no local.

É importante ressaltar que esses entalhes devem ser cautelosamente estudados uma vez que a abertura de trincas pode representar iminente perda de integridade do componente.

O acesso ao reparo e inspeção na região dos superaquecedores é feito por meio de janelas de inspeção chamadas de "postigos" que se encontram separados uns dos outros por cerca de 500 mm ao longo de todo componente. Estes "postigos" também têm a função de garantir, no caso de acidente, que ocorra o chamado *leak before blow* (vazar antes de explodir), permitindo a ejeção dos "postigos" e o imediato alívio da eventual sobrepressão que se encontra internamente ao equipamento.

Neste trabalho, a análise de MEF foi realizada fazendo um corte simétrico no componente (figura 3.1), já que na prática, devido ao tempo de processamento da análise por elementos finitos, recomenda-se a avaliação em uma seção mínima da geometria, porém, representativa do modelo que se deseja avaliar (Sinmec, 2013). Ou seja, devido a simetria da tubulação, neste caso, considerou-se para a análise apenas metade do componente a fim de facilitar o estudo, uma vez que um modelo simplificado torna a análise mais rápida e exige menor capacidade de memória RAM dos computadores, visto a diminuição do número de nós da malha. Neste trabalho, portanto, para simplificação da análise foi avaliada uma seção semi-circular fixando os raios da geometria e variando-se os raios do entalhe. As condições de contorno impostas estão representadas na figura 3.1.

Foi adotado como critério de convergência, uma variação inferior a 5% para se considerar a solução como tendo-a convergido. Esse valor foi adotado devido a capacidade de memória RAM dos computadores atualmente disponíveis X necessidade de refinamento localizado na precisão dos resultados. Além disso, no processo de reparo da tubulação através da técnica de esmerilhamento, alcançar a geometria da descontinuidade que está representada no modelo adotado (entalhe do tipo "U") é muito difícil, logo, um erro inferior a 5% pode ser considerado representativo.

3.5.1 Casos Estudados

O modelo proposto inclui pressão que atua sobre as faces do entalhe. Um modelo sem pressão já foi executado e os resultados indicaram claramente que a pressão interna é extremamente relevante no que se diz respeito ao favorecimento de abertura de trincas no corpo (Carvalho, 2005).

Neste trabalho foi considerada, na primeira análise, pressão na superfície interna da tubulação, $p_i = 1000$ MPa, e, externamente, foi considerada pressão atmosférica. Numa segunda etapa do estudo, para avaliação dos gradientes de temperatura, foi considerado vapor superaquecido como fluido quente a uma temperatura de $T_i = 550$ °C no interior do componente e, externamente, foi considerado temperatura ambiente, $T_o = 30$ °C. Também foi feita comparação entre um aço estrutural convencional, SAE 1040, e o aço AISI 316L com a finalidade de avaliar a severidade na distribuição de tensão para ambas as situações.

Foram avaliadas 7 razões de raio do entalhe em relação a espessura nominal da parede da tubulação. São elas: $\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$. Esse intervalo foi determinado pela tenacidade à fratura de um aço típico empregado na indústria, porém, acrescido de valor de segurança referentes ao material danificado (deformação plástica) que foi removido durante o reparo formando um entalhe do tipo "U" no componente.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises quanto a distribuição de tensão e temperatura foram feitas separadamente, ou seja, inicialmente foi considerada a tubulação sujeita a pressão interna e, após, foi feito o estudo devido a temperatura interna. Os casos foram avaliados em módulos a fim de detectar possíveis erros que pudessem ocorrer ao longo da análise pelo Método dos Elementos Finitos.

4.1 Avaliação do Modelo

4.1.1 Geometria: Tubo Íntegro

4.1.1.1 Estudo Devido a Pressão

Foi considerada a tubulação submetida a uma pressão interna, $p_i = 1000$ MPa, e foi realizada a comparação entre o MEF e as equações clássicas. Como pressão externa foi considerada pressão atmosférica, logo, através das equações 10 e 11 foram encontradas as distribuições de tensões ao longo da espessura da tubulação. As figuras 4.1, 4.2, 4.3 representam a distribuição de tensão tangencial e radial ao longo do raio.

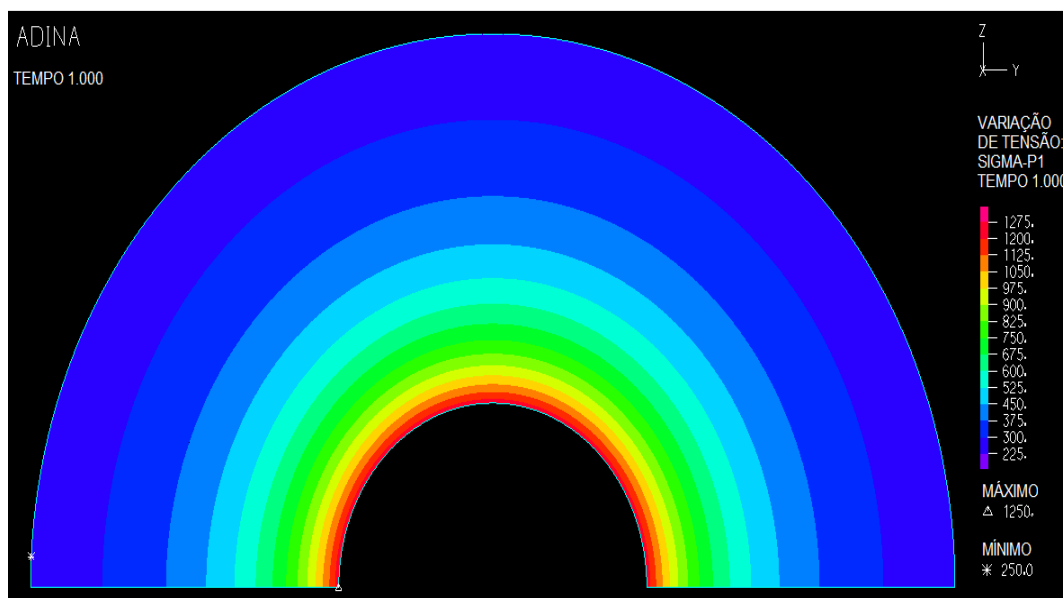


Figura 4.1: Ilustração da análise da tensão tangencial sigma θ para tubo perfeito via MEF.

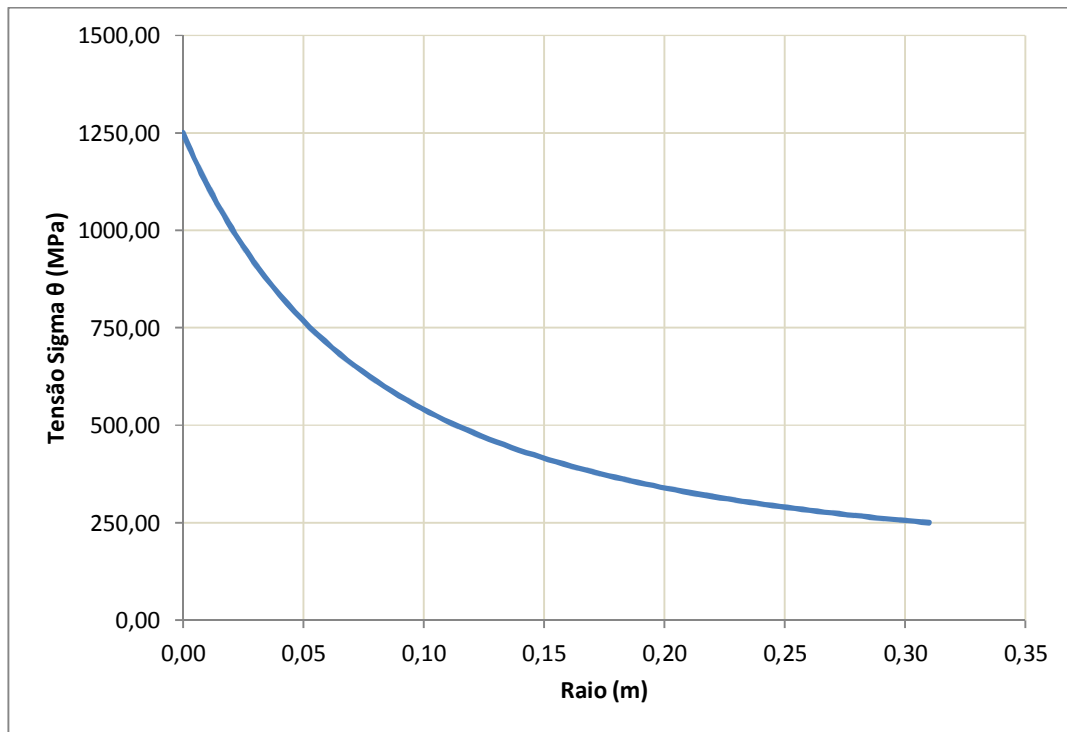


Figura 4.2: Representação gráfica da distribuição de tensão tangencial ao longo da espessura da tubulação: MEF e equação.

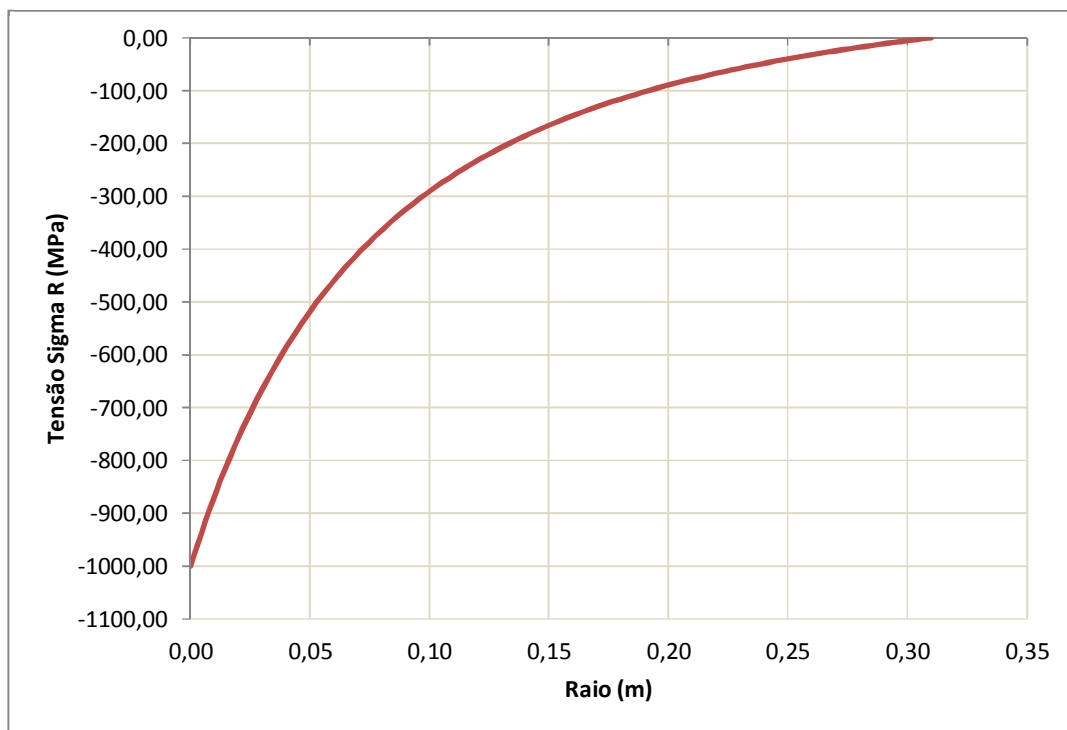


Figura 4.3: Representação gráfica da distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação: MEF e equação.

É importante ressaltar que as representações gráficas da distribuição de tensão tanto tangencial (figura 4.2) quanto radial (figura 4.3) já eram esperadas, conforme previsto em literatura, figura 2.2 do presente trabalho. A média dos erros associados às análises de tais tensões em relação ao Método dos Elementos Finitos e as equações clássicas é 0,006% para tensão tangencial e 0,02% para tensão radial, ou seja, a distribuição de tensão tangencial é a mesma para análise numérica e para referência bibliográfica (Budynas, 2011). O mesmo ocorre com a distribuição de tensão radial. Por este motivo, as curvas para ambas as análises se superpõem quando se trata de análise numérica e equação.

Os cálculos das figuras 4.1, 4.2 e 4.3 podem ser verificados no anexo I.

4.1.1.2 Estudo Devido a Temperatura

Primeiramente foi avaliada a distribuição de temperatura na tubulação considerando que a mesma estava submetida a uma temperatura interna, $T_i = 550$ °C, na parede do tubo, e, externamente, foi considerado temperatura ambiente, $T_o = 30$ °C. Com essa análise foi possível comparar os resultados das variações das temperaturas ao longo do raio via MEF e a equação 13 (anexo II). Após esta análise, adicionou-se ao estudo um fluido quente no interior do tubo, vapor superaquecido, representado pelo coeficiente de convecção, h . As figuras 4.4 e 4.5 representam a distribuição de temperatura ao longo do raio da tubulação.



Figura 4.4: Ilustração da análise da distribuição de temperatura para tubo perfeito via MEF (convecção).

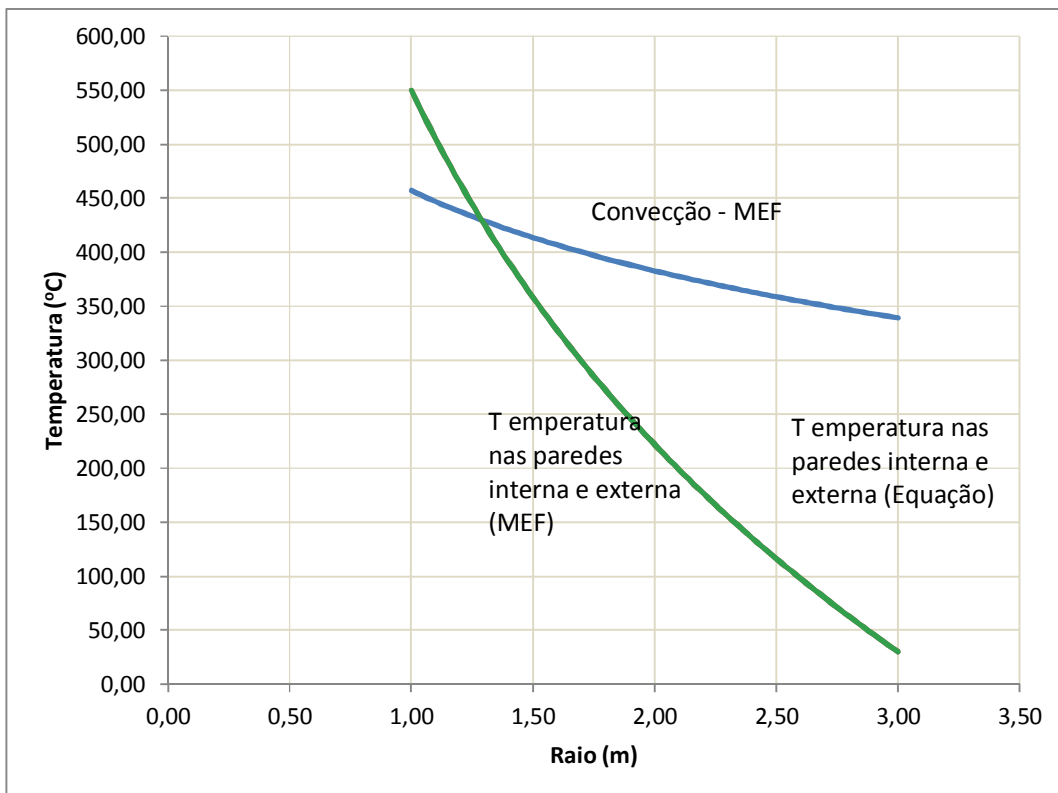


Figura 4.5: Representação gráfica da distribuição de temperatura ao longo da espessura da tubulação.

O comportamento das curvas da figura 4.5, apesar de semelhante, mostra a diferença nos gradientes de temperatura quando o componente é submetido a fixação de temperaturas nas paredes do tubo e quando é a convecção que controla a distribuição de temperatura na tubulação. Quando trata-se de convecção, tem-se menores variações de temperatura, ou seja, menor gradiente de temperatura se comparado a fixação de temperaturas nas paredes do componente.

A verificação da convergência dos resultados obtidos pelas malhas sucessivamente refinadas foi feita empregando-se um modelo que fixa as temperaturas nas paredes interna e externa da tubulação. A razão disto é que o modelo teórico (equação 13 do presente trabalho) para comparação é facilmente encontrado na referência bibliográfica (Incropera, 1990). Comparando ambos os modelos, tanto pela análise numérica quanto pela equação, obteve-se uma média de erro inferior a 0,0007% (vide anexo II), o que se conclui que o resultado numérico está representativo. Por este motivo, as curvas para ambas as análises de fixação de temperaturas nas paredes do tubo se superpõem quando se trata de MEF e equação (figura 4.5).

No entanto, este estudo emprega um modelo que simula as condições reais encontradas em um duto de parede grossa que recebe um fluido com características próprias. A justificativa para a escolha do modelo alternativo é que o que varia no modelo empregado é que a convecção controla a temperatura da parede do tubo (curva com menor gradiente de temperatura), e não há a imposição, à priori, de uma temperatura constante na parede da tubulação durante todo o processo. A convecção é um fenômeno de superfície e, portanto, não altera a forma com que os gradientes de temperatura se distribuem no interior do corpo (Incropera, 1990). Por esta razão, o comportamento de ambas as curvas da figura 4.5 são semelhantes.

4.1.2 Geometria: Tubo com Descontinuidade

Foram avaliados 7 casos de descontinuidade da tubulação. São eles: $\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225, 0,30$. Onde, ρ representa a

profundidade do dano e w corresponde a espessura nominal do tubo perfeito. Cada um dos 7 casos foi avaliado tanto para distribuição de tensão tangencial (tensão máxima) quanto para distribuição de temperatura no componente.

4.1.2.1 Estudo Devido a Pressão - MEF

4.1.2.1.1 Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial - MEF

Em cada um dos casos estudados, foi considerado a tubulação submetida a uma mesma pressão interna, $p_i = 1000$ MPa, e, externamente, foi considerado pressão atmosférica. Cada caso foi avaliado separadamente.

As figuras 4.6 e 4.7 ilustram duas das análises numéricas realizadas com a finalidade de avaliação do campo de tensão nos componentes.

A figura 4.6 ilustra a distribuição de tensão tangencial ao longo do raio da tubulação para a razão de $p/w = 0,013$.

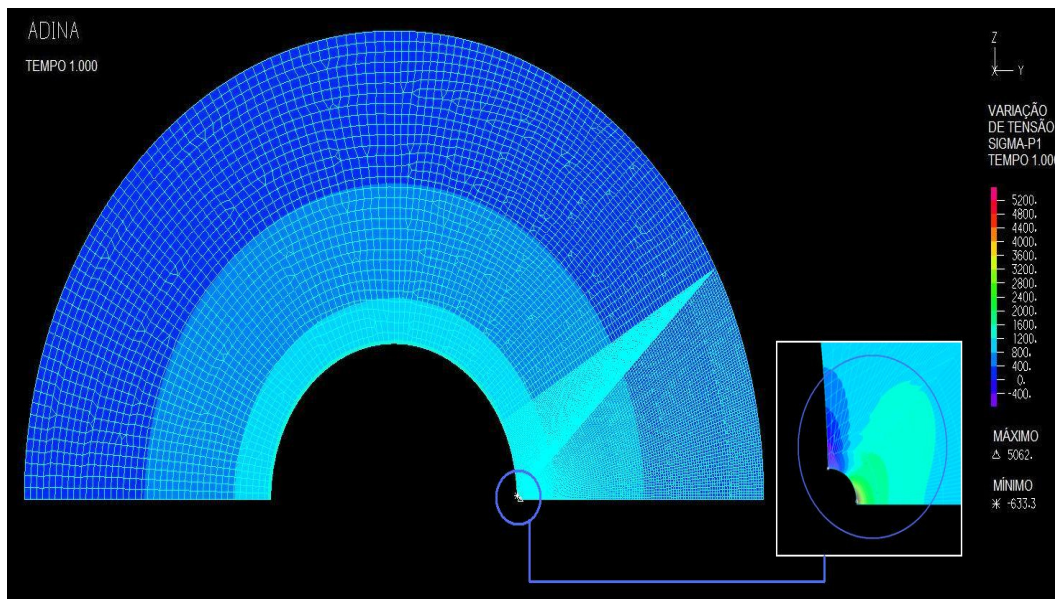


Figura 4.6: Ilustração da análise de distribuição de tensão tangencial considerando $p/w = 0,013$ - MEF.

A figura 4.7 ilustra a distribuição de tensão tangencial ao longo do raio da tubulação para a razão de $p/w = 0,30$.

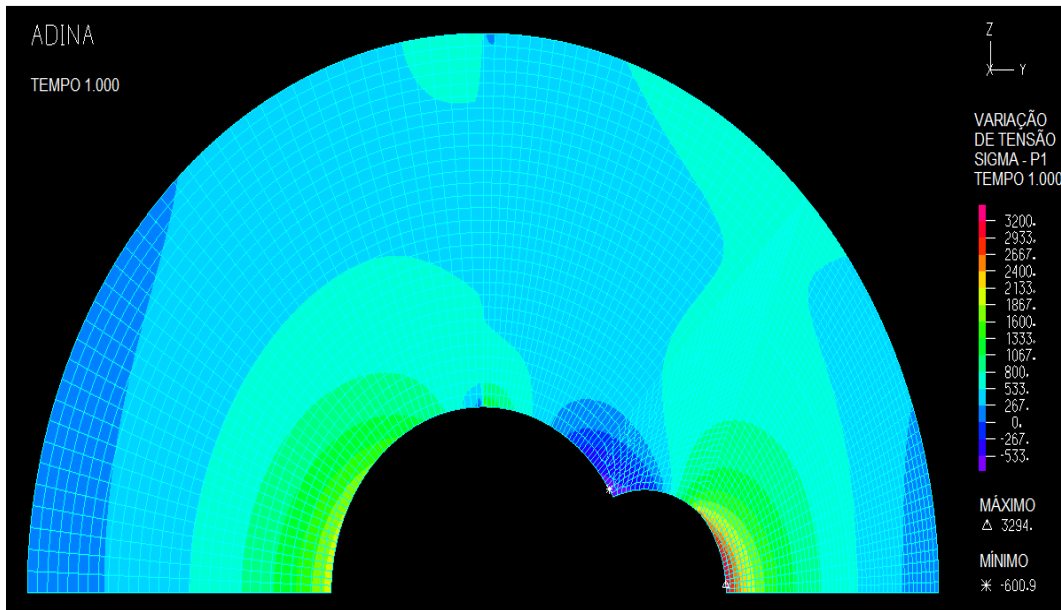
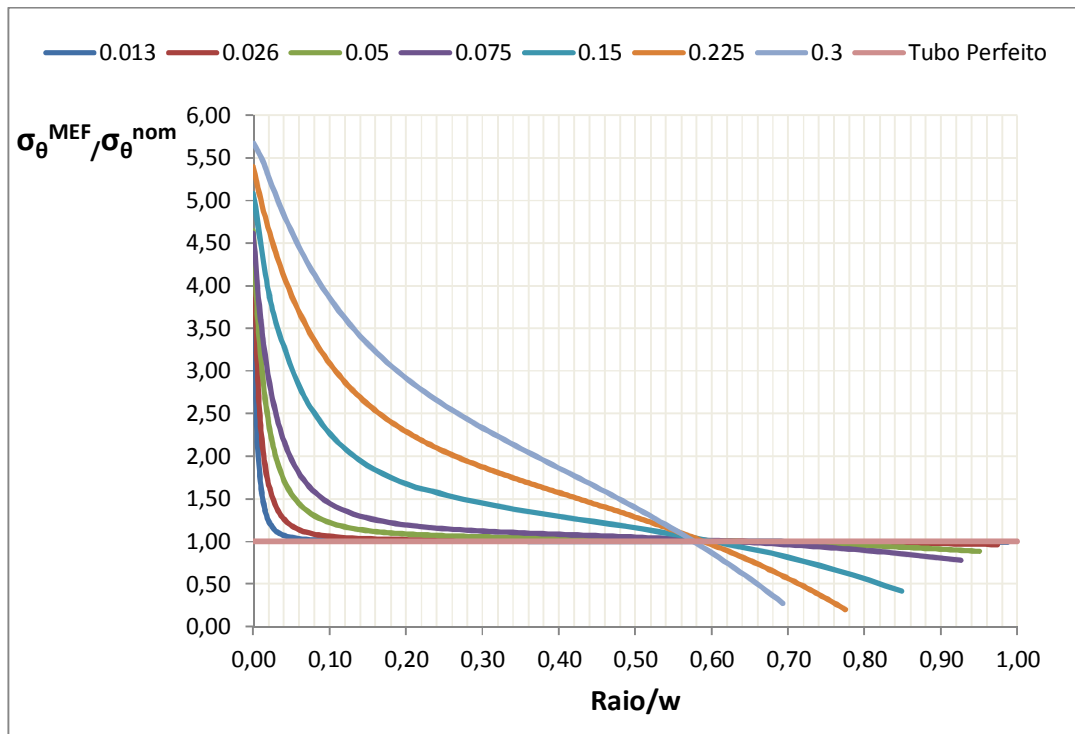


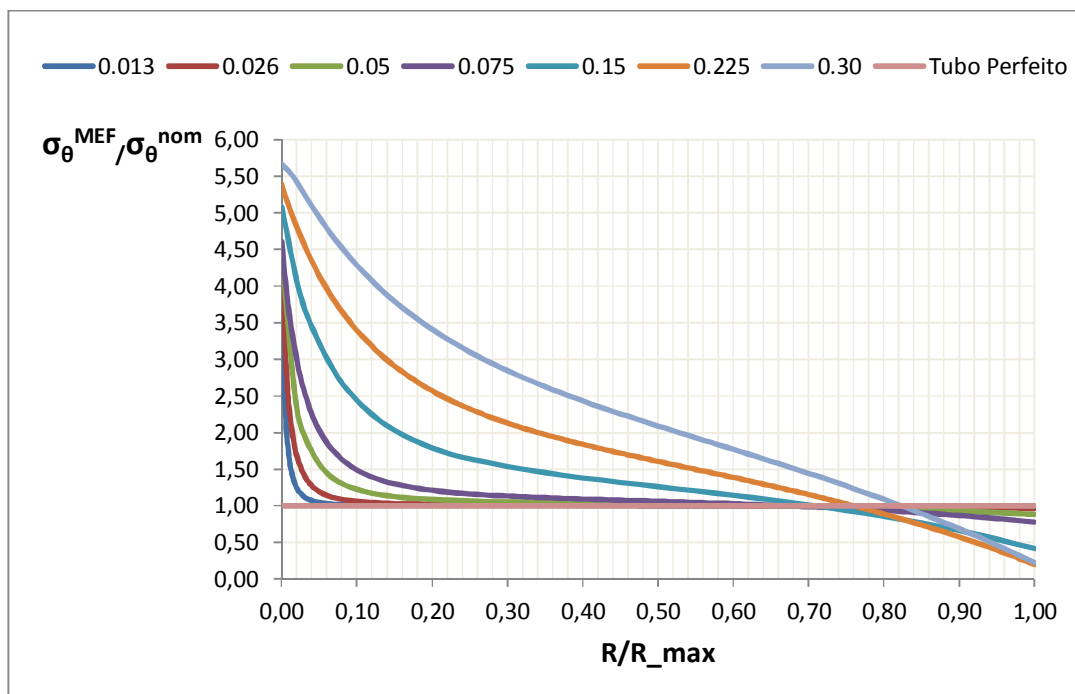
Figura 4.7: Ilustração da análise de distribuição de tensão tangencial considerando $\rho/w = 0,30$ - MEF.

As figuras 4.6 e 4.7 mostram as malhas das análises numéricas e a perturbação no campo de tensão devido a presença da descontinuidade em ambos os casos. É importante ressaltar que um defeito muito pequeno em relação à geometria (figura 4.6) não é simples de ser representado, uma vez que requer malha altamente refinada. Por outro lado, quando se tem em um mesmo modelo regiões muito refinada e grosseira, pode-se correr o risco da solução não convergir. Contudo, é necessário refinar também as regiões adjacentes, o que implica no aumento do número de nós do modelo, necessitando, portanto, de computadores mais sofisticados, com maior capacidade de memória RAM, para fornecimento de resultados mais precisos.

A figura 4.8 representa a distribuição de tensão tangencial ao longo do raio da tubulação para cada uma das 7 razões de ρ/w :



(a)



(b)

Figura 4.8: Distribuição de tensão tangencial ao longo da espessura da tubulação em componentes com diferentes discontinuidades.

Os gráficos da figura 4.8 são similares e representam o efeito da concentração de tensão sobre a distribuição de tensão ao longo da linha normal ao reparo. Na origem da abscissa, a face interna (fundo do entalhe) representa o valor do concentrador de tensão e a linha subsequente representa a severidade da concentração de tensão atuante na região. O gráfico (a) mostra a adimensionalização de cada curva em relação a espessura nominal de parede do tubo, ou seja, considerando a espessura de um tubo íntegro. O gráfico (b) mostra a adimensionalização em relação as espessuras residuais de parede de cada caso. Por esse motivo o valor máximo da abscissa é 1. Essa adimensionalização foi feita a fim de comparação entre as curvas dos casos estudados. Como pode ser observado, quanto maior é a razão p/w , maior o valor do concentrador de tensão presente no duto.

É importante ressaltar que foi realizada a simulação da distribuição de tensão para dois casos de descontinuidades no tubo alterando as propriedades do aço estudado, AISI 316L, para um aço estrutural convencional, o SAE 1040, e não foi detectado alteração significativa nas análises estudadas. As diferenças encontradas foram inferiores a 0,2%

Os cálculos realizados para confecção da figura 4.8 podem ser encontrados no anexo III no final deste trabalho.

4.1.2.1.2 Estudo Devido a Pressão - Tensão Radial - MEF

As figuras 4.9 e 4.10 representam a distribuição de tensão radial ao longo do raio considerando duas razões de defeito no tubo: $p/w = 0,013$ e $p/w = 0,30$, ou seja, foram considerados o menor e o maior defeito estudado.

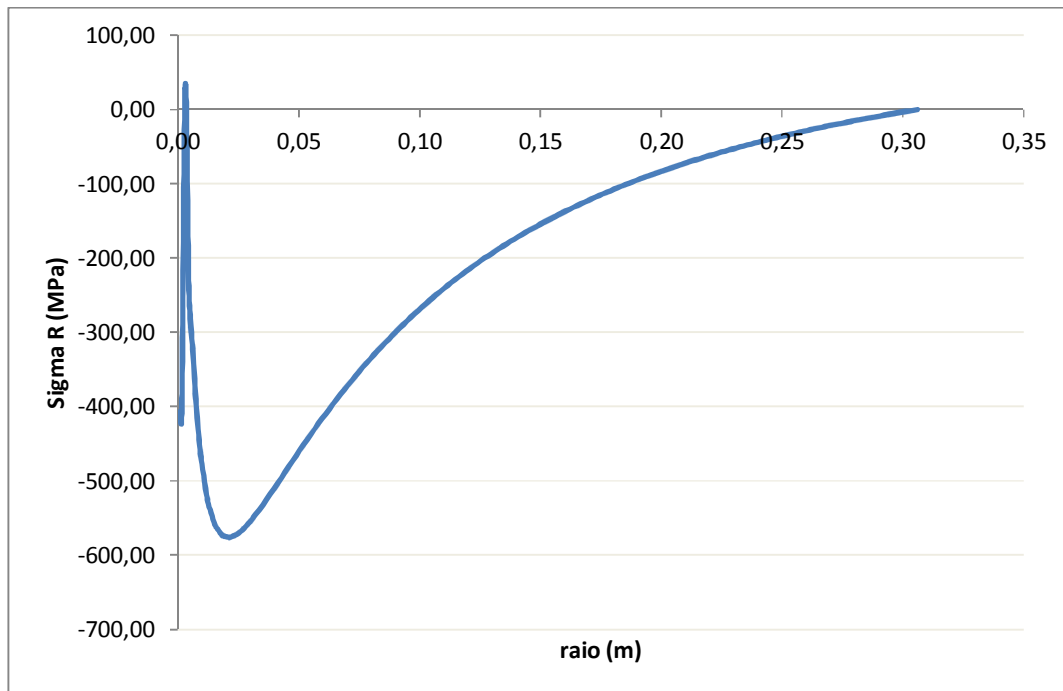


Figura 4.9: Distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação considerando $\rho/w = 0,013$ - MEF.

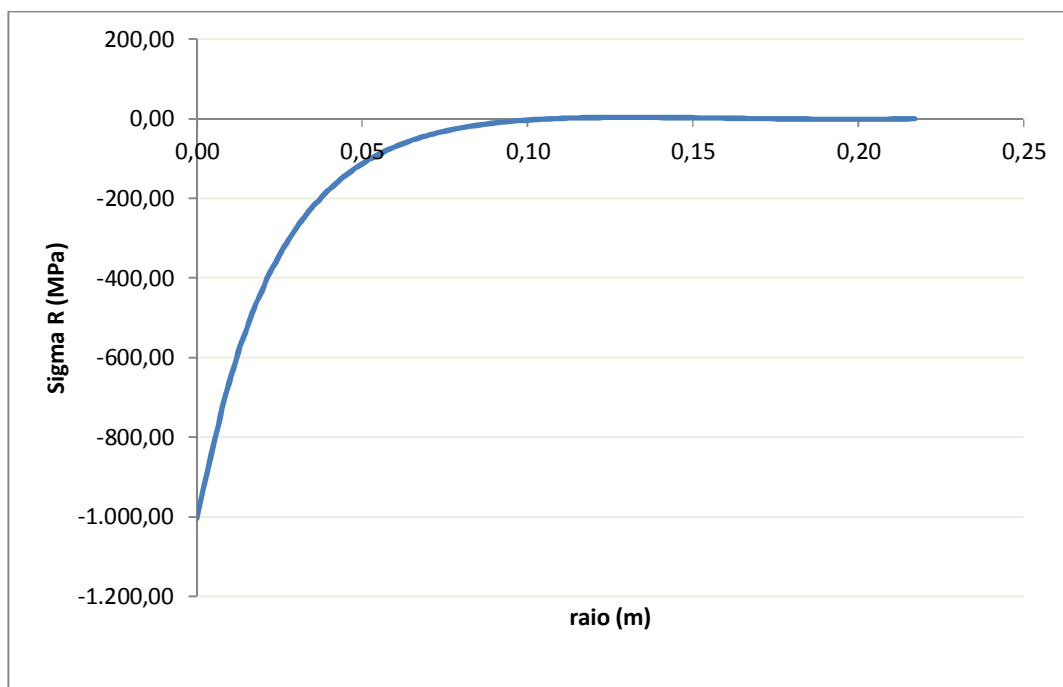


Figura 4.10: Distribuição de tensão radial ao longo da espessura da tubulação considerando $\rho/w = 0,30$ - MEF.

Para menores razões de defeito no componente, figura 4.9, observa-se um pico de tensão, o que não era esperado. Isso ocorreu, provavelmente, em função de insuficiência no refinamento de malha. É importante ressaltar que para análise de tensão tangencial foram utilizadas as mesmas malhas e não foram observadas essas descontinuidades nos gráficos. Para análise numérica das tensões tangenciais os modelos foram representativos, mas, para análise de tensões radiais será necessário estudo mais aprofundado. Porém, este fato não interrompeu as análises dos concentradores de tensão uma vez que estes consideram apenas as tensões tangenciais.

Por outro lado, maiores razões de defeito, figura 4.10, permitem um menor refinamento de malha o que facilita o estudo, devido a limitação de memória RAM dos computadores disponíveis atualmente.

Diversos problemas relacionados a refinamento de malha foram encontrados ao longo do estudo disponibilizando-se de muito tempo para alcance de resultados satisfatórios. Ainda assim há casos que merecem estudo mais aprofundado como é o caso das análises das tensões radiais ao longo da espessura da tubulação para componentes com descontinuidade.

Os cálculos realizados para confecção das figuras 4.9 e 4.10 podem ser encontrados no anexo IV no final deste trabalho.

4.1.2.2 Avaliação do Concentrador de Tensão Devido a Pressão Interna

A figura 4.11 ilustra a expressão que melhor representa o concentrador de tensão para reparos semi-circulares na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação. Esse gráfico foi confeccionado considerando as máximas tensões tangenciais encontradas em cada uma das 7 variações de p/w . Os cálculos realizados para encontrar o concentrador de tensão em cada razão p/w podem ser verificados no anexo V deste trabalho.

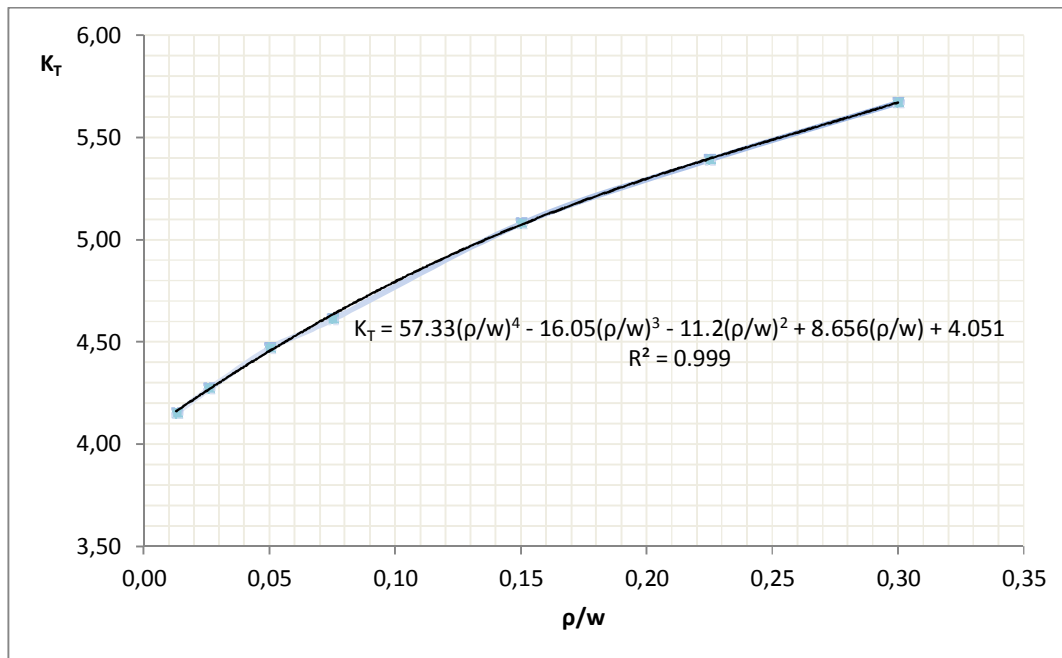


Figura 4.11: Expressão do concentrador de tensão para reparos semi-circulares na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação.

A figura 4.11 representa o comportamento do concentrador de tensão com a variação progressiva da razão ρ/w . Para que seja possível calcular com maior facilidade os valores intermediários, foi feito um processo de *curve-fitting* empregando-se o Método de Mínimos Quadrados Não Linear, normalmente utilizado em MEF para aproximar curvas. O *curve-fitting* resultou em um polinômio facilitando o cálculo dos valores intermediários.

Para esta análise foi utilizado um polinômio de 4ª ordem porque foi o que apresentou R^2 mais próximo de 1 (vide figura 4.11), indicando que este é o grau que melhor representa o fenômeno estudado.

4.1.2.3 Estudo Devido a Temperatura - MEF

Foi considerada a tubulação submetida a um fluido quente, $T_i = 550 \text{ }^\circ\text{C}$, em seu interior representado pelo coeficiente de convecção h , e, externamente, foi considerado temperatura ambiente, $T_o = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Assim como no caso de pressão, também foram estudadas 7 razões de ρ/w para avaliação dos gradientes de temperatura.

A figura 4.12 ilustra a distribuição de temperatura ao longo do raio da tubulação para a razão de $\rho/w = 0,30$.

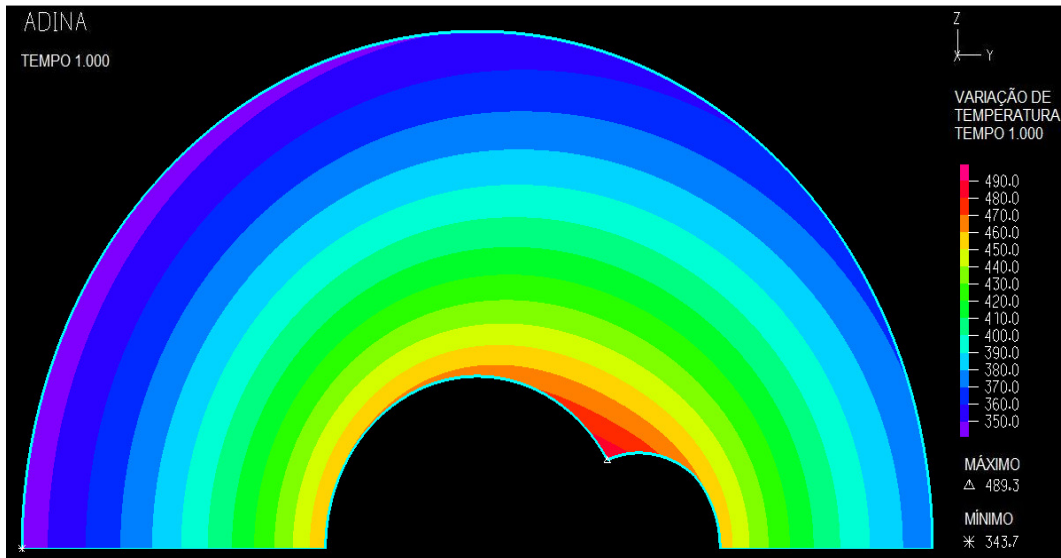
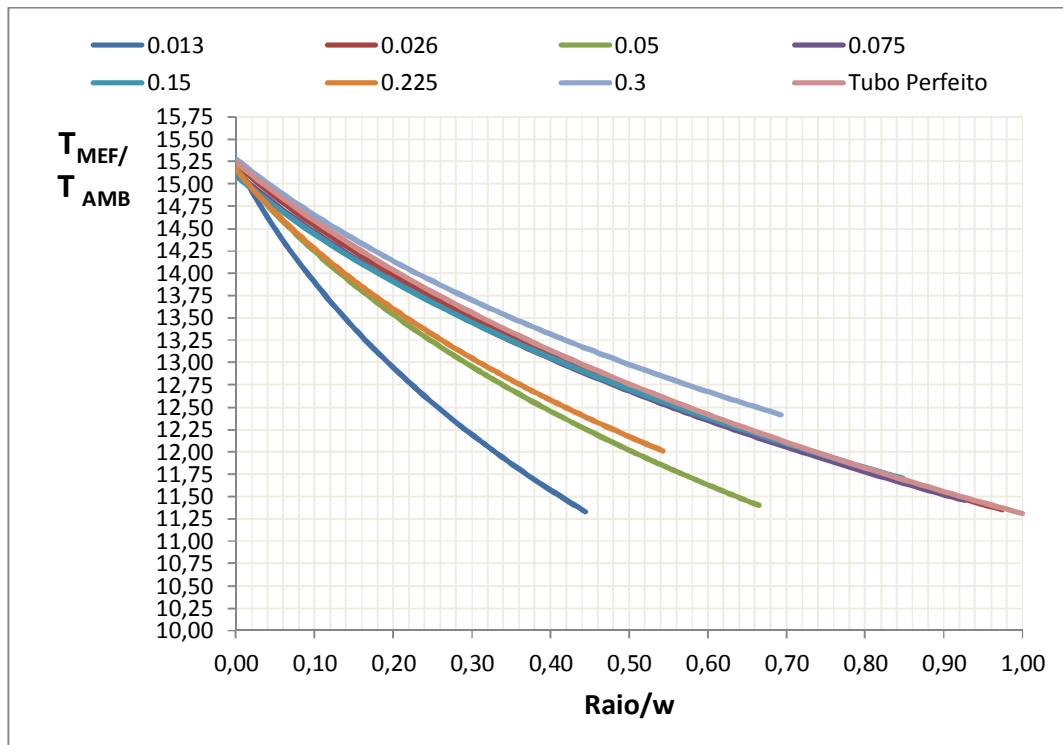


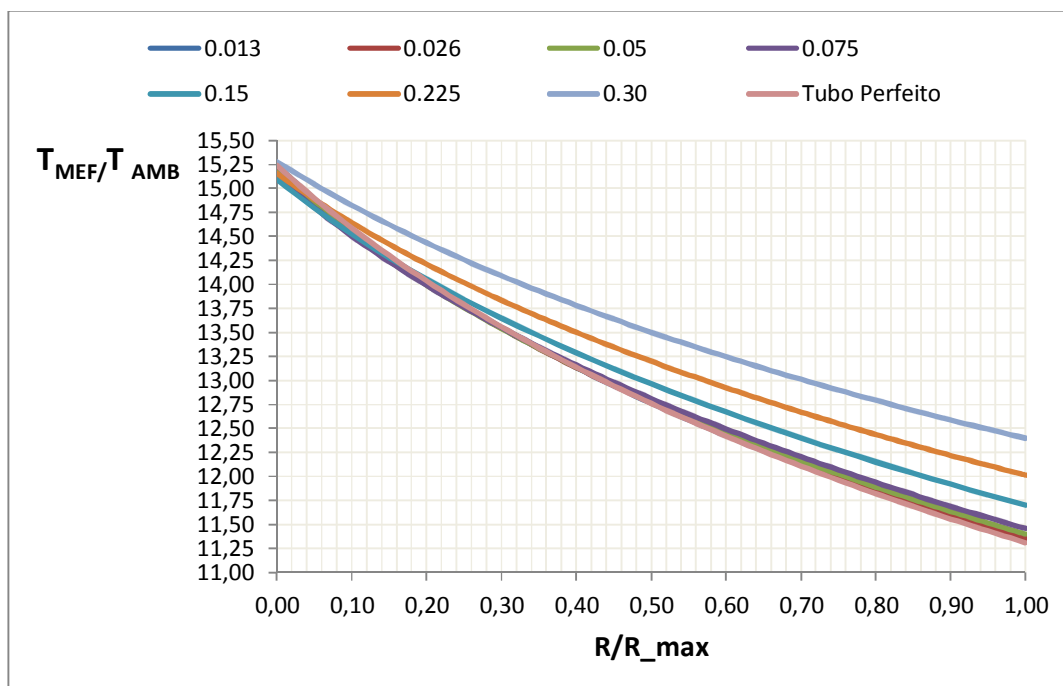
Figura 4.12: Ilustração da análise de distribuição de temperatura considerando $\rho/w = 0,30$ - MEF.

Neste caso, a convecção controla as temperaturas nas paredes da tubulação. Gerou-se um ponto quente que merece estudo mais aprofundado, uma vez que, neste local, provavelmente, encontra-se a maior tensão térmica do componente.

A figura 4.13 representa a distribuição de temperatura ao longo do raio da tubulação para cada uma das 7 razões de ρ/w :



(a)



(b)

Figura 4.13: Distribuição de temperatura ao longo da espessura da tubulação em componentes com diferentes discontinuidades.

Os gráficos da figura 4.13 são similares. Assim como no estudo devido a pressão, o gráfico (a) mostra a adimensionalização das curvas em relação a espessura nominal de parede do tubo, ou seja, considerando a espessura de um tubo íntegro. O gráfico (b) mostra a adimensionalização em relação as espessuras residuais de parede de cada caso. Em relação as temperaturas, os valores foram adimensionalizados tendo como referência a temperatura ambiente. Essa adimensionalização foi feita a fim de comparação entre as curvas, uma vez que ela permite melhor compreensão dos resultados obtidos.

O eixo da abscissa apresenta a posição relativa onde a origem é a raiz do entalhe e a unidade representa a espessura residual da parede do tubo (figura 4.13 (b)). A medida em que a profundidade do dano tornava-se maior, reduzia-se os gradientes de temperatura, o que já era esperado, já que o gradiente é menor onde se tem parede mais fina (Incropera, 1990).

Foi utilizado uma razão entre coeficientes de convecção, h , com fator de escala 10. A justificativa para a escolha desta razão se deve ao fato de consulta a valores típicos em ambientes industriais para o estudo em questão e que são apresentados na referência bibliográfica (Incropera, 1990).

É importante ressaltar que para avaliação de distribuição de temperatura no componente, as malhas necessitaram de um menor número de refinamentos se comparado ao estudo devido a pressão interna.

Os cálculos realizados para confecção da figura 4.13 podem ser encontrados no anexo VI no final deste trabalho.

CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu obter as seguintes conclusões:

- Cada caso foi avaliado separadamente e observou-se que para a avaliação de distribuição de temperatura no componente, as malhas necessitaram de um menor número de refinamentos se comparado ao estudo devido a pressão interna.
- Para menores profundidades de dano na tubulação, as malhas necessitaram cada vez mais de sucessivos refinamentos a fim de se alcançar resultados satisfatórios. A presença de descontinuidades com tamanhos cada vez menores em relação ao equipamento gerou gradientes de tensão cada vez mais agressivos necessitando de refinamentos cada vez maiores, quanto menores eram os entalhes.
- Foi avaliada a simulação da distribuição de tensão para dois casos de descontinuidades no tubo alterando as propriedades do aço estudado, AISI 316L, para um aço estrutural convencional, SAE 1040, e não foi detectado alteração significativa nas análises estudadas. Constatou-se que as diferenças foram inferiores a 0,2%.
- Foi possível determinar uma expressão polinomial que descreve o valor do concentrador de tensão para os valores de p/w na faixa de 0,013 até 0,30 da espessura da parede da tubulação. Este intervalo permite, com segurança, todo e qualquer reparo possível de ser feito em peças desta natureza.
- O formato do entalhe, quando aumentava de profundidade, ia reduzindo os gradientes de temperatura, uma vez que a espessura do componente tornava-se cada vez menor.
- No estudo relacionado a distribuição de temperatura em componentes com descontinuidades, observou-se a presença de um ponto quente onde foi registrado a temperatura mais alta da simulação e que merece estudo mais apurado.

CAPÍTULO 6 - SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Os futuros casos a serem estudados serão:

- Superpor o efeito de transiente de temperatura à pressão interna para os casos típicos de h , coeficiente de convecção térmica, encontrados na área de emprego destes equipamentos a fim de se determinar o concentrador de tensão transiente térmico para cada um dos casos já avaliados (razões de p/w variando de 0,013 até 0,30 da espessura de parede da tubulação).
- Suavizar os entalhes e reavaliar os concentradores de tensão.
- Verificar experimentalmente os resultados obtidos numericamente para o caso onde o coeficiente de convecção térmica, h , é o estagnado.
- Avaliar os efeitos do uso de isolamento térmico nos fatores acima determinados.
- Determinar os limites de temperatura e vazão de um contra-fluxo composto de fluido frio externo que não danifique a tubulação reparada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aços Alta Liga Resistentes a Fluência e ao Calor. (2012) Módulo Materiais. Disciplina: Aços para Alta Temperatura. Programa de Pós Graduação, SENAI-RJ, Notas de aula do Prof. Paulo Roberto O. Emydio.

Boley, B. A., Weiner, J. H. (1985) Theory of Thermal Stresses. Ed. Krieger. Columbia University Institute of Flight Structure.

Boniatti, D. L., Iturrioz, I. (2003) Análise do Comportamento de Fadiga para Estruturas Submetidas a Temperaturas Elevadas Aliadas a Esforços Cíclicos. Brasil: UFRGS.

Branco, M., Carlos A. G., Fernandes, A., Castro, P. M. S. T. (1986) Fadiga de Estruturas Soldadas. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Budynas, R. G. (1977) Advanced Strength and Applied Stress Analysis. McGraw-Hill.

Budynas, Richard G., Nisbett, J. Keith. (2011) Elementos de Máquinas de Shigley. McGraw-Hill.

Bueckner, H.F. (1970) A novel principle for the computation of the stress intensity factors. ZAMM, 50v, 529-546p.

Callister, W. D. Jr. (2008) Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução. 7 ed. LTC.

Carvalho, E. A. (1992) Determinação de Fatores de Intensificação e Concentração de Tensões para Entalhes do Tipo "V". Dissertação, Brasil: PUC-RJ.

Carvalho, E. A. (1997) Characterization of the Effect of Severe Environment on Advanced Materials. Tese - Texas - USA, Texas A&M University.

Carvalho, C. V. (1999) Simulação Bidimensional Adaptativa de Processos de Fraturamento por Fadiga. Computational Methods in Engineering.

Carvalho, E.A. (2005) Stress concentration factors for an internally pressurized circular vessel containing a radial U-notch. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 82v, 517–521p.

Carvalho, E. A., Burger C.P., Chona R. (2005) Transient Thermal Stress Intensity Factor For An Edge-Cracked Circular Disk. Department of Mechanical Engineering, Texas A&M University, College Station, TX, 77843-3123, USA.

Castro, J. T. P., Meggiolaro, M. A. (2009) Fadiga - Técnicas e Práticas de Dimensionamento Estrutural sob Cargas Reais de Serviço. Vol. I e II.

Cimini JR., Carlos A. (2001) Conceitos de Análise Estrutural em Aeronaves. Brasil: UFMG.

Depradeux, L. (2004) Simulation Numerique du Soudage – Acier 316L – Validation sur Cas Tests de Complexite Croissante. Tese de Doutorado. Ecole Doctorale des Sciences de L'Ingénieur de Lyon. L'Institut National des Sciences Appliquees de Lyon.

Favorit Aços Especiais. Disponível em: <<http://www.favorit.com.br>>. Acesso em 11 de julho de 2013.

Fett, T. (2001) Stress intensity factors and t-stress for internally cracked circular disks under various boundary conditions. Engineering Fracture Mechanics, 68v, 1119-1136p.

Fish, J., Belytschko, T. (2009) Um Primeiro Curso em Elementos Finitos. LTC, Rio de Janeiro.

Gentil, V. (2007) Corrosão. 5 ed., LTC, Rio de Janeiro.

Gere, J. M. (2003) Mecânica dos Materiais. Ed. Thomson, São Paulo.

Grupo Elinox de Aço Inoxidável. Disponível em: <<http://elinox.com.br/o-inox/>>. Acesso em 15 de julho de 2012.

Hibbeler, R. C. (2004) Resistência dos Materiais. 5 ed., LTC, São Paulo.

Hibbeler, R. C. (2010) Resistência dos Materiais. 7 ed., Pearson, São Paulo.

Incropera, F.P., De Witt, P. (1990) Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 3 ed., Wiley.

Introdução ao Método dos Elementos Finitos. (2004) Programa de Engenharia Civil - COPPE / UFRJ, Notas de aula do Prof. Fernando L. B. Ribeiro.

Introdução ao Método dos Elementos Finitos. (2009) Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE - Campus de Foz do Iguaçu - SC, Centro de Engenharias e Ciências Exatas - CECE, Notas de aula do Prof. Dr. Samuel da Silva.

Ishida, M. A., Reguly, A. (2009) Avaliação Comparativa de Barras Laminadas do Aço AISI 316L Com e Sem Tratamento Térmico de Solubilização. Brasil: UFRGS.

Kim, Y.W., Lee, H.Y., and Yoo, B. (1994) Numerical evaluation of stress intensity factor for vessel and pipe subjected to thermal shock. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 58v, 215-222p.

Lu, Y.L., Zhang, S.J., Huang, X.P., Huang, J. (2003) Determination of Histories of SIF Distributions for Axial Semi-Elliptical Surface Cracks in Hollow. Cylinders Subjected to Thermal Shock. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 80v, 167-178p.

Megyesy, E.F. (2001) Pressure Vessel Handbook. Pressure Vessel Handbook Pub., 12 ed.

Oliveira, R., Wu, X.R. (1987) Stress intensity factors for axial cracks in hollow cylinders subjected to thermal shock. Engineering Fracture Mechanics, 27v, 185-197p.

Pilkey W.D. (1977) Peterson's Stress Concentration Factors. 2 ed., Wiley Interscience.

Jorge, N. R. M., Dinis, L. M. J. S. (2004/2005) Teoria da Plasticidade. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto - Portugal.

Rice, J.R. (1972) Some remarks on elastic crack-tip stress fields. International Journal of Solids and Structures, 8v, 751-758p.

Shigley, J.E. (1970) Mechanical Engineering Design. First Metric ed., McGraw-Hill.

SINMEC EMC-UFSC. (2013) Laboratório de Simulação Numérica em Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor. Disponível em:
<<http://www.sinmec.ufsc.br/sinmec/publicacoes/artigos/index.html>>. Acesso em 26 de maio de 2013.

Timoshenko, S.P., Goodier, J.N. (1982) Theory of Elasticity. International Student ed., McGraw-Hill.

Vicente, W. M. (2009) Análise de Tensões em Placas Circulares Utilizando Elementos Finitos Axissimétricos. Brasil: UNIFEI.

Xu, R.X., Wu, X.R. (1989) A weight function approach to stress intensity factors for half-elliptical surface cracks in cylindrical pressure vessels subjected to thermal shock. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 39v, 375-391p.

ANEXOS

Anexo I:

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial - MEF

```

ADINA: AUI version "7.5.4," 5 June 2013:00:00 Pressure Vessel Kt
Licensed from ADINA "R&D," Inc.
Finite element program "ADINA," response range type load-step:
Listing for line TUBOPERFEITO_TENSAO TANGENCIAL:
Element field variables are evaluated using RST interpolation and nodal average values.
On shell "sections," element variables are evaluated on the "layer," t = 1

```

```

Time 0.00E+00
LINE DISTANCE SIGMA-P1

```

* NOT FOUND

```

Time 1.00E+00
LINE DISTANCE SIGMA-P1

1 0.0000E+00 1.2503E+03
2 3.1000E-03 1.2062E+03
3 6.2000E-03 1.1654E+03
4 9.3000E-03 1.1262E+03
5 1.2400E-02 1.0898E+03
6 1.5500E-02 1.0547E+03
7 1.8600E-02 1.0221E+03
8 2.1700E-02 9.9062E+02
9 2.4800E-02 9.6126E+02
10 2.7900E-02 9.3294E+02
11 3.1000E-02 9.0644E+02
12 3.4100E-02 8.8084E+02
13 3.7200E-02 8.5683E+02
14 4.0300E-02 8.3362E+02
15 4.3400E-02 8.1181E+02
16 4.6500E-02 7.9069E+02
17 4.9600E-02 7.7081E+02
18 5.2700E-02 7.5154E+02
19 5.5800E-02 7.3338E+02
20 5.8900E-02 7.1575E+02
21 6.2000E-02 6.9911E+02
22 6.5100E-02 6.8293E+02
23 6.8200E-02 6.6762E+02
24 7.1300E-02 6.5276E+02
25 7.4400E-02 6.3868E+02
26 7.7500E-02 6.2499E+02
27 8.0600E-02 6.1200E+02
28 8.3700E-02 5.9936E+02
29 8.6800E-02 5.8735E+02
30 8.9900E-02 5.7565E+02
31 9.3000E-02 5.6452E+02
32 9.6100E-02 5.5367E+02
33 9.9200E-02 5.4334E+02
34 1.0230E-01 5.3326E+02
35 1.0540E-01 5.2366E+02
36 1.0850E-01 5.1428E+02
37 1.1160E-01 5.0533E+02
38 1.1470E-01 4.9659E+02
39 1.1780E-01 4.8824E+02

```

40	1.2090E-01	4.8008E+02
41	1.2400E-01	4.7227E+02
42	1.2710E-01	4.6464E+02
43	1.3020E-01	4.5734E+02
44	1.3330E-01	4.5019E+02
45	1.3640E-01	4.4334E+02
46	1.3950E-01	4.3665E+02
47	1.4260E-01	4.3022E+02
48	1.4570E-01	4.2393E+02
49	1.4880E-01	4.1789E+02
50	1.5190E-01	4.1197E+02
51	1.5500E-01	4.0629E+02
52	1.5810E-01	4.0072E+02
53	1.6120E-01	3.9537E+02
54	1.6430E-01	3.9012E+02
55	1.6740E-01	3.8507E+02
56	1.7050E-01	3.8011E+02
57	1.7360E-01	3.7534E+02
58	1.7670E-01	3.7066E+02
59	1.7980E-01	3.6615E+02
60	1.8290E-01	3.6173E+02
61	1.8600E-01	3.5746E+02
62	1.8910E-01	3.5327E+02
63	1.9220E-01	3.4923E+02
64	1.9530E-01	3.4527E+02
65	1.9840E-01	3.4143E+02
66	2.0150E-01	3.3767E+02
67	2.0460E-01	3.3403E+02
68	2.0770E-01	3.3046E+02
69	2.1080E-01	3.2701E+02
70	2.1390E-01	3.2362E+02
71	2.1700E-01	3.2033E+02
72	2.2010E-01	3.1710E+02
73	2.2320E-01	3.1398E+02
74	2.2630E-01	3.1091E+02
75	2.2940E-01	3.0793E+02
76	2.3250E-01	3.0501E+02
77	2.3560E-01	3.0217E+02
78	2.3870E-01	2.9938E+02
79	2.4180E-01	2.9668E+02
80	2.4490E-01	2.9402E+02
81	2.4800E-01	2.9144E+02
82	2.5110E-01	2.8890E+02
83	2.5420E-01	2.8643E+02
84	2.5730E-01	2.8400E+02
85	2.6040E-01	2.8165E+02
86	2.6350E-01	2.7933E+02
87	2.6660E-01	2.7707E+02
88	2.6970E-01	2.7485E+02
89	2.7280E-01	2.7270E+02
90	2.7590E-01	2.7057E+02
91	2.7900E-01	2.6851E+02
92	2.8210E-01	2.6647E+02
93	2.8520E-01	2.6449E+02
94	2.8830E-01	2.6254E+02
95	2.9140E-01	2.6064E+02
96	2.9450E-01	2.5877E+02
97	2.9760E-01	2.5695E+02
98	3.0070E-01	2.5516E+02
99	3.0380E-01	2.5341E+02
100	3.0690E-01	2.5169E+02
101	3.1000E-01	2.5001E+02

*** End of list.

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Pressão - Tensão Radial - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 9 June 2013: Pressure Vessel - P31 Kt

Licensed from ADINA R&D, Inc.

Finite element program ADINA, response range type load-step:

Listing for line TUBOPERFEITO_TENSAO RADIAL:

Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.

On shell sections, element variables are evaluated on the shell top layer, t = 1.00

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P3

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P3

1	0.00000E+00	-9.98957E+02
2	3.10000E-03	-9.57206E+02
3	6.20000E-03	-9.14183E+02
4	9.30000E-03	-8.77023E+02
5	1.24000E-02	-8.38708E+02
6	1.55000E-02	-8.05433E+02
7	1.86000E-02	-7.71164E+02
8	2.17000E-02	-7.41252E+02
9	2.48000E-02	-7.10478E+02
10	2.79000E-02	-6.83490E+02
11	3.10000E-02	-6.55752E+02
12	3.41000E-02	-6.31320E+02
13	3.72000E-02	-6.06231E+02
14	4.03000E-02	-5.84042E+02
15	4.34000E-02	-5.61275E+02
16	4.65000E-02	-5.41062E+02
17	4.96000E-02	-5.20340E+02
18	5.27000E-02	-5.01877E+02
19	5.58000E-02	-4.82961E+02
20	5.89000E-02	-4.66050E+02
21	6.20000E-02	-4.48750E+02
22	6.51000E-02	-4.33189E+02
23	6.82000E-02	-4.17275E+02
24	7.13000E-02	-4.02999E+02
25	7.44000E-02	-3.88389E+02
26	7.75000E-02	-3.75206E+02
27	8.06000E-02	-3.61737E+02
28	8.37000E-02	-3.49552E+02
29	8.68000E-02	-3.37108E+02
30	8.99000E-02	-3.25821E+02
31	9.30000E-02	-3.14302E+02
32	9.61000E-02	-3.03828E+02
33	9.92000E-02	-2.93143E+02
34	1.02300E-01	-2.83405E+02
35	1.05400E-01	-2.73477E+02
36	1.08500E-01	-2.64408E+02
37	1.11600E-01	-2.55165E+02
38	1.14700E-01	-2.46706E+02
39	1.17800E-01	-2.38088E+02

40	1.20900E-01	-2.30184E+02
41	1.24000E-01	-2.22136E+02
42	1.27100E-01	-2.14740E+02
43	1.30200E-01	-2.07212E+02
44	1.33300E-01	-2.00282E+02
45	1.36400E-01	-1.93230E+02
46	1.39500E-01	-1.86727E+02
47	1.42600E-01	-1.80113E+02
48	1.45700E-01	-1.74003E+02
49	1.48800E-01	-1.67790E+02
50	1.51900E-01	-1.62042E+02
51	1.55000E-01	-1.56199E+02
52	1.58100E-01	-1.50785E+02
53	1.61200E-01	-1.45283E+02
54	1.64300E-01	-1.40177E+02
55	1.67400E-01	-1.34990E+02
56	1.70500E-01	-1.30170E+02
57	1.73600E-01	-1.25276E+02
58	1.76700E-01	-1.20714E+02
59	1.79800E-01	-1.16083E+02
60	1.82900E-01	-1.11775E+02
61	1.86000E-01	-1.07400E+02
62	1.89100E-01	-1.03318E+02
63	1.92200E-01	-9.91760E+01
64	1.95300E-01	-9.53062E+01
65	1.98400E-01	-9.13809E+01
66	2.01500E-01	-8.77090E+01
67	2.04600E-01	-8.39854E+01
68	2.07700E-01	-8.04982E+01
69	2.10800E-01	-7.69627E+01
70	2.13900E-01	-7.36479E+01
71	2.17000E-01	-7.02880E+01
72	2.20100E-01	-6.71346E+01
73	2.23200E-01	-6.39389E+01
74	2.26300E-01	-6.09364E+01
75	2.29400E-01	-5.78944E+01
76	2.32500E-01	-5.50334E+01
77	2.35600E-01	-5.21353E+01
78	2.38700E-01	-4.94071E+01
79	2.41800E-01	-4.66441E+01
80	2.44900E-01	-4.40405E+01
81	2.48000E-01	-4.14043E+01
82	2.51100E-01	-3.89179E+01
83	2.54200E-01	-3.64008E+01
84	2.57300E-01	-3.40246E+01
85	2.60400E-01	-3.16196E+01
86	2.63500E-01	-2.93472E+01
87	2.66600E-01	-2.70483E+01
88	2.69700E-01	-2.48716E+01
89	2.72800E-01	-2.26693E+01
90	2.75900E-01	-2.05880E+01
91	2.79000E-01	-1.84817E+01
92	2.82100E-01	-1.64868E+01
93	2.85200E-01	-1.44690E+01
94	2.88300E-01	-1.25565E+01
95	2.91400E-01	-1.06223E+01
96	2.94500E-01	-8.78767E+00
97	2.97600E-01	-6.93259E+00
98	3.00700E-01	-5.17167E+00
99	3.03800E-01	-3.39140E+00
100	3.06900E-01	-1.70032E+00
101	3.10000E-01	9.41347E-03

*** End of list.

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial - Equações

Time	1.00E+00		EQUAÇÃO 3 (sigma Θ)		ERRO%
	MEF		raio	sigma Θ	
	distance	sigma P1			
1	0.0000E+00	1.2503E+03	1.5500E-01	1.2500E+03	-0.0232
2	3.1000E-03	1.2062E+03	1.5810E-01	1.2063E+03	0.0079
3	6.2000E-03	1.1654E+03	1.6120E-01	1.1651E+03	-0.0235
4	9.3000E-03	1.1262E+03	1.6430E-01	1.1262E+03	0.0067
5	1.2400E-02	1.0898E+03	1.6740E-01	1.0895E+03	-0.0224
6	1.5500E-02	1.0547E+03	1.7050E-01	1.0548E+03	0.0049
7	1.8600E-02	1.0221E+03	1.7360E-01	1.0218E+03	-0.0222
8	2.1700E-02	9.9062E+02	1.7670E-01	9.9065E+02	0.0034
9	2.4800E-02	9.6126E+02	1.7980E-01	9.6106E+02	-0.0213
10	2.7900E-02	9.3294E+02	1.8290E-01	9.3296E+02	0.0021
11	3.1000E-02	9.0644E+02	1.8600E-01	9.0625E+02	-0.0207
12	3.4100E-02	8.8084E+02	1.8910E-01	8.8085E+02	0.0010
13	3.7200E-02	8.5683E+02	1.9220E-01	8.5666E+02	-0.0201
14	4.0300E-02	8.3362E+02	1.9530E-01	8.3362E+02	0.0000
15	4.3400E-02	8.1181E+02	1.9840E-01	8.1165E+02	-0.0197
16	4.6500E-02	7.9069E+02	2.0150E-01	7.9068E+02	-0.0008
17	4.9600E-02	7.7081E+02	2.0460E-01	7.7066E+02	-0.0192
18	5.2700E-02	7.5154E+02	2.0770E-01	7.5153E+02	-0.0017
19	5.5800E-02	7.3338E+02	2.1080E-01	7.3324E+02	-0.0189
20	5.8900E-02	7.1575E+02	2.1390E-01	7.1574E+02	-0.0023
21	6.2000E-02	6.9911E+02	2.1700E-01	6.9898E+02	-0.0179
22	6.5100E-02	6.8293E+02	2.2010E-01	6.8293E+02	-0.0001
23	6.8200E-02	6.6762E+02	2.2320E-01	6.6753E+02	-0.0131
24	7.1300E-02	6.5276E+02	2.2630E-01	6.5277E+02	0.0015
25	7.4400E-02	6.3868E+02	2.2940E-01	6.3860E+02	-0.0124
26	7.7500E-02	6.2499E+02	2.3250E-01	6.2500E+02	0.0010
27	8.0600E-02	6.1200E+02	2.3560E-01	6.1193E+02	-0.0121
28	8.3700E-02	5.9936E+02	2.3870E-01	5.9936E+02	0.0004
29	8.6800E-02	5.8735E+02	2.4180E-01	5.8728E+02	-0.0119
30	8.9900E-02	5.7565E+02	2.4490E-01	5.7565E+02	0.0000
31	9.3000E-02	5.6452E+02	2.4800E-01	5.6445E+02	-0.0115
32	9.6100E-02	5.5367E+02	2.5110E-01	5.5367E+02	-0.0005
33	9.9200E-02	5.4334E+02	2.5420E-01	5.4328E+02	-0.0113
34	1.0230E-01	5.3326E+02	2.5730E-01	5.3326E+02	-0.0008
35	1.0540E-01	5.2366E+02	2.6040E-01	5.2360E+02	-0.0111
36	1.0850E-01	5.1428E+02	2.6350E-01	5.1427E+02	-0.0011
37	1.1160E-01	5.0533E+02	2.6660E-01	5.0527E+02	-0.0109
38	1.1470E-01	4.9659E+02	2.6970E-01	4.9658E+02	-0.0015
39	1.1780E-01	4.8824E+02	2.7280E-01	4.8818E+02	-0.0106
40	1.2090E-01	4.8008E+02	2.7590E-01	4.8007E+02	-0.0017

41	1.2400E-01	4.7227E+02	2.7900E-01	4.7222E+02	-0.0103
42	1.2710E-01	4.6464E+02	2.8210E-01	4.6463E+02	-0.0020
43	1.3020E-01	4.5734E+02	2.8520E-01	4.5729E+02	-0.0101
44	1.3330E-01	4.5019E+02	2.8830E-01	4.5018E+02	-0.0022
45	1.3640E-01	4.4334E+02	2.9140E-01	4.4330E+02	-0.0099
46	1.3950E-01	4.3665E+02	2.9450E-01	4.3663E+02	-0.0024
47	1.4260E-01	4.3022E+02	2.9760E-01	4.3018E+02	-0.0098
48	1.4570E-01	4.2393E+02	3.0070E-01	4.2392E+02	-0.0026
49	1.4880E-01	4.1789E+02	3.0380E-01	4.1785E+02	-0.0096
50	1.5190E-01	4.1197E+02	3.0690E-01	4.1196E+02	-0.0028
51	1.5500E-01	4.0629E+02	3.1000E-01	4.0625E+02	-0.0094
52	1.5810E-01	4.0072E+02	3.1310E-01	4.0071E+02	-0.0029
53	1.6120E-01	3.9537E+02	3.1620E-01	3.9533E+02	-0.0092
54	1.6430E-01	3.9012E+02	3.1930E-01	3.9011E+02	-0.0031
55	1.6740E-01	3.8507E+02	3.2240E-01	3.8503E+02	-0.0090
56	1.7050E-01	3.8011E+02	3.2550E-01	3.8010E+02	-0.0031
57	1.7360E-01	3.7534E+02	3.2860E-01	3.7531E+02	-0.0087
58	1.7670E-01	3.7066E+02	3.3170E-01	3.7065E+02	-0.0023
59	1.7980E-01	3.6615E+02	3.3480E-01	3.6613E+02	-0.0064
60	1.8290E-01	3.6173E+02	3.3790E-01	3.6172E+02	-0.0012
61	1.8600E-01	3.5746E+02	3.4100E-01	3.5744E+02	-0.0062
62	1.8910E-01	3.5327E+02	3.4410E-01	3.5327E+02	-0.0015
63	1.9220E-01	3.4923E+02	3.4720E-01	3.4921E+02	-0.0061
64	1.9530E-01	3.4527E+02	3.5030E-01	3.4526E+02	-0.0014
65	1.9840E-01	3.4143E+02	3.5340E-01	3.4141E+02	-0.0059
66	2.0150E-01	3.3767E+02	3.5650E-01	3.3767E+02	-0.0017
67	2.0460E-01	3.3403E+02	3.5960E-01	3.3401E+02	-0.0058
68	2.0770E-01	3.3046E+02	3.6270E-01	3.3046E+02	-0.0015
69	2.1080E-01	3.2701E+02	3.6580E-01	3.2699E+02	-0.0057
70	2.1390E-01	3.2362E+02	3.6890E-01	3.2361E+02	-0.0019
71	2.1700E-01	3.2033E+02	3.7200E-01	3.2031E+02	-0.0058
72	2.2010E-01	3.1710E+02	3.7510E-01	3.1710E+02	-0.0017
73	2.2320E-01	3.1398E+02	3.7820E-01	3.1396E+02	-0.0056
74	2.2630E-01	3.1091E+02	3.8130E-01	3.1090E+02	-0.0018
75	2.2940E-01	3.0793E+02	3.8440E-01	3.0791E+02	-0.0055
76	2.3250E-01	3.0501E+02	3.8750E-01	3.0500E+02	-0.0020
77	2.3560E-01	3.0217E+02	3.9060E-01	3.0215E+02	-0.0056
78	2.3870E-01	2.9938E+02	3.9370E-01	2.9938E+02	-0.0019
79	2.4180E-01	2.9668E+02	3.9680E-01	2.9666E+02	-0.0053
80	2.4490E-01	2.9402E+02	3.9990E-01	2.9401E+02	-0.0019
81	2.4800E-01	2.9144E+02	4.0300E-01	2.9142E+02	-0.0051
82	2.5110E-01	2.8890E+02	4.0610E-01	2.8889E+02	-0.0021
83	2.5420E-01	2.8643E+02	4.0920E-01	2.8642E+02	-0.0051

84	2.5730E-01	2.8400E+02	4.1230E-01	2.8400E+02	-0.0021
85	2.6040E-01	2.8165E+02	4.1540E-01	2.8163E+02	-0.0050
86	2.6350E-01	2.7933E+02	4.1850E-01	2.7932E+02	-0.0022
87	2.6660E-01	2.7707E+02	4.2160E-01	2.7706E+02	-0.0047
88	2.6970E-01	2.7485E+02	4.2470E-01	2.7485E+02	-0.0018
89	2.7280E-01	2.7270E+02	4.2780E-01	2.7268E+02	-0.0039
90	2.7590E-01	2.7057E+02	4.3090E-01	2.7057E+02	-0.0011
91	2.7900E-01	2.6851E+02	4.3400E-01	2.6849E+02	-0.0038
92	2.8210E-01	2.6647E+02	4.3710E-01	2.6647E+02	-0.0012
93	2.8520E-01	2.6449E+02	4.4020E-01	2.6448E+02	-0.0037
94	2.8830E-01	2.6254E+02	4.4330E-01	2.6254E+02	-0.0010
95	2.9140E-01	2.6064E+02	4.4640E-01	2.6063E+02	-0.0036
96	2.9450E-01	2.5877E+02	4.4950E-01	2.5877E+02	-0.0014
97	2.9760E-01	2.5695E+02	4.5260E-01	2.5694E+02	-0.0034
98	3.0070E-01	2.5516E+02	4.5570E-01	2.5515E+02	-0.0011
99	3.0380E-01	2.5341E+02	4.5880E-01	2.5340E+02	-0.0035
100	3.0690E-01	2.5169E+02	4.6190E-01	2.5168E+02	-0.0014
101	3.1000E-01	2.5001E+02	4.6500E-01	2.5000E+02	-0.0032

*** End of list.

Tube Perfeito: Estudo Devido a Pressão - Tensão Radial - Equações

Time	1.00E+00		EQUAÇÃO 4 (sigma R)		ERRO%
	MEF		raio	sigma R	
	distance	sigma P3			
1	0.0000E+00	-9.9896E+02	1.5500E-01	-1.0000E+03	0.1043
2	3.1000E-03	-9.5721E+02	1.5810E-01	-9.5631E+02	-0.0932
3	6.2000E-03	-9.1418E+02	1.6120E-01	-9.1513E+02	0.1030
4	9.3000E-03	-8.7702E+02	1.6430E-01	-8.7625E+02	-0.0887
5	1.2400E-02	-8.3871E+02	1.6740E-01	-8.3951E+02	0.0951
6	1.5500E-02	-8.0543E+02	1.7050E-01	-8.0475E+02	-0.0846
7	1.8600E-02	-7.7116E+02	1.7360E-01	-7.7184E+02	0.0880
8	2.1700E-02	-7.4125E+02	1.7670E-01	-7.4065E+02	-0.0811
9	2.4800E-02	-7.1048E+02	1.7980E-01	-7.1106E+02	0.0816
10	2.7900E-02	-6.8349E+02	1.8290E-01	-6.8296E+02	-0.0780
11	3.1000E-02	-6.5575E+02	1.8600E-01	-6.5625E+02	0.0759
12	3.4100E-02	-6.3132E+02	1.8910E-01	-6.3085E+02	-0.0753
13	3.7200E-02	-6.0623E+02	1.9220E-01	-6.0666E+02	0.0707
14	4.0300E-02	-5.8404E+02	1.9530E-01	-5.8362E+02	-0.0729
15	4.3400E-02	-5.6128E+02	1.9840E-01	-5.6165E+02	0.0660
16	4.6500E-02	-5.4106E+02	2.0150E-01	-5.4068E+02	-0.0706

17	4.9600E-02	-5.2034E+02	2.0460E-01	-5.2066E+02	0.0617
18	5.2700E-02	-5.0188E+02	2.0770E-01	-5.0153E+02	-0.0689
19	5.5800E-02	-4.8296E+02	2.1080E-01	-4.8324E+02	0.0577
20	5.8900E-02	-4.6605E+02	2.1390E-01	-4.6574E+02	-0.0672
21	6.2000E-02	-4.4875E+02	2.1700E-01	-4.4898E+02	0.0511
22	6.5100E-02	-4.3319E+02	2.2010E-01	-4.3293E+02	-0.0610
23	6.8200E-02	-4.1728E+02	2.2320E-01	-4.1753E+02	0.0622
24	7.1300E-02	-4.0300E+02	2.2630E-01	-4.0277E+02	-0.0562
25	7.4400E-02	-3.8839E+02	2.2940E-01	-3.8860E+02	0.0555
26	7.7500E-02	-3.7521E+02	2.3250E-01	-3.7500E+02	-0.0549
27	8.0600E-02	-3.6174E+02	2.3560E-01	-3.6193E+02	0.0530
28	8.3700E-02	-3.4955E+02	2.3870E-01	-3.4936E+02	-0.0540
29	8.6800E-02	-3.3711E+02	2.4180E-01	-3.3728E+02	0.0504
30	8.9900E-02	-3.2582E+02	2.4490E-01	-3.2565E+02	-0.0528
31	9.3000E-02	-3.1430E+02	2.4800E-01	-3.1445E+02	0.0481
32	9.6100E-02	-3.0383E+02	2.5110E-01	-3.0367E+02	-0.0522
33	9.9200E-02	-2.9314E+02	2.5420E-01	-2.9328E+02	0.0460
34	1.0230E-01	-2.8341E+02	2.5730E-01	-2.8326E+02	-0.0514
35	1.0540E-01	-2.7348E+02	2.6040E-01	-2.7360E+02	0.0438
36	1.0850E-01	-2.6441E+02	2.6350E-01	-2.6427E+02	-0.0509
37	1.1160E-01	-2.5517E+02	2.6660E-01	-2.5527E+02	0.0424
38	1.1470E-01	-2.4671E+02	2.6970E-01	-2.4658E+02	-0.0505
39	1.1780E-01	-2.3809E+02	2.7280E-01	-2.3818E+02	0.0405
40	1.2090E-01	-2.3018E+02	2.7590E-01	-2.3007E+02	-0.0501
41	1.2400E-01	-2.2214E+02	2.7900E-01	-2.2222E+02	0.0388
42	1.2710E-01	-2.1474E+02	2.8210E-01	-2.1463E+02	-0.0499
43	1.3020E-01	-2.0721E+02	2.8520E-01	-2.0729E+02	0.0375
44	1.3330E-01	-2.0028E+02	2.8830E-01	-2.0018E+02	-0.0499
45	1.3640E-01	-1.9323E+02	2.9140E-01	-1.9330E+02	0.0363
46	1.3950E-01	-1.8673E+02	2.9450E-01	-1.8663E+02	-0.0496
47	1.4260E-01	-1.8011E+02	2.9760E-01	-1.8018E+02	0.0348
48	1.4570E-01	-1.7400E+02	3.0070E-01	-1.7392E+02	-0.0501
49	1.4880E-01	-1.6779E+02	3.0380E-01	-1.6785E+02	0.0338
50	1.5190E-01	-1.6204E+02	3.0690E-01	-1.6196E+02	-0.0503
51	1.5500E-01	-1.5620E+02	3.1000E-01	-1.5625E+02	0.0326
52	1.5810E-01	-1.5079E+02	3.1310E-01	-1.5071E+02	-0.0509
53	1.6120E-01	-1.4528E+02	3.1620E-01	-1.4533E+02	0.0315
54	1.6430E-01	-1.4018E+02	3.1930E-01	-1.4011E+02	-0.0513
55	1.6740E-01	-1.3499E+02	3.2240E-01	-1.3503E+02	0.0307
56	1.7050E-01	-1.3017E+02	3.2550E-01	-1.3010E+02	-0.0522
57	1.7360E-01	-1.2528E+02	3.2860E-01	-1.2531E+02	0.0283
58	1.7670E-01	-1.2071E+02	3.3170E-01	-1.2065E+02	-0.0492
59	1.7980E-01	-1.1608E+02	3.3480E-01	-1.1613E+02	0.0375

60	1.8290E-01	-1.1178E+02	3.3790E-01	-1.1172E+02	-0.0470
61	1.8600E-01	-1.0740E+02	3.4100E-01	-1.0744E+02	0.0354
62	1.8910E-01	-1.0332E+02	3.4410E-01	-1.0327E+02	-0.0476
63	1.9220E-01	-9.9176E+01	3.4720E-01	-9.9211E+01	0.0351
64	1.9530E-01	-9.5306E+01	3.5030E-01	-9.5260E+01	-0.0485
65	1.9840E-01	-9.1381E+01	3.5340E-01	-9.1413E+01	0.0348
66	2.0150E-01	-8.7709E+01	3.5650E-01	-8.7665E+01	-0.0497
67	2.0460E-01	-8.3985E+01	3.5960E-01	-8.4015E+01	0.0347
68	2.0770E-01	-8.0498E+01	3.6270E-01	-8.0457E+01	-0.0513
69	2.1080E-01	-7.6963E+01	3.6580E-01	-7.6989E+01	0.0346
70	2.1390E-01	-7.3648E+01	3.6890E-01	-7.3609E+01	-0.0530
71	2.1700E-01	-7.0288E+01	3.7200E-01	-7.0313E+01	0.0348
72	2.2010E-01	-6.7135E+01	3.7510E-01	-6.7098E+01	-0.0552
73	2.2320E-01	-6.3939E+01	3.7820E-01	-6.3961E+01	0.0350
74	2.2630E-01	-6.0936E+01	3.8130E-01	-6.0901E+01	-0.0577
75	2.2940E-01	-5.7894E+01	3.8440E-01	-5.7915E+01	0.0355
76	2.3250E-01	-5.5033E+01	3.8750E-01	-5.5000E+01	-0.0607
77	2.3560E-01	-5.2135E+01	3.9060E-01	-5.2154E+01	0.0362
78	2.3870E-01	-4.9407E+01	3.9370E-01	-4.9375E+01	-0.0643
79	2.4180E-01	-4.6644E+01	3.9680E-01	-4.6661E+01	0.0370
80	2.4490E-01	-4.4041E+01	3.9990E-01	-4.4010E+01	-0.0687
81	2.4800E-01	-4.1404E+01	4.0300E-01	-4.1420E+01	0.0382
82	2.5110E-01	-3.8918E+01	4.0610E-01	-3.8889E+01	-0.0742
83	2.5420E-01	-3.6401E+01	4.0920E-01	-3.6415E+01	0.0398
84	2.5730E-01	-3.4025E+01	4.1230E-01	-3.3997E+01	-0.0808
85	2.6040E-01	-3.1620E+01	4.1540E-01	-3.1633E+01	0.0420
86	2.6350E-01	-2.9347E+01	4.1850E-01	-2.9321E+01	-0.0894
87	2.6660E-01	-2.7048E+01	4.2160E-01	-2.7060E+01	0.0429
88	2.6970E-01	-2.4872E+01	4.2470E-01	-2.4848E+01	-0.0944
89	2.7280E-01	-2.2669E+01	4.2780E-01	-2.2684E+01	0.0662
90	2.7590E-01	-2.0588E+01	4.3090E-01	-2.0567E+01	-0.1021
91	2.7900E-01	-1.8482E+01	4.3400E-01	-1.8495E+01	0.0714
92	2.8210E-01	-1.6487E+01	4.3710E-01	-1.6467E+01	-0.1219
93	2.8520E-01	-1.4469E+01	4.4020E-01	-1.4481E+01	0.0846
94	2.8830E-01	-1.2557E+01	4.4330E-01	-1.2537E+01	-0.1532
95	2.9140E-01	-1.0622E+01	4.4640E-01	-1.0634E+01	0.1070
96	2.9450E-01	-8.7877E+00	4.4950E-01	-8.7693E+00	-0.2092
97	2.9760E-01	-6.9326E+00	4.5260E-01	-6.9431E+00	0.1520
98	3.0070E-01	-5.1717E+00	4.5570E-01	-5.1541E+00	-0.3408
99	3.0380E-01	-3.3914E+00	4.5880E-01	-3.4012E+00	0.2883
100	3.0690E-01	-1.7003E+00	4.6190E-01	-1.6835E+00	-1.0001
101	3.1000E-01	9.4135E-03	4.6500E-01	-2.7756E-14	3.39156E+13

*** End of list.

OBSERVAÇÕES:

1 - raio externo = 3x raio interno
2 - $p_i=1000\text{MPa}$
3 - cálculo ao longo da espessura do tubo
4 - σ_Θ (equação) = σ_{P1} no MEF
5 - σ_R (equação) = σ_{P3} no MEF

Anexo II

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Temperatura - Distribuição de Temperatura na Tubulação Considerando Temperatura Inicial nas Paredes Interna e Externa do Tubo - MEF

```
ADINA: AUI version "7.5.4," 12 June 2013:00:00 *** NO HEADING DEFINED ***
Licensed from ADINA "R&D," Inc.
Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
Listing for line TEMPERATURA_NAS_PAREDES:|
```

```
Time 0.00E+00
LINE DISTANCE TEMPERATURE
* NOT FOUND
```

```
Time 1.00E+00
LINE DISTANCE TEMPERATURE
```

```
1 0.00E+00 5.50E+02
2 3.10E-03 5.41E+02
3 6.20E-03 5.31E+02
4 9.30E-03 5.22E+02
5 1.24E-02 5.14E+02
6 1.55E-02 5.05E+02
7 1.86E-02 4.96E+02
8 2.17E-02 4.88E+02
9 2.48E-02 4.80E+02
10 2.79E-02 4.72E+02
11 3.10E-02 4.64E+02
12 3.41E-02 4.56E+02
13 3.72E-02 4.48E+02
14 4.03E-02 4.41E+02
15 4.34E-02 4.33E+02
16 4.65E-02 4.26E+02
17 4.96E-02 4.19E+02
18 5.27E-02 4.11E+02
19 5.58E-02 4.04E+02
20 5.89E-02 3.98E+02
21 6.20E-02 3.91E+02
22 6.51E-02 3.84E+02
23 6.82E-02 3.77E+02
24 7.13E-02 3.71E+02
25 7.44E-02 3.64E+02
26 7.75E-02 3.58E+02
27 8.06E-02 3.52E+02
28 8.37E-02 3.46E+02
29 8.68E-02 3.40E+02
30 8.99E-02 3.33E+02
```

31	9.30E-02	3.28E+02
32	9.61E-02	3.22E+02
33	9.92E-02	3.16E+02
34	1.02E-01	3.10E+02
35	1.05E-01	3.04E+02
36	1.09E-01	2.99E+02
37	1.12E-01	2.93E+02
38	1.15E-01	2.88E+02
39	1.18E-01	2.82E+02
40	1.21E-01	2.77E+02
41	1.24E-01	2.72E+02
42	1.27E-01	2.67E+02
43	1.30E-01	2.61E+02
44	1.33E-01	2.56E+02
45	1.36E-01	2.51E+02
46	1.40E-01	2.46E+02
47	1.43E-01	2.41E+02
48	1.46E-01	2.36E+02
49	1.49E-01	2.31E+02
50	1.52E-01	2.27E+02
51	1.55E-01	2.22E+02
52	1.58E-01	2.17E+02
53	1.61E-01	2.13E+02
54	1.64E-01	2.08E+02
55	1.67E-01	2.03E+02
56	1.71E-01	1.99E+02
57	1.74E-01	1.94E+02
58	1.77E-01	1.90E+02
59	1.80E-01	1.85E+02
60	1.83E-01	1.81E+02
61	1.86E-01	1.77E+02
62	1.89E-01	1.73E+02
63	1.92E-01	1.68E+02
64	1.95E-01	1.64E+02
65	1.98E-01	1.60E+02
66	2.02E-01	1.56E+02
67	2.05E-01	1.52E+02
68	2.08E-01	1.48E+02
69	2.11E-01	1.44E+02
70	2.14E-01	1.40E+02
71	2.17E-01	1.36E+02
72	2.20E-01	1.32E+02
73	2.23E-01	1.28E+02
74	2.26E-01	1.24E+02
75	2.29E-01	1.20E+02
76	2.33E-01	1.16E+02
77	2.36E-01	1.13E+02
78	2.39E-01	1.09E+02
79	2.42E-01	1.05E+02
80	2.45E-01	1.01E+02
81	2.48E-01	9.77E+01
82	2.51E-01	9.41E+01
83	2.54E-01	9.05E+01
84	2.57E-01	8.69E+01
85	2.60E-01	8.34E+01
86	2.64E-01	7.99E+01
87	2.67E-01	7.64E+01
88	2.70E-01	7.29E+01
89	2.73E-01	6.95E+01
90	2.76E-01	6.60E+01
91	2.79E-01	6.27E+01
92	2.82E-01	5.93E+01
93	2.85E-01	5.59E+01
94	2.88E-01	5.26E+01
95	2.91E-01	4.93E+01

96	2.95E-01	4.60E+01
97	2.98E-01	4.28E+01
98	3.01E-01	3.96E+01
99	3.04E-01	3.64E+01
100	3.07E-01	3.32E+01
101	3.10E-01	3.00E+01

*** End of list.

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Temperatura - Distribuição de Temperatura na Tubulação Considerando Convecção - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 2 June 2013: *** NO HEADING DEFINED ***
 Licensed from ADINA R&D, Inc.
 Finite element program ADINA-T, response range type load-step:
 Listing for line TEMPERATURA_COM_CONVECCAO:

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE
	* NOT FOUND	

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE
1	0.00000E+00	4.57211E+02
2	3.10000E-03	4.55086E+02
3	6.20000E-03	4.53001E+02
4	9.30000E-03	4.50957E+02
5	1.24000E-02	4.48951E+02
6	1.55000E-02	4.46981E+02
7	1.86000E-02	4.45047E+02
8	2.17000E-02	4.43148E+02
9	2.48000E-02	4.41281E+02
10	2.79000E-02	4.39446E+02
11	3.10000E-02	4.37642E+02
12	3.41000E-02	4.35868E+02
13	3.72000E-02	4.34123E+02
14	4.03000E-02	4.32406E+02
15	4.34000E-02	4.30715E+02
16	4.65000E-02	4.29051E+02
17	4.96000E-02	4.27413E+02
18	5.27000E-02	4.25799E+02
19	5.58000E-02	4.24209E+02
20	5.89000E-02	4.22642E+02
21	6.20000E-02	4.21097E+02
22	6.51000E-02	4.19575E+02
23	6.82000E-02	4.18074E+02
24	7.13000E-02	4.16593E+02
25	7.44000E-02	4.15133E+02
26	7.75000E-02	4.13692E+02
27	8.06000E-02	4.12271E+02
28	8.37000E-02	4.10868E+02
29	8.68000E-02	4.09483E+02
30	8.99000E-02	4.08115E+02
31	9.30000E-02	4.06765E+02
32	9.61000E-02	4.05432E+02

33	9.92000E-02	4.04115E+02
34	1.02300E-01	4.02814E+02
35	1.05400E-01	4.01529E+02
36	1.08500E-01	4.00258E+02
37	1.11600E-01	3.99003E+02
38	1.14700E-01	3.97762E+02
39	1.17800E-01	3.96536E+02
40	1.20900E-01	3.95323E+02
41	1.24000E-01	3.94124E+02
42	1.27100E-01	3.92938E+02
43	1.30200E-01	3.91765E+02
44	1.33300E-01	3.90604E+02
45	1.36400E-01	3.89456E+02
46	1.39500E-01	3.88321E+02
47	1.42600E-01	3.87197E+02
48	1.45700E-01	3.86084E+02
49	1.48800E-01	3.84984E+02
50	1.51900E-01	3.83894E+02
51	1.55000E-01	3.82815E+02
52	1.58100E-01	3.81747E+02
53	1.61200E-01	3.80690E+02
54	1.64300E-01	3.79643E+02
55	1.67400E-01	3.78606E+02
56	1.70500E-01	3.77579E+02
57	1.73600E-01	3.76561E+02
58	1.76700E-01	3.75553E+02
59	1.79800E-01	3.74555E+02
60	1.82900E-01	3.73566E+02
61	1.86000E-01	3.72586E+02
62	1.89100E-01	3.71614E+02
63	1.92200E-01	3.70652E+02
64	1.95300E-01	3.69698E+02
65	1.98400E-01	3.68752E+02
66	2.01500E-01	3.67815E+02
67	2.04600E-01	3.66885E+02
68	2.07700E-01	3.65964E+02
69	2.10800E-01	3.65050E+02
70	2.13900E-01	3.64145E+02
71	2.17000E-01	3.63247E+02
72	2.20100E-01	3.62356E+02
73	2.23200E-01	3.61472E+02
74	2.26300E-01	3.60596E+02
75	2.29400E-01	3.59727E+02
76	2.32500E-01	3.58865E+02
77	2.35600E-01	3.58010E+02
78	2.38700E-01	3.57161E+02
79	2.41800E-01	3.56320E+02
80	2.44900E-01	3.55484E+02
81	2.48000E-01	3.54656E+02
82	2.51100E-01	3.53833E+02
83	2.54200E-01	3.53017E+02
84	2.57300E-01	3.52207E+02
85	2.60400E-01	3.51403E+02
86	2.63500E-01	3.50605E+02
87	2.66600E-01	3.49813E+02
88	2.69700E-01	3.49026E+02
89	2.72800E-01	3.48246E+02
90	2.75900E-01	3.47471E+02
91	2.79000E-01	3.46702E+02
92	2.82100E-01	3.45938E+02
93	2.85200E-01	3.45179E+02
94	2.88300E-01	3.44426E+02
95	2.91400E-01	3.43678E+02

96 2.94500E-01 3.42935E+02
 97 2.97600E-01 3.42197E+02
 98 3.00700E-01 3.41465E+02
 99 3.03800E-01 3.40737E+02
 100 3.06900E-01 3.40014E+02
 101 3.10000E-01 3.39296E+02

*** End of list.

Tubo Perfeito: Estudo Devido a Temperatura - Distribuição de Temperatura na Tubulação Considerando Temperatura Inicial nas Paredes Interna e Externa do Tubo - Equações

Time	1.00E+00		EQUAÇÃO 9 (Temperatura)		ERRO%
	MEF (Temp. nas paredes)				
	raio	T	raio	T	
1	1.000E+00	5.50E+02	1.000E+00	5.500E+02	0.0000
2	1.020E+00	5.41E+02	1.020E+00	5.406E+02	-0.0009
3	1.040E+00	5.31E+02	1.040E+00	5.314E+02	-0.0009
4	1.060E+00	5.22E+02	1.060E+00	5.224E+02	-0.0009
5	1.080E+00	5.14E+02	1.080E+00	5.136E+02	-0.0008
6	1.100E+00	5.05E+02	1.100E+00	5.049E+02	-0.0008
7	1.120E+00	4.96E+02	1.120E+00	4.964E+02	-0.0009
8	1.140E+00	4.88E+02	1.140E+00	4.880E+02	-0.0008
9	1.160E+00	4.80E+02	1.160E+00	4.797E+02	-0.0008
10	1.180E+00	4.72E+02	1.180E+00	4.717E+02	-0.0009
11	1.200E+00	4.64E+02	1.200E+00	4.637E+02	-0.0009
12	1.220E+00	4.56E+02	1.220E+00	4.559E+02	-0.0009
13	1.240E+00	4.48E+02	1.240E+00	4.482E+02	-0.0010
14	1.260E+00	4.41E+02	1.260E+00	4.406E+02	-0.0008
15	1.280E+00	4.33E+02	1.280E+00	4.332E+02	-0.0008
16	1.300E+00	4.26E+02	1.300E+00	4.258E+02	-0.0010
17	1.320E+00	4.19E+02	1.320E+00	4.186E+02	-0.0008
18	1.340E+00	4.11E+02	1.340E+00	4.115E+02	-0.0008
19	1.360E+00	4.04E+02	1.360E+00	4.045E+02	-0.0009
20	1.380E+00	3.98E+02	1.380E+00	3.975E+02	-0.0009
21	1.400E+00	3.91E+02	1.400E+00	3.907E+02	-0.0007
22	1.420E+00	3.84E+02	1.420E+00	3.840E+02	-0.0010
23	1.440E+00	3.77E+02	1.440E+00	3.774E+02	-0.0010
24	1.460E+00	3.71E+02	1.460E+00	3.709E+02	-0.0009
25	1.480E+00	3.64E+02	1.480E+00	3.644E+02	-0.0009
26	1.500E+00	3.58E+02	1.500E+00	3.581E+02	-0.0007
27	1.520E+00	3.52E+02	1.520E+00	3.518E+02	-0.0008
28	1.540E+00	3.46E+02	1.540E+00	3.456E+02	-0.0009
29	1.560E+00	3.40E+02	1.560E+00	3.395E+02	-0.0007
30	1.580E+00	3.33E+02	1.580E+00	3.335E+02	-0.0009
31	1.600E+00	3.28E+02	1.600E+00	3.275E+02	-0.0009

32	1.620E+00	3.22E+02	1.620E+00	3.217E+02	-0.0009
33	1.640E+00	3.16E+02	1.640E+00	3.158E+02	-0.0008
34	1.660E+00	3.10E+02	1.660E+00	3.101E+02	-0.0009
35	1.680E+00	3.04E+02	1.680E+00	3.044E+02	-0.0008
36	1.700E+00	2.99E+02	1.700E+00	2.988E+02	-0.0009
37	1.720E+00	2.93E+02	1.720E+00	2.933E+02	-0.0009
38	1.740E+00	2.88E+02	1.740E+00	2.878E+02	-0.0009
39	1.760E+00	2.82E+02	1.760E+00	2.824E+02	-0.0008
40	1.780E+00	2.77E+02	1.780E+00	2.771E+02	-0.0009
41	1.800E+00	2.72E+02	1.800E+00	2.718E+02	-0.0007
42	1.820E+00	2.67E+02	1.820E+00	2.666E+02	-0.0008
43	1.840E+00	2.61E+02	1.840E+00	2.614E+02	-0.0008
44	1.860E+00	2.56E+02	1.860E+00	2.563E+02	-0.0008
45	1.880E+00	2.51E+02	1.880E+00	2.512E+02	-0.0010
46	1.900E+00	2.46E+02	1.900E+00	2.462E+02	-0.0009
47	1.920E+00	2.41E+02	1.920E+00	2.412E+02	-0.0010
48	1.940E+00	2.36E+02	1.940E+00	2.363E+02	-0.0010
49	1.960E+00	2.31E+02	1.960E+00	2.315E+02	-0.0008
50	1.980E+00	2.27E+02	1.980E+00	2.267E+02	-0.0010
51	2.000E+00	2.22E+02	2.000E+00	2.219E+02	-0.0010
52	2.020E+00	2.17E+02	2.020E+00	2.172E+02	-0.0009
53	2.040E+00	2.13E+02	2.040E+00	2.125E+02	-0.0006
54	2.060E+00	2.08E+02	2.060E+00	2.079E+02	-0.0010
55	2.080E+00	2.03E+02	2.080E+00	2.034E+02	-0.0006
56	2.100E+00	1.99E+02	2.100E+00	1.988E+02	-0.0008
57	2.120E+00	1.94E+02	2.120E+00	1.943E+02	-0.0006
58	2.140E+00	1.90E+02	2.140E+00	1.899E+02	-0.0008
59	2.160E+00	1.85E+02	2.160E+00	1.855E+02	-0.0008
60	2.180E+00	1.81E+02	2.180E+00	1.811E+02	-0.0010
61	2.200E+00	1.77E+02	2.200E+00	1.768E+02	-0.0008
62	2.220E+00	1.73E+02	2.220E+00	1.725E+02	-0.0005
63	2.240E+00	1.68E+02	2.240E+00	1.683E+02	-0.0006
64	2.260E+00	1.64E+02	2.260E+00	1.641E+02	-0.0008
65	2.280E+00	1.60E+02	2.280E+00	1.599E+02	-0.0010
66	2.300E+00	1.56E+02	2.300E+00	1.558E+02	-0.0009
67	2.320E+00	1.52E+02	2.320E+00	1.517E+02	-0.0009
68	2.340E+00	1.48E+02	2.340E+00	1.476E+02	-0.0009
69	2.360E+00	1.44E+02	2.360E+00	1.436E+02	-0.0011
70	2.380E+00	1.40E+02	2.380E+00	1.396E+02	-0.0006
71	2.400E+00	1.36E+02	2.400E+00	1.356E+02	-0.0005
72	2.420E+00	1.32E+02	2.420E+00	1.317E+02	-0.0005
73	2.440E+00	1.28E+02	2.440E+00	1.278E+02	-0.0011
74	2.460E+00	1.24E+02	2.460E+00	1.239E+02	-0.0010
75	2.480E+00	1.20E+02	2.480E+00	1.201E+02	-0.0006
76	2.500E+00	1.16E+02	2.500E+00	1.163E+02	-0.0005
77	2.520E+00	1.13E+02	2.520E+00	1.125E+02	-0.0009
78	2.540E+00	1.09E+02	2.540E+00	1.088E+02	-0.0007
79	2.560E+00	1.05E+02	2.560E+00	1.051E+02	-0.0010
80	2.580E+00	1.01E+02	2.580E+00	1.014E+02	-0.0005

81	2.600E+00	9.77E+01	2.600E+00	9.773E+01	-0.0006
82	2.620E+00	9.41E+01	2.620E+00	9.411E+01	-0.0006
83	2.640E+00	9.05E+01	2.640E+00	9.051E+01	-0.0007
84	2.660E+00	8.69E+01	2.660E+00	8.693E+01	-0.0006
85	2.680E+00	8.34E+01	2.680E+00	8.339E+01	-0.0006
86	2.700E+00	7.99E+01	2.700E+00	7.987E+01	-0.0006
87	2.720E+00	7.64E+01	2.720E+00	7.638E+01	-0.0005
88	2.740E+00	7.29E+01	2.740E+00	7.291E+01	-0.0005
89	2.760E+00	6.95E+01	2.760E+00	6.947E+01	-0.0006
90	2.780E+00	6.60E+01	2.780E+00	6.605E+01	-0.0005
91	2.800E+00	6.27E+01	2.800E+00	6.266E+01	-0.0005
92	2.820E+00	5.93E+01	2.820E+00	5.929E+01	-0.0004
93	2.840E+00	5.59E+01	2.840E+00	5.594E+01	-0.0005
94	2.860E+00	5.26E+01	2.860E+00	5.262E+01	-0.0004
95	2.880E+00	4.93E+01	2.880E+00	4.932E+01	-0.0003
96	2.900E+00	4.60E+01	2.900E+00	4.605E+01	-0.0003
97	2.920E+00	4.28E+01	2.920E+00	4.279E+01	-0.0002
98	2.940E+00	3.96E+01	2.940E+00	3.956E+01	-0.0001
99	2.960E+00	3.64E+01	2.960E+00	3.635E+01	0.0000
100	2.980E+00	3.32E+01	2.980E+00	3.317E+01	-0.0002
101	3.000E+00	3.00E+01	3.000E+00	3.000E+01	-1.05397E-12

*** End of list.

OBSERVAÇÕES:

1 - raio externo = 3x raio interno
2 - $T_i=550^{\circ}\text{C}$ / $T_o=30^{\circ}\text{C}$ / $\Delta T=T_i-T_o=520^{\circ}\text{C}=520\text{K}$ / $h_e=10$ (W/m ² K) / $h_i=100$ (W/m ² K)
3 - cálculo ao longo da espessura do tubo

Anexo III:

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão ($\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$) - Tensão Tangencial - MEF

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial - $\rho/w = 0,013$ - MEF

```
ADINA: AUI version "7.5.4," 22 June 2013:00:00 Pressure Vessel - P31 Kt
Licensed from ADINA "R&D," Inc.
Finite element program "ADINA," response range type load-step:
Listing for line 0.013_SIGMAP1_DISTANCE:
Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
On shell "sections," element variables are evaluated on the shell top "layer," t = 1
```

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1

1	0.00E+00	4.96E+03
2	1.53E-03	2.69E+03
3	3.06E-03	1.92E+03
4	4.59E-03	1.58E+03
5	6.12E-03	1.39E+03
6	7.65E-03	1.29E+03
7	9.18E-03	1.21E+03
8	1.07E-02	1.16E+03
9	1.22E-02	1.12E+03
10	1.38E-02	1.09E+03
11	1.53E-02	1.06E+03
12	1.68E-02	1.04E+03
13	1.84E-02	1.02E+03
14	1.99E-02	9.96E+02
15	2.14E-02	9.78E+02
16	2.30E-02	9.61E+02
17	2.45E-02	9.45E+02
18	2.60E-02	9.30E+02
19	2.75E-02	9.15E+02
20	2.91E-02	9.01E+02
21	3.06E-02	8.87E+02
22	3.21E-02	8.75E+02
23	3.37E-02	8.62E+02
24	3.52E-02	8.50E+02
25	3.67E-02	8.38E+02
26	3.83E-02	8.27E+02
27	3.98E-02	8.15E+02
28	4.13E-02	8.05E+02
29	4.28E-02	7.94E+02
30	4.44E-02	7.84E+02
31	4.59E-02	7.74E+02
32	4.74E-02	7.64E+02
33	4.90E-02	7.54E+02
34	5.05E-02	7.45E+02
35	5.20E-02	7.36E+02
36	5.36E-02	7.27E+02
37	5.51E-02	7.18E+02
38	5.66E-02	7.10E+02
39	5.81E-02	7.02E+02
40	5.97E-02	6.93E+02
41	6.12E-02	6.86E+02
42	6.27E-02	6.78E+02
43	6.43E-02	6.70E+02
44	6.58E-02	6.63E+02
45	6.73E-02	6.55E+02
46	6.89E-02	6.48E+02
47	7.04E-02	6.41E+02
48	7.19E-02	6.34E+02
49	7.34E-02	6.28E+02
50	7.50E-02	6.21E+02
51	7.65E-02	6.15E+02
52	7.80E-02	6.08E+02
53	7.96E-02	6.02E+02
54	8.11E-02	5.96E+02
55	8.26E-02	5.90E+02
56	8.42E-02	5.84E+02
57	8.57E-02	5.78E+02
58	8.72E-02	5.73E+02
59	8.87E-02	5.67E+02
60	9.03E-02	5.62E+02
61	9.18E-02	5.56E+02
62	9.33E-02	5.51E+02

63	9.49E-02	5.46E+02
64	9.64E-02	5.41E+02
65	9.79E-02	5.36E+02
66	9.95E-02	5.31E+02
67	1.01E-01	5.26E+02
68	1.03E-01	5.22E+02
69	1.04E-01	5.17E+02
70	1.06E-01	5.13E+02
71	1.07E-01	5.08E+02
72	1.09E-01	5.04E+02
73	1.10E-01	4.99E+02
74	1.12E-01	4.95E+02
75	1.13E-01	4.91E+02
76	1.15E-01	4.87E+02
77	1.16E-01	4.83E+02
78	1.18E-01	4.79E+02
79	1.19E-01	4.75E+02
80	1.21E-01	4.71E+02
81	1.22E-01	4.67E+02
82	1.24E-01	4.64E+02
83	1.25E-01	4.60E+02
84	1.27E-01	4.56E+02
85	1.29E-01	4.53E+02
86	1.30E-01	4.49E+02
87	1.32E-01	4.46E+02
88	1.33E-01	4.43E+02
89	1.35E-01	4.39E+02
90	1.36E-01	4.36E+02
91	1.38E-01	4.33E+02
92	1.39E-01	4.30E+02
93	1.41E-01	4.27E+02
94	1.42E-01	4.24E+02
95	1.44E-01	4.21E+02
96	1.45E-01	4.18E+02
97	1.47E-01	4.15E+02
98	1.48E-01	4.12E+02
99	1.50E-01	4.09E+02
100	1.51E-01	4.06E+02
101	1.53E-01	4.03E+02
102	1.55E-01	4.01E+02
103	1.56E-01	3.98E+02
104	1.58E-01	3.95E+02
105	1.59E-01	3.93E+02
106	1.61E-01	3.90E+02
107	1.62E-01	3.88E+02
108	1.64E-01	3.85E+02
109	1.65E-01	3.83E+02
110	1.67E-01	3.80E+02
111	1.68E-01	3.78E+02
112	1.70E-01	3.75E+02
113	1.71E-01	3.73E+02
114	1.73E-01	3.71E+02
115	1.74E-01	3.68E+02
116	1.76E-01	3.66E+02
117	1.77E-01	3.64E+02
118	1.79E-01	3.62E+02
119	1.81E-01	3.60E+02
120	1.82E-01	3.58E+02
121	1.84E-01	3.55E+02
122	1.85E-01	3.53E+02
123	1.87E-01	3.51E+02
124	1.88E-01	3.49E+02
125	1.90E-01	3.47E+02
126	1.91E-01	3.45E+02
127	1.93E-01	3.43E+02
128	1.94E-01	3.42E+02
129	1.96E-01	3.40E+02
130	1.97E-01	3.38E+02
131	1.99E-01	3.36E+02
132	2.00E-01	3.34E+02

133	2.02E-01	3.32E+02
134	2.03E-01	3.31E+02
135	2.05E-01	3.29E+02
136	2.07E-01	3.27E+02
137	2.08E-01	3.25E+02
138	2.10E-01	3.24E+02
139	2.11E-01	3.22E+02
140	2.13E-01	3.20E+02
141	2.14E-01	3.19E+02
142	2.16E-01	3.17E+02
143	2.17E-01	3.16E+02
144	2.19E-01	3.14E+02
145	2.20E-01	3.12E+02
146	2.22E-01	3.11E+02
147	2.23E-01	3.09E+02
148	2.25E-01	3.08E+02
149	2.26E-01	3.06E+02
150	2.28E-01	3.05E+02
151	2.30E-01	3.03E+02
152	2.31E-01	3.02E+02
153	2.33E-01	3.01E+02
154	2.34E-01	2.99E+02
155	2.36E-01	2.98E+02
156	2.37E-01	2.96E+02
157	2.39E-01	2.95E+02
158	2.40E-01	2.94E+02
159	2.42E-01	2.92E+02
160	2.43E-01	2.91E+02
161	2.45E-01	2.90E+02
162	2.46E-01	2.89E+02
163	2.48E-01	2.87E+02
164	2.49E-01	2.86E+02
165	2.51E-01	2.85E+02
166	2.52E-01	2.84E+02
167	2.54E-01	2.82E+02
168	2.56E-01	2.81E+02
169	2.57E-01	2.80E+02
170	2.59E-01	2.79E+02
171	2.60E-01	2.78E+02
172	2.62E-01	2.76E+02
173	2.63E-01	2.75E+02
174	2.65E-01	2.74E+02
175	2.66E-01	2.73E+02
176	2.68E-01	2.72E+02
177	2.69E-01	2.71E+02
178	2.71E-01	2.70E+02
179	2.72E-01	2.69E+02
180	2.74E-01	2.68E+02
181	2.75E-01	2.67E+02
182	2.77E-01	2.66E+02
183	2.78E-01	2.65E+02
184	2.80E-01	2.63E+02
185	2.82E-01	2.62E+02
186	2.83E-01	2.61E+02
187	2.85E-01	2.60E+02
188	2.86E-01	2.59E+02
189	2.88E-01	2.59E+02
190	2.89E-01	2.58E+02
191	2.91E-01	2.57E+02
192	2.92E-01	2.56E+02
193	2.94E-01	2.55E+02
194	2.95E-01	2.54E+02
195	2.97E-01	2.53E+02
196	2.98E-01	2.52E+02
197	3.00E-01	2.51E+02
198	3.01E-01	2.50E+02
199	3.03E-01	2.49E+02
200	3.04E-01	2.48E+02

201 3.06E-01 2.47E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -

$\rho/w = 0,026$ - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 20 June 2013: Pressure Vessel - P31 Kt

Licensed from ADINA R&D, Inc.

Finite element program ADINA, response range type load-step:

Listing for line 0.026_SIGMAP1_DISTANCE:

Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
On shell sections, element variables are evaluated on the shell top layer, $t = 1.00$

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
	* NOT FOUND	
Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
1	0.00000E+00	4.88189E+03
2	2.51667E-03	2.82189E+03
3	5.03333E-03	1.99601E+03
4	7.55000E-03	1.62296E+03
5	1.00667E-02	1.39538E+03
6	1.25833E-02	1.26187E+03
7	1.51000E-02	1.16517E+03
8	1.76167E-02	1.09842E+03
9	2.01333E-02	1.04238E+03
10	2.26500E-02	9.99790E+02
11	2.51667E-02	9.61372E+02
12	2.76833E-02	9.29926E+02
13	3.02000E-02	9.00534E+02
14	3.27167E-02	8.75193E+02
15	3.52333E-02	8.51097E+02
16	3.77500E-02	8.29575E+02
17	4.02667E-02	8.08943E+02
18	4.27833E-02	7.90067E+02
19	4.53000E-02	7.71906E+02
20	4.78167E-02	7.55013E+02
21	5.03333E-02	7.38733E+02
22	5.28500E-02	7.23409E+02
23	5.53667E-02	7.08632E+02
24	5.78833E-02	6.94604E+02
25	6.04000E-02	6.81072E+02
26	6.29167E-02	6.68144E+02
27	6.54333E-02	6.55671E+02
28	6.79500E-02	6.43697E+02
29	7.04667E-02	6.32143E+02
30	7.29833E-02	6.21009E+02
31	7.55000E-02	6.10264E+02
32	7.80167E-02	5.99879E+02
33	8.05333E-02	5.89852E+02
34	8.30500E-02	5.80139E+02
35	8.55667E-02	5.70759E+02
36	8.80833E-02	5.61654E+02
37	9.06000E-02	5.52858E+02
38	9.31167E-02	5.44306E+02
39	9.56333E-02	5.36040E+02
40	9.81500E-02	5.27993E+02
41	1.00667E-01	5.20212E+02
42	1.03183E-01	5.12626E+02
43	1.05700E-01	5.05289E+02

44	1.08217E-01	4.98128E+02
45	1.10733E-01	4.91199E+02
46	1.13250E-01	4.84430E+02
47	1.15767E-01	4.77878E+02
48	1.18283E-01	4.71469E+02
49	1.20800E-01	4.65264E+02
50	1.23317E-01	4.59191E+02
51	1.25833E-01	4.53307E+02
52	1.28350E-01	4.47544E+02
53	1.30867E-01	4.41958E+02
54	1.33383E-01	4.36486E+02
55	1.35900E-01	4.31179E+02
56	1.38417E-01	4.25973E+02
57	1.40933E-01	4.20922E+02
58	1.43450E-01	4.15966E+02
59	1.45967E-01	4.11156E+02
60	1.48483E-01	4.06433E+02
61	1.51000E-01	4.01846E+02
62	1.53517E-01	3.97342E+02
63	1.56033E-01	3.92964E+02
64	1.58550E-01	3.88663E+02
65	1.61067E-01	3.84481E+02
66	1.63583E-01	3.80371E+02
67	1.66100E-01	3.76372E+02
68	1.68617E-01	3.72440E+02
69	1.71133E-01	3.68613E+02
70	1.73650E-01	3.64848E+02
71	1.76167E-01	3.61181E+02
72	1.78683E-01	3.57573E+02
73	1.81200E-01	3.54058E+02
74	1.83717E-01	3.50597E+02
75	1.86233E-01	3.47224E+02
76	1.88750E-01	3.43902E+02
77	1.91267E-01	3.40661E+02
78	1.93783E-01	3.37469E+02
79	1.96300E-01	3.34356E+02
80	1.98817E-01	3.31286E+02
81	2.01333E-01	3.28289E+02
82	2.03850E-01	3.25334E+02
83	2.06367E-01	3.22449E+02
84	2.08883E-01	3.19602E+02
85	2.11400E-01	3.16821E+02
86	2.13917E-01	3.14076E+02
87	2.16433E-01	3.11394E+02
88	2.18950E-01	3.08745E+02
89	2.21467E-01	3.06155E+02
90	2.23983E-01	3.03597E+02
91	2.26500E-01	3.01095E+02
92	2.29017E-01	2.98623E+02
93	2.31533E-01	2.96203E+02
94	2.34050E-01	2.93811E+02
95	2.36567E-01	2.91469E+02
96	2.39083E-01	2.89153E+02
97	2.41600E-01	2.86884E+02
98	2.44117E-01	2.84639E+02
99	2.46633E-01	2.82439E+02
100	2.49150E-01	2.80262E+02
101	2.51667E-01	2.78127E+02
102	2.54183E-01	2.76014E+02
103	2.56700E-01	2.73940E+02
104	2.59217E-01	2.71886E+02
105	2.61733E-01	2.69870E+02
106	2.64250E-01	2.67873E+02
107	2.66767E-01	2.65911E+02
108	2.69283E-01	2.63967E+02
109	2.71800E-01	2.62057E+02
110	2.74317E-01	2.60162E+02
111	2.76833E-01	2.58299E+02
112	2.79350E-01	2.56452E+02
113	2.81867E-01	2.54634E+02

114	2.84383E-01	2.52830E+02
115	2.86900E-01	2.51054E+02
116	2.89417E-01	2.49292E+02
117	2.91933E-01	2.47556E+02
118	2.94450E-01	2.45832E+02
119	2.96967E-01	2.44133E+02
120	2.99483E-01	2.42445E+02
121	3.02000E-01	2.40780E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -
 $\rho/w = 0,05$ - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 20 June 2013: Pressure Vessel - P31 Kt
 Licensed from ADINA R&D, Inc.

Finite element program ADINA, response range type load-step:

Listing for line 0.05_SIGMAP1_DISTANCE:

Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
 On shell sections, element variables are evaluated on the shell top layer, $t = 1.00$

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
	* NOT FOUND	
Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
1	0.00000E+00	4.71593E+03
2	5.89000E-03	2.32522E+03
3	1.17800E-02	1.63692E+03
4	1.76700E-02	1.28950E+03
5	2.35600E-02	1.09818E+03
6	2.94500E-02	9.82889E+02
7	3.53400E-02	8.92478E+02
8	4.12300E-02	8.28725E+02
9	4.71200E-02	7.74005E+02
10	5.30100E-02	7.31708E+02
11	5.89000E-02	6.93558E+02
12	6.47900E-02	6.60353E+02
13	7.06800E-02	6.29917E+02
14	7.65700E-02	6.03191E+02
15	8.24600E-02	5.78520E+02
16	8.83500E-02	5.56641E+02
17	9.42400E-02	5.36258E+02
18	1.00130E-01	5.17158E+02
19	1.06020E-01	4.99317E+02
20	1.11910E-01	4.82736E+02
21	1.17800E-01	4.67252E+02
22	1.23690E-01	4.52842E+02
23	1.29580E-01	4.39295E+02
24	1.35470E-01	4.26369E+02
25	1.41360E-01	4.14183E+02
26	1.47250E-01	4.02586E+02
27	1.53140E-01	3.91679E+02
28	1.59030E-01	3.81343E+02
29	1.64920E-01	3.71547E+02
30	1.70810E-01	3.62030E+02
31	1.76700E-01	3.52986E+02

32	1.82590E-01	3.44283E+02
33	1.88480E-01	3.35986E+02
34	1.94370E-01	3.27974E+02
35	2.00260E-01	3.20300E+02
36	2.06150E-01	3.12825E+02
37	2.12040E-01	3.05644E+02
38	2.17930E-01	2.98643E+02
39	2.23820E-01	2.91893E+02
40	2.29710E-01	2.85299E+02
41	2.35600E-01	2.78913E+02
42	2.41490E-01	2.72631E+02
43	2.47380E-01	2.66524E+02
44	2.53270E-01	2.60504E+02
45	2.59160E-01	2.54630E+02
46	2.65050E-01	2.48835E+02
47	2.70940E-01	2.43152E+02
48	2.76830E-01	2.37496E+02
49	2.82720E-01	2.31926E+02
50	2.88610E-01	2.26381E+02
51	2.94500E-01	2.20900E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -
 $\rho/w = 0,075$ - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 20 June 2013: Pressure Vessel - P31 Kt

Licensed from ADINA R&D, Inc.

Finite element program ADINA, response range type load-step:

Listing for line 0.075_SIGMAP1_DISTANCE:

Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.

On shell sections, element variables are evaluated on the shell top layer, $t = 1.00$

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
	* NOT FOUND	
Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
1	0.00000E+00	4.50066E+03
2	2.39167E-03	3.59351E+03
3	4.78333E-03	2.97785E+03
4	7.17500E-03	2.51397E+03
5	9.56667E-03	2.18617E+03
6	1.19583E-02	1.93016E+03
7	1.43500E-02	1.73580E+03
8	1.67417E-02	1.57945E+03
9	1.91333E-02	1.45401E+03
10	2.15250E-02	1.35053E+03
11	2.39167E-02	1.26391E+03
12	2.63083E-02	1.19087E+03

13	2.87000E-02	1.12769E+03
14	3.10917E-02	1.07340E+03
15	3.34833E-02	1.02522E+03
16	3.58750E-02	9.83120E+02
17	3.82667E-02	9.45016E+02
18	4.06583E-02	9.11229E+02
19	4.30500E-02	8.80171E+02
20	4.54417E-02	8.52279E+02
21	4.78333E-02	8.26327E+02
22	5.02250E-02	8.02762E+02
23	5.26167E-02	7.80626E+02
24	5.50083E-02	7.60332E+02
25	5.74000E-02	7.41126E+02
26	5.97917E-02	7.23370E+02
27	6.21833E-02	7.06465E+02
28	6.45750E-02	6.90724E+02
29	6.69667E-02	6.75666E+02
30	6.93583E-02	6.61557E+02
31	7.17500E-02	6.48008E+02
32	7.41417E-02	6.35251E+02
33	7.65333E-02	6.22960E+02
34	7.89250E-02	6.11369E+02
35	8.13167E-02	6.00505E+02
36	8.37083E-02	5.90659E+02
37	8.61000E-02	5.80385E+02
38	8.84917E-02	5.70408E+02
39	9.08833E-02	5.60776E+02
40	9.32750E-02	5.51564E+02
41	9.56667E-02	5.42629E+02
42	9.80583E-02	5.34048E+02
43	1.00450E-01	5.25708E+02
44	1.02842E-01	5.17676E+02
45	1.05233E-01	5.09858E+02
46	1.07625E-01	5.02311E+02
47	1.10017E-01	4.94957E+02
48	1.12408E-01	4.87843E+02
49	1.14800E-01	4.80905E+02
50	1.17192E-01	4.74178E+02
51	1.19583E-01	4.67612E+02
52	1.21975E-01	4.61235E+02
53	1.24367E-01	4.55005E+02
54	1.26758E-01	4.48944E+02
55	1.29150E-01	4.43017E+02
56	1.31542E-01	4.37243E+02
57	1.33933E-01	4.31592E+02
58	1.36325E-01	4.26078E+02
59	1.38717E-01	4.20678E+02
60	1.41108E-01	4.15401E+02
61	1.43500E-01	4.10230E+02
62	1.45892E-01	4.05170E+02
63	1.48283E-01	4.00208E+02
64	1.50675E-01	3.95346E+02
65	1.53067E-01	3.90575E+02
66	1.55458E-01	3.85895E+02
67	1.57850E-01	3.81299E+02
68	1.60242E-01	3.76786E+02
69	1.62633E-01	3.72350E+02
70	1.65025E-01	3.67990E+02
71	1.67417E-01	3.63701E+02
72	1.69808E-01	3.59481E+02
73	1.72200E-01	3.55327E+02
74	1.74592E-01	3.51235E+02
75	1.76983E-01	3.47204E+02
76	1.79375E-01	3.43230E+02
77	1.81767E-01	3.39313E+02
78	1.84158E-01	3.35447E+02
79	1.86550E-01	3.31633E+02
80	1.88942E-01	3.27865E+02
81	1.91333E-01	3.24146E+02
82	1.93725E-01	3.20468E+02

83	1.96117E-01	3.16835E+02
84	1.98508E-01	3.13239E+02
85	2.00900E-01	3.09684E+02
86	2.03292E-01	3.06163E+02
87	2.05683E-01	3.02679E+02
88	2.08075E-01	2.99225E+02
89	2.10467E-01	2.95805E+02
90	2.12858E-01	2.92411E+02
91	2.15250E-01	2.89049E+02
92	2.17642E-01	2.85710E+02
93	2.20033E-01	2.82400E+02
94	2.22425E-01	2.79113E+02
95	2.24817E-01	2.75869E+02
96	2.27208E-01	2.72695E+02
97	2.29600E-01	2.69483E+02
98	2.31992E-01	2.66269E+02
99	2.34383E-01	2.63074E+02
100	2.36775E-01	2.59891E+02
101	2.39167E-01	2.56726E+02
102	2.41558E-01	2.53571E+02
103	2.43950E-01	2.50431E+02
104	2.46342E-01	2.47298E+02
105	2.48733E-01	2.44176E+02
106	2.51125E-01	2.41060E+02
107	2.53517E-01	2.37953E+02
108	2.55908E-01	2.34848E+02
109	2.58300E-01	2.31751E+02
110	2.60692E-01	2.28654E+02
111	2.63083E-01	2.25561E+02
112	2.65475E-01	2.22467E+02
113	2.67867E-01	2.19376E+02
114	2.70258E-01	2.16280E+02
115	2.72650E-01	2.13185E+02
116	2.75042E-01	2.10084E+02
117	2.77433E-01	2.06981E+02
118	2.79825E-01	2.03871E+02
119	2.82217E-01	2.00755E+02
120	2.84608E-01	1.97633E+02
121	2.87000E-01	1.94505E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -

$\rho/w = 0,15$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 20 June 2013:00:00 Pressure Vessel - P31 Kt
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA," response range type load-step:
 Listing for line 0.15_SIGMAP1_DISTANCE:
 Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
 on shell "sections," element variables are evaluated on the shell top "layer," t = 1

Time 0.00E+00
 LINE DISTANCE SIGMA-P1

* NOT FOUND

Time 1.00E+00
 LINE DISTANCE SIGMA-P1

1	0.00E+00	4.02E+03
2	6.58E-03	2.90E+03
3	1.32E-02	2.30E+03
4	1.97E-02	1.86E+03
5	2.63E-02	1.58E+03

6	3.29E-02	1.36E+03
7	3.95E-02	1.20E+03
8	4.60E-02	1.07E+03
9	5.26E-02	9.74E+02
10	5.92E-02	8.92E+02
11	6.58E-02	8.25E+02
12	7.23E-02	7.72E+02
13	7.89E-02	7.21E+02
14	8.55E-02	6.77E+02
15	9.21E-02	6.37E+02
16	9.86E-02	6.02E+02
17	1.05E-01	5.70E+02
18	1.12E-01	5.41E+02
19	1.18E-01	5.14E+02
20	1.25E-01	4.89E+02
21	1.32E-01	4.65E+02
22	1.38E-01	4.43E+02
23	1.45E-01	4.22E+02
24	1.51E-01	4.02E+02
25	1.58E-01	3.83E+02
26	1.64E-01	3.64E+02
27	1.71E-01	3.46E+02
28	1.78E-01	3.28E+02
29	1.84E-01	3.11E+02
30	1.91E-01	2.94E+02
31	1.97E-01	2.77E+02
32	2.04E-01	2.61E+02
33	2.10E-01	2.44E+02
34	2.17E-01	2.27E+02
35	2.24E-01	2.10E+02
36	2.30E-01	1.93E+02
37	2.37E-01	1.76E+02
38	2.43E-01	1.58E+02
39	2.50E-01	1.41E+02
40	2.56E-01	1.23E+02
41	2.63E-01	1.04E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -

$\rho/w = 0,225$ - MEF

ADINA: AUI version 7.5.4, 20 June 2013: Pressure Vessel - P31 Kt

Licensed from ADINA R&D, Inc.

Finite element program ADINA, response range type load-step:

Listing for line 0.225_SIGMAP1_DISTANCE:

Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.

On shell sections, element variables are evaluated on the shell top layer, $t = 1.00$

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
	* NOT FOUND	
Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
1	0.00000E+00	3.56016E+03
2	1.20125E-03	3.42462E+03
3	2.40250E-03	3.29893E+03
4	3.60375E-03	3.17927E+03
5	4.80500E-03	3.06801E+03
6	6.00625E-03	2.96197E+03
7	7.20750E-03	2.86306E+03

8	8.40875E-03	2.76865E+03
9	9.61000E-03	2.68032E+03
10	1.08112E-02	2.59589E+03
11	1.20125E-02	2.51668E+03
12	1.32137E-02	2.44086E+03
13	1.44150E-02	2.36956E+03
14	1.56162E-02	2.30122E+03
15	1.68175E-02	2.23678E+03
16	1.80188E-02	2.17495E+03
17	1.92200E-02	2.11652E+03
18	2.04213E-02	2.06039E+03
19	2.16225E-02	2.00723E+03
20	2.28238E-02	1.95611E+03
21	2.40250E-02	1.90759E+03
22	2.52263E-02	1.86089E+03
23	2.64275E-02	1.81647E+03
24	2.76287E-02	1.77367E+03
25	2.88300E-02	1.73290E+03
26	3.00313E-02	1.69357E+03
27	3.12325E-02	1.65603E+03
28	3.24337E-02	1.61980E+03
29	3.36350E-02	1.58515E+03
30	3.48363E-02	1.55167E+03
31	3.60375E-02	1.51961E+03
32	3.72387E-02	1.48861E+03
33	3.84400E-02	1.45887E+03
34	3.96413E-02	1.43009E+03
35	4.08425E-02	1.40245E+03
36	4.20437E-02	1.37567E+03
37	4.32450E-02	1.34991E+03
38	4.44463E-02	1.32493E+03
39	4.56475E-02	1.30087E+03
40	4.68487E-02	1.27754E+03
41	4.80500E-02	1.25502E+03
42	4.92512E-02	1.23317E+03
43	5.04525E-02	1.21206E+03
44	5.16537E-02	1.19155E+03
45	5.28550E-02	1.17171E+03
46	5.40562E-02	1.15243E+03
47	5.52575E-02	1.13376E+03
48	5.64588E-02	1.11559E+03
49	5.76600E-02	1.09798E+03
50	5.88612E-02	1.08084E+03
51	6.00625E-02	1.06421E+03
52	6.12638E-02	1.04800E+03
53	6.24650E-02	1.03225E+03
54	6.36662E-02	1.01690E+03
55	6.48675E-02	1.00198E+03
56	6.60688E-02	9.87416E+02
57	6.72700E-02	9.73242E+02
58	6.84712E-02	9.59404E+02
59	6.96725E-02	9.45922E+02
60	7.08738E-02	9.32752E+02
61	7.20750E-02	9.19908E+02
62	7.32762E-02	9.07353E+02
63	7.44775E-02	8.95098E+02
64	7.56788E-02	8.83112E+02
65	7.68800E-02	8.71402E+02
66	7.80812E-02	8.59941E+02
67	7.92825E-02	8.48734E+02
68	8.04838E-02	8.37760E+02
69	8.16850E-02	8.27020E+02
70	8.28862E-02	8.16496E+02
71	8.40875E-02	8.06189E+02
72	8.52887E-02	7.96083E+02
73	8.64900E-02	7.86178E+02
74	8.76912E-02	7.76460E+02
75	8.88925E-02	7.66928E+02
76	9.00937E-02	7.57571E+02
77	9.12950E-02	7.48385E+02

78	9.24963E-02	7.39364E+02
79	9.36975E-02	7.30501E+02
80	9.48987E-02	7.21792E+02
81	9.61000E-02	7.13230E+02
82	9.73013E-02	7.04811E+02
83	9.85025E-02	6.96529E+02
84	9.97037E-02	6.88381E+02
85	1.00905E-01	6.80360E+02
86	1.02106E-01	6.72465E+02
87	1.03307E-01	6.64687E+02
88	1.04509E-01	6.57028E+02
89	1.05710E-01	6.49478E+02
90	1.06911E-01	6.42038E+02
91	1.08113E-01	6.34700E+02
92	1.09314E-01	6.27465E+02
93	1.10515E-01	6.20326E+02
94	1.11716E-01	6.13283E+02
95	1.12918E-01	6.06328E+02
96	1.14119E-01	5.99464E+02
97	1.15320E-01	5.92682E+02
98	1.16521E-01	5.85986E+02
99	1.17723E-01	5.79365E+02
100	1.18924E-01	5.72824E+02
101	1.20125E-01	5.66355E+02
102	1.21326E-01	5.59960E+02
103	1.22528E-01	5.53631E+02
104	1.23729E-01	5.47373E+02
105	1.24930E-01	5.41175E+02
106	1.26131E-01	5.35044E+02
107	1.27333E-01	5.28969E+02
108	1.28534E-01	5.22956E+02
109	1.29735E-01	5.16996E+02
110	1.30936E-01	5.11094E+02
111	1.32138E-01	5.05240E+02
112	1.33339E-01	4.99441E+02
113	1.34540E-01	4.93687E+02
114	1.35741E-01	4.87984E+02
115	1.36942E-01	4.82322E+02
116	1.38144E-01	4.76708E+02
117	1.39345E-01	4.71133E+02
118	1.40546E-01	4.65602E+02
119	1.41747E-01	4.60106E+02
120	1.42949E-01	4.54652E+02
121	1.44150E-01	4.49231E+02
122	1.45351E-01	4.43848E+02
123	1.46552E-01	4.38495E+02
124	1.47754E-01	4.33178E+02
125	1.48955E-01	4.27888E+02
126	1.50156E-01	4.22632E+02
127	1.51357E-01	4.17401E+02
128	1.52559E-01	4.12200E+02
129	1.53760E-01	4.07023E+02
130	1.54961E-01	4.01874E+02
131	1.56162E-01	3.96745E+02
132	1.57364E-01	3.91643E+02
133	1.58565E-01	3.86559E+02
134	1.59766E-01	3.81500E+02
135	1.60967E-01	3.76457E+02
136	1.62169E-01	3.71436E+02
137	1.63370E-01	3.66429E+02
138	1.64571E-01	3.61443E+02
139	1.65772E-01	3.56470E+02
140	1.66974E-01	3.51515E+02
141	1.68175E-01	3.46571E+02
142	1.69376E-01	3.41643E+02
143	1.70577E-01	3.36725E+02
144	1.71779E-01	3.31822E+02
145	1.72980E-01	3.26927E+02
146	1.74181E-01	3.22044E+02

147	1.75382E-01	3.17168E+02
148	1.76584E-01	3.12303E+02
149	1.77785E-01	3.07444E+02
150	1.78986E-01	3.02594E+02
151	1.80188E-01	2.97747E+02
152	1.81389E-01	2.92909E+02
153	1.82590E-01	2.88073E+02
154	1.83791E-01	2.83244E+02
155	1.84993E-01	2.78415E+02
156	1.86194E-01	2.73592E+02
157	1.87395E-01	2.68769E+02
158	1.88596E-01	2.63949E+02
159	1.89798E-01	2.59128E+02
160	1.90999E-01	2.54310E+02
161	1.92200E-01	2.49489E+02
162	1.93401E-01	2.44669E+02
163	1.94603E-01	2.39845E+02
164	1.95804E-01	2.35021E+02
165	1.97005E-01	2.30192E+02
166	1.98206E-01	2.25362E+02
167	1.99408E-01	2.20526E+02
168	2.00609E-01	2.15687E+02
169	2.01810E-01	2.10841E+02
170	2.03011E-01	2.05992E+02
171	2.04213E-01	2.01134E+02
172	2.05414E-01	1.96271E+02
173	2.06615E-01	1.91399E+02
174	2.07816E-01	1.86522E+02
175	2.09017E-01	1.81633E+02
176	2.10219E-01	1.76739E+02
177	2.11420E-01	1.71832E+02
178	2.12621E-01	1.66918E+02
179	2.13822E-01	1.61991E+02
180	2.15024E-01	1.57056E+02
181	2.16225E-01	1.52107E+02
182	2.17426E-01	1.47148E+02
183	2.18627E-01	1.42174E+02
184	2.19829E-01	1.37190E+02
185	2.21030E-01	1.32190E+02
186	2.22231E-01	1.27179E+02
187	2.23432E-01	1.22151E+02
188	2.24634E-01	1.17111E+02
189	2.25835E-01	1.12053E+02
190	2.27036E-01	1.06981E+02
191	2.28237E-01	1.01892E+02
192	2.29439E-01	9.67872E+01
193	2.30640E-01	9.16638E+01
194	2.31841E-01	8.65249E+01
195	2.33042E-01	8.13663E+01
196	2.34244E-01	7.61914E+01
197	2.35445E-01	7.09968E+01
198	2.36646E-01	6.57848E+01
199	2.37847E-01	6.05550E+01
200	2.39049E-01	5.53088E+01
201	2.40250E-01	5.00327E+01

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - Tensão Tangencial -

$\rho/w = 0,30$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 20 June 2013:00:00 Pressure Vessel - P31 Kt
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA," response range type load-step:
 Listing for line 0.3_SIGMAP1_DISTANCE:
 Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
 on shell "sections," element variables are evaluated on the shell top "layer," t = 1

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
	* NOT FOUND	

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P1
1	0.00E+00	3.20E+03
2	2.17E-03	3.10E+03
3	4.34E-03	2.98E+03
4	6.51E-03	2.85E+03
5	8.68E-03	2.73E+03
6	1.09E-02	2.61E+03
7	1.30E-02	2.50E+03
8	1.52E-02	2.40E+03
9	1.74E-02	2.30E+03
10	1.95E-02	2.21E+03
11	2.17E-02	2.13E+03
12	2.39E-02	2.05E+03
13	2.60E-02	1.98E+03
14	2.82E-02	1.90E+03
15	3.04E-02	1.84E+03
16	3.26E-02	1.78E+03
17	3.47E-02	1.72E+03
18	3.69E-02	1.66E+03
19	3.91E-02	1.61E+03
20	4.12E-02	1.56E+03
21	4.34E-02	1.51E+03
22	4.56E-02	1.47E+03
23	4.77E-02	1.42E+03
24	4.99E-02	1.38E+03
25	5.21E-02	1.34E+03
26	5.43E-02	1.31E+03
27	5.64E-02	1.27E+03
28	5.86E-02	1.24E+03
29	6.08E-02	1.20E+03
30	6.29E-02	1.17E+03
31	6.51E-02	1.14E+03
32	6.73E-02	1.11E+03
33	6.94E-02	1.08E+03
34	7.16E-02	1.06E+03
35	7.38E-02	1.03E+03
36	7.60E-02	1.01E+03
37	7.81E-02	9.81E+02
38	8.03E-02	9.57E+02
39	8.25E-02	9.35E+02
40	8.46E-02	9.13E+02
41	8.68E-02	8.91E+02
42	8.90E-02	8.70E+02
43	9.11E-02	8.50E+02
44	9.33E-02	8.31E+02
45	9.55E-02	8.12E+02
46	9.77E-02	7.93E+02
47	9.98E-02	7.75E+02
48	1.02E-01	7.57E+02
49	1.04E-01	7.40E+02
50	1.06E-01	7.23E+02
51	1.09E-01	7.06E+02
52	1.11E-01	6.90E+02
53	1.13E-01	6.74E+02
54	1.15E-01	6.58E+02
55	1.17E-01	6.43E+02
56	1.19E-01	6.28E+02
57	1.22E-01	6.13E+02
58	1.24E-01	5.98E+02
59	1.26E-01	5.84E+02
60	1.28E-01	5.70E+02

61	1.30E-01	5.56E+02
62	1.32E-01	5.43E+02
63	1.35E-01	5.29E+02
64	1.37E-01	5.15E+02
65	1.39E-01	5.02E+02
66	1.41E-01	4.89E+02
67	1.43E-01	4.76E+02
68	1.45E-01	4.63E+02
69	1.48E-01	4.50E+02
70	1.50E-01	4.37E+02
71	1.52E-01	4.25E+02
72	1.54E-01	4.12E+02
73	1.56E-01	4.00E+02
74	1.58E-01	3.87E+02
75	1.61E-01	3.75E+02
76	1.63E-01	3.63E+02
77	1.65E-01	3.50E+02
78	1.67E-01	3.38E+02
79	1.69E-01	3.26E+02
80	1.71E-01	3.14E+02
81	1.74E-01	3.02E+02
82	1.76E-01	2.89E+02
83	1.78E-01	2.77E+02
84	1.80E-01	2.65E+02
85	1.82E-01	2.53E+02
86	1.84E-01	2.41E+02
87	1.87E-01	2.29E+02
88	1.89E-01	2.17E+02
89	1.91E-01	2.05E+02
90	1.93E-01	1.93E+02
91	1.95E-01	1.80E+02
92	1.97E-01	1.68E+02
93	2.00E-01	1.56E+02
94	2.02E-01	1.44E+02
95	2.04E-01	1.31E+02
96	2.06E-01	1.19E+02
97	2.08E-01	1.06E+02
98	2.10E-01	9.40E+01
99	2.13E-01	8.14E+01
100	2.15E-01	6.88E+01
101	2.17E-01	5.61E+01

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão ($\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$) - Tensão Tangencial - Figura 4.8.

Tubo Perfeito (TP)

sigma P1	sigma Θ	distance p/ TP	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_TP	sigma P1/ sigma Θ
1.2503E+03	1.2500E+03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0002E+00
1.2062E+03	1.2063E+03	3.1000E-03	1.0000E-02	1.0000E-02	9.9992E-01
1.1654E+03	1.1651E+03	6.2000E-03	2.0000E-02	2.0000E-02	1.0002E+00
1.1262E+03	1.1262E+03	9.3000E-03	3.0000E-02	3.0000E-02	9.9993E-01
1.0898E+03	1.0895E+03	1.2400E-02	4.0000E-02	4.0000E-02	1.0002E+00
1.0547E+03	1.0548E+03	1.5500E-02	5.0000E-02	5.0000E-02	9.9995E-01

1.0221E+03	1.0218E+03	1.8600E-02	6.0000E-02	6.0000E-02	1.0002E+00
9.9062E+02	9.9065E+02	2.1700E-02	7.0000E-02	7.0000E-02	9.9997E-01
9.6126E+02	9.6106E+02	2.4800E-02	8.0000E-02	8.0000E-02	1.0002E+00
9.3294E+02	9.3296E+02	2.7900E-02	9.0000E-02	9.0000E-02	9.9998E-01
9.0644E+02	9.0625E+02	3.1000E-02	1.0000E-01	1.0000E-01	1.0002E+00
8.8084E+02	8.8085E+02	3.4100E-02	1.1000E-01	1.1000E-01	9.9999E-01
8.5683E+02	8.5666E+02	3.7200E-02	1.2000E-01	1.2000E-01	1.0002E+00
8.3362E+02	8.3362E+02	4.0300E-02	1.3000E-01	1.3000E-01	1.0000E+00
8.1181E+02	8.1165E+02	4.3400E-02	1.4000E-01	1.4000E-01	1.0002E+00
7.9069E+02	7.9068E+02	4.6500E-02	1.5000E-01	1.5000E-01	1.0000E+00
7.7081E+02	7.7066E+02	4.9600E-02	1.6000E-01	1.6000E-01	1.0002E+00
7.5154E+02	7.5153E+02	5.2700E-02	1.7000E-01	1.7000E-01	1.0000E+00
7.3338E+02	7.3324E+02	5.5800E-02	1.8000E-01	1.8000E-01	1.0002E+00
7.1575E+02	7.1574E+02	5.8900E-02	1.9000E-01	1.9000E-01	1.0000E+00
6.9911E+02	6.9898E+02	6.2000E-02	2.0000E-01	2.0000E-01	1.0002E+00
6.8293E+02	6.8293E+02	6.5100E-02	2.1000E-01	2.1000E-01	1.0000E+00
6.6762E+02	6.6753E+02	6.8200E-02	2.2000E-01	2.2000E-01	1.0001E+00
6.5276E+02	6.5277E+02	7.1300E-02	2.3000E-01	2.3000E-01	9.9999E-01
6.3868E+02	6.3860E+02	7.4400E-02	2.4000E-01	2.4000E-01	1.0001E+00
6.2499E+02	6.2500E+02	7.7500E-02	2.5000E-01	2.5000E-01	9.9999E-01
6.1200E+02	6.1193E+02	8.0600E-02	2.6000E-01	2.6000E-01	1.0001E+00
5.9936E+02	5.9936E+02	8.3700E-02	2.7000E-01	2.7000E-01	1.0000E+00
5.8735E+02	5.8728E+02	8.6800E-02	2.8000E-01	2.8000E-01	1.0001E+00
5.7565E+02	5.7565E+02	8.9900E-02	2.9000E-01	2.9000E-01	1.0000E+00
5.6452E+02	5.6445E+02	9.3000E-02	3.0000E-01	3.0000E-01	1.0001E+00
5.5367E+02	5.5367E+02	9.6100E-02	3.1000E-01	3.1000E-01	1.0000E+00
5.4334E+02	5.4328E+02	9.9200E-02	3.2000E-01	3.2000E-01	1.0001E+00
5.3326E+02	5.3326E+02	1.0230E-01	3.3000E-01	3.3000E-01	1.0000E+00
5.2366E+02	5.2360E+02	1.0540E-01	3.4000E-01	3.4000E-01	1.0001E+00
5.1428E+02	5.1427E+02	1.0850E-01	3.5000E-01	3.5000E-01	1.0000E+00
5.0533E+02	5.0527E+02	1.1160E-01	3.6000E-01	3.6000E-01	1.0001E+00
4.9659E+02	4.9658E+02	1.1470E-01	3.7000E-01	3.7000E-01	1.0000E+00
4.8824E+02	4.8818E+02	1.1780E-01	3.8000E-01	3.8000E-01	1.0001E+00
4.8008E+02	4.8007E+02	1.2090E-01	3.9000E-01	3.9000E-01	1.0000E+00
4.7227E+02	4.7222E+02	1.2400E-01	4.0000E-01	4.0000E-01	1.0001E+00
4.6464E+02	4.6463E+02	1.2710E-01	4.1000E-01	4.1000E-01	1.0000E+00
4.5734E+02	4.5729E+02	1.3020E-01	4.2000E-01	4.2000E-01	1.0001E+00
4.5019E+02	4.5018E+02	1.3330E-01	4.3000E-01	4.3000E-01	1.0000E+00
4.4334E+02	4.4330E+02	1.3640E-01	4.4000E-01	4.4000E-01	1.0001E+00
4.3665E+02	4.3663E+02	1.3950E-01	4.5000E-01	4.5000E-01	1.0000E+00
4.3022E+02	4.3018E+02	1.4260E-01	4.6000E-01	4.6000E-01	1.0001E+00
4.2393E+02	4.2392E+02	1.4570E-01	4.7000E-01	4.7000E-01	1.0000E+00
4.1789E+02	4.1785E+02	1.4880E-01	4.8000E-01	4.8000E-01	1.0001E+00
4.1197E+02	4.1196E+02	1.5190E-01	4.9000E-01	4.9000E-01	1.0000E+00
4.0629E+02	4.0625E+02	1.5500E-01	5.0000E-01	5.0000E-01	1.0001E+00
4.0072E+02	4.0071E+02	1.5810E-01	5.1000E-01	5.1000E-01	1.0000E+00

3.9537E+02	3.9533E+02	1.6120E-01	5.2000E-01	5.2000E-01	1.0001E+00
3.9012E+02	3.9011E+02	1.6430E-01	5.3000E-01	5.3000E-01	1.0000E+00
3.8507E+02	3.8503E+02	1.6740E-01	5.4000E-01	5.4000E-01	1.0001E+00
3.8011E+02	3.8010E+02	1.7050E-01	5.5000E-01	5.5000E-01	1.0000E+00
3.7534E+02	3.7531E+02	1.7360E-01	5.6000E-01	5.6000E-01	1.0001E+00
3.7066E+02	3.7065E+02	1.7670E-01	5.7000E-01	5.7000E-01	1.0000E+00
3.6615E+02	3.6613E+02	1.7980E-01	5.8000E-01	5.8000E-01	1.0001E+00
3.6173E+02	3.6172E+02	1.8290E-01	5.9000E-01	5.9000E-01	1.0000E+00
3.5746E+02	3.5744E+02	1.8600E-01	6.0000E-01	6.0000E-01	1.0001E+00
3.5327E+02	3.5327E+02	1.8910E-01	6.1000E-01	6.1000E-01	1.0000E+00
3.4923E+02	3.4921E+02	1.9220E-01	6.2000E-01	6.2000E-01	1.0001E+00
3.4527E+02	3.4526E+02	1.9530E-01	6.3000E-01	6.3000E-01	1.0000E+00
3.4143E+02	3.4141E+02	1.9840E-01	6.4000E-01	6.4000E-01	1.0001E+00
3.3767E+02	3.3767E+02	2.0150E-01	6.5000E-01	6.5000E-01	1.0000E+00
3.3403E+02	3.3401E+02	2.0460E-01	6.6000E-01	6.6000E-01	1.0001E+00
3.3046E+02	3.3046E+02	2.0770E-01	6.7000E-01	6.7000E-01	1.0000E+00
3.2701E+02	3.2699E+02	2.1080E-01	6.8000E-01	6.8000E-01	1.0001E+00
3.2362E+02	3.2361E+02	2.1390E-01	6.9000E-01	6.9000E-01	1.0000E+00
3.2033E+02	3.2031E+02	2.1700E-01	7.0000E-01	7.0000E-01	1.0001E+00
3.1710E+02	3.1710E+02	2.2010E-01	7.1000E-01	7.1000E-01	1.0000E+00
3.1398E+02	3.1396E+02	2.2320E-01	7.2000E-01	7.2000E-01	1.0001E+00
3.1091E+02	3.1090E+02	2.2630E-01	7.3000E-01	7.3000E-01	1.0000E+00
3.0793E+02	3.0791E+02	2.2940E-01	7.4000E-01	7.4000E-01	1.0001E+00
3.0501E+02	3.0500E+02	2.3250E-01	7.5000E-01	7.5000E-01	1.0000E+00
3.0217E+02	3.0215E+02	2.3560E-01	7.6000E-01	7.6000E-01	1.0001E+00
2.9938E+02	2.9938E+02	2.3870E-01	7.7000E-01	7.7000E-01	1.0000E+00
2.9668E+02	2.9666E+02	2.4180E-01	7.8000E-01	7.8000E-01	1.0001E+00
2.9402E+02	2.9401E+02	2.4490E-01	7.9000E-01	7.9000E-01	1.0000E+00
2.9144E+02	2.9142E+02	2.4800E-01	8.0000E-01	8.0000E-01	1.0001E+00
2.8890E+02	2.8889E+02	2.5110E-01	8.1000E-01	8.1000E-01	1.0000E+00
2.8643E+02	2.8642E+02	2.5420E-01	8.2000E-01	8.2000E-01	1.0001E+00
2.8400E+02	2.8400E+02	2.5730E-01	8.3000E-01	8.3000E-01	1.0000E+00
2.8165E+02	2.8163E+02	2.6040E-01	8.4000E-01	8.4000E-01	1.0001E+00
2.7933E+02	2.7932E+02	2.6350E-01	8.5000E-01	8.5000E-01	1.0000E+00
2.7707E+02	2.7706E+02	2.6660E-01	8.6000E-01	8.6000E-01	1.0000E+00
2.7485E+02	2.7485E+02	2.6970E-01	8.7000E-01	8.7000E-01	1.0000E+00
2.7270E+02	2.7268E+02	2.7280E-01	8.8000E-01	8.8000E-01	1.0000E+00
2.7057E+02	2.7057E+02	2.7590E-01	8.9000E-01	8.9000E-01	1.0000E+00
2.6851E+02	2.6849E+02	2.7900E-01	9.0000E-01	9.0000E-01	1.0000E+00
2.6647E+02	2.6647E+02	2.8210E-01	9.1000E-01	9.1000E-01	1.0000E+00
2.6449E+02	2.6448E+02	2.8520E-01	9.2000E-01	9.2000E-01	1.0000E+00
2.6254E+02	2.6254E+02	2.8830E-01	9.3000E-01	9.3000E-01	1.0000E+00
2.6064E+02	2.6063E+02	2.9140E-01	9.4000E-01	9.4000E-01	1.0000E+00
2.5877E+02	2.5877E+02	2.9450E-01	9.5000E-01	9.5000E-01	1.0000E+00
2.5695E+02	2.5694E+02	2.9760E-01	9.6000E-01	9.6000E-01	1.0000E+00
2.5516E+02	2.5515E+02	3.0070E-01	9.7000E-01	9.7000E-01	1.0000E+00

2.5341E+02	2.5340E+02	3.0380E-01	9.8000E-01	9.8000E-01	1.0000E+00
2.5169E+02	2.5168E+02	3.0690E-01	9.9000E-01	9.9000E-01	1.0000E+00
2.5001E+02	2.5000E+02	3.1000E-01	1.0000E+00	1.0000E+00	1.0000E+00

0,013

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.013	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.013	sigma P1/ sigma Θ
4.9603E+03	1.1937E+03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	4.1553E+00
2.6903E+03	1.1734E+03	1.5300E-03	4.9355E-03	5.0000E-03	2.2927E+00
1.9164E+03	1.1537E+03	3.0600E-03	9.8710E-03	1.0000E-02	1.6611E+00
1.5760E+03	1.1346E+03	4.5900E-03	1.4806E-02	1.5000E-02	1.3891E+00
1.3887E+03	1.1160E+03	6.1200E-03	1.9742E-02	2.0000E-02	1.2444E+00
1.2871E+03	1.0979E+03	7.6500E-03	2.4677E-02	2.5000E-02	1.1724E+00
1.2112E+03	1.0802E+03	9.1800E-03	2.9613E-02	3.0000E-02	1.1213E+00
1.1625E+03	1.0631E+03	1.0710E-02	3.4548E-02	3.5000E-02	1.0935E+00
1.1204E+03	1.0464E+03	1.2240E-02	3.9484E-02	4.0000E-02	1.0707E+00
1.0895E+03	1.0302E+03	1.3770E-02	4.4419E-02	4.5000E-02	1.0576E+00
1.0608E+03	1.0143E+03	1.5300E-02	4.9355E-02	5.0000E-02	1.0458E+00
1.0377E+03	9.9894E+02	1.6830E-02	5.4290E-02	5.5000E-02	1.0388E+00
1.0155E+03	9.8393E+02	1.8360E-02	5.9226E-02	6.0000E-02	1.0321E+00
9.9640E+02	9.6930E+02	1.9890E-02	6.4161E-02	6.5000E-02	1.0280E+00
9.7778E+02	9.5505E+02	2.1420E-02	6.9097E-02	7.0000E-02	1.0238E+00
9.6109E+02	9.4115E+02	2.2950E-02	7.4032E-02	7.5000E-02	1.0212E+00
9.4474E+02	9.2759E+02	2.4480E-02	7.8968E-02	8.0000E-02	1.0185E+00
9.2968E+02	9.1438E+02	2.6010E-02	8.3903E-02	8.5000E-02	1.0167E+00
9.1491E+02	9.0148E+02	2.7540E-02	8.8839E-02	9.0000E-02	1.0149E+00
9.0105E+02	8.8890E+02	2.9070E-02	9.3774E-02	9.5000E-02	1.0137E+00
8.8747E+02	8.7663E+02	3.0600E-02	9.8710E-02	1.0000E-01	1.0124E+00
8.7456E+02	8.6464E+02	3.2130E-02	1.0365E-01	1.0500E-01	1.0115E+00
8.6193E+02	8.5294E+02	3.3660E-02	1.0858E-01	1.1000E-01	1.0105E+00
8.4982E+02	8.4152E+02	3.5190E-02	1.1352E-01	1.1500E-01	1.0099E+00
8.3797E+02	8.3036E+02	3.6720E-02	1.1845E-01	1.2000E-01	1.0092E+00
8.2654E+02	8.1946E+02	3.8250E-02	1.2339E-01	1.2500E-01	1.0086E+00
8.1538E+02	8.0882E+02	3.9780E-02	1.2832E-01	1.3000E-01	1.0081E+00
8.0456E+02	7.9841E+02	4.1310E-02	1.3326E-01	1.3500E-01	1.0077E+00
7.9399E+02	7.8824E+02	4.2840E-02	1.3819E-01	1.4000E-01	1.0073E+00
7.8371E+02	7.7830E+02	4.4370E-02	1.4313E-01	1.4500E-01	1.0070E+00
7.7368E+02	7.6858E+02	4.5900E-02	1.4806E-01	1.5000E-01	1.0066E+00
7.6392E+02	7.5908E+02	4.7430E-02	1.5300E-01	1.5500E-01	1.0064E+00
7.5438E+02	7.4979E+02	4.8960E-02	1.5794E-01	1.6000E-01	1.0061E+00
7.4506E+02	7.4069E+02	5.0490E-02	1.6287E-01	1.6500E-01	1.0059E+00
7.3596E+02	7.3180E+02	5.2020E-02	1.6781E-01	1.7000E-01	1.0057E+00
7.2707E+02	7.2310E+02	5.3550E-02	1.7274E-01	1.7500E-01	1.0055E+00
7.1838E+02	7.1458E+02	5.5080E-02	1.7768E-01	1.8000E-01	1.0053E+00

7.0988E+02	7.0624E+02	5.6610E-02	1.8261E-01	1.8500E-01	1.0052E+00
7.0158E+02	6.9808E+02	5.8140E-02	1.8755E-01	1.9000E-01	1.0050E+00
6.9345E+02	6.9009E+02	5.9670E-02	1.9248E-01	1.9500E-01	1.0049E+00
6.8551E+02	6.8227E+02	6.1200E-02	1.9742E-01	2.0000E-01	1.0048E+00
6.7772E+02	6.7460E+02	6.2730E-02	2.0235E-01	2.0500E-01	1.0046E+00
6.7012E+02	6.6710E+02	6.4260E-02	2.0729E-01	2.1000E-01	1.0045E+00
6.6265E+02	6.5974E+02	6.5790E-02	2.1223E-01	2.1500E-01	1.0044E+00
6.5537E+02	6.5254E+02	6.7320E-02	2.1716E-01	2.2000E-01	1.0043E+00
6.4820E+02	6.4548E+02	6.8850E-02	2.2210E-01	2.2500E-01	1.0042E+00
6.4121E+02	6.3856E+02	7.0380E-02	2.2703E-01	2.3000E-01	1.0042E+00
6.3434E+02	6.3178E+02	7.1910E-02	2.3197E-01	2.3500E-01	1.0041E+00
6.2763E+02	6.2513E+02	7.3440E-02	2.3690E-01	2.4000E-01	1.0040E+00
6.2103E+02	6.1861E+02	7.4970E-02	2.4184E-01	2.4500E-01	1.0039E+00
6.1458E+02	6.1222E+02	7.6500E-02	2.4677E-01	2.5000E-01	1.0039E+00
6.0824E+02	6.0595E+02	7.8030E-02	2.5171E-01	2.5500E-01	1.0038E+00
6.0204E+02	5.9980E+02	7.9560E-02	2.5665E-01	2.6000E-01	1.0037E+00
5.9594E+02	5.9377E+02	8.1090E-02	2.6158E-01	2.6500E-01	1.0037E+00
5.8998E+02	5.8785E+02	8.2620E-02	2.6652E-01	2.7000E-01	1.0036E+00
5.8411E+02	5.8205E+02	8.4150E-02	2.7145E-01	2.7500E-01	1.0035E+00
5.7838E+02	5.7635E+02	8.5680E-02	2.7639E-01	2.8000E-01	1.0035E+00
5.7272E+02	5.7076E+02	8.7210E-02	2.8132E-01	2.8500E-01	1.0034E+00
5.6720E+02	5.6527E+02	8.8740E-02	2.8626E-01	2.9000E-01	1.0034E+00
5.6176E+02	5.5988E+02	9.0270E-02	2.9119E-01	2.9500E-01	1.0033E+00
5.5644E+02	5.5459E+02	9.1800E-02	2.9613E-01	3.0000E-01	1.0033E+00
5.5119E+02	5.4940E+02	9.3330E-02	3.0106E-01	3.0500E-01	1.0033E+00
5.4606E+02	5.4430E+02	9.4860E-02	3.0600E-01	3.1000E-01	1.0032E+00
5.4100E+02	5.3929E+02	9.6390E-02	3.1094E-01	3.1500E-01	1.0032E+00
5.3606E+02	5.3437E+02	9.7920E-02	3.1587E-01	3.2000E-01	1.0032E+00
5.3118E+02	5.2954E+02	9.9450E-02	3.2081E-01	3.2500E-01	1.0031E+00
5.2641E+02	5.2479E+02	1.0098E-01	3.2574E-01	3.3000E-01	1.0031E+00
5.2170E+02	5.2013E+02	1.0251E-01	3.3068E-01	3.3500E-01	1.0030E+00
5.1709E+02	5.1555E+02	1.0404E-01	3.3561E-01	3.4000E-01	1.0030E+00
5.1254E+02	5.1104E+02	1.0557E-01	3.4055E-01	3.4500E-01	1.0029E+00
5.0810E+02	5.0662E+02	1.0710E-01	3.4548E-01	3.5000E-01	1.0029E+00
5.0371E+02	5.0227E+02	1.0863E-01	3.5042E-01	3.5500E-01	1.0029E+00
4.9941E+02	4.9799E+02	1.1016E-01	3.5535E-01	3.6000E-01	1.0028E+00
4.9516E+02	4.9379E+02	1.1169E-01	3.6029E-01	3.6500E-01	1.0028E+00
4.9101E+02	4.8965E+02	1.1322E-01	3.6523E-01	3.7000E-01	1.0028E+00
4.8691E+02	4.8559E+02	1.1475E-01	3.7016E-01	3.7500E-01	1.0027E+00
4.8289E+02	4.8159E+02	1.1628E-01	3.7510E-01	3.8000E-01	1.0027E+00
4.7893E+02	4.7766E+02	1.1781E-01	3.8003E-01	3.8500E-01	1.0026E+00
4.7504E+02	4.7380E+02	1.1934E-01	3.8497E-01	3.9000E-01	1.0026E+00
4.7120E+02	4.6999E+02	1.2087E-01	3.8990E-01	3.9500E-01	1.0026E+00
4.6744E+02	4.6625E+02	1.2240E-01	3.9484E-01	4.0000E-01	1.0026E+00
4.6373E+02	4.6257E+02	1.2393E-01	3.9977E-01	4.0500E-01	1.0025E+00
4.6009E+02	4.5895E+02	1.2546E-01	4.0471E-01	4.1000E-01	1.0025E+00

4.5649E+02	4.5539E+02	1.2699E-01	4.0965E-01	4.1500E-01	1.0024E+00
4.5297E+02	4.5188E+02	1.2852E-01	4.1458E-01	4.2000E-01	1.0024E+00
4.4949E+02	4.4843E+02	1.3005E-01	4.1952E-01	4.2500E-01	1.0024E+00
4.4607E+02	4.4503E+02	1.3158E-01	4.2445E-01	4.3000E-01	1.0023E+00
4.4270E+02	4.4169E+02	1.3311E-01	4.2939E-01	4.3500E-01	1.0023E+00
4.3939E+02	4.3840E+02	1.3464E-01	4.3432E-01	4.4000E-01	1.0023E+00
4.3612E+02	4.3516E+02	1.3617E-01	4.3926E-01	4.4500E-01	1.0022E+00
4.3291E+02	4.3197E+02	1.3770E-01	4.4419E-01	4.5000E-01	1.0022E+00
4.2974E+02	4.2883E+02	1.3923E-01	4.4913E-01	4.5500E-01	1.0021E+00
4.2663E+02	4.2573E+02	1.4076E-01	4.5406E-01	4.6000E-01	1.0021E+00
4.2355E+02	4.2269E+02	1.4229E-01	4.5900E-01	4.6500E-01	1.0020E+00
4.2053E+02	4.1969E+02	1.4382E-01	4.6394E-01	4.7000E-01	1.0020E+00
4.1755E+02	4.1673E+02	1.4535E-01	4.6887E-01	4.7500E-01	1.0020E+00
4.1462E+02	4.1382E+02	1.4688E-01	4.7381E-01	4.8000E-01	1.0019E+00
4.1172E+02	4.1095E+02	1.4841E-01	4.7874E-01	4.8500E-01	1.0019E+00
4.0888E+02	4.0813E+02	1.4994E-01	4.8368E-01	4.9000E-01	1.0018E+00
4.0607E+02	4.0534E+02	1.5147E-01	4.8861E-01	4.9500E-01	1.0018E+00
4.0331E+02	4.0260E+02	1.5300E-01	4.9355E-01	5.0000E-01	1.0018E+00
4.0058E+02	3.9990E+02	1.5453E-01	4.9848E-01	5.0500E-01	1.0017E+00
3.9790E+02	3.9724E+02	1.5606E-01	5.0342E-01	5.1000E-01	1.0017E+00
3.9525E+02	3.9461E+02	1.5759E-01	5.0835E-01	5.1500E-01	1.0016E+00
3.9264E+02	3.9203E+02	1.5912E-01	5.1329E-01	5.2000E-01	1.0016E+00
3.9006E+02	3.8948E+02	1.6065E-01	5.1823E-01	5.2500E-01	1.0015E+00
3.8753E+02	3.8696E+02	1.6218E-01	5.2316E-01	5.3000E-01	1.0015E+00
3.8503E+02	3.8448E+02	1.6371E-01	5.2810E-01	5.3500E-01	1.0014E+00
3.8257E+02	3.8204E+02	1.6524E-01	5.3303E-01	5.4000E-01	1.0014E+00
3.8013E+02	3.7963E+02	1.6677E-01	5.3797E-01	5.4500E-01	1.0013E+00
3.7774E+02	3.7726E+02	1.6830E-01	5.4290E-01	5.5000E-01	1.0013E+00
3.7537E+02	3.7492E+02	1.6983E-01	5.4784E-01	5.5500E-01	1.0012E+00
3.7304E+02	3.7261E+02	1.7136E-01	5.5277E-01	5.6000E-01	1.0012E+00
3.7073E+02	3.7033E+02	1.7289E-01	5.5771E-01	5.6500E-01	1.0011E+00
3.6847E+02	3.6808E+02	1.7442E-01	5.6265E-01	5.7000E-01	1.0010E+00
3.6622E+02	3.6587E+02	1.7595E-01	5.6758E-01	5.7500E-01	1.0010E+00
3.6402E+02	3.6368E+02	1.7748E-01	5.7252E-01	5.8000E-01	1.0009E+00
3.6184E+02	3.6153E+02	1.7901E-01	5.7745E-01	5.8500E-01	1.0009E+00
3.5969E+02	3.5940E+02	1.8054E-01	5.8239E-01	5.9000E-01	1.0008E+00
3.5756E+02	3.5730E+02	1.8207E-01	5.8732E-01	5.9500E-01	1.0007E+00
3.5547E+02	3.5523E+02	1.8360E-01	5.9226E-01	6.0000E-01	1.0007E+00
3.5340E+02	3.5319E+02	1.8513E-01	5.9719E-01	6.0500E-01	1.0006E+00
3.5137E+02	3.5117E+02	1.8666E-01	6.0213E-01	6.1000E-01	1.0006E+00
3.4935E+02	3.4918E+02	1.8819E-01	6.0706E-01	6.1500E-01	1.0005E+00
3.4737E+02	3.4722E+02	1.8972E-01	6.1200E-01	6.2000E-01	1.0004E+00
3.4540E+02	3.4529E+02	1.9125E-01	6.1694E-01	6.2500E-01	1.0003E+00
3.4347E+02	3.4337E+02	1.9278E-01	6.2187E-01	6.3000E-01	1.0003E+00
3.4155E+02	3.4149E+02	1.9431E-01	6.2681E-01	6.3500E-01	1.0002E+00
3.3967E+02	3.3962E+02	1.9584E-01	6.3174E-01	6.4000E-01	1.0001E+00

3.3780E+02	3.3778E+02	1.9737E-01	6.3668E-01	6.4500E-01	1.0001E+00
3.3596E+02	3.3597E+02	1.9890E-01	6.4161E-01	6.5000E-01	9.9998E-01
3.3414E+02	3.3418E+02	2.0043E-01	6.4655E-01	6.5500E-01	9.9990E-01
3.3235E+02	3.3241E+02	2.0196E-01	6.5148E-01	6.6000E-01	9.9983E-01
3.3058E+02	3.3066E+02	2.0349E-01	6.5642E-01	6.6500E-01	9.9974E-01
3.2883E+02	3.2894E+02	2.0502E-01	6.6135E-01	6.7000E-01	9.9967E-01
3.2709E+02	3.2723E+02	2.0655E-01	6.6629E-01	6.7500E-01	9.9958E-01
3.2539E+02	3.2555E+02	2.0808E-01	6.7123E-01	6.8000E-01	9.9950E-01
3.2370E+02	3.2389E+02	2.0961E-01	6.7616E-01	6.8500E-01	9.9941E-01
3.2203E+02	3.2225E+02	2.1114E-01	6.8110E-01	6.9000E-01	9.9933E-01
3.2038E+02	3.2063E+02	2.1267E-01	6.8603E-01	6.9500E-01	9.9923E-01
3.1876E+02	3.1903E+02	2.1420E-01	6.9097E-01	7.0000E-01	9.9915E-01
3.1715E+02	3.1745E+02	2.1573E-01	6.9590E-01	7.0500E-01	9.9905E-01
3.1556E+02	3.1588E+02	2.1726E-01	7.0084E-01	7.1000E-01	9.9897E-01
3.1399E+02	3.1434E+02	2.1879E-01	7.0577E-01	7.1500E-01	9.9887E-01
3.1244E+02	3.1282E+02	2.2032E-01	7.1071E-01	7.2000E-01	9.9878E-01
3.1090E+02	3.1131E+02	2.2185E-01	7.1565E-01	7.2500E-01	9.9867E-01
3.0938E+02	3.0982E+02	2.2338E-01	7.2058E-01	7.3000E-01	9.9858E-01
3.0788E+02	3.0835E+02	2.2491E-01	7.2552E-01	7.3500E-01	9.9847E-01
3.0640E+02	3.0690E+02	2.2644E-01	7.3045E-01	7.4000E-01	9.9838E-01
3.0494E+02	3.0547E+02	2.2797E-01	7.3539E-01	7.4500E-01	9.9826E-01
3.0349E+02	3.0405E+02	2.2950E-01	7.4032E-01	7.5000E-01	9.9817E-01
3.0206E+02	3.0265E+02	2.3103E-01	7.4526E-01	7.5500E-01	9.9805E-01
3.0064E+02	3.0126E+02	2.3256E-01	7.5019E-01	7.6000E-01	9.9795E-01
2.9924E+02	2.9989E+02	2.3409E-01	7.5513E-01	7.6500E-01	9.9783E-01
2.9786E+02	2.9854E+02	2.3562E-01	7.6006E-01	7.7000E-01	9.9772E-01
2.9649E+02	2.9720E+02	2.3715E-01	7.6500E-01	7.7500E-01	9.9760E-01
2.9513E+02	2.9588E+02	2.3868E-01	7.6994E-01	7.8000E-01	9.9749E-01
2.9379E+02	2.9457E+02	2.4021E-01	7.7487E-01	7.8500E-01	9.9736E-01
2.9247E+02	2.9328E+02	2.4174E-01	7.7981E-01	7.9000E-01	9.9725E-01
2.9116E+02	2.9200E+02	2.4327E-01	7.8474E-01	7.9500E-01	9.9711E-01
2.8986E+02	2.9074E+02	2.4480E-01	7.8968E-01	8.0000E-01	9.9699E-01
2.8858E+02	2.8949E+02	2.4633E-01	7.9461E-01	8.0500E-01	9.9686E-01
2.8731E+02	2.8825E+02	2.4786E-01	7.9955E-01	8.1000E-01	9.9674E-01
2.8606E+02	2.8703E+02	2.4939E-01	8.0448E-01	8.1500E-01	9.9660E-01
2.8482E+02	2.8583E+02	2.5092E-01	8.0942E-01	8.2000E-01	9.9647E-01
2.8359E+02	2.8463E+02	2.5245E-01	8.1435E-01	8.2500E-01	9.9633E-01
2.8237E+02	2.8345E+02	2.5398E-01	8.1929E-01	8.3000E-01	9.9620E-01
2.8117E+02	2.8228E+02	2.5551E-01	8.2423E-01	8.3500E-01	9.9605E-01
2.7998E+02	2.8113E+02	2.5704E-01	8.2916E-01	8.4000E-01	9.9591E-01
2.7880E+02	2.7999E+02	2.5857E-01	8.3410E-01	8.4500E-01	9.9576E-01
2.7764E+02	2.7886E+02	2.6010E-01	8.3903E-01	8.5000E-01	9.9562E-01
2.7648E+02	2.7774E+02	2.6163E-01	8.4397E-01	8.5500E-01	9.9546E-01
2.7534E+02	2.7664E+02	2.6316E-01	8.4890E-01	8.6000E-01	9.9531E-01
2.7421E+02	2.7554E+02	2.6469E-01	8.5384E-01	8.6500E-01	9.9515E-01
2.7309E+02	2.7446E+02	2.6622E-01	8.5877E-01	8.7000E-01	9.9500E-01

2.7198E+02	2.7339E+02	2.6775E-01	8.6371E-01	8.7500E-01	9.9483E-01
2.7088E+02	2.7233E+02	2.6928E-01	8.6865E-01	8.8000E-01	9.9468E-01
2.6980E+02	2.7129E+02	2.7081E-01	8.7358E-01	8.8500E-01	9.9451E-01
2.6872E+02	2.7025E+02	2.7234E-01	8.7852E-01	8.9000E-01	9.9435E-01
2.6766E+02	2.6923E+02	2.7387E-01	8.8345E-01	8.9500E-01	9.9417E-01
2.6660E+02	2.6821E+02	2.7540E-01	8.8839E-01	9.0000E-01	9.9400E-01
2.6556E+02	2.6721E+02	2.7693E-01	8.9332E-01	9.0500E-01	9.9382E-01
2.6452E+02	2.6621E+02	2.7846E-01	8.9826E-01	9.1000E-01	9.9365E-01
2.6350E+02	2.6523E+02	2.7999E-01	9.0319E-01	9.1500E-01	9.9346E-01
2.6248E+02	2.6426E+02	2.8152E-01	9.0813E-01	9.2000E-01	9.9328E-01
2.6148E+02	2.6330E+02	2.8305E-01	9.1306E-01	9.2500E-01	9.9309E-01
2.6048E+02	2.6235E+02	2.8458E-01	9.1800E-01	9.3000E-01	9.9291E-01
2.5950E+02	2.6140E+02	2.8611E-01	9.2294E-01	9.3500E-01	9.9271E-01
2.5852E+02	2.6047E+02	2.8764E-01	9.2787E-01	9.4000E-01	9.9251E-01
2.5755E+02	2.5955E+02	2.8917E-01	9.3281E-01	9.4500E-01	9.9231E-01
2.5659E+02	2.5863E+02	2.9070E-01	9.3774E-01	9.5000E-01	9.9211E-01
2.5564E+02	2.5773E+02	2.9223E-01	9.4268E-01	9.5500E-01	9.9191E-01
2.5470E+02	2.5683E+02	2.9376E-01	9.4761E-01	9.6000E-01	9.9170E-01
2.5377E+02	2.5595E+02	2.9529E-01	9.5255E-01	9.6500E-01	9.9149E-01
2.5284E+02	2.5507E+02	2.9682E-01	9.5748E-01	9.7000E-01	9.9128E-01
2.5193E+02	2.5420E+02	2.9835E-01	9.6242E-01	9.7500E-01	9.9105E-01
2.5102E+02	2.5334E+02	2.9988E-01	9.6735E-01	9.8000E-01	9.9084E-01
2.5012E+02	2.5249E+02	3.0141E-01	9.7229E-01	9.8500E-01	9.9061E-01
2.4923E+02	2.5165E+02	3.0294E-01	9.7723E-01	9.9000E-01	9.9038E-01
2.4834E+02	2.5081E+02	3.0447E-01	9.8216E-01	9.9500E-01	9.9015E-01
2.4746E+02	2.4998E+02	3.0600E-01	9.8710E-01	1.0000E+00	9.8992E-01

0,026

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.026	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_0.026	sigma P1/ sigma Θ
4.8819E+03	1.1423E+03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	4.2738E+00
2.8219E+03	1.1116E+03	2.5167E-03	8.1183E-03	8.3333E-03	2.5386E+00
1.9960E+03	1.0822E+03	5.0333E-03	1.6237E-02	1.6667E-02	1.8443E+00
1.6230E+03	1.0542E+03	7.5500E-03	2.4355E-02	2.5000E-02	1.5395E+00
1.3954E+03	1.0274E+03	1.0067E-02	3.2473E-02	3.3333E-02	1.3582E+00
1.2619E+03	1.0017E+03	1.2583E-02	4.0591E-02	4.1667E-02	1.2597E+00
1.1652E+03	9.7710E+02	1.5100E-02	4.8710E-02	5.0000E-02	1.1925E+00
1.0984E+03	9.5351E+02	1.7617E-02	5.6828E-02	5.8333E-02	1.1520E+00
1.0424E+03	9.3090E+02	2.0133E-02	6.4946E-02	6.6667E-02	1.1198E+00
9.9979E+02	9.0920E+02	2.2650E-02	7.3065E-02	7.5000E-02	1.0996E+00
9.6137E+02	8.8836E+02	2.5167E-02	8.1183E-02	8.3333E-02	1.0822E+00
9.2993E+02	8.6835E+02	2.7683E-02	8.9301E-02	9.1667E-02	1.0709E+00
9.0053E+02	8.4911E+02	3.0200E-02	9.7419E-02	1.0000E-01	1.0606E+00
8.7519E+02	8.3060E+02	3.2717E-02	1.0554E-01	1.0833E-01	1.0537E+00
8.5110E+02	8.1280E+02	3.5233E-02	1.1366E-01	1.1667E-01	1.0471E+00

8.2958E+02	7.9566E+02	3.7750E-02	1.2177E-01	1.2500E-01	1.0426E+00
8.0894E+02	7.7916E+02	4.0267E-02	1.2989E-01	1.3333E-01	1.0382E+00
7.9007E+02	7.6326E+02	4.2783E-02	1.3801E-01	1.4167E-01	1.0351E+00
7.7191E+02	7.4793E+02	4.5300E-02	1.4613E-01	1.5000E-01	1.0321E+00
7.5501E+02	7.3314E+02	4.7817E-02	1.5425E-01	1.5833E-01	1.0298E+00
7.3873E+02	7.1888E+02	5.0333E-02	1.6237E-01	1.6667E-01	1.0276E+00
7.2341E+02	7.0511E+02	5.2850E-02	1.7048E-01	1.7500E-01	1.0259E+00
7.0863E+02	6.9182E+02	5.5367E-02	1.7860E-01	1.8333E-01	1.0243E+00
6.9460E+02	6.7897E+02	5.7883E-02	1.8672E-01	1.9167E-01	1.0230E+00
6.8107E+02	6.6656E+02	6.0400E-02	1.9484E-01	2.0000E-01	1.0218E+00
6.6814E+02	6.5456E+02	6.2917E-02	2.0296E-01	2.0833E-01	1.0207E+00
6.5567E+02	6.4296E+02	6.5433E-02	2.1108E-01	2.1667E-01	1.0198E+00
6.4370E+02	6.3173E+02	6.7950E-02	2.1919E-01	2.2500E-01	1.0189E+00
6.3214E+02	6.2087E+02	7.0467E-02	2.2731E-01	2.3333E-01	1.0182E+00
6.2101E+02	6.1035E+02	7.2983E-02	2.3543E-01	2.4167E-01	1.0175E+00
6.1026E+02	6.0016E+02	7.5500E-02	2.4355E-01	2.5000E-01	1.0168E+00
5.9988E+02	5.9029E+02	7.8017E-02	2.5167E-01	2.5833E-01	1.0162E+00
5.8985E+02	5.8072E+02	8.0533E-02	2.5978E-01	2.6667E-01	1.0157E+00
5.8014E+02	5.7145E+02	8.3050E-02	2.6790E-01	2.7500E-01	1.0152E+00
5.7076E+02	5.6245E+02	8.5567E-02	2.7602E-01	2.8333E-01	1.0148E+00
5.6165E+02	5.5373E+02	8.8083E-02	2.8414E-01	2.9167E-01	1.0143E+00
5.5286E+02	5.4526E+02	9.0600E-02	2.9226E-01	3.0000E-01	1.0139E+00
5.4431E+02	5.3704E+02	9.3117E-02	3.0038E-01	3.0833E-01	1.0135E+00
5.3604E+02	5.2906E+02	9.5633E-02	3.0849E-01	3.1667E-01	1.0132E+00
5.2799E+02	5.2131E+02	9.8150E-02	3.1661E-01	3.2500E-01	1.0128E+00
5.2021E+02	5.1378E+02	1.0067E-01	3.2473E-01	3.3333E-01	1.0125E+00
5.1263E+02	5.0647E+02	1.0318E-01	3.3285E-01	3.4167E-01	1.0122E+00
5.0529E+02	4.9935E+02	1.0570E-01	3.4097E-01	3.5000E-01	1.0119E+00
4.9813E+02	4.9244E+02	1.0822E-01	3.4909E-01	3.5833E-01	1.0116E+00
4.9120E+02	4.8571E+02	1.1073E-01	3.5720E-01	3.6667E-01	1.0113E+00
4.8443E+02	4.7917E+02	1.1325E-01	3.6532E-01	3.7500E-01	1.0110E+00
4.7788E+02	4.7280E+02	1.1577E-01	3.7344E-01	3.8333E-01	1.0107E+00
4.7147E+02	4.6661E+02	1.1828E-01	3.8156E-01	3.9167E-01	1.0104E+00
4.6526E+02	4.6058E+02	1.2080E-01	3.8968E-01	4.0000E-01	1.0102E+00
4.5919E+02	4.5470E+02	1.2332E-01	3.9780E-01	4.0833E-01	1.0099E+00
4.5331E+02	4.4898E+02	1.2583E-01	4.0591E-01	4.1667E-01	1.0096E+00
4.4754E+02	4.4341E+02	1.2835E-01	4.1403E-01	4.2500E-01	1.0093E+00
4.4196E+02	4.3798E+02	1.3087E-01	4.2215E-01	4.3333E-01	1.0091E+00
4.3649E+02	4.3269E+02	1.3338E-01	4.3027E-01	4.4167E-01	1.0088E+00
4.3118E+02	4.2753E+02	1.3590E-01	4.3839E-01	4.5000E-01	1.0085E+00
4.2597E+02	4.2250E+02	1.3842E-01	4.4651E-01	4.5833E-01	1.0082E+00
4.2092E+02	4.1759E+02	1.4093E-01	4.5462E-01	4.6667E-01	1.0080E+00
4.1597E+02	4.1280E+02	1.4345E-01	4.6274E-01	4.7500E-01	1.0077E+00
4.1116E+02	4.0813E+02	1.4597E-01	4.7086E-01	4.8333E-01	1.0074E+00
4.0643E+02	4.0358E+02	1.4848E-01	4.7898E-01	4.9167E-01	1.0071E+00
4.0185E+02	3.9913E+02	1.5100E-01	4.8710E-01	5.0000E-01	1.0068E+00

3.9734E+02	3.9479E+02	1.5352E-01	4.9522E-01	5.0833E-01	1.0065E+00
3.9296E+02	3.9055E+02	1.5603E-01	5.0333E-01	5.1667E-01	1.0062E+00
3.8866E+02	3.8641E+02	1.5855E-01	5.1145E-01	5.2500E-01	1.0058E+00
3.8448E+02	3.8236E+02	1.6107E-01	5.1957E-01	5.3333E-01	1.0055E+00
3.8037E+02	3.7841E+02	1.6358E-01	5.2769E-01	5.4167E-01	1.0052E+00
3.7637E+02	3.7455E+02	1.6610E-01	5.3581E-01	5.5000E-01	1.0049E+00
3.7244E+02	3.7078E+02	1.6862E-01	5.4393E-01	5.5833E-01	1.0045E+00
3.6861E+02	3.6709E+02	1.7113E-01	5.5204E-01	5.6667E-01	1.0041E+00
3.6485E+02	3.6348E+02	1.7365E-01	5.6016E-01	5.7500E-01	1.0038E+00
3.6118E+02	3.5996E+02	1.7617E-01	5.6828E-01	5.8333E-01	1.0034E+00
3.5757E+02	3.5651E+02	1.7868E-01	5.7640E-01	5.9167E-01	1.0030E+00
3.5406E+02	3.5314E+02	1.8120E-01	5.8452E-01	6.0000E-01	1.0026E+00
3.5060E+02	3.4984E+02	1.8372E-01	5.9264E-01	6.0833E-01	1.0022E+00
3.4722E+02	3.4661E+02	1.8623E-01	6.0075E-01	6.1667E-01	1.0018E+00
3.4390E+02	3.4345E+02	1.8875E-01	6.0887E-01	6.2500E-01	1.0013E+00
3.4066E+02	3.4035E+02	1.9127E-01	6.1699E-01	6.3333E-01	1.0009E+00
3.3747E+02	3.3733E+02	1.9378E-01	6.2511E-01	6.4167E-01	1.0004E+00
3.3436E+02	3.3436E+02	1.9630E-01	6.3323E-01	6.5000E-01	9.9998E-01
3.3129E+02	3.3146E+02	1.9882E-01	6.4135E-01	6.5833E-01	9.9947E-01
3.2829E+02	3.2862E+02	2.0133E-01	6.4946E-01	6.6667E-01	9.9899E-01
3.2533E+02	3.2583E+02	2.0385E-01	6.5758E-01	6.7500E-01	9.9846E-01
3.2245E+02	3.2311E+02	2.0637E-01	6.6570E-01	6.8333E-01	9.9796E-01
3.1960E+02	3.2044E+02	2.0888E-01	6.7382E-01	6.9167E-01	9.9740E-01
3.1682E+02	3.1782E+02	2.1140E-01	6.8194E-01	7.0000E-01	9.9687E-01
3.1408E+02	3.1525E+02	2.1392E-01	6.9005E-01	7.0833E-01	9.9628E-01
3.1139E+02	3.1274E+02	2.1643E-01	6.9817E-01	7.1667E-01	9.9571E-01
3.0875E+02	3.1027E+02	2.1895E-01	7.0629E-01	7.2500E-01	9.9509E-01
3.0616E+02	3.0785E+02	2.2147E-01	7.1441E-01	7.3333E-01	9.9449E-01
3.0360E+02	3.0548E+02	2.2398E-01	7.2253E-01	7.4167E-01	9.9383E-01
3.0110E+02	3.0316E+02	2.2650E-01	7.3065E-01	7.5000E-01	9.9320E-01
2.9862E+02	3.0088E+02	2.2902E-01	7.3876E-01	7.5833E-01	9.9251E-01
2.9620E+02	2.9864E+02	2.3153E-01	7.4688E-01	7.6667E-01	9.9184E-01
2.9381E+02	2.9645E+02	2.3405E-01	7.5500E-01	7.7500E-01	9.9111E-01
2.9147E+02	2.9429E+02	2.3657E-01	7.6312E-01	7.8333E-01	9.9041E-01
2.8915E+02	2.9218E+02	2.3908E-01	7.7124E-01	7.9167E-01	9.8964E-01
2.8688E+02	2.9011E+02	2.4160E-01	7.7935E-01	8.0000E-01	9.8889E-01
2.8464E+02	2.8807E+02	2.4412E-01	7.8747E-01	8.0833E-01	9.8809E-01
2.8244E+02	2.8607E+02	2.4663E-01	7.9559E-01	8.1667E-01	9.8729E-01
2.8026E+02	2.8411E+02	2.4915E-01	8.0371E-01	8.2500E-01	9.8645E-01
2.7813E+02	2.8219E+02	2.5167E-01	8.1183E-01	8.3333E-01	9.8561E-01
2.7601E+02	2.8030E+02	2.5418E-01	8.1995E-01	8.4167E-01	9.8472E-01
2.7394E+02	2.7844E+02	2.5670E-01	8.2806E-01	8.5000E-01	9.8384E-01
2.7189E+02	2.7662E+02	2.5922E-01	8.3618E-01	8.5833E-01	9.8290E-01
2.6987E+02	2.7482E+02	2.6173E-01	8.4430E-01	8.6667E-01	9.8197E-01
2.6787E+02	2.7306E+02	2.6425E-01	8.5242E-01	8.7500E-01	9.8099E-01
2.6591E+02	2.7134E+02	2.6677E-01	8.6054E-01	8.8333E-01	9.8001E-01

2.6397E+02	2.6964E+02	2.6928E-01	8.6865E-01	8.9167E-01	9.7897E-01
2.6206E+02	2.6797E+02	2.7180E-01	8.7677E-01	9.0000E-01	9.7794E-01
2.6016E+02	2.6633E+02	2.7432E-01	8.8489E-01	9.0833E-01	9.7685E-01
2.5830E+02	2.6471E+02	2.7683E-01	8.9301E-01	9.1667E-01	9.7577E-01
2.5645E+02	2.6313E+02	2.7935E-01	9.0113E-01	9.2500E-01	9.7463E-01
2.5463E+02	2.6157E+02	2.8187E-01	9.0925E-01	9.3333E-01	9.7348E-01
2.5283E+02	2.6004E+02	2.8438E-01	9.1736E-01	9.4167E-01	9.7228E-01
2.5105E+02	2.5853E+02	2.8690E-01	9.2548E-01	9.5000E-01	9.7108E-01
2.4929E+02	2.5705E+02	2.8942E-01	9.3360E-01	9.5833E-01	9.6982E-01
2.4756E+02	2.5559E+02	2.9193E-01	9.4172E-01	9.6667E-01	9.6855E-01
2.4583E+02	2.5416E+02	2.9445E-01	9.4984E-01	9.7500E-01	9.6723E-01
2.4413E+02	2.5275E+02	2.9697E-01	9.5796E-01	9.8333E-01	9.6591E-01
2.4245E+02	2.5136E+02	2.9948E-01	9.6607E-01	9.9167E-01	9.6452E-01
2.4078E+02	2.5000E+02	3.0200E-01	9.7419E-01	1.0000E+00	9.6312E-01

0,05

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.05	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.05	sigma P1/ sigma Θ
4.7159E+03	1.0548E+03	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	4.4711E+00
2.3252E+03	9.9370E+02	5.8900E-03	1.9000E-02	2.0000E-02	2.3400E+00
1.6369E+03	9.3846E+02	1.1780E-02	3.8000E-02	4.0000E-02	1.7443E+00
1.2895E+03	8.8833E+02	1.7670E-02	5.7000E-02	6.0000E-02	1.4516E+00
1.0982E+03	8.4270E+02	2.3560E-02	7.6000E-02	8.0000E-02	1.3032E+00
9.8289E+02	8.0104E+02	2.9450E-02	9.5000E-02	1.0000E-01	1.2270E+00
8.9248E+02	7.6291E+02	3.5340E-02	1.1400E-01	1.2000E-01	1.1698E+00
8.2873E+02	7.2791E+02	4.1230E-02	1.3300E-01	1.4000E-01	1.1385E+00
7.7401E+02	6.9571E+02	4.7120E-02	1.5200E-01	1.6000E-01	1.1125E+00
7.3171E+02	6.6603E+02	5.3010E-02	1.7100E-01	1.8000E-01	1.0986E+00
6.9356E+02	6.3860E+02	5.8900E-02	1.9000E-01	2.0000E-01	1.0861E+00
6.6035E+02	6.1321E+02	6.4790E-02	2.0900E-01	2.2000E-01	1.0769E+00
6.2992E+02	5.8966E+02	7.0680E-02	2.2800E-01	2.4000E-01	1.0683E+00
6.0319E+02	5.6777E+02	7.6570E-02	2.4700E-01	2.6000E-01	1.0624E+00
5.7852E+02	5.4739E+02	8.2460E-02	2.6600E-01	2.8000E-01	1.0569E+00
5.5664E+02	5.2838E+02	8.8350E-02	2.8500E-01	3.0000E-01	1.0535E+00
5.3626E+02	5.1064E+02	9.4240E-02	3.0400E-01	3.2000E-01	1.0502E+00
5.1716E+02	4.9403E+02	1.0013E-01	3.2300E-01	3.4000E-01	1.0468E+00
4.9932E+02	4.7848E+02	1.0602E-01	3.4200E-01	3.6000E-01	1.0436E+00
4.8274E+02	4.6389E+02	1.1191E-01	3.6100E-01	3.8000E-01	1.0406E+00
4.6725E+02	4.5018E+02	1.1780E-01	3.8000E-01	4.0000E-01	1.0379E+00
4.5284E+02	4.3729E+02	1.2369E-01	3.9900E-01	4.2000E-01	1.0356E+00
4.3930E+02	4.2515E+02	1.2958E-01	4.1800E-01	4.4000E-01	1.0333E+00
4.2637E+02	4.1371E+02	1.3547E-01	4.3700E-01	4.6000E-01	1.0306E+00
4.1418E+02	4.0291E+02	1.4136E-01	4.5600E-01	4.8000E-01	1.0280E+00
4.0259E+02	3.9270E+02	1.4725E-01	4.7500E-01	5.0000E-01	1.0252E+00
3.9168E+02	3.8304E+02	1.5314E-01	4.9400E-01	5.2000E-01	1.0225E+00

3.8134E+02	3.7390E+02	1.5903E-01	5.1300E-01	5.4000E-01	1.0199E+00
3.7155E+02	3.6524E+02	1.6492E-01	5.3200E-01	5.6000E-01	1.0173E+00
3.6203E+02	3.5702E+02	1.7081E-01	5.5100E-01	5.8000E-01	1.0140E+00
3.5299E+02	3.4921E+02	1.7670E-01	5.7000E-01	6.0000E-01	1.0108E+00
3.4428E+02	3.4179E+02	1.8259E-01	5.8900E-01	6.2000E-01	1.0073E+00
3.3599E+02	3.3474E+02	1.8848E-01	6.0800E-01	6.4000E-01	1.0037E+00
3.2797E+02	3.2802E+02	1.9437E-01	6.2700E-01	6.6000E-01	9.9986E-01
3.2030E+02	3.2162E+02	2.0026E-01	6.4600E-01	6.8000E-01	9.9589E-01
3.1283E+02	3.1552E+02	2.0615E-01	6.6500E-01	7.0000E-01	9.9146E-01
3.0564E+02	3.0970E+02	2.1204E-01	6.8400E-01	7.2000E-01	9.8691E-01
2.9864E+02	3.0414E+02	2.1793E-01	7.0300E-01	7.4000E-01	9.8193E-01
2.9189E+02	2.9883E+02	2.2382E-01	7.2200E-01	7.6000E-01	9.7679E-01
2.8530E+02	2.9375E+02	2.2971E-01	7.4100E-01	7.8000E-01	9.7124E-01
2.7891E+02	2.8889E+02	2.3560E-01	7.6000E-01	8.0000E-01	9.6547E-01
2.7263E+02	2.8424E+02	2.4149E-01	7.7900E-01	8.2000E-01	9.5917E-01
2.6652E+02	2.7978E+02	2.4738E-01	7.9800E-01	8.4000E-01	9.5262E-01
2.6050E+02	2.7551E+02	2.5327E-01	8.1700E-01	8.6000E-01	9.4555E-01
2.5463E+02	2.7141E+02	2.5916E-01	8.3600E-01	8.8000E-01	9.3818E-01
2.4884E+02	2.6748E+02	2.6505E-01	8.5500E-01	9.0000E-01	9.3031E-01
2.4315E+02	2.6370E+02	2.7094E-01	8.7400E-01	9.2000E-01	9.2208E-01
2.3750E+02	2.6007E+02	2.7683E-01	8.9300E-01	9.4000E-01	9.1320E-01
2.3193E+02	2.5658E+02	2.8272E-01	9.1200E-01	9.6000E-01	9.0390E-01
2.2638E+02	2.5323E+02	2.8861E-01	9.3100E-01	9.8000E-01	8.9398E-01
2.2090E+02	2.5000E+02	2.9450E-01	9.5000E-01	1.0000E+00	8.8360E-01

0,075

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.075	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_0.075	sigma P1/ sigma Θ
4.5007E+03	9.7566E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	4.6129E+00
3.5935E+03	9.5329E+02	2.3917E-03	7.7151E-03	8.3333E-03	3.7696E+00
2.9779E+03	9.3178E+02	4.7833E-03	1.5430E-02	1.6667E-02	3.1959E+00
2.5140E+03	9.1110E+02	7.1750E-03	2.3145E-02	2.5000E-02	2.7593E+00
2.1862E+03	8.9121E+02	9.5667E-03	3.0860E-02	3.3333E-02	2.4530E+00
1.9302E+03	8.7206E+02	1.1958E-02	3.8575E-02	4.1667E-02	2.2133E+00
1.7358E+03	8.5362E+02	1.4350E-02	4.6290E-02	5.0000E-02	2.0334E+00
1.5795E+03	8.3586E+02	1.6742E-02	5.4005E-02	5.8333E-02	1.8896E+00
1.4540E+03	8.1874E+02	1.9133E-02	6.1720E-02	6.6667E-02	1.7759E+00
1.3505E+03	8.0223E+02	2.1525E-02	6.9435E-02	7.5000E-02	1.6835E+00
1.2639E+03	7.8630E+02	2.3917E-02	7.7151E-02	8.3333E-02	1.6074E+00
1.1909E+03	7.7092E+02	2.6308E-02	8.4865E-02	9.1667E-02	1.5447E+00
1.1277E+03	7.5608E+02	2.8700E-02	9.2581E-02	1.0000E-01	1.4915E+00
1.0734E+03	7.4174E+02	3.1092E-02	1.0030E-01	1.0833E-01	1.4471E+00
1.0252E+03	7.2789E+02	3.3483E-02	1.0801E-01	1.1667E-01	1.4085E+00
9.8312E+02	7.1450E+02	3.5875E-02	1.1573E-01	1.2500E-01	1.3760E+00
9.4502E+02	7.0154E+02	3.8267E-02	1.2344E-01	1.3333E-01	1.3470E+00

9.1123E+02	6.8902E+02	4.0658E-02	1.3116E-01	1.4167E-01	1.3225E+00
8.8017E+02	6.7689E+02	4.3050E-02	1.3887E-01	1.5000E-01	1.3003E+00
8.5228E+02	6.6515E+02	4.5442E-02	1.4659E-01	1.5833E-01	1.2813E+00
8.2633E+02	6.5378E+02	4.7833E-02	1.5430E-01	1.6667E-01	1.2639E+00
8.0276E+02	6.4277E+02	5.0225E-02	1.6202E-01	1.7500E-01	1.2489E+00
7.8063E+02	6.3210E+02	5.2617E-02	1.6973E-01	1.8333E-01	1.2350E+00
7.6033E+02	6.2175E+02	5.5008E-02	1.7745E-01	1.9167E-01	1.2229E+00
7.4113E+02	6.1172E+02	5.7400E-02	1.8516E-01	2.0000E-01	1.2115E+00
7.2337E+02	6.0199E+02	5.9792E-02	1.9288E-01	2.0833E-01	1.2016E+00
7.0647E+02	5.9255E+02	6.2183E-02	2.0059E-01	2.1667E-01	1.1922E+00
6.9072E+02	5.8338E+02	6.4575E-02	2.0831E-01	2.2500E-01	1.1840E+00
6.7567E+02	5.7449E+02	6.6967E-02	2.1602E-01	2.3333E-01	1.1761E+00
6.6156E+02	5.6584E+02	6.9358E-02	2.2374E-01	2.4167E-01	1.1691E+00
6.4801E+02	5.5745E+02	7.1750E-02	2.3145E-01	2.5000E-01	1.1625E+00
6.3525E+02	5.4929E+02	7.4142E-02	2.3917E-01	2.5833E-01	1.1565E+00
6.2296E+02	5.4136E+02	7.6533E-02	2.4688E-01	2.6667E-01	1.1507E+00
6.1137E+02	5.3366E+02	7.8925E-02	2.5460E-01	2.7500E-01	1.1456E+00
6.0051E+02	5.2616E+02	8.1317E-02	2.6231E-01	2.8333E-01	1.1413E+00
5.9066E+02	5.1887E+02	8.3708E-02	2.7003E-01	2.9167E-01	1.1384E+00
5.8039E+02	5.1177E+02	8.6100E-02	2.7774E-01	3.0000E-01	1.1341E+00
5.7041E+02	5.0487E+02	8.8492E-02	2.8546E-01	3.0833E-01	1.1298E+00
5.6078E+02	4.9815E+02	9.0883E-02	2.9317E-01	3.1667E-01	1.1257E+00
5.5156E+02	4.9160E+02	9.3275E-02	3.0089E-01	3.2500E-01	1.1220E+00
5.4263E+02	4.8523E+02	9.5667E-02	3.0860E-01	3.3333E-01	1.1183E+00
5.3405E+02	4.7902E+02	9.8058E-02	3.1632E-01	3.4167E-01	1.1149E+00
5.2571E+02	4.7297E+02	1.0045E-01	3.2403E-01	3.5000E-01	1.1115E+00
5.1768E+02	4.6707E+02	1.0284E-01	3.3175E-01	3.5833E-01	1.1083E+00
5.0986E+02	4.6133E+02	1.0523E-01	3.3946E-01	3.6667E-01	1.1052E+00
5.0231E+02	4.5572E+02	1.0763E-01	3.4718E-01	3.7500E-01	1.1022E+00
4.9496E+02	4.5026E+02	1.1002E-01	3.5489E-01	3.8333E-01	1.0993E+00
4.8784E+02	4.4493E+02	1.1241E-01	3.6261E-01	3.9167E-01	1.0965E+00
4.8091E+02	4.3973E+02	1.1480E-01	3.7032E-01	4.0000E-01	1.0936E+00
4.7418E+02	4.3465E+02	1.1719E-01	3.7804E-01	4.0833E-01	1.0909E+00
4.6761E+02	4.2970E+02	1.1958E-01	3.8575E-01	4.1667E-01	1.0882E+00
4.6124E+02	4.2486E+02	1.2198E-01	3.9347E-01	4.2500E-01	1.0856E+00
4.5501E+02	4.2014E+02	1.2437E-01	4.0118E-01	4.3333E-01	1.0830E+00
4.4894E+02	4.1553E+02	1.2676E-01	4.0890E-01	4.4167E-01	1.0804E+00
4.4302E+02	4.1103E+02	1.2915E-01	4.1661E-01	4.5000E-01	1.0778E+00
4.3724E+02	4.0663E+02	1.3154E-01	4.2433E-01	4.5833E-01	1.0753E+00
4.3159E+02	4.0233E+02	1.3393E-01	4.3204E-01	4.6667E-01	1.0727E+00
4.2608E+02	3.9813E+02	1.3633E-01	4.3976E-01	4.7500E-01	1.0702E+00
4.2068E+02	3.9402E+02	1.3872E-01	4.4747E-01	4.8333E-01	1.0677E+00
4.1540E+02	3.9001E+02	1.4111E-01	4.5519E-01	4.9167E-01	1.0651E+00
4.1023E+02	3.8608E+02	1.4350E-01	4.6290E-01	5.0000E-01	1.0625E+00
4.0517E+02	3.8224E+02	1.4589E-01	4.7062E-01	5.0833E-01	1.0600E+00
4.0021E+02	3.7849E+02	1.4828E-01	4.7833E-01	5.1667E-01	1.0574E+00

3.9535E+02	3.7482E+02	1.5068E-01	4.8605E-01	5.2500E-01	1.0548E+00
3.9058E+02	3.7122E+02	1.5307E-01	4.9376E-01	5.3333E-01	1.0521E+00
3.8590E+02	3.6771E+02	1.5546E-01	5.0148E-01	5.4167E-01	1.0495E+00
3.8130E+02	3.6426E+02	1.5785E-01	5.0919E-01	5.5000E-01	1.0468E+00
3.7679E+02	3.6090E+02	1.6024E-01	5.1691E-01	5.5833E-01	1.0440E+00
3.7235E+02	3.5760E+02	1.6263E-01	5.2462E-01	5.6667E-01	1.0413E+00
3.6799E+02	3.5437E+02	1.6503E-01	5.3234E-01	5.7500E-01	1.0384E+00
3.6370E+02	3.5120E+02	1.6742E-01	5.4005E-01	5.8333E-01	1.0356E+00
3.5948E+02	3.4811E+02	1.6981E-01	5.4777E-01	5.9167E-01	1.0327E+00
3.5533E+02	3.4507E+02	1.7220E-01	5.5548E-01	6.0000E-01	1.0297E+00
3.5124E+02	3.4210E+02	1.7459E-01	5.6320E-01	6.0833E-01	1.0267E+00
3.4720E+02	3.3919E+02	1.7698E-01	5.7091E-01	6.1667E-01	1.0236E+00
3.4323E+02	3.3633E+02	1.7938E-01	5.7863E-01	6.2500E-01	1.0205E+00
3.3931E+02	3.3353E+02	1.8177E-01	5.8635E-01	6.3333E-01	1.0173E+00
3.3545E+02	3.3079E+02	1.8416E-01	5.9406E-01	6.4167E-01	1.0141E+00
3.3163E+02	3.2810E+02	1.8655E-01	6.0177E-01	6.5000E-01	1.0108E+00
3.2787E+02	3.2546E+02	1.8894E-01	6.0949E-01	6.5833E-01	1.0074E+00
3.2415E+02	3.2288E+02	1.9133E-01	6.1720E-01	6.6667E-01	1.0039E+00
3.2047E+02	3.2034E+02	1.9373E-01	6.2492E-01	6.7500E-01	1.0004E+00
3.1684E+02	3.1785E+02	1.9612E-01	6.3264E-01	6.8333E-01	9.9681E-01
3.1324E+02	3.1541E+02	1.9851E-01	6.4035E-01	6.9167E-01	9.9312E-01
3.0968E+02	3.1302E+02	2.0090E-01	6.4806E-01	7.0000E-01	9.8936E-01
3.0616E+02	3.1067E+02	2.0329E-01	6.5578E-01	7.0833E-01	9.8551E-01
3.0268E+02	3.0836E+02	2.0568E-01	6.6349E-01	7.1667E-01	9.8158E-01
2.9923E+02	3.0610E+02	2.0808E-01	6.7121E-01	7.2500E-01	9.7755E-01
2.9581E+02	3.0387E+02	2.1047E-01	6.7893E-01	7.3333E-01	9.7344E-01
2.9241E+02	3.0169E+02	2.1286E-01	6.8664E-01	7.4167E-01	9.6923E-01
2.8905E+02	2.9955E+02	2.1525E-01	6.9435E-01	7.5000E-01	9.6494E-01
2.8571E+02	2.9745E+02	2.1764E-01	7.0207E-01	7.5833E-01	9.6053E-01
2.8240E+02	2.9539E+02	2.2003E-01	7.0978E-01	7.6667E-01	9.5604E-01
2.7911E+02	2.9336E+02	2.2243E-01	7.1750E-01	7.7500E-01	9.5144E-01
2.7587E+02	2.9136E+02	2.2482E-01	7.2522E-01	7.8333E-01	9.4682E-01
2.7270E+02	2.8941E+02	2.2721E-01	7.3293E-01	7.9167E-01	9.4225E-01
2.6948E+02	2.8749E+02	2.2960E-01	7.4065E-01	8.0000E-01	9.3738E-01
2.6627E+02	2.8560E+02	2.3199E-01	7.4836E-01	8.0833E-01	9.3233E-01
2.6307E+02	2.8374E+02	2.3438E-01	7.5607E-01	8.1667E-01	9.2716E-01
2.5989E+02	2.8192E+02	2.3678E-01	7.6379E-01	8.2500E-01	9.2187E-01
2.5673E+02	2.8012E+02	2.3917E-01	7.7151E-01	8.3333E-01	9.1648E-01
2.5357E+02	2.7836E+02	2.4156E-01	7.7922E-01	8.4167E-01	9.1094E-01
2.5043E+02	2.7663E+02	2.4395E-01	7.8694E-01	8.5000E-01	9.0530E-01
2.4730E+02	2.7492E+02	2.4634E-01	7.9465E-01	8.5833E-01	8.9951E-01
2.4418E+02	2.7325E+02	2.4873E-01	8.0236E-01	8.6667E-01	8.9360E-01
2.4106E+02	2.7160E+02	2.5113E-01	8.1008E-01	8.7500E-01	8.8755E-01
2.3795E+02	2.6998E+02	2.5352E-01	8.1780E-01	8.8333E-01	8.8136E-01
2.3485E+02	2.6839E+02	2.5591E-01	8.2551E-01	8.9167E-01	8.7502E-01
2.3175E+02	2.6682E+02	2.5830E-01	8.3323E-01	9.0000E-01	8.6856E-01

2.2865E+02	2.6528E+02	2.6069E-01	8.4094E-01	9.0833E-01	8.6193E-01
2.2556E+02	2.6377E+02	2.6308E-01	8.4865E-01	9.1667E-01	8.5516E-01
2.2247E+02	2.6227E+02	2.6548E-01	8.5637E-01	9.2500E-01	8.4822E-01
2.1938E+02	2.6081E+02	2.6787E-01	8.6409E-01	9.3333E-01	8.4115E-01
2.1628E+02	2.5936E+02	2.7026E-01	8.7180E-01	9.4167E-01	8.3389E-01
2.1319E+02	2.5794E+02	2.7265E-01	8.7952E-01	9.5000E-01	8.2649E-01
2.1008E+02	2.5654E+02	2.7504E-01	8.8723E-01	9.5833E-01	8.1891E-01
2.0698E+02	2.5516E+02	2.7743E-01	8.9495E-01	9.6667E-01	8.1117E-01
2.0387E+02	2.5381E+02	2.7983E-01	9.0266E-01	9.7500E-01	8.0325E-01
2.0076E+02	2.5247E+02	2.8222E-01	9.1038E-01	9.8333E-01	7.9515E-01
1.9763E+02	2.5116E+02	2.8461E-01	9.1809E-01	9.9167E-01	7.8688E-01
1.9451E+02	2.4987E+02	2.8700E-01	9.2581E-01	1.0000E+00	7.7844E-01

0,15

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.15	distance/ spessura_TP	distance/ distance_max_0.15	sigma P1/ sigma Θ
4.0168E+03	7.9068E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	5.0801E+00
2.9027E+03	7.4928E+02	6.5750E-03	2.1210E-02	2.5000E-02	3.8740E+00
2.2963E+03	7.1162E+02	1.3150E-02	4.2419E-02	5.0000E-02	3.2268E+00
1.8644E+03	6.7726E+02	1.9725E-02	6.3629E-02	7.5000E-02	2.7528E+00
1.5774E+03	6.4584E+02	2.6300E-02	8.4839E-02	1.0000E-01	2.4424E+00
1.3611E+03	6.1703E+02	3.2875E-02	1.0605E-01	1.2500E-01	2.2059E+00
1.2009E+03	5.9055E+02	3.9450E-02	1.2726E-01	1.5000E-01	2.0336E+00
1.0746E+03	5.6614E+02	4.6025E-02	1.4847E-01	1.7500E-01	1.8982E+00
9.7405E+02	5.4361E+02	5.2600E-02	1.6968E-01	2.0000E-01	1.7918E+00
8.9200E+02	5.2276E+02	5.9175E-02	1.9089E-01	2.2500E-01	1.7063E+00
8.2503E+02	5.0343E+02	6.5750E-02	2.1210E-01	2.5000E-01	1.6388E+00
7.7207E+02	4.8547E+02	7.2325E-02	2.3331E-01	2.7500E-01	1.5904E+00
7.2130E+02	4.6876E+02	7.8900E-02	2.5452E-01	3.0000E-01	1.5387E+00
6.7676E+02	4.5319E+02	8.5475E-02	2.7573E-01	3.2500E-01	1.4933E+00
6.3718E+02	4.3865E+02	9.2050E-02	2.9694E-01	3.5000E-01	1.4526E+00
6.0212E+02	4.2506E+02	9.8625E-02	3.1815E-01	3.7500E-01	1.4165E+00
5.7002E+02	4.1233E+02	1.0520E-01	3.3935E-01	4.0000E-01	1.3824E+00
5.4099E+02	4.0040E+02	1.1178E-01	3.6056E-01	4.2500E-01	1.3511E+00
5.1393E+02	3.8919E+02	1.1835E-01	3.8177E-01	4.5000E-01	1.3205E+00
4.8902E+02	3.7866E+02	1.2493E-01	4.0298E-01	4.7500E-01	1.2914E+00
4.6546E+02	3.6874E+02	1.3150E-01	4.2419E-01	5.0000E-01	1.2623E+00
4.4342E+02	3.5939E+02	1.3808E-01	4.4540E-01	5.2500E-01	1.2338E+00
4.2231E+02	3.5057E+02	1.4465E-01	4.6661E-01	5.5000E-01	1.2046E+00
4.0229E+02	3.4224E+02	1.5123E-01	4.8782E-01	5.7500E-01	1.1755E+00
3.8290E+02	3.3436E+02	1.5780E-01	5.0903E-01	6.0000E-01	1.1452E+00
3.6428E+02	3.2691E+02	1.6438E-01	5.3024E-01	6.2500E-01	1.1143E+00
3.4606E+02	3.1984E+02	1.7095E-01	5.5145E-01	6.5000E-01	1.0820E+00
3.2837E+02	3.1314E+02	1.7753E-01	5.7266E-01	6.7500E-01	1.0486E+00
3.1091E+02	3.0678E+02	1.8410E-01	5.9387E-01	7.0000E-01	1.0135E+00

2.9382E+02	3.0073E+02	1.9068E-01	6.1508E-01	7.2500E-01	9.7700E-01
2.7708E+02	2.9499E+02	1.9725E-01	6.3629E-01	7.5000E-01	9.3930E-01
2.6115E+02	2.8952E+02	2.0383E-01	6.5750E-01	7.7500E-01	9.0201E-01
2.4431E+02	2.8431E+02	2.1040E-01	6.7871E-01	8.0000E-01	8.5933E-01
2.2737E+02	2.7934E+02	2.1698E-01	6.9992E-01	8.2500E-01	8.1395E-01
2.1035E+02	2.7460E+02	2.2355E-01	7.2113E-01	8.5000E-01	7.6602E-01
1.9326E+02	2.7008E+02	2.3013E-01	7.4234E-01	8.7500E-01	7.1556E-01
1.7594E+02	2.6576E+02	2.3670E-01	7.6355E-01	9.0000E-01	6.6204E-01
1.5843E+02	2.6163E+02	2.4328E-01	7.8476E-01	9.2500E-01	6.0557E-01
1.4060E+02	2.5767E+02	2.4985E-01	8.0597E-01	9.5000E-01	5.4565E-01
1.2250E+02	2.5389E+02	2.5643E-01	8.2718E-01	9.7500E-01	4.8249E-01
1.0400E+02	2.5027E+02	2.6300E-01	8.4839E-01	1.0000E+00	4.1555E-01

0,225

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.225	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_0.225	sigma P1/ sigma Θ
3.5602E+03	6.6008E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	5.3936E+00
3.4246E+03	6.5440E+02	1.2013E-03	3.8750E-03	5.0000E-03	5.2332E+00
3.2989E+03	6.4882E+02	2.4025E-03	7.7500E-03	1.0000E-02	5.0845E+00
3.1793E+03	6.4332E+02	3.6038E-03	1.1625E-02	1.5000E-02	4.9420E+00
3.0680E+03	6.3791E+02	4.8050E-03	1.5500E-02	2.0000E-02	4.8095E+00
2.9620E+03	6.3259E+02	6.0063E-03	1.9375E-02	2.5000E-02	4.6823E+00
2.8631E+03	6.2734E+02	7.2075E-03	2.3250E-02	3.0000E-02	4.5638E+00
2.7687E+03	6.2218E+02	8.4088E-03	2.7125E-02	3.5000E-02	4.4499E+00
2.6803E+03	6.1709E+02	9.6100E-03	3.1000E-02	4.0000E-02	4.3434E+00
2.5959E+03	6.1209E+02	1.0811E-02	3.4875E-02	4.5000E-02	4.2410E+00
2.5167E+03	6.0716E+02	1.2013E-02	3.8750E-02	5.0000E-02	4.1450E+00
2.4409E+03	6.0230E+02	1.3214E-02	4.2625E-02	5.5000E-02	4.0525E+00
2.3696E+03	5.9752E+02	1.4415E-02	4.6500E-02	6.0000E-02	3.9657E+00
2.3012E+03	5.9281E+02	1.5616E-02	5.0375E-02	6.5000E-02	3.8819E+00
2.2368E+03	5.8817E+02	1.6818E-02	5.4250E-02	7.0000E-02	3.8030E+00
2.1750E+03	5.8360E+02	1.8019E-02	5.8125E-02	7.5000E-02	3.7268E+00
2.1165E+03	5.7909E+02	1.9220E-02	6.2000E-02	8.0000E-02	3.6549E+00
2.0604E+03	5.7465E+02	2.0421E-02	6.5875E-02	8.5000E-02	3.5855E+00
2.0072E+03	5.7028E+02	2.1623E-02	6.9750E-02	9.0000E-02	3.5197E+00
1.9561E+03	5.6597E+02	2.2824E-02	7.3625E-02	9.5000E-02	3.4562E+00
1.9076E+03	5.6172E+02	2.4025E-02	7.7500E-02	1.0000E-01	3.3960E+00
1.8609E+03	5.5753E+02	2.5226E-02	8.1375E-02	1.0500E-01	3.3377E+00
1.8165E+03	5.5340E+02	2.6428E-02	8.5250E-02	1.1000E-01	3.2824E+00
1.7737E+03	5.4934E+02	2.7629E-02	8.9125E-02	1.1500E-01	3.2287E+00
1.7329E+03	5.4533E+02	2.8830E-02	9.3000E-02	1.2000E-01	3.1777E+00
1.6936E+03	5.4137E+02	3.0031E-02	9.6875E-02	1.2500E-01	3.1283E+00
1.6560E+03	5.3747E+02	3.1233E-02	1.0075E-01	1.3000E-01	3.0811E+00
1.6198E+03	5.3363E+02	3.2434E-02	1.0462E-01	1.3500E-01	3.0354E+00
1.5852E+03	5.2984E+02	3.3635E-02	1.0850E-01	1.4000E-01	2.9918E+00

1.5517E+03	5.2610E+02	3.4836E-02	1.1238E-01	1.4500E-01	2.9494E+00
1.5196E+03	5.2241E+02	3.6038E-02	1.1625E-01	1.5000E-01	2.9088E+00
1.4886E+03	5.1878E+02	3.7239E-02	1.2012E-01	1.5500E-01	2.8695E+00
1.4589E+03	5.1519E+02	3.8440E-02	1.2400E-01	1.6000E-01	2.8317E+00
1.4301E+03	5.1165E+02	3.9641E-02	1.2788E-01	1.6500E-01	2.7950E+00
1.4025E+03	5.0816E+02	4.0843E-02	1.3175E-01	1.7000E-01	2.7598E+00
1.3757E+03	5.0472E+02	4.2044E-02	1.3562E-01	1.7500E-01	2.7256E+00
1.3499E+03	5.0132E+02	4.3245E-02	1.3950E-01	1.8000E-01	2.6927E+00
1.3249E+03	4.9797E+02	4.4446E-02	1.4338E-01	1.8500E-01	2.6606E+00
1.3009E+03	4.9467E+02	4.5648E-02	1.4725E-01	1.9000E-01	2.6298E+00
1.2775E+03	4.9140E+02	4.6849E-02	1.5112E-01	1.9500E-01	2.5998E+00
1.2550E+03	4.8818E+02	4.8050E-02	1.5500E-01	2.0000E-01	2.5708E+00
1.2332E+03	4.8501E+02	4.9251E-02	1.5887E-01	2.0500E-01	2.5426E+00
1.2121E+03	4.8187E+02	5.0453E-02	1.6275E-01	2.1000E-01	2.5153E+00
1.1916E+03	4.7878E+02	5.1654E-02	1.6662E-01	2.1500E-01	2.4887E+00
1.1717E+03	4.7572E+02	5.2855E-02	1.7050E-01	2.2000E-01	2.4630E+00
1.1524E+03	4.7271E+02	5.4056E-02	1.7437E-01	2.2500E-01	2.4379E+00
1.1338E+03	4.6973E+02	5.5258E-02	1.7825E-01	2.3000E-01	2.4137E+00
1.1156E+03	4.6679E+02	5.6459E-02	1.8213E-01	2.3500E-01	2.3899E+00
1.0980E+03	4.6389E+02	5.7660E-02	1.8600E-01	2.4000E-01	2.3669E+00
1.0808E+03	4.6102E+02	5.8861E-02	1.8987E-01	2.4500E-01	2.3444E+00
1.0642E+03	4.5819E+02	6.0063E-02	1.9375E-01	2.5000E-01	2.3226E+00
1.0480E+03	4.5540E+02	6.1264E-02	1.9763E-01	2.5500E-01	2.3013E+00
1.0323E+03	4.5264E+02	6.2465E-02	2.0150E-01	2.6000E-01	2.2805E+00
1.0169E+03	4.4992E+02	6.3666E-02	2.0537E-01	2.6500E-01	2.2602E+00
1.0020E+03	4.4723E+02	6.4868E-02	2.0925E-01	2.7000E-01	2.2404E+00
9.8742E+02	4.4457E+02	6.6069E-02	2.1313E-01	2.7500E-01	2.2210E+00
9.7324E+02	4.4195E+02	6.7270E-02	2.1700E-01	2.8000E-01	2.2022E+00
9.5940E+02	4.3936E+02	6.8471E-02	2.2087E-01	2.8500E-01	2.1836E+00
9.4592E+02	4.3680E+02	6.9673E-02	2.2475E-01	2.9000E-01	2.1656E+00
9.3275E+02	4.3427E+02	7.0874E-02	2.2863E-01	2.9500E-01	2.1479E+00
9.1991E+02	4.3177E+02	7.2075E-02	2.3250E-01	3.0000E-01	2.1305E+00
9.0735E+02	4.2930E+02	7.3276E-02	2.3637E-01	3.0500E-01	2.1135E+00
8.9510E+02	4.2687E+02	7.4478E-02	2.4025E-01	3.1000E-01	2.0969E+00
8.8311E+02	4.2446E+02	7.5679E-02	2.4413E-01	3.1500E-01	2.0806E+00
8.7140E+02	4.2208E+02	7.6880E-02	2.4800E-01	3.2000E-01	2.0646E+00
8.5994E+02	4.1972E+02	7.8081E-02	2.5187E-01	3.2500E-01	2.0488E+00
8.4873E+02	4.1740E+02	7.9283E-02	2.5575E-01	3.3000E-01	2.0334E+00
8.3776E+02	4.1510E+02	8.0484E-02	2.5963E-01	3.3500E-01	2.0182E+00
8.2702E+02	4.1283E+02	8.1685E-02	2.6350E-01	3.4000E-01	2.0033E+00
8.1650E+02	4.1059E+02	8.2886E-02	2.6737E-01	3.4500E-01	1.9886E+00
8.0619E+02	4.0837E+02	8.4088E-02	2.7125E-01	3.5000E-01	1.9742E+00
7.9608E+02	4.0618E+02	8.5289E-02	2.7512E-01	3.5500E-01	1.9599E+00
7.8618E+02	4.0401E+02	8.6490E-02	2.7900E-01	3.6000E-01	1.9459E+00
7.7646E+02	4.0187E+02	8.7691E-02	2.8287E-01	3.6500E-01	1.9321E+00
7.6693E+02	3.9976E+02	8.8893E-02	2.8675E-01	3.7000E-01	1.9185E+00

7.5757E+02	3.9766E+02	9.0094E-02	2.9062E-01	3.7500E-01	1.9051E+00
7.4839E+02	3.9559E+02	9.1295E-02	2.9450E-01	3.8000E-01	1.8918E+00
7.3936E+02	3.9355E+02	9.2496E-02	2.9838E-01	3.8500E-01	1.8787E+00
7.3050E+02	3.9153E+02	9.3698E-02	3.0225E-01	3.9000E-01	1.8658E+00
7.2179E+02	3.8953E+02	9.4899E-02	3.0612E-01	3.9500E-01	1.8530E+00
7.1323E+02	3.8755E+02	9.6100E-02	3.1000E-01	4.0000E-01	1.8404E+00
7.0481E+02	3.8559E+02	9.7301E-02	3.1388E-01	4.0500E-01	1.8279E+00
6.9653E+02	3.8366E+02	9.8503E-02	3.1775E-01	4.1000E-01	1.8155E+00
6.8838E+02	3.8175E+02	9.9704E-02	3.2162E-01	4.1500E-01	1.8032E+00
6.8036E+02	3.7986E+02	1.0091E-01	3.2550E-01	4.2000E-01	1.7911E+00
6.7247E+02	3.7799E+02	1.0211E-01	3.2937E-01	4.2500E-01	1.7791E+00
6.6469E+02	3.7614E+02	1.0331E-01	3.3325E-01	4.3000E-01	1.7671E+00
6.5703E+02	3.7431E+02	1.0451E-01	3.3713E-01	4.3500E-01	1.7553E+00
6.4948E+02	3.7250E+02	1.0571E-01	3.4100E-01	4.4000E-01	1.7436E+00
6.4204E+02	3.7071E+02	1.0691E-01	3.4487E-01	4.4500E-01	1.7319E+00
6.3470E+02	3.6894E+02	1.0811E-01	3.4875E-01	4.5000E-01	1.7203E+00
6.2747E+02	3.6719E+02	1.0931E-01	3.5263E-01	4.5500E-01	1.7088E+00
6.2033E+02	3.6546E+02	1.1052E-01	3.5650E-01	4.6000E-01	1.6974E+00
6.1328E+02	3.6374E+02	1.1172E-01	3.6037E-01	4.6500E-01	1.6860E+00
6.0633E+02	3.6205E+02	1.1292E-01	3.6425E-01	4.7000E-01	1.6747E+00
5.9946E+02	3.6037E+02	1.1412E-01	3.6813E-01	4.7500E-01	1.6635E+00
5.9268E+02	3.5871E+02	1.1532E-01	3.7200E-01	4.8000E-01	1.6523E+00
5.8599E+02	3.5707E+02	1.1652E-01	3.7587E-01	4.8500E-01	1.6411E+00
5.7937E+02	3.5544E+02	1.1772E-01	3.7975E-01	4.9000E-01	1.6300E+00
5.7282E+02	3.5384E+02	1.1892E-01	3.8363E-01	4.9500E-01	1.6189E+00
5.6636E+02	3.5224E+02	1.2013E-01	3.8750E-01	5.0000E-01	1.6078E+00
5.5996E+02	3.5067E+02	1.2133E-01	3.9137E-01	5.0500E-01	1.5968E+00
5.5363E+02	3.4911E+02	1.2253E-01	3.9525E-01	5.1000E-01	1.5858E+00
5.4737E+02	3.4757E+02	1.2373E-01	3.9913E-01	5.1500E-01	1.5749E+00
5.4118E+02	3.4604E+02	1.2493E-01	4.0300E-01	5.2000E-01	1.5639E+00
5.3504E+02	3.4453E+02	1.2613E-01	4.0687E-01	5.2500E-01	1.5530E+00
5.2897E+02	3.4303E+02	1.2733E-01	4.1075E-01	5.3000E-01	1.5420E+00
5.2296E+02	3.4155E+02	1.2853E-01	4.1463E-01	5.3500E-01	1.5311E+00
5.1700E+02	3.4009E+02	1.2974E-01	4.1850E-01	5.4000E-01	1.5202E+00
5.1109E+02	3.3864E+02	1.3094E-01	4.2237E-01	5.4500E-01	1.5093E+00
5.0524E+02	3.3720E+02	1.3214E-01	4.2625E-01	5.5000E-01	1.4983E+00
4.9944E+02	3.3578E+02	1.3334E-01	4.3013E-01	5.5500E-01	1.4874E+00
4.9369E+02	3.3438E+02	1.3454E-01	4.3400E-01	5.6000E-01	1.4764E+00
4.8798E+02	3.3298E+02	1.3574E-01	4.3787E-01	5.6500E-01	1.4655E+00
4.8232E+02	3.3160E+02	1.3694E-01	4.4175E-01	5.7000E-01	1.4545E+00
4.7671E+02	3.3024E+02	1.3814E-01	4.4563E-01	5.7500E-01	1.4435E+00
4.7113E+02	3.2889E+02	1.3935E-01	4.4950E-01	5.8000E-01	1.4325E+00
4.6560E+02	3.2755E+02	1.4055E-01	4.5337E-01	5.8500E-01	1.4215E+00
4.6011E+02	3.2622E+02	1.4175E-01	4.5725E-01	5.9000E-01	1.4104E+00
4.5465E+02	3.2491E+02	1.4295E-01	4.6113E-01	5.9500E-01	1.3993E+00
4.4923E+02	3.2361E+02	1.4415E-01	4.6500E-01	6.0000E-01	1.3882E+00

4.4385E+02	3.2232E+02	1.4535E-01	4.6887E-01	6.0500E-01	1.3770E+00
4.3850E+02	3.2105E+02	1.4655E-01	4.7275E-01	6.1000E-01	1.3658E+00
4.3318E+02	3.1978E+02	1.4775E-01	4.7663E-01	6.1500E-01	1.3546E+00
4.2789E+02	3.1853E+02	1.4896E-01	4.8050E-01	6.2000E-01	1.3433E+00
4.2263E+02	3.1730E+02	1.5016E-01	4.8437E-01	6.2500E-01	1.3320E+00
4.1740E+02	3.1607E+02	1.5136E-01	4.8825E-01	6.3000E-01	1.3206E+00
4.1220E+02	3.1485E+02	1.5256E-01	4.9213E-01	6.3500E-01	1.3092E+00
4.0702E+02	3.1365E+02	1.5376E-01	4.9600E-01	6.4000E-01	1.2977E+00
4.0187E+02	3.1246E+02	1.5496E-01	4.9987E-01	6.4500E-01	1.2862E+00
3.9675E+02	3.1128E+02	1.5616E-01	5.0375E-01	6.5000E-01	1.2746E+00
3.9164E+02	3.1011E+02	1.5736E-01	5.0763E-01	6.5500E-01	1.2629E+00
3.8656E+02	3.0895E+02	1.5857E-01	5.1150E-01	6.6000E-01	1.2512E+00
3.8150E+02	3.0780E+02	1.5977E-01	5.1537E-01	6.6500E-01	1.2394E+00
3.7646E+02	3.0667E+02	1.6097E-01	5.1925E-01	6.7000E-01	1.2276E+00
3.7144E+02	3.0554E+02	1.6217E-01	5.2313E-01	6.7500E-01	1.2157E+00
3.6643E+02	3.0443E+02	1.6337E-01	5.2700E-01	6.8000E-01	1.2037E+00
3.6144E+02	3.0332E+02	1.6457E-01	5.3087E-01	6.8500E-01	1.1916E+00
3.5647E+02	3.0222E+02	1.6577E-01	5.3475E-01	6.9000E-01	1.1795E+00
3.5152E+02	3.0114E+02	1.6697E-01	5.3863E-01	6.9500E-01	1.1673E+00
3.4657E+02	3.0006E+02	1.6818E-01	5.4250E-01	7.0000E-01	1.1550E+00
3.4164E+02	2.9900E+02	1.6938E-01	5.4637E-01	7.0500E-01	1.1426E+00
3.3673E+02	2.9794E+02	1.7058E-01	5.5025E-01	7.1000E-01	1.1302E+00
3.3182E+02	2.9690E+02	1.7178E-01	5.5413E-01	7.1500E-01	1.1176E+00
3.2693E+02	2.9586E+02	1.7298E-01	5.5800E-01	7.2000E-01	1.1050E+00
3.2204E+02	2.9483E+02	1.7418E-01	5.6187E-01	7.2500E-01	1.0923E+00
3.1717E+02	2.9381E+02	1.7538E-01	5.6575E-01	7.3000E-01	1.0795E+00
3.1230E+02	2.9280E+02	1.7658E-01	5.6963E-01	7.3500E-01	1.0666E+00
3.0744E+02	2.9180E+02	1.7779E-01	5.7350E-01	7.4000E-01	1.0536E+00
3.0259E+02	2.9081E+02	1.7899E-01	5.7737E-01	7.4500E-01	1.0405E+00
2.9775E+02	2.8983E+02	1.8019E-01	5.8125E-01	7.5000E-01	1.0273E+00
2.9291E+02	2.8886E+02	1.8139E-01	5.8513E-01	7.5500E-01	1.0140E+00
2.8807E+02	2.8789E+02	1.8259E-01	5.8900E-01	7.6000E-01	1.0006E+00
2.8324E+02	2.8694E+02	1.8379E-01	5.9287E-01	7.6500E-01	9.8713E-01
2.7842E+02	2.8599E+02	1.8499E-01	5.9675E-01	7.7000E-01	9.7352E-01
2.7359E+02	2.8505E+02	1.8619E-01	6.0063E-01	7.7500E-01	9.5981E-01
2.6877E+02	2.8412E+02	1.8740E-01	6.0450E-01	7.8000E-01	9.4598E-01
2.6395E+02	2.8319E+02	1.8860E-01	6.0837E-01	7.8500E-01	9.3204E-01
2.5913E+02	2.8228E+02	1.8980E-01	6.1225E-01	7.9000E-01	9.1799E-01
2.5431E+02	2.8137E+02	1.9100E-01	6.1613E-01	7.9500E-01	9.0383E-01
2.4949E+02	2.8047E+02	1.9220E-01	6.2000E-01	8.0000E-01	8.8954E-01
2.4467E+02	2.7958E+02	1.9340E-01	6.2387E-01	8.0500E-01	8.7513E-01
2.3985E+02	2.7869E+02	1.9460E-01	6.2775E-01	8.1000E-01	8.6060E-01
2.3502E+02	2.7782E+02	1.9580E-01	6.3163E-01	8.1500E-01	8.4596E-01
2.3019E+02	2.7695E+02	1.9701E-01	6.3550E-01	8.2000E-01	8.3117E-01
2.2536E+02	2.7609E+02	1.9821E-01	6.3937E-01	8.2500E-01	8.1627E-01
2.2053E+02	2.7523E+02	1.9941E-01	6.4325E-01	8.3000E-01	8.0124E-01

2.1569E+02	2.7438E+02	2.0061E-01	6.4713E-01	8.3500E-01	7.8608E-01
2.1084E+02	2.7354E+02	2.0181E-01	6.5100E-01	8.4000E-01	7.7077E-01
2.0599E+02	2.7271E+02	2.0301E-01	6.5487E-01	8.4500E-01	7.5535E-01
2.0113E+02	2.7188E+02	2.0421E-01	6.5875E-01	8.5000E-01	7.3978E-01
1.9627E+02	2.7107E+02	2.0541E-01	6.6263E-01	8.5500E-01	7.2407E-01
1.9140E+02	2.7025E+02	2.0662E-01	6.6650E-01	8.6000E-01	7.0822E-01
1.8652E+02	2.6945E+02	2.0782E-01	6.7037E-01	8.6500E-01	6.9224E-01
1.8163E+02	2.6865E+02	2.0902E-01	6.7425E-01	8.7000E-01	6.7610E-01
1.7674E+02	2.6786E+02	2.1022E-01	6.7813E-01	8.7500E-01	6.5983E-01
1.7183E+02	2.6707E+02	2.1142E-01	6.8200E-01	8.8000E-01	6.4340E-01
1.6692E+02	2.6629E+02	2.1262E-01	6.8587E-01	8.8500E-01	6.2682E-01
1.6199E+02	2.6552E+02	2.1382E-01	6.8975E-01	8.9000E-01	6.1009E-01
1.5706E+02	2.6475E+02	2.1502E-01	6.9363E-01	8.9500E-01	5.9322E-01
1.5211E+02	2.6399E+02	2.1623E-01	6.9750E-01	9.0000E-01	5.7618E-01
1.4715E+02	2.6324E+02	2.1743E-01	7.0137E-01	9.0500E-01	5.5899E-01
1.4217E+02	2.6249E+02	2.1863E-01	7.0525E-01	9.1000E-01	5.4164E-01
1.3719E+02	2.6175E+02	2.1983E-01	7.0913E-01	9.1500E-01	5.2413E-01
1.3219E+02	2.6101E+02	2.2103E-01	7.1300E-01	9.2000E-01	5.0645E-01
1.2718E+02	2.6028E+02	2.2223E-01	7.1687E-01	9.2500E-01	4.8862E-01
1.2215E+02	2.5956E+02	2.2343E-01	7.2075E-01	9.3000E-01	4.7061E-01
1.1711E+02	2.5884E+02	2.2463E-01	7.2463E-01	9.3500E-01	4.5245E-01
1.1205E+02	2.5813E+02	2.2584E-01	7.2850E-01	9.4000E-01	4.3410E-01
1.0698E+02	2.5742E+02	2.2704E-01	7.3237E-01	9.4500E-01	4.1559E-01
1.0189E+02	2.5672E+02	2.2824E-01	7.3625E-01	9.5000E-01	3.9690E-01
9.6787E+01	2.5602E+02	2.2944E-01	7.4013E-01	9.5500E-01	3.7804E-01
9.1664E+01	2.5533E+02	2.3064E-01	7.4400E-01	9.6000E-01	3.5900E-01
8.6525E+01	2.5465E+02	2.3184E-01	7.4787E-01	9.6500E-01	3.3978E-01
8.1366E+01	2.5397E+02	2.3304E-01	7.5175E-01	9.7000E-01	3.2038E-01
7.6191E+01	2.5329E+02	2.3424E-01	7.5563E-01	9.7500E-01	3.0080E-01
7.0997E+01	2.5262E+02	2.3545E-01	7.5950E-01	9.8000E-01	2.8104E-01
6.5785E+01	2.5196E+02	2.3665E-01	7.6337E-01	9.8500E-01	2.6109E-01
6.0555E+01	2.5130E+02	2.3785E-01	7.6725E-01	9.9000E-01	2.4097E-01
5.5309E+01	2.5065E+02	2.3905E-01	7.7113E-01	9.9500E-01	2.2066E-01
5.0033E+01	2.5000E+02	2.4025E-01	7.7500E-01	1.0000E+00	2.0013E-01

0,30

sigma P1	sigma Θ	distance p/0.30	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_0.30	sigma P1/ sigma Θ
3.2015E+03	5.6445E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	5.6719E+00
3.0977E+03	5.5686E+02	2.1700E-03	7.0000E-03	1.0000E-02	5.5628E+00
2.9832E+03	5.4947E+02	4.3400E-03	1.4000E-02	2.0000E-02	5.4292E+00
2.8508E+03	5.4226E+02	6.5100E-03	2.1000E-02	3.0000E-02	5.2573E+00
2.7258E+03	5.3523E+02	8.6800E-03	2.8000E-02	4.0000E-02	5.0927E+00
2.6092E+03	5.2838E+02	1.0850E-02	3.5000E-02	5.0000E-02	4.9380E+00
2.5013E+03	5.2171E+02	1.3020E-02	4.2000E-02	6.0000E-02	4.7945E+00

2.3982E+03	5.1519E+02	1.5190E-02	4.9000E-02	7.0000E-02	4.6550E+00
2.3030E+03	5.0884E+02	1.7360E-02	5.6000E-02	8.0000E-02	4.5259E+00
2.2125E+03	5.0263E+02	1.9530E-02	6.3000E-02	9.0000E-02	4.4019E+00
2.1288E+03	4.9658E+02	2.1700E-02	7.0000E-02	1.0000E-01	4.2869E+00
2.0492E+03	4.9067E+02	2.3870E-02	7.7000E-02	1.1000E-01	4.1762E+00
1.9751E+03	4.8491E+02	2.6040E-02	8.4000E-02	1.2000E-01	4.0732E+00
1.9047E+03	4.7927E+02	2.8210E-02	9.1000E-02	1.3000E-01	3.9741E+00
1.8389E+03	4.7377E+02	3.0380E-02	9.8000E-02	1.4000E-01	3.8815E+00
1.7763E+03	4.6840E+02	3.2550E-02	1.0500E-01	1.5000E-01	3.7923E+00
1.7176E+03	4.6314E+02	3.4720E-02	1.1200E-01	1.6000E-01	3.7086E+00
1.6616E+03	4.5801E+02	3.6890E-02	1.1900E-01	1.7000E-01	3.6279E+00
1.6090E+03	4.5300E+02	3.9060E-02	1.2600E-01	1.8000E-01	3.5519E+00
1.5587E+03	4.4809E+02	4.1230E-02	1.3300E-01	1.9000E-01	3.4786E+00
1.5113E+03	4.4330E+02	4.3400E-02	1.4000E-01	2.0000E-01	3.4092E+00
1.4659E+03	4.3861E+02	4.5570E-02	1.4700E-01	2.1000E-01	3.3421E+00
1.4230E+03	4.3403E+02	4.7740E-02	1.5400E-01	2.2000E-01	3.2785E+00
1.3818E+03	4.2954E+02	4.9910E-02	1.6100E-01	2.3000E-01	3.2168E+00
1.3427E+03	4.2515E+02	5.2080E-02	1.6800E-01	2.4000E-01	3.1582E+00
1.3052E+03	4.2086E+02	5.4250E-02	1.7500E-01	2.5000E-01	3.1012E+00
1.2695E+03	4.1666E+02	5.6420E-02	1.8200E-01	2.6000E-01	3.0468E+00
1.2351E+03	4.1254E+02	5.8590E-02	1.8900E-01	2.7000E-01	2.9939E+00
1.2023E+03	4.0851E+02	6.0760E-02	1.9600E-01	2.8000E-01	2.9432E+00
1.1708E+03	4.0457E+02	6.2930E-02	2.0300E-01	2.9000E-01	2.8938E+00
1.1406E+03	4.0071E+02	6.5100E-02	2.1000E-01	3.0000E-01	2.8463E+00
1.1114E+03	3.9693E+02	6.7270E-02	2.1700E-01	3.1000E-01	2.8000E+00
1.0834E+03	3.9322E+02	6.9440E-02	2.2400E-01	3.2000E-01	2.7552E+00
1.0564E+03	3.8959E+02	7.1610E-02	2.3100E-01	3.3000E-01	2.7115E+00
1.0304E+03	3.8603E+02	7.3780E-02	2.3800E-01	3.4000E-01	2.6692E+00
1.0052E+03	3.8255E+02	7.5950E-02	2.4500E-01	3.5000E-01	2.6277E+00
9.8096E+02	3.7913E+02	7.8120E-02	2.5200E-01	3.6000E-01	2.5874E+00
9.5743E+02	3.7578E+02	8.0290E-02	2.5900E-01	3.7000E-01	2.5478E+00
9.3472E+02	3.7250E+02	8.2460E-02	2.6600E-01	3.8000E-01	2.5093E+00
9.1264E+02	3.6928E+02	8.4630E-02	2.7300E-01	3.9000E-01	2.4714E+00
8.9128E+02	3.6613E+02	8.6800E-02	2.8000E-01	4.0000E-01	2.4343E+00
8.7048E+02	3.6303E+02	8.8970E-02	2.8700E-01	4.1000E-01	2.3978E+00
8.5032E+02	3.5999E+02	9.1140E-02	2.9400E-01	4.2000E-01	2.3620E+00
8.3066E+02	3.5702E+02	9.3310E-02	3.0100E-01	4.3000E-01	2.3267E+00
8.1156E+02	3.5409E+02	9.5480E-02	3.0800E-01	4.4000E-01	2.2919E+00
7.9291E+02	3.5123E+02	9.7650E-02	3.1500E-01	4.5000E-01	2.2576E+00
7.7475E+02	3.4841E+02	9.9820E-02	3.2200E-01	4.6000E-01	2.2237E+00
7.5699E+02	3.4565E+02	1.0199E-01	3.2900E-01	4.7000E-01	2.1901E+00
7.3967E+02	3.4294E+02	1.0416E-01	3.3600E-01	4.8000E-01	2.1568E+00
7.2270E+02	3.4028E+02	1.0633E-01	3.4300E-01	4.9000E-01	2.1239E+00
7.0612E+02	3.3767E+02	1.0850E-01	3.5000E-01	5.0000E-01	2.0912E+00
6.8986E+02	3.3510E+02	1.1067E-01	3.5700E-01	5.1000E-01	2.0587E+00
6.7393E+02	3.3258E+02	1.1284E-01	3.6400E-01	5.2000E-01	2.0264E+00

6.5829E+02	3.3011E+02	1.1501E-01	3.7100E-01	5.3000E-01	1.9942E+00
6.4294E+02	3.2768E+02	1.1718E-01	3.7800E-01	5.4000E-01	1.9621E+00
6.2785E+02	3.2529E+02	1.1935E-01	3.8500E-01	5.5000E-01	1.9301E+00
6.1303E+02	3.2294E+02	1.2152E-01	3.9200E-01	5.6000E-01	1.8983E+00
5.9844E+02	3.2064E+02	1.2369E-01	3.9900E-01	5.7000E-01	1.8664E+00
5.8412E+02	3.1837E+02	1.2586E-01	4.0600E-01	5.8000E-01	1.8347E+00
5.7017E+02	3.1615E+02	1.2803E-01	4.1300E-01	5.9000E-01	1.8035E+00
5.5636E+02	3.1396E+02	1.3020E-01	4.2000E-01	6.0000E-01	1.7721E+00
5.4260E+02	3.1181E+02	1.3237E-01	4.2700E-01	6.1000E-01	1.7401E+00
5.2893E+02	3.0970E+02	1.3454E-01	4.3400E-01	6.2000E-01	1.7079E+00
5.1546E+02	3.0762E+02	1.3671E-01	4.4100E-01	6.3000E-01	1.6756E+00
5.0213E+02	3.0558E+02	1.3888E-01	4.4800E-01	6.4000E-01	1.6432E+00
4.8894E+02	3.0357E+02	1.4105E-01	4.5500E-01	6.5000E-01	1.6106E+00
4.7588E+02	3.0159E+02	1.4322E-01	4.6200E-01	6.6000E-01	1.5779E+00
4.6293E+02	2.9965E+02	1.4539E-01	4.6900E-01	6.7000E-01	1.5449E+00
4.5009E+02	2.9774E+02	1.4756E-01	4.7600E-01	6.8000E-01	1.5117E+00
4.3736E+02	2.9586E+02	1.4973E-01	4.8300E-01	6.9000E-01	1.4783E+00
4.2471E+02	2.9401E+02	1.5190E-01	4.9000E-01	7.0000E-01	1.4445E+00
4.1214E+02	2.9219E+02	1.5407E-01	4.9700E-01	7.1000E-01	1.4105E+00
3.9965E+02	2.9040E+02	1.5624E-01	5.0400E-01	7.2000E-01	1.3762E+00
3.8723E+02	2.8864E+02	1.5841E-01	5.1100E-01	7.3000E-01	1.3416E+00
3.7487E+02	2.8691E+02	1.6058E-01	5.1800E-01	7.4000E-01	1.3066E+00
3.6257E+02	2.8520E+02	1.6275E-01	5.2500E-01	7.5000E-01	1.2713E+00
3.5030E+02	2.8352E+02	1.6492E-01	5.3200E-01	7.6000E-01	1.2356E+00
3.3809E+02	2.8187E+02	1.6709E-01	5.3900E-01	7.7000E-01	1.1995E+00
3.2590E+02	2.8024E+02	1.6926E-01	5.4600E-01	7.8000E-01	1.1629E+00
3.1375E+02	2.7864E+02	1.7143E-01	5.5300E-01	7.9000E-01	1.1260E+00
3.0161E+02	2.7706E+02	1.7360E-01	5.6000E-01	8.0000E-01	1.0886E+00
2.8950E+02	2.7551E+02	1.7577E-01	5.6700E-01	8.1000E-01	1.0508E+00
2.7739E+02	2.7398E+02	1.7794E-01	5.7400E-01	8.2000E-01	1.0125E+00
2.6530E+02	2.7247E+02	1.8011E-01	5.8100E-01	8.3000E-01	9.7367E-01
2.5320E+02	2.7099E+02	1.8228E-01	5.8800E-01	8.4000E-01	9.3436E-01
2.4110E+02	2.6953E+02	1.8445E-01	5.9500E-01	8.5000E-01	8.9454E-01
2.2899E+02	2.6809E+02	1.8662E-01	6.0200E-01	8.6000E-01	8.5417E-01
2.1687E+02	2.6667E+02	1.8879E-01	6.0900E-01	8.7000E-01	8.1327E-01
2.0473E+02	2.6527E+02	1.9096E-01	6.1600E-01	8.8000E-01	7.7178E-01
1.9257E+02	2.6389E+02	1.9313E-01	6.2300E-01	8.9000E-01	7.2974E-01
1.8038E+02	2.6254E+02	1.9530E-01	6.3000E-01	9.0000E-01	6.8707E-01
1.6817E+02	2.6120E+02	1.9747E-01	6.3700E-01	9.1000E-01	6.4382E-01
1.5591E+02	2.5988E+02	1.9964E-01	6.4400E-01	9.2000E-01	5.9992E-01
1.4362E+02	2.5859E+02	2.0181E-01	6.5100E-01	9.3000E-01	5.5540E-01
1.3128E+02	2.5731E+02	2.0398E-01	6.5800E-01	9.4000E-01	5.1021E-01
1.1890E+02	2.5604E+02	2.0615E-01	6.6500E-01	9.5000E-01	4.6437E-01
1.0646E+02	2.5480E+02	2.0832E-01	6.7200E-01	9.6000E-01	4.1782E-01
9.3973E+01	2.5357E+02	2.1049E-01	6.7900E-01	9.7000E-01	3.7059E-01
8.1428E+01	2.5237E+02	2.1266E-01	6.8600E-01	9.8000E-01	3.2266E-01

6.8828E+01	2.5117E+02	2.1483E-01	6.9300E-01	9.9000E-01	2.7402E-01
5.6146E+01	2.5000E+02	2.1700E-01	7.0000E-01	1.0000E+00	2.2458E-01

OBSERVAÇÕES:

1 - raio externo = 3x raio interno
2 - $p_i=1000\text{MPa}$
3 - cálculo ao longo da espessura do tubo
4 - σ_Θ (equação) = σ_{P1} no MEF
5 - σ_R (equação) = σ_{P3} no MEF

Anexo IV:

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão ($\rho/w = 0,013$ e $\rho/w = 0,30$, menor e maior razão de defeito, respectivamente) - Tensão Radial - MEF

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - $\rho/w = 0,013$ - Tensão Radial - MEF

```
ADINA: AUI version "7.5.4," 20 July 2013:00:00 Pressure Vessel - P31 Kt
Licensed from ADINA "R&D," Inc.
Finite element program "ADINA," response range type load-step:
Listing for line 0.013_SIGMAP3_DISTANCE:
Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
On shell "sections," element variables are evaluated on the shell top "layer," t = 1
```

```
Time 0.00E+00
LINE DISTANCE SIGMA-P3
```

* NOT FOUND

```
Time 1.00E+00
LINE DISTANCE SIGMA-P3
```

```
Time 1.00E+00
```

1	0.00E+00	-4.08E+02
2	1.53E-03	-4.22E+02
3	3.06E-03	3.27E+01
4	4.59E-03	-2.44E+02
5	6.12E-03	-3.23E+02
6	7.65E-03	-3.99E+02
7	9.18E-03	-4.58E+02
8	1.07E-02	-4.93E+02
9	1.22E-02	-5.26E+02
10	1.38E-02	-5.43E+02
11	1.53E-02	-5.59E+02
12	1.68E-02	-5.67E+02
13	1.84E-02	-5.74E+02
14	1.99E-02	-5.75E+02
15	2.14E-02	-5.77E+02
16	2.30E-02	-5.74E+02
17	2.45E-02	-5.72E+02
18	2.60E-02	-5.68E+02
19	2.75E-02	-5.64E+02
20	2.91E-02	-5.58E+02

21	3.06E-02	-5.52E+02
22	3.21E-02	-5.46E+02
23	3.37E-02	-5.39E+02
24	3.52E-02	-5.32E+02
25	3.67E-02	-5.25E+02
26	3.83E-02	-5.18E+02
27	3.98E-02	-5.11E+02
28	4.13E-02	-5.03E+02
29	4.28E-02	-4.96E+02
30	4.44E-02	-4.88E+02
31	4.59E-02	-4.81E+02
32	4.74E-02	-4.74E+02
33	4.90E-02	-4.66E+02
34	5.05E-02	-4.59E+02
35	5.20E-02	-4.52E+02
36	5.36E-02	-4.44E+02
37	5.51E-02	-4.37E+02
38	5.66E-02	-4.30E+02
39	5.81E-02	-4.23E+02
40	5.97E-02	-4.17E+02
41	6.12E-02	-4.10E+02
42	6.27E-02	-4.03E+02
43	6.43E-02	-3.96E+02
44	6.58E-02	-3.90E+02
45	6.73E-02	-3.84E+02
46	6.89E-02	-3.77E+02
47	7.04E-02	-3.71E+02
48	7.19E-02	-3.65E+02
49	7.34E-02	-3.59E+02
50	7.50E-02	-3.53E+02
51	7.65E-02	-3.47E+02
52	7.80E-02	-3.42E+02
53	7.96E-02	-3.36E+02
54	8.11E-02	-3.31E+02
55	8.26E-02	-3.25E+02
56	8.42E-02	-3.20E+02
57	8.57E-02	-3.14E+02
58	8.72E-02	-3.09E+02
59	8.87E-02	-3.04E+02
60	9.03E-02	-2.99E+02
61	9.18E-02	-2.94E+02
62	9.33E-02	-2.89E+02
63	9.49E-02	-2.85E+02
64	9.64E-02	-2.80E+02
65	9.79E-02	-2.75E+02
66	9.95E-02	-2.71E+02
67	1.01E-01	-2.66E+02
68	1.03E-01	-2.62E+02
69	1.04E-01	-2.57E+02
70	1.06E-01	-2.53E+02
71	1.07E-01	-2.49E+02
72	1.09E-01	-2.45E+02
73	1.10E-01	-2.41E+02
74	1.12E-01	-2.37E+02
75	1.13E-01	-2.33E+02
76	1.15E-01	-2.29E+02
77	1.16E-01	-2.25E+02
78	1.18E-01	-2.22E+02
79	1.19E-01	-2.18E+02
80	1.21E-01	-2.14E+02
81	1.22E-01	-2.11E+02
82	1.24E-01	-2.07E+02
83	1.25E-01	-2.04E+02
84	1.27E-01	-2.00E+02
85	1.29E-01	-1.97E+02
86	1.30E-01	-1.93E+02
87	1.32E-01	-1.90E+02
88	1.33E-01	-1.87E+02
89	1.35E-01	-1.84E+02
90	1.36E-01	-1.81E+02

91	1.38E-01	-1.78E+02
92	1.39E-01	-1.75E+02
93	1.41E-01	-1.72E+02
94	1.42E-01	-1.69E+02
95	1.44E-01	-1.66E+02
96	1.45E-01	-1.63E+02
97	1.47E-01	-1.60E+02
98	1.48E-01	-1.57E+02
99	1.50E-01	-1.55E+02
100	1.51E-01	-1.52E+02
101	1.53E-01	-1.49E+02
102	1.55E-01	-1.47E+02
103	1.56E-01	-1.44E+02
104	1.58E-01	-1.42E+02
105	1.59E-01	-1.39E+02
106	1.61E-01	-1.37E+02
107	1.62E-01	-1.34E+02
108	1.64E-01	-1.32E+02
109	1.65E-01	-1.29E+02
110	1.67E-01	-1.27E+02
111	1.68E-01	-1.25E+02
112	1.70E-01	-1.22E+02
113	1.71E-01	-1.20E+02
114	1.73E-01	-1.18E+02
115	1.74E-01	-1.16E+02
116	1.76E-01	-1.14E+02
117	1.77E-01	-1.11E+02
118	1.79E-01	-1.09E+02
119	1.81E-01	-1.07E+02
120	1.82E-01	-1.05E+02
121	1.84E-01	-1.03E+02
122	1.85E-01	-1.01E+02
123	1.87E-01	-9.93E+01
124	1.88E-01	-9.73E+01
125	1.90E-01	-9.54E+01
126	1.91E-01	-9.35E+01
127	1.93E-01	-9.17E+01
128	1.94E-01	-8.98E+01
129	1.96E-01	-8.80E+01
130	1.97E-01	-8.62E+01
131	1.99E-01	-8.44E+01
132	2.00E-01	-8.27E+01
133	2.02E-01	-8.09E+01
134	2.03E-01	-7.93E+01
135	2.05E-01	-7.76E+01
136	2.07E-01	-7.59E+01
137	2.08E-01	-7.42E+01
138	2.10E-01	-7.26E+01
139	2.11E-01	-7.10E+01
140	2.13E-01	-6.94E+01
141	2.14E-01	-6.79E+01
142	2.16E-01	-6.63E+01
143	2.17E-01	-6.48E+01
144	2.19E-01	-6.33E+01
145	2.20E-01	-6.18E+01
146	2.22E-01	-6.03E+01
147	2.23E-01	-5.89E+01
148	2.25E-01	-5.74E+01
149	2.26E-01	-5.60E+01
150	2.28E-01	-5.46E+01
151	2.30E-01	-5.32E+01
152	2.31E-01	-5.18E+01
153	2.33E-01	-5.05E+01
154	2.34E-01	-4.91E+01
155	2.36E-01	-4.78E+01
156	2.37E-01	-4.65E+01
157	2.39E-01	-4.52E+01
158	2.40E-01	-4.39E+01
159	2.42E-01	-4.26E+01
160	2.43E-01	-4.14E+01

161	2.45E-01	-4.01E+01
162	2.46E-01	-3.89E+01
163	2.48E-01	-3.77E+01
164	2.49E-01	-3.65E+01
165	2.51E-01	-3.53E+01
166	2.52E-01	-3.42E+01
167	2.54E-01	-3.30E+01
168	2.56E-01	-3.18E+01
169	2.57E-01	-3.07E+01
170	2.59E-01	-2.96E+01
171	2.60E-01	-2.85E+01
172	2.62E-01	-2.74E+01
173	2.63E-01	-2.63E+01
174	2.65E-01	-2.52E+01
175	2.66E-01	-2.41E+01
176	2.68E-01	-2.31E+01
177	2.69E-01	-2.21E+01
178	2.71E-01	-2.10E+01
179	2.72E-01	-2.00E+01
180	2.74E-01	-1.90E+01
181	2.75E-01	-1.80E+01
182	2.77E-01	-1.70E+01
183	2.78E-01	-1.60E+01
184	2.80E-01	-1.51E+01
185	2.82E-01	-1.41E+01
186	2.83E-01	-1.32E+01
187	2.85E-01	-1.22E+01
188	2.86E-01	-1.13E+01
189	2.88E-01	-1.04E+01
190	2.89E-01	-9.46E+00
191	2.91E-01	-8.55E+00
192	2.92E-01	-7.66E+00
193	2.94E-01	-6.77E+00
194	2.95E-01	-5.90E+00
195	2.97E-01	-5.03E+00
196	2.98E-01	-4.17E+00
197	3.00E-01	-3.32E+00
198	3.01E-01	-2.48E+00
199	3.03E-01	-1.64E+00
200	3.04E-01	-8.21E-01
201	3.06E-01	3.17E-03

*** End of list.

Tube com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - $\rho/w = 0,30$ - Tensão

Radial - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 20 July 2013:00:00 Pressure Vessel - P31 Kt
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA," response range type load-step:
 Listing for line 0.30_SIGMAP3_DISTANCE:
 Element field variables are evaluated using RST interpolation and smoothed with nodal average values.
 On shell "sections," element variables are evaluated on the shell top "layer," t = 1

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P3
	* NOT FOUND	
Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	SIGMA-P3
1	0.00E+00	-1.00E+03
2	2.17E-03	-9.23E+02

3	4.34E-03	-8.43E+02
4	6.51E-03	-7.67E+02
5	8.68E-03	-6.93E+02
6	1.09E-02	-6.34E+02
7	1.30E-02	-5.73E+02
8	1.52E-02	-5.25E+02
9	1.74E-02	-4.74E+02
10	1.95E-02	-4.35E+02
11	2.17E-02	-3.93E+02
12	2.39E-02	-3.61E+02
13	2.60E-02	-3.26E+02
14	2.82E-02	-2.99E+02
15	3.04E-02	-2.70E+02
16	3.26E-02	-2.48E+02
17	3.47E-02	-2.23E+02
18	3.69E-02	-2.05E+02
19	3.91E-02	-1.85E+02
20	4.12E-02	-1.69E+02
21	4.34E-02	-1.52E+02
22	4.56E-02	-1.39E+02
23	4.77E-02	-1.25E+02
24	4.99E-02	-1.14E+02
25	5.21E-02	-1.02E+02
26	5.43E-02	-9.29E+01
27	5.64E-02	-8.30E+01
28	5.86E-02	-7.53E+01
29	6.08E-02	-6.70E+01
30	6.29E-02	-6.06E+01
31	6.51E-02	-5.36E+01
32	6.73E-02	-4.83E+01
33	6.94E-02	-4.25E+01
34	7.16E-02	-3.81E+01
35	7.38E-02	-3.32E+01
36	7.60E-02	-2.95E+01
37	7.81E-02	-2.55E+01
38	8.03E-02	-2.25E+01
39	8.25E-02	-1.91E+01
40	8.46E-02	-1.66E+01
41	8.68E-02	-1.39E+01
42	8.90E-02	-1.19E+01
43	9.11E-02	-9.62E+00
44	9.33E-02	-8.01E+00
45	9.55E-02	-6.18E+00
46	9.77E-02	-4.91E+00
47	9.98E-02	-3.44E+00
48	1.02E-01	-2.46E+00
49	1.04E-01	-1.30E+00
50	1.06E-01	-5.60E-01
51	1.09E-01	3.38E-01
52	1.11E-01	8.78E-01
53	1.13E-01	1.56E+00
54	1.15E-01	1.92E+00
55	1.17E-01	2.42E+00
56	1.19E-01	2.66E+00
57	1.22E-01	3.02E+00
58	1.24E-01	3.17E+00
59	1.26E-01	3.28E+00
60	1.28E-01	3.29E+00
61	1.30E-01	3.33E+00
62	1.32E-01	3.44E+00
63	1.35E-01	3.47E+00
64	1.37E-01	3.33E+00
65	1.39E-01	3.27E+00
66	1.41E-01	3.10E+00
67	1.43E-01	2.98E+00
68	1.45E-01	2.78E+00
69	1.48E-01	2.62E+00
70	1.50E-01	2.39E+00
71	1.52E-01	2.20E+00
72	1.54E-01	1.96E+00

73	1.56E-01	1.75E+00
74	1.58E-01	1.51E+00
75	1.61E-01	1.29E+00
76	1.63E-01	1.05E+00
77	1.65E-01	8.24E-01
78	1.67E-01	5.96E-01
79	1.69E-01	3.80E-01
80	1.71E-01	1.70E-01
81	1.74E-01	-3.30E-02
82	1.76E-01	-2.19E-01
83	1.78E-01	-4.03E-01
84	1.80E-01	-5.59E-01
85	1.82E-01	-7.18E-01
86	1.84E-01	-8.40E-01
87	1.87E-01	-9.67E-01
88	1.89E-01	-1.05E+00
89	1.91E-01	-1.14E+00
90	1.93E-01	-1.18E+00
91	1.95E-01	-1.23E+00
92	1.97E-01	-1.22E+00
93	2.00E-01	-1.23E+00
94	2.02E-01	-1.17E+00
95	2.04E-01	-1.12E+00
96	2.06E-01	-1.00E+00
97	2.08E-01	-9.07E-01
98	2.10E-01	-7.27E-01
99	2.13E-01	-5.56E-01
100	2.15E-01	-2.94E-01
101	2.17E-01	-8.23E-02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - $\rho/w = 0,013$ - Tensão Radial - Equações - Figura 4.9.

Time	1.00E+00		EQUAÇÃO 4 (σ_R)		ERRO%
	MEF		raio	σ_R	
	distance	sigma P3			
1	0.00E+00	-4.08E+02	1.59E-01	-9.44E+02	56.8105454
2	1.53E-03	-4.22E+02	1.61E-01	-9.23E+02	54.3001573
3	3.06E-03	3.27E+01	1.62E-01	-9.04E+02	103.613095
4	4.59E-03	-2.44E+02	1.64E-01	-8.85E+02	72.4475502
5	6.12E-03	-3.23E+02	1.65E-01	-8.66E+02	62.6869886
6	7.65E-03	-3.99E+02	1.67E-01	-8.48E+02	52.9317943
7	9.18E-03	-4.58E+02	1.68E-01	-8.30E+02	44.888075
8	1.07E-02	-4.93E+02	1.70E-01	-8.13E+02	39.3304497
9	1.22E-02	-5.26E+02	1.71E-01	-7.96E+02	33.9942445
10	1.38E-02	-5.43E+02	1.73E-01	-7.80E+02	30.3989541
11	1.53E-02	-5.59E+02	1.74E-01	-7.64E+02	26.8101557
12	1.68E-02	-5.67E+02	1.76E-01	-7.49E+02	24.3278833
13	1.84E-02	-5.74E+02	1.77E-01	-7.34E+02	21.8272606
14	1.99E-02	-5.75E+02	1.79E-01	-7.19E+02	20.0317113

15	2.14E-02	-5.77E+02	1.80E-01	-7.05E+02	18.2277435
16	2.30E-02	-5.74E+02	1.82E-01	-6.91E+02	16.8809712
17	2.45E-02	-5.72E+02	1.84E-01	-6.78E+02	15.5395181
18	2.60E-02	-5.68E+02	1.85E-01	-6.64E+02	14.4988956
19	2.75E-02	-5.64E+02	1.87E-01	-6.51E+02	13.4756443
20	2.91E-02	-5.58E+02	1.88E-01	-6.39E+02	12.6513997
21	3.06E-02	-5.52E+02	1.90E-01	-6.27E+02	11.8536499
22	3.21E-02	-5.46E+02	1.91E-01	-6.15E+02	11.1870764
23	3.37E-02	-5.39E+02	1.93E-01	-6.03E+02	10.5536156
24	3.52E-02	-5.32E+02	1.94E-01	-5.92E+02	10.0049969
25	3.67E-02	-5.25E+02	1.96E-01	-5.80E+02	9.49415497
26	3.83E-02	-5.18E+02	1.97E-01	-5.69E+02	9.03517894
27	3.98E-02	-5.11E+02	1.99E-01	-5.59E+02	8.61791753
28	4.13E-02	-5.03E+02	2.00E-01	-5.48E+02	8.22877947
29	4.28E-02	-4.96E+02	2.02E-01	-5.38E+02	7.88371546
30	4.44E-02	-4.88E+02	2.03E-01	-5.28E+02	7.55004659
31	4.59E-02	-4.81E+02	2.05E-01	-5.19E+02	7.26178407
32	4.74E-02	-4.74E+02	2.06E-01	-5.09E+02	6.9729756
33	4.90E-02	-4.66E+02	2.08E-01	-5.00E+02	6.73080551
34	5.05E-02	-4.59E+02	2.10E-01	-4.91E+02	6.47736374
35	5.20E-02	-4.52E+02	2.11E-01	-4.82E+02	6.27117482
36	5.36E-02	-4.44E+02	2.13E-01	-4.73E+02	6.04766871
37	5.51E-02	-4.37E+02	2.14E-01	-4.65E+02	5.87198569
38	5.66E-02	-4.30E+02	2.16E-01	-4.56E+02	5.672726
39	5.81E-02	-4.23E+02	2.17E-01	-4.48E+02	5.52183796
40	5.97E-02	-4.17E+02	2.19E-01	-4.40E+02	5.34320253
41	6.12E-02	-4.10E+02	2.20E-01	-4.32E+02	5.21287916
42	6.27E-02	-4.03E+02	2.22E-01	-4.25E+02	5.05165497
43	6.43E-02	-3.96E+02	2.23E-01	-4.17E+02	4.9387639
44	6.58E-02	-3.90E+02	2.25E-01	-4.10E+02	4.79253648
45	6.73E-02	-3.84E+02	2.26E-01	-4.03E+02	4.69430402
46	6.89E-02	-3.77E+02	2.28E-01	-3.95E+02	4.56088105
47	7.04E-02	-3.71E+02	2.29E-01	-3.89E+02	4.47499583
48	7.19E-02	-3.65E+02	2.31E-01	-3.82E+02	4.35248346
49	7.34E-02	-3.59E+02	2.32E-01	-3.75E+02	4.27747649
50	7.50E-02	-3.53E+02	2.34E-01	-3.69E+02	4.16463938
51	7.65E-02	-3.47E+02	2.36E-01	-3.62E+02	4.0989514
52	7.80E-02	-3.42E+02	2.37E-01	-3.56E+02	3.99449179
53	7.96E-02	-3.36E+02	2.39E-01	-3.50E+02	3.93675559
54	8.11E-02	-3.31E+02	2.40E-01	-3.44E+02	3.83960727
55	8.26E-02	-3.25E+02	2.42E-01	-3.38E+02	3.78869434
56	8.42E-02	-3.20E+02	2.43E-01	-3.32E+02	3.69837376
57	8.57E-02	-3.14E+02	2.45E-01	-3.26E+02	3.6534508
58	8.72E-02	-3.09E+02	2.46E-01	-3.21E+02	3.56891241
59	8.87E-02	-3.04E+02	2.48E-01	-3.15E+02	3.52948173
60	9.03E-02	-2.99E+02	2.49E-01	-3.10E+02	3.45000089

61	9.18E-02	-2.94E+02	2.51E-01	-3.05E+02	3.41530395
62	9.33E-02	-2.89E+02	2.52E-01	-2.99E+02	3.34019154
63	9.49E-02	-2.85E+02	2.54E-01	-2.94E+02	3.30984511
64	9.64E-02	-2.80E+02	2.55E-01	-2.89E+02	3.23880494
65	9.79E-02	-2.75E+02	2.57E-01	-2.84E+02	3.21216319
66	9.95E-02	-2.71E+02	2.58E-01	-2.80E+02	3.14498963
67	1.01E-01	-2.66E+02	2.60E-01	-2.75E+02	3.12146316
68	1.03E-01	-2.62E+02	2.62E-01	-2.70E+02	3.05768104
69	1.04E-01	-2.57E+02	2.63E-01	-2.66E+02	3.0374916
70	1.06E-01	-2.53E+02	2.65E-01	-2.61E+02	2.97670518
71	1.07E-01	-2.49E+02	2.66E-01	-2.57E+02	2.95867326
72	1.09E-01	-2.45E+02	2.68E-01	-2.52E+02	2.90094582
73	1.10E-01	-2.41E+02	2.69E-01	-2.48E+02	2.88549479
74	1.12E-01	-2.37E+02	2.71E-01	-2.44E+02	2.82980505
75	1.13E-01	-2.33E+02	2.72E-01	-2.40E+02	2.81669183
76	1.15E-01	-2.29E+02	2.74E-01	-2.36E+02	2.76328908
77	1.16E-01	-2.25E+02	2.75E-01	-2.32E+02	2.75194292
78	1.18E-01	-2.22E+02	2.77E-01	-2.28E+02	2.70078514
79	1.19E-01	-2.18E+02	2.78E-01	-2.24E+02	2.69113807
80	1.21E-01	-2.14E+02	2.80E-01	-2.20E+02	2.64230008
81	1.22E-01	-2.11E+02	2.81E-01	-2.16E+02	2.63394005
82	1.24E-01	-2.07E+02	2.83E-01	-2.13E+02	2.58667748
83	1.25E-01	-2.04E+02	2.84E-01	-2.09E+02	2.57972956
84	1.27E-01	-2.00E+02	2.86E-01	-2.05E+02	2.53478623
85	1.29E-01	-1.97E+02	2.88E-01	-2.02E+02	2.530516
86	1.30E-01	-1.93E+02	2.89E-01	-1.98E+02	2.48533777
87	1.32E-01	-1.90E+02	2.91E-01	-1.95E+02	2.48164872
88	1.33E-01	-1.87E+02	2.92E-01	-1.92E+02	2.43865498
89	1.35E-01	-1.84E+02	2.94E-01	-1.88E+02	2.43546872
90	1.36E-01	-1.81E+02	2.95E-01	-1.85E+02	2.39371607
91	1.38E-01	-1.78E+02	2.97E-01	-1.82E+02	2.3921413
92	1.39E-01	-1.75E+02	2.98E-01	-1.79E+02	2.35125368
93	1.41E-01	-1.72E+02	3.00E-01	-1.76E+02	2.35036701
94	1.42E-01	-1.69E+02	3.01E-01	-1.73E+02	2.31058985
95	1.44E-01	-1.66E+02	3.03E-01	-1.70E+02	2.31064115
96	1.45E-01	-1.63E+02	3.04E-01	-1.67E+02	2.27176137
97	1.47E-01	-1.60E+02	3.06E-01	-1.64E+02	2.27252442
98	1.48E-01	-1.57E+02	3.07E-01	-1.61E+02	2.23502133
99	1.50E-01	-1.55E+02	3.09E-01	-1.58E+02	2.23635332
100	1.51E-01	-1.52E+02	3.11E-01	-1.55E+02	2.19957752
101	1.53E-01	-1.49E+02	3.12E-01	-1.53E+02	2.20140711
102	1.55E-01	-1.47E+02	3.14E-01	-1.50E+02	2.16538885
103	1.56E-01	-1.44E+02	3.15E-01	-1.47E+02	2.16773678
104	1.58E-01	-1.42E+02	3.17E-01	-1.45E+02	2.13260798
105	1.59E-01	-1.39E+02	3.18E-01	-1.42E+02	2.13559879
106	1.61E-01	-1.37E+02	3.20E-01	-1.39E+02	2.10088873

107	1.62E-01	-1.34E+02	3.21E-01	-1.37E+02	2.10475066
108	1.64E-01	-1.32E+02	3.23E-01	-1.34E+02	2.07002397
109	1.65E-01	-1.29E+02	3.24E-01	-1.32E+02	2.07434407
110	1.67E-01	-1.27E+02	3.26E-01	-1.30E+02	2.0407358
111	1.68E-01	-1.25E+02	3.27E-01	-1.27E+02	2.0451602
112	1.70E-01	-1.22E+02	3.29E-01	-1.25E+02	2.01164025
113	1.71E-01	-1.20E+02	3.30E-01	-1.23E+02	2.01747057
114	1.73E-01	-1.18E+02	3.32E-01	-1.20E+02	1.98381379
115	1.74E-01	-1.16E+02	3.33E-01	-1.18E+02	1.99007344
116	1.76E-01	-1.14E+02	3.35E-01	-1.16E+02	1.95695667
117	1.77E-01	-1.11E+02	3.37E-01	-1.14E+02	1.96351431
118	1.79E-01	-1.09E+02	3.38E-01	-1.12E+02	1.93089642
119	1.81E-01	-1.07E+02	3.40E-01	-1.09E+02	1.93677493
120	1.82E-01	-1.05E+02	3.41E-01	-1.07E+02	1.90467463
121	1.84E-01	-1.03E+02	3.43E-01	-1.05E+02	1.91169915
122	1.85E-01	-1.01E+02	3.44E-01	-1.03E+02	1.88025897
123	1.87E-01	-9.93E+01	3.46E-01	-1.01E+02	1.88674864
124	1.88E-01	-9.73E+01	3.47E-01	-9.92E+01	1.85567424
125	1.90E-01	-9.54E+01	3.49E-01	-9.72E+01	1.86379429
126	1.91E-01	-9.35E+01	3.50E-01	-9.53E+01	1.83182555
127	1.93E-01	-9.17E+01	3.52E-01	-9.34E+01	1.83972381
128	1.94E-01	-8.98E+01	3.53E-01	-9.15E+01	1.80819082
129	1.96E-01	-8.80E+01	3.55E-01	-8.96E+01	1.81630415
130	1.97E-01	-8.62E+01	3.56E-01	-8.78E+01	1.78477899
131	1.99E-01	-8.44E+01	3.58E-01	-8.60E+01	1.7932187
132	2.00E-01	-8.27E+01	3.59E-01	-8.42E+01	1.7617658
133	2.02E-01	-8.09E+01	3.61E-01	-8.24E+01	1.77050031
134	2.03E-01	-7.93E+01	3.63E-01	-8.07E+01	1.7389015
135	2.05E-01	-7.76E+01	3.64E-01	-7.89E+01	1.74796986
136	2.07E-01	-7.59E+01	3.66E-01	-7.72E+01	1.71631225
137	2.08E-01	-7.42E+01	3.67E-01	-7.56E+01	1.72570942
138	2.10E-01	-7.26E+01	3.69E-01	-7.39E+01	1.69390297
139	2.11E-01	-7.10E+01	3.70E-01	-7.22E+01	1.70356208
140	2.13E-01	-6.94E+01	3.72E-01	-7.06E+01	1.67157967
141	2.14E-01	-6.79E+01	3.73E-01	-6.90E+01	1.68164644
142	2.16E-01	-6.63E+01	3.75E-01	-6.74E+01	1.64939094
143	2.17E-01	-6.48E+01	3.76E-01	-6.59E+01	1.65980894
144	2.19E-01	-6.33E+01	3.78E-01	-6.43E+01	1.6272445
145	2.20E-01	-6.18E+01	3.79E-01	-6.28E+01	1.6378663
146	2.22E-01	-6.03E+01	3.81E-01	-6.13E+01	1.60502681
147	2.23E-01	-5.89E+01	3.82E-01	-5.98E+01	1.6160934
148	2.25E-01	-5.74E+01	3.84E-01	-5.84E+01	1.58276222
149	2.26E-01	-5.60E+01	3.85E-01	-5.69E+01	1.59410507
150	2.28E-01	-5.46E+01	3.87E-01	-5.55E+01	1.56046198
151	2.30E-01	-5.32E+01	3.89E-01	-5.40E+01	1.57215046
152	2.31E-01	-5.18E+01	3.90E-01	-5.26E+01	1.53811247

153	2.33E-01	-5.05E+01	3.92E-01	-5.13E+01	1.55011211
154	2.34E-01	-4.91E+01	3.93E-01	-4.99E+01	1.51525927
155	2.36E-01	-4.78E+01	3.95E-01	-4.85E+01	1.52800985
156	2.37E-01	-4.65E+01	3.96E-01	-4.72E+01	1.49235681
157	2.39E-01	-4.52E+01	3.98E-01	-4.59E+01	1.50559828
158	2.40E-01	-4.39E+01	3.99E-01	-4.46E+01	1.46923982
159	2.42E-01	-4.26E+01	4.01E-01	-4.33E+01	1.48274097
160	2.43E-01	-4.14E+01	4.02E-01	-4.20E+01	1.44563329
161	2.45E-01	-4.01E+01	4.04E-01	-4.07E+01	1.45993085
162	2.46E-01	-3.89E+01	4.05E-01	-3.95E+01	1.42161845
163	2.48E-01	-3.77E+01	4.07E-01	-3.83E+01	1.43639697
164	2.49E-01	-3.65E+01	4.08E-01	-3.70E+01	1.39720664
165	2.51E-01	-3.53E+01	4.10E-01	-3.58E+01	1.41273059
166	2.52E-01	-3.42E+01	4.11E-01	-3.46E+01	1.37230536
167	2.54E-01	-3.30E+01	4.13E-01	-3.35E+01	1.38838326
168	2.56E-01	-3.18E+01	4.15E-01	-3.23E+01	1.34636195
169	2.57E-01	-3.07E+01	4.16E-01	-3.11E+01	1.36347167
170	2.59E-01	-2.96E+01	4.18E-01	-3.00E+01	1.31984753
171	2.60E-01	-2.85E+01	4.19E-01	-2.89E+01	1.3383472
172	2.62E-01	-2.74E+01	4.21E-01	-2.77E+01	1.29250955
173	2.63E-01	-2.63E+01	4.22E-01	-2.66E+01	1.31105428
174	2.65E-01	-2.52E+01	4.24E-01	-2.55E+01	1.26539083
175	2.66E-01	-2.41E+01	4.25E-01	-2.45E+01	1.28773542
176	2.68E-01	-2.31E+01	4.27E-01	-2.34E+01	1.2367179
177	2.69E-01	-2.21E+01	4.28E-01	-2.23E+01	1.25875846
178	2.71E-01	-2.10E+01	4.30E-01	-2.13E+01	1.20564322
179	2.72E-01	-2.00E+01	4.31E-01	-2.02E+01	1.22946791
180	2.74E-01	-1.90E+01	4.33E-01	-1.92E+01	1.1722522
181	2.75E-01	-1.80E+01	4.34E-01	-1.82E+01	1.19859182
182	2.77E-01	-1.70E+01	4.36E-01	-1.72E+01	1.13695699
183	2.78E-01	-1.60E+01	4.37E-01	-1.62E+01	1.16511353
184	2.80E-01	-1.51E+01	4.39E-01	-1.52E+01	1.09806632
185	2.82E-01	-1.41E+01	4.41E-01	-1.43E+01	1.12987372
186	2.83E-01	-1.32E+01	4.42E-01	-1.33E+01	1.05549208
187	2.85E-01	-1.22E+01	4.44E-01	-1.23E+01	1.09054855
188	2.86E-01	-1.13E+01	4.45E-01	-1.14E+01	1.0068623
189	2.88E-01	-1.04E+01	4.47E-01	-1.05E+01	1.04640727
190	2.89E-01	-9.46E+00	4.48E-01	-9.55E+00	0.94853157
191	2.91E-01	-8.55E+00	4.50E-01	-8.63E+00	0.99360353
192	2.92E-01	-7.66E+00	4.51E-01	-7.73E+00	0.87559775
193	2.94E-01	-6.77E+00	4.53E-01	-6.83E+00	0.92737721
194	2.95E-01	-5.90E+00	4.54E-01	-5.95E+00	0.77550078
195	2.97E-01	-5.03E+00	4.56E-01	-5.07E+00	0.83438893
196	2.98E-01	-4.17E+00	4.57E-01	-4.20E+00	0.61627393
197	3.00E-01	-3.32E+00	4.59E-01	-3.34E+00	0.67484482
198	3.01E-01	-2.48E+00	4.60E-01	-2.49E+00	0.27983463
199	3.03E-01	-1.64E+00	4.62E-01	-1.65E+00	0.24826587

200	3.04E-01	-8.21E-01	4.64E-01	-8.10E-01	-1.3122823
201	3.06E-01	3.17E-03	4.65E-01	1.61E-02	80.3256822

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Pressão - $\rho/w = 0,030$ - Tensão Radial - Equações - Figura 4.10.

Time 1.00E+00

	MEF		EQUAÇÃO 4 (sigma R)		ERRO%
	distance	sigma P3	raio	sigma R	
1	0.00E+00	-1.00E+03	2.48E-01	-3.14E+02	-219.141
2	2.17E-03	-9.23E+02	2.50E-01	-3.07E+02	-200.735
3	4.34E-03	-8.43E+02	2.52E-01	-2.99E+02	-181.444
4	6.51E-03	-7.67E+02	2.55E-01	-2.92E+02	-162.57
5	8.68E-03	-6.93E+02	2.57E-01	-2.85E+02	-142.796
6	1.09E-02	-6.34E+02	2.59E-01	-2.78E+02	-127.823
7	1.30E-02	-5.73E+02	2.61E-01	-2.72E+02	-110.753
8	1.52E-02	-5.25E+02	2.63E-01	-2.65E+02	-97.9891
9	1.74E-02	-4.74E+02	2.65E-01	-2.59E+02	-83.2025
10	1.95E-02	-4.35E+02	2.68E-01	-2.53E+02	-72.1721
11	2.17E-02	-3.93E+02	2.70E-01	-2.47E+02	-59.3834
12	2.39E-02	-3.61E+02	2.72E-01	-2.41E+02	-49.8109
13	2.60E-02	-3.26E+02	2.74E-01	-2.35E+02	-38.69
14	2.82E-02	-2.99E+02	2.76E-01	-2.29E+02	-30.342
15	3.04E-02	-2.70E+02	2.78E-01	-2.24E+02	-20.6334
16	3.26E-02	-2.48E+02	2.81E-01	-2.18E+02	-13.3271
17	3.47E-02	-2.23E+02	2.83E-01	-2.13E+02	-4.81883
18	3.69E-02	-2.05E+02	2.85E-01	-2.08E+02	1.596651
19	3.91E-02	-1.85E+02	2.87E-01	-2.03E+02	9.077214
20	4.12E-02	-1.69E+02	2.89E-01	-1.98E+02	14.72595
21	4.34E-02	-1.52E+02	2.91E-01	-1.93E+02	21.32235
22	4.56E-02	-1.39E+02	2.94E-01	-1.89E+02	26.30689
23	4.77E-02	-1.25E+02	2.96E-01	-1.84E+02	32.13805
24	4.99E-02	-1.14E+02	2.98E-01	-1.80E+02	36.5443
25	5.21E-02	-1.02E+02	3.00E-01	-1.75E+02	41.71019
26	5.43E-02	-9.29E+01	3.02E-01	-1.71E+02	45.61044
27	5.64E-02	-8.30E+01	3.04E-01	-1.67E+02	50.1939
28	5.86E-02	-7.53E+01	3.07E-01	-1.63E+02	53.64933
29	6.08E-02	-6.70E+01	3.09E-01	-1.59E+02	57.72135
30	6.29E-02	-6.06E+01	3.11E-01	-1.55E+02	60.78374

31	6.51E-02	-5.36E+01	3.13E-01	-1.51E+02	64.40427
32	6.73E-02	-4.83E+01	3.15E-01	-1.47E+02	67.11799
33	6.94E-02	-4.25E+01	3.17E-01	-1.43E+02	70.33813
34	7.16E-02	-3.81E+01	3.20E-01	-1.40E+02	72.74095
35	7.38E-02	-3.32E+01	3.22E-01	-1.36E+02	75.60441
36	7.60E-02	-2.95E+01	3.24E-01	-1.33E+02	77.72892
37	7.81E-02	-2.55E+01	3.26E-01	-1.29E+02	80.27328
38	8.03E-02	-2.25E+01	3.28E-01	-1.26E+02	82.14748
39	8.25E-02	-1.91E+01	3.30E-01	-1.23E+02	84.40495
40	8.46E-02	-1.66E+01	3.33E-01	-1.19E+02	86.05299
41	8.68E-02	-1.39E+01	3.35E-01	-1.16E+02	88.0514
42	8.90E-02	-1.19E+01	3.37E-01	-1.13E+02	89.49421
43	9.11E-02	-9.62E+00	3.39E-01	-1.10E+02	91.25772
44	9.33E-02	-8.01E+00	3.41E-01	-1.07E+02	92.51335
45	9.55E-02	-6.18E+00	3.43E-01	-1.04E+02	94.06273
46	9.77E-02	-4.91E+00	3.46E-01	-1.01E+02	95.14694
47	9.98E-02	-3.44E+00	3.48E-01	-9.84E+01	96.50022
48	1.02E-01	-2.46E+00	3.50E-01	-9.57E+01	97.42666
49	1.04E-01	-1.30E+00	3.52E-01	-9.29E+01	98.59948
50	1.06E-01	-5.60E-01	3.54E-01	-9.03E+01	99.38002
51	1.09E-01	3.38E-01	3.57E-01	-8.77E+01	100.3861
52	1.11E-01	8.78E-01	3.59E-01	-8.51E+01	101.0312
53	1.13E-01	1.56E+00	3.61E-01	-8.26E+01	101.8832
54	1.15E-01	1.92E+00	3.63E-01	-8.01E+01	102.403
55	1.17E-01	2.42E+00	3.65E-01	-7.77E+01	103.1177
56	1.19E-01	2.66E+00	3.67E-01	-7.53E+01	103.5265
57	1.22E-01	3.02E+00	3.70E-01	-7.29E+01	104.1448
58	1.24E-01	3.17E+00	3.72E-01	-7.06E+01	104.4859
59	1.26E-01	3.28E+00	3.74E-01	-6.84E+01	104.7996
60	1.28E-01	3.29E+00	3.76E-01	-6.61E+01	104.9731
61	1.30E-01	3.33E+00	3.78E-01	-6.40E+01	105.2007
62	1.32E-01	3.44E+00	3.80E-01	-6.18E+01	105.573
63	1.35E-01	3.47E+00	3.83E-01	-5.97E+01	105.8096
64	1.37E-01	3.33E+00	3.85E-01	-5.76E+01	105.7804
65	1.39E-01	3.27E+00	3.87E-01	-5.56E+01	105.8823
66	1.41E-01	3.10E+00	3.89E-01	-5.36E+01	105.7873
67	1.43E-01	2.98E+00	3.91E-01	-5.16E+01	105.7802
68	1.45E-01	2.78E+00	3.93E-01	-4.97E+01	105.595
69	1.48E-01	2.62E+00	3.96E-01	-4.77E+01	105.4832
70	1.50E-01	2.39E+00	3.98E-01	-4.59E+01	105.2129
71	1.52E-01	2.20E+00	4.00E-01	-4.40E+01	104.9991
72	1.54E-01	1.96E+00	4.02E-01	-4.22E+01	104.646
73	1.56E-01	1.75E+00	4.04E-01	-4.04E+01	104.3318
74	1.58E-01	1.51E+00	4.06E-01	-3.86E+01	103.8982
75	1.61E-01	1.29E+00	4.09E-01	-3.69E+01	103.4845

76	1.63E-01	1.05E+00	4.11E-01	-3.52E+01	102.9724
77	1.65E-01	8.24E-01	4.13E-01	-3.35E+01	102.4593
78	1.67E-01	5.96E-01	4.15E-01	-3.19E+01	101.8704
79	1.69E-01	3.80E-01	4.17E-01	-3.02E+01	101.2572
80	1.71E-01	1.70E-01	4.19E-01	-2.86E+01	100.593
81	1.74E-01	-3.30E-02	4.22E-01	-2.71E+01	99.87797
82	1.76E-01	-2.19E-01	4.24E-01	-2.55E+01	99.14019
83	1.78E-01	-4.03E-01	4.26E-01	-2.40E+01	98.32012
84	1.80E-01	-5.59E-01	4.28E-01	-2.25E+01	97.51023
85	1.82E-01	-7.18E-01	4.30E-01	-2.10E+01	96.58014
86	1.84E-01	-8.40E-01	4.32E-01	-1.95E+01	95.69979
87	1.87E-01	-9.67E-01	4.35E-01	-1.81E+01	94.65181
88	1.89E-01	-1.05E+00	4.37E-01	-1.67E+01	93.70275
89	1.91E-01	-1.14E+00	4.39E-01	-1.53E+01	92.52423
90	1.93E-01	-1.18E+00	4.41E-01	-1.39E+01	91.50827
91	1.95E-01	-1.23E+00	4.43E-01	-1.25E+01	90.17786
92	1.97E-01	-1.22E+00	4.45E-01	-1.12E+01	89.09611
93	2.00E-01	-1.23E+00	4.48E-01	-9.88E+00	87.57397
94	2.02E-01	-1.17E+00	4.50E-01	-8.59E+00	86.42377
95	2.04E-01	-1.12E+00	4.52E-01	-7.31E+00	84.62419
96	2.06E-01	-1.00E+00	4.54E-01	-6.04E+00	83.38413
97	2.08E-01	-9.07E-01	4.56E-01	-4.80E+00	81.0978
98	2.10E-01	-7.27E-01	4.58E-01	-3.57E+00	79.66333
99	2.13E-01	-5.56E-01	4.61E-01	-2.37E+00	76.4901
100	2.15E-01	-2.94E-01	4.63E-01	-1.17E+00	74.94486
101	2.17E-01	-8.23E-02	4.65E-01	-2.78E-14	-3E+14

*** End of list.

Anexo V:

Tubo com Descontinuidade: Avaliação do Concentrador de Tensão na Tubulação Devido a Pressão Interna ($\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$) - Figura 4.11.

(ρ/w)	K_T (MEF)	K_T (Equação do gráfico de K_T)	ERRO% (K_T)
0.013	4.1553	4.1616	-0.151651519
0.026	4.2738	4.2682	0.130354634
0.050	4.4711	4.4542	0.37905521
0.075	4.6129	4.6322	-0.419321106
0.150	5.0801	5.0723	0.154434706
0.225	5.3936	5.3957	-0.040062274
0.30	5.6719	5.6708	0.019248182

OBSERVAÇÃO:

1 - O concentrador de tensão para cada caso corresponde a razão da máxima tensão σ_{P1} calculada via MEF pela tensão σ_{Θ} encontrada via equação 3 do presente trabalho. Para cálculo de K_T (MEF) da tabela anterior vide Anexo III.

Anexo VI:

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Distribuição de Temperatura na Tubulação Considerando Convecção ($\rho/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$) - MEF

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção - $\rho/w = 0,013$ - MEF

```
ADINA: AUI   version "7.5.4,"    23   June   2013:00:00   pressure_vessel_0.013
Licensed    from ADINA "R&D," Inc.
Finite element program "ADINA-T," response   range type load-step:
Listing for line 0.013_TEMPERATURE_DISTANCE:
```

Time LINE	0.00E+00 DISTANCE	TEMPERATURE
	* NOT FOUND	
Time LINE	1.00E+00 DISTANCE	TEMPERATURE
1	0.00E+00	4.57E+02
2	3.40E-03	4.55E+02
3	6.80E-03	4.52E+02
4	1.02E-02	4.50E+02
5	1.36E-02	4.48E+02
6	1.70E-02	4.45E+02
7	2.04E-02	4.43E+02
8	2.38E-02	4.41E+02
9	2.72E-02	4.39E+02
10	3.06E-02	4.37E+02
11	3.40E-02	4.35E+02
12	3.74E-02	4.33E+02
13	4.08E-02	4.31E+02
14	4.42E-02	4.29E+02
15	4.76E-02	4.28E+02
16	5.10E-02	4.26E+02
17	5.44E-02	4.24E+02
18	5.78E-02	4.22E+02
19	6.12E-02	4.21E+02
20	6.46E-02	4.19E+02
21	6.80E-02	4.17E+02
22	7.14E-02	4.16E+02
23	7.48E-02	4.14E+02
24	7.82E-02	4.13E+02
25	8.16E-02	4.11E+02
26	8.50E-02	4.10E+02
27	8.84E-02	4.08E+02
28	9.18E-02	4.07E+02
29	9.52E-02	4.05E+02
30	9.86E-02	4.04E+02
31	1.02E-01	4.02E+02
32	1.05E-01	4.01E+02
33	1.09E-01	3.99E+02
34	1.12E-01	3.98E+02
35	1.16E-01	3.97E+02
36	1.19E-01	3.95E+02
37	1.22E-01	3.94E+02
38	1.26E-01	3.93E+02
39	1.29E-01	3.91E+02
40	1.33E-01	3.90E+02
41	1.36E-01	3.89E+02
42	1.39E-01	3.88E+02
43	1.43E-01	3.86E+02
44	1.46E-01	3.85E+02
45	1.50E-01	3.84E+02
46	1.53E-01	3.83E+02
47	1.56E-01	3.82E+02
48	1.60E-01	3.81E+02
49	1.63E-01	3.79E+02
50	1.67E-01	3.78E+02
51	1.70E-01	3.77E+02
52	1.73E-01	3.76E+02
53	1.77E-01	3.75E+02
54	1.80E-01	3.74E+02
55	1.84E-01	3.73E+02
56	1.87E-01	3.72E+02
57	1.90E-01	3.71E+02
58	1.94E-01	3.70E+02
59	1.97E-01	3.69E+02
60	2.01E-01	3.68E+02

61	2.04E-01	3.67E+02
62	2.07E-01	3.66E+02
63	2.11E-01	3.65E+02
64	2.14E-01	3.64E+02
65	2.18E-01	3.63E+02
66	2.21E-01	3.62E+02
67	2.24E-01	3.61E+02
68	2.28E-01	3.60E+02
69	2.31E-01	3.59E+02
70	2.35E-01	3.58E+02
71	2.38E-01	3.57E+02
72	2.41E-01	3.56E+02
73	2.45E-01	3.55E+02
74	2.48E-01	3.54E+02
75	2.52E-01	3.53E+02
76	2.55E-01	3.52E+02
77	2.58E-01	3.52E+02
78	2.62E-01	3.51E+02
79	2.65E-01	3.50E+02
80	2.69E-01	3.49E+02
81	2.72E-01	3.48E+02
82	2.75E-01	3.47E+02
83	2.79E-01	3.46E+02
84	2.82E-01	3.46E+02
85	2.86E-01	3.45E+02
86	2.89E-01	3.44E+02
87	2.92E-01	3.43E+02
88	2.96E-01	3.42E+02
89	2.99E-01	3.42E+02
90	3.03E-01	3.41E+02
91	3.06E-01	3.40E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w= 0,026$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.026_temp
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.026_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.57E+02
2	2.52E-03	4.55E+02
3	5.03E-03	4.53E+02
4	7.55E-03	4.51E+02
5	1.01E-02	4.49E+02
6	1.26E-02	4.48E+02
7	1.51E-02	4.46E+02
8	1.76E-02	4.44E+02

9	2.01E-02	4.43E+02
10	2.27E-02	4.41E+02
11	2.52E-02	4.40E+02
12	2.77E-02	4.38E+02
13	3.02E-02	4.37E+02
14	3.27E-02	4.35E+02
15	3.52E-02	4.34E+02
16	3.78E-02	4.32E+02
17	4.03E-02	4.31E+02
18	4.28E-02	4.29E+02
19	4.53E-02	4.28E+02
20	4.78E-02	4.27E+02
21	5.03E-02	4.25E+02
22	5.29E-02	4.24E+02
23	5.54E-02	4.23E+02
24	5.79E-02	4.22E+02
25	6.04E-02	4.20E+02
26	6.29E-02	4.19E+02
27	6.54E-02	4.18E+02
28	6.80E-02	4.17E+02
29	7.05E-02	4.15E+02
30	7.30E-02	4.14E+02
31	7.55E-02	4.13E+02
32	7.80E-02	4.12E+02
33	8.05E-02	4.11E+02
34	8.31E-02	4.10E+02
35	8.56E-02	4.09E+02
36	8.81E-02	4.07E+02
37	9.06E-02	4.06E+02
38	9.31E-02	4.05E+02
39	9.56E-02	4.04E+02
40	9.82E-02	4.03E+02
41	1.01E-01	4.02E+02
42	1.03E-01	4.01E+02
43	1.06E-01	4.00E+02
44	1.08E-01	3.99E+02
45	1.11E-01	3.98E+02
46	1.13E-01	3.97E+02
47	1.16E-01	3.96E+02
48	1.18E-01	3.95E+02
49	1.21E-01	3.94E+02
50	1.23E-01	3.93E+02
51	1.26E-01	3.92E+02
52	1.28E-01	3.91E+02
53	1.31E-01	3.90E+02
54	1.33E-01	3.89E+02
55	1.36E-01	3.88E+02
56	1.38E-01	3.88E+02
57	1.41E-01	3.87E+02
58	1.43E-01	3.86E+02
59	1.46E-01	3.85E+02
60	1.48E-01	3.84E+02
61	1.51E-01	3.83E+02
62	1.54E-01	3.82E+02
63	1.56E-01	3.81E+02
64	1.59E-01	3.80E+02
65	1.61E-01	3.80E+02
66	1.64E-01	3.79E+02
67	1.66E-01	3.78E+02
68	1.69E-01	3.77E+02
69	1.71E-01	3.76E+02
70	1.74E-01	3.76E+02
71	1.76E-01	3.75E+02
72	1.79E-01	3.74E+02
73	1.81E-01	3.73E+02
74	1.84E-01	3.72E+02

75	1.86E-01	3.72E+02
76	1.89E-01	3.71E+02
77	1.91E-01	3.70E+02
78	1.94E-01	3.69E+02
79	1.96E-01	3.68E+02
80	1.99E-01	3.68E+02
81	2.01E-01	3.67E+02
82	2.04E-01	3.66E+02
83	2.06E-01	3.65E+02
84	2.09E-01	3.65E+02
85	2.11E-01	3.64E+02
86	2.14E-01	3.63E+02
87	2.16E-01	3.63E+02
88	2.19E-01	3.62E+02
89	2.21E-01	3.61E+02
90	2.24E-01	3.60E+02
91	2.27E-01	3.60E+02
92	2.29E-01	3.59E+02
93	2.32E-01	3.58E+02
94	2.34E-01	3.58E+02
95	2.37E-01	3.57E+02
96	2.39E-01	3.56E+02
97	2.42E-01	3.56E+02
98	2.44E-01	3.55E+02
99	2.47E-01	3.54E+02
100	2.49E-01	3.54E+02
101	2.52E-01	3.53E+02
102	2.54E-01	3.52E+02
103	2.57E-01	3.52E+02
104	2.59E-01	3.51E+02
105	2.62E-01	3.50E+02
106	2.64E-01	3.50E+02
107	2.67E-01	3.49E+02
108	2.69E-01	3.48E+02
109	2.72E-01	3.48E+02
110	2.74E-01	3.47E+02
111	2.77E-01	3.47E+02
112	2.79E-01	3.46E+02
113	2.82E-01	3.45E+02
114	2.84E-01	3.45E+02
115	2.87E-01	3.44E+02
116	2.89E-01	3.44E+02
117	2.92E-01	3.43E+02
118	2.94E-01	3.42E+02
119	2.97E-01	3.42E+02
120	2.99E-01	3.41E+02
121	3.02E-01	3.41E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w= 0,05$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.05
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.05_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time 0.00E+00
 LINE DISTANCE TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time 1.00E+00
 LINE DISTANCE TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.5501E+02
2	2.10E-03	4.5352E+02
3	4.21E-03	4.5202E+02
4	6.31E-03	4.5054E+02
5	8.41E-03	4.4908E+02
6	1.05E-02	4.4764E+02
7	1.26E-02	4.4623E+02
8	1.47E-02	4.4483E+02
9	1.68E-02	4.4346E+02
10	1.89E-02	4.4212E+02
11	2.10E-02	4.4079E+02
12	2.31E-02	4.3949E+02
13	2.52E-02	4.3820E+02
14	2.73E-02	4.3693E+02
15	2.95E-02	4.3569E+02
16	3.16E-02	4.3446E+02
17	3.37E-02	4.3324E+02
18	3.58E-02	4.3205E+02
19	3.79E-02	4.3087E+02
20	4.00E-02	4.2970E+02
21	4.21E-02	4.2855E+02
22	4.42E-02	4.2742E+02
23	4.63E-02	4.2629E+02
24	4.84E-02	4.2518E+02
25	5.05E-02	4.2409E+02
26	5.26E-02	4.2301E+02
27	5.47E-02	4.2193E+02
28	5.68E-02	4.2088E+02
29	5.89E-02	4.1983E+02
30	6.10E-02	4.1879E+02
31	6.31E-02	4.1777E+02
32	6.52E-02	4.1675E+02
33	6.73E-02	4.1575E+02
34	6.94E-02	4.1475E+02
35	7.15E-02	4.1377E+02
36	7.36E-02	4.1280E+02
37	7.57E-02	4.1183E+02
38	7.78E-02	4.1087E+02
39	7.99E-02	4.0993E+02
40	8.20E-02	4.0899E+02
41	8.41E-02	4.0806E+02
42	8.62E-02	4.0714E+02
43	8.84E-02	4.0623E+02
44	9.05E-02	4.0533E+02
45	9.26E-02	4.0443E+02
46	9.47E-02	4.0354E+02
47	9.68E-02	4.0266E+02
48	9.89E-02	4.0179E+02
49	1.01E-01	4.0092E+02

50	1.03E-01	4.0007E+02
51	1.05E-01	3.9922E+02
52	1.07E-01	3.9837E+02
53	1.09E-01	3.9753E+02
54	1.11E-01	3.9670E+02
55	1.14E-01	3.9588E+02
56	1.16E-01	3.9506E+02
57	1.18E-01	3.9425E+02
58	1.20E-01	3.9345E+02
59	1.22E-01	3.9265E+02
60	1.24E-01	3.9186E+02
61	1.26E-01	3.9107E+02
62	1.28E-01	3.9029E+02
63	1.30E-01	3.8952E+02
64	1.33E-01	3.8875E+02
65	1.35E-01	3.8799E+02
66	1.37E-01	3.8723E+02
67	1.39E-01	3.8648E+02
68	1.41E-01	3.8573E+02
69	1.43E-01	3.8499E+02
70	1.45E-01	3.8426E+02
71	1.47E-01	3.8353E+02
72	1.49E-01	3.8280E+02
73	1.51E-01	3.8208E+02
74	1.54E-01	3.8137E+02
75	1.56E-01	3.8066E+02
76	1.58E-01	3.7995E+02
77	1.60E-01	3.7925E+02
78	1.62E-01	3.7855E+02
79	1.64E-01	3.7786E+02
80	1.66E-01	3.7718E+02
81	1.68E-01	3.7649E+02
82	1.70E-01	3.7581E+02
83	1.72E-01	3.7514E+02
84	1.75E-01	3.7447E+02
85	1.77E-01	3.7381E+02
86	1.79E-01	3.7314E+02
87	1.81E-01	3.7249E+02
88	1.83E-01	3.7184E+02
89	1.85E-01	3.7119E+02
90	1.87E-01	3.7054E+02
91	1.89E-01	3.6990E+02
92	1.91E-01	3.6926E+02
93	1.94E-01	3.6863E+02
94	1.96E-01	3.6800E+02
95	1.98E-01	3.6738E+02
96	2.00E-01	3.6675E+02
97	2.02E-01	3.6614E+02
98	2.04E-01	3.6552E+02
99	2.06E-01	3.6491E+02
100	2.08E-01	3.6430E+02
101	2.10E-01	3.6370E+02
102	2.12E-01	3.6310E+02
103	2.15E-01	3.6250E+02
104	2.17E-01	3.6191E+02
105	2.19E-01	3.6132E+02
106	2.21E-01	3.6073E+02
107	2.23E-01	3.6015E+02
108	2.25E-01	3.5957E+02
109	2.27E-01	3.5899E+02
110	2.29E-01	3.5842E+02
111	2.31E-01	3.5784E+02
112	2.33E-01	3.5728E+02
113	2.36E-01	3.5671E+02
114	2.38E-01	3.5615E+02
115	2.40E-01	3.5559E+02
116	2.42E-01	3.5504E+02
117	2.44E-01	3.5448E+02
118	2.46E-01	3.5393E+02

119	2.48E-01	3.5338E+02
120	2.50E-01	3.5284E+02
121	2.52E-01	3.5230E+02
122	2.55E-01	3.5176E+02
123	2.57E-01	3.5122E+02
124	2.59E-01	3.5069E+02
125	2.61E-01	3.5016E+02
126	2.63E-01	3.4963E+02
127	2.65E-01	3.4911E+02
128	2.67E-01	3.4858E+02
129	2.69E-01	3.4806E+02
130	2.71E-01	3.4755E+02
131	2.73E-01	3.4703E+02
132	2.76E-01	3.4652E+02
133	2.78E-01	3.4601E+02
134	2.80E-01	3.4550E+02
135	2.82E-01	3.4500E+02
136	2.84E-01	3.4449E+02
137	2.86E-01	3.4399E+02
138	2.88E-01	3.4349E+02
139	2.90E-01	3.4300E+02
140	2.92E-01	3.4251E+02
141	2.95E-01	3.4201E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w= 0,075$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.075
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.075_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.5387E+02
2	2.39E-03	4.5216E+02
3	4.78E-03	4.5048E+02
4	7.18E-03	4.4882E+02
5	9.57E-03	4.4719E+02
6	1.20E-02	4.4559E+02
7	1.44E-02	4.4402E+02
8	1.67E-02	4.4248E+02
9	1.91E-02	4.4096E+02
10	2.15E-02	4.3947E+02
11	2.39E-02	4.3801E+02
12	2.63E-02	4.3657E+02
13	2.87E-02	4.3516E+02
14	3.11E-02	4.3377E+02
15	3.35E-02	4.3240E+02
16	3.59E-02	4.3105E+02
17	3.83E-02	4.2972E+02
18	4.07E-02	4.2841E+02
19	4.31E-02	4.2712E+02

20	4.54E-02	4.2584E+02
21	4.78E-02	4.2459E+02
22	5.02E-02	4.2335E+02
23	5.26E-02	4.2213E+02
24	5.50E-02	4.2092E+02
25	5.74E-02	4.1973E+02
26	5.98E-02	4.1855E+02
27	6.22E-02	4.1739E+02
28	6.46E-02	4.1624E+02
29	6.70E-02	4.1511E+02
30	6.94E-02	4.1399E+02
31	7.18E-02	4.1288E+02
32	7.41E-02	4.1179E+02
33	7.65E-02	4.1070E+02
34	7.89E-02	4.0963E+02
35	8.13E-02	4.0857E+02
36	8.37E-02	4.0752E+02
37	8.61E-02	4.0648E+02
38	8.85E-02	4.0546E+02
39	9.09E-02	4.0444E+02
40	9.33E-02	4.0344E+02
41	9.57E-02	4.0244E+02
42	9.81E-02	4.0145E+02
43	1.00E-01	4.0048E+02
44	1.03E-01	3.9951E+02
45	1.05E-01	3.9855E+02
46	1.08E-01	3.9760E+02
47	1.10E-01	3.9666E+02
48	1.12E-01	3.9573E+02
49	1.15E-01	3.9481E+02
50	1.17E-01	3.9389E+02
51	1.20E-01	3.9299E+02
52	1.22E-01	3.9209E+02
53	1.24E-01	3.9120E+02
54	1.27E-01	3.9032E+02
55	1.29E-01	3.8944E+02
56	1.32E-01	3.8857E+02
57	1.34E-01	3.8771E+02
58	1.36E-01	3.8686E+02
59	1.39E-01	3.8601E+02
60	1.41E-01	3.8518E+02
61	1.44E-01	3.8434E+02
62	1.46E-01	3.8352E+02
63	1.48E-01	3.8270E+02
64	1.51E-01	3.8189E+02
65	1.53E-01	3.8108E+02
66	1.55E-01	3.8028E+02
67	1.58E-01	3.7949E+02
68	1.60E-01	3.7870E+02
69	1.63E-01	3.7792E+02
70	1.65E-01	3.7714E+02
71	1.67E-01	3.7637E+02
72	1.70E-01	3.7561E+02
73	1.72E-01	3.7485E+02
74	1.75E-01	3.7409E+02
75	1.77E-01	3.7335E+02
76	1.79E-01	3.7260E+02
77	1.82E-01	3.7187E+02
78	1.84E-01	3.7114E+02
79	1.87E-01	3.7041E+02
80	1.89E-01	3.6969E+02
81	1.91E-01	3.6897E+02
82	1.94E-01	3.6826E+02
83	1.96E-01	3.6755E+02
84	1.99E-01	3.6685E+02
85	2.01E-01	3.6615E+02
86	2.03E-01	3.6546E+02
87	2.06E-01	3.6477E+02
88	2.08E-01	3.6409E+02

89	2.10E-01	3.6341E+02
90	2.13E-01	3.6273E+02
91	2.15E-01	3.6206E+02
92	2.18E-01	3.6140E+02
93	2.20E-01	3.6074E+02
94	2.22E-01	3.6008E+02
95	2.25E-01	3.5942E+02
96	2.27E-01	3.5878E+02
97	2.30E-01	3.5813E+02
98	2.32E-01	3.5749E+02
99	2.34E-01	3.5685E+02
100	2.37E-01	3.5622E+02
101	2.39E-01	3.5559E+02
102	2.42E-01	3.5496E+02
103	2.44E-01	3.5434E+02
104	2.46E-01	3.5372E+02
105	2.49E-01	3.5311E+02
106	2.51E-01	3.5250E+02
107	2.54E-01	3.5189E+02
108	2.56E-01	3.5128E+02
109	2.58E-01	3.5068E+02
110	2.61E-01	3.5009E+02
111	2.63E-01	3.4949E+02
112	2.65E-01	3.4890E+02
113	2.68E-01	3.4832E+02
114	2.70E-01	3.4773E+02
115	2.73E-01	3.4715E+02
116	2.75E-01	3.4657E+02
117	2.77E-01	3.4600E+02
118	2.80E-01	3.4543E+02
119	2.82E-01	3.4486E+02
120	2.85E-01	3.4430E+02
121	2.87E-01	3.4374E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w = 0,15$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.015
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.15_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.5283E+02
2	6.58E-03	4.4821E+02
3	1.32E-02	4.4385E+02
4	1.97E-02	4.3972E+02
5	2.63E-02	4.3579E+02
6	3.29E-02	4.3204E+02
7	3.95E-02	4.2844E+02
8	4.60E-02	4.2499E+02
9	5.26E-02	4.2167E+02
10	5.92E-02	4.1846E+02
11	6.58E-02	4.1536E+02
12	7.23E-02	4.1237E+02

13	7.89E-02	4.0947E+02
14	8.55E-02	4.0665E+02
15	9.21E-02	4.0392E+02
16	9.86E-02	4.0126E+02
17	1.05E-01	3.9867E+02
18	1.12E-01	3.9615E+02
19	1.18E-01	3.9369E+02
20	1.25E-01	3.9130E+02
21	1.32E-01	3.8896E+02
22	1.38E-01	3.8668E+02
23	1.45E-01	3.8444E+02
24	1.51E-01	3.8226E+02
25	1.58E-01	3.8013E+02
26	1.64E-01	3.7804E+02
27	1.71E-01	3.7599E+02
28	1.78E-01	3.7398E+02
29	1.84E-01	3.7202E+02
30	1.91E-01	3.7009E+02
31	1.97E-01	3.6820E+02
32	2.04E-01	3.6634E+02
33	2.10E-01	3.6452E+02
34	2.17E-01	3.6273E+02
35	2.24E-01	3.6097E+02
36	2.30E-01	3.5925E+02
37	2.37E-01	3.5755E+02
38	2.43E-01	3.5588E+02
39	2.50E-01	3.5424E+02
40	2.56E-01	3.5263E+02
41	2.63E-01	3.5104E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w= 0,225$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.225
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.225_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time	0.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time	1.00E+00	
LINE	DISTANCE	TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.55E+02
2	1.72E-03	4.54E+02
3	3.43E-03	4.52E+02
4	5.15E-03	4.51E+02
5	6.86E-03	4.50E+02
6	8.58E-03	4.49E+02
7	1.03E-02	4.48E+02
8	1.20E-02	4.47E+02
9	1.37E-02	4.46E+02
10	1.54E-02	4.44E+02
11	1.72E-02	4.43E+02
12	1.89E-02	4.42E+02
13	2.06E-02	4.41E+02
14	2.23E-02	4.40E+02

15	2.40E-02	4.39E+02
16	2.57E-02	4.38E+02
17	2.75E-02	4.37E+02
18	2.92E-02	4.36E+02
19	3.09E-02	4.35E+02
20	3.26E-02	4.34E+02
21	3.43E-02	4.33E+02
22	3.60E-02	4.33E+02
23	3.78E-02	4.32E+02
24	3.95E-02	4.31E+02
25	4.12E-02	4.30E+02
26	4.29E-02	4.29E+02
27	4.46E-02	4.28E+02
28	4.63E-02	4.27E+02
29	4.81E-02	4.26E+02
30	4.98E-02	4.25E+02
31	5.15E-02	4.25E+02
32	5.32E-02	4.24E+02
33	5.49E-02	4.23E+02
34	5.66E-02	4.22E+02
35	5.83E-02	4.21E+02
36	6.01E-02	4.21E+02
37	6.18E-02	4.20E+02
38	6.35E-02	4.19E+02
39	6.52E-02	4.18E+02
40	6.69E-02	4.17E+02
41	6.86E-02	4.17E+02
42	7.04E-02	4.16E+02
43	7.21E-02	4.15E+02
44	7.38E-02	4.14E+02
45	7.55E-02	4.14E+02
46	7.72E-02	4.13E+02
47	7.89E-02	4.12E+02
48	8.07E-02	4.11E+02
49	8.24E-02	4.11E+02
50	8.41E-02	4.10E+02
51	8.58E-02	4.09E+02
52	8.75E-02	4.08E+02
53	8.92E-02	4.08E+02
54	9.10E-02	4.07E+02
55	9.27E-02	4.06E+02
56	9.44E-02	4.06E+02
57	9.61E-02	4.05E+02
58	9.78E-02	4.04E+02
59	9.95E-02	4.04E+02
60	1.01E-01	4.03E+02
61	1.03E-01	4.02E+02
62	1.05E-01	4.02E+02
63	1.06E-01	4.01E+02
64	1.08E-01	4.00E+02
65	1.10E-01	4.00E+02
66	1.12E-01	3.99E+02
67	1.13E-01	3.98E+02
68	1.15E-01	3.98E+02
69	1.17E-01	3.97E+02
70	1.18E-01	3.97E+02
71	1.20E-01	3.96E+02
72	1.22E-01	3.95E+02
73	1.24E-01	3.95E+02
74	1.25E-01	3.94E+02
75	1.27E-01	3.94E+02
76	1.29E-01	3.93E+02
77	1.30E-01	3.92E+02
78	1.32E-01	3.92E+02
79	1.34E-01	3.91E+02
80	1.36E-01	3.91E+02
81	1.37E-01	3.90E+02
82	1.39E-01	3.89E+02
83	1.41E-01	3.89E+02

84	1.42E-01	3.88E+02
85	1.44E-01	3.88E+02
86	1.46E-01	3.87E+02
87	1.48E-01	3.87E+02
88	1.49E-01	3.86E+02
89	1.51E-01	3.85E+02
90	1.53E-01	3.85E+02
91	1.54E-01	3.84E+02
92	1.56E-01	3.84E+02
93	1.58E-01	3.83E+02
94	1.60E-01	3.83E+02
95	1.61E-01	3.82E+02
96	1.63E-01	3.82E+02
97	1.65E-01	3.81E+02
98	1.66E-01	3.81E+02
99	1.68E-01	3.80E+02
100	1.70E-01	3.80E+02
101	1.72E-01	3.79E+02
102	1.73E-01	3.79E+02
103	1.75E-01	3.78E+02
104	1.77E-01	3.78E+02
105	1.78E-01	3.77E+02
106	1.80E-01	3.77E+02
107	1.82E-01	3.76E+02
108	1.84E-01	3.76E+02
109	1.85E-01	3.75E+02
110	1.87E-01	3.75E+02
111	1.89E-01	3.74E+02
112	1.90E-01	3.74E+02
113	1.92E-01	3.73E+02
114	1.94E-01	3.73E+02
115	1.96E-01	3.72E+02
116	1.97E-01	3.72E+02
117	1.99E-01	3.71E+02
118	2.01E-01	3.71E+02
119	2.02E-01	3.70E+02
120	2.04E-01	3.70E+02
121	2.06E-01	3.69E+02
122	2.08E-01	3.69E+02
123	2.09E-01	3.68E+02
124	2.11E-01	3.68E+02
125	2.13E-01	3.67E+02
126	2.15E-01	3.67E+02
127	2.16E-01	3.67E+02
128	2.18E-01	3.66E+02
129	2.20E-01	3.66E+02
130	2.21E-01	3.65E+02
131	2.23E-01	3.65E+02
132	2.25E-01	3.64E+02
133	2.27E-01	3.64E+02
134	2.28E-01	3.63E+02
135	2.30E-01	3.63E+02
136	2.32E-01	3.63E+02
137	2.33E-01	3.62E+02
138	2.35E-01	3.62E+02
139	2.37E-01	3.61E+02
140	2.39E-01	3.61E+02
141	2.40E-01	3.60E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Convecção -
 $\rho/w= 0,30$ - MEF

ADINA: AUI version "7.5.4," 23 June 2013:00:00 pressure_vessel_0.3
 Licensed from ADINA "R&D," Inc.
 Finite element program "ADINA-T," response range type load-step:
 Listing for line 0.3_TEMPERATURE_DISTANCE:

Time 0.00E+00
 LINE DISTANCE TEMPERATURE

* NOT FOUND

Time 1.00E+00
 LINE DISTANCE TEMPERATURE

1	0.00E+00	4.5839E+02
2	2.17E-03	4.5692E+02
3	4.34E-03	4.5548E+02
4	6.51E-03	4.5406E+02
5	8.68E-03	4.5266E+02
6	1.09E-02	4.5129E+02
7	1.30E-02	4.4995E+02
8	1.52E-02	4.4862E+02
9	1.74E-02	4.4731E+02
10	1.95E-02	4.4603E+02
11	2.17E-02	4.4476E+02
12	2.39E-02	4.4351E+02
13	2.60E-02	4.4228E+02
14	2.82E-02	4.4107E+02
15	3.04E-02	4.3988E+02
16	3.26E-02	4.3870E+02
17	3.47E-02	4.3754E+02
18	3.69E-02	4.3639E+02
19	3.91E-02	4.3526E+02
20	4.12E-02	4.3414E+02
21	4.34E-02	4.3304E+02
22	4.56E-02	4.3195E+02
23	4.77E-02	4.3088E+02
24	4.99E-02	4.2982E+02
25	5.21E-02	4.2877E+02
26	5.43E-02	4.2773E+02
27	5.64E-02	4.2671E+02
28	5.86E-02	4.2569E+02
29	6.08E-02	4.2469E+02
30	6.29E-02	4.2370E+02
31	6.51E-02	4.2272E+02
32	6.73E-02	4.2175E+02
33	6.94E-02	4.2079E+02
34	7.16E-02	4.1984E+02
35	7.38E-02	4.1891E+02
36	7.60E-02	4.1798E+02
37	7.81E-02	4.1706E+02
38	8.03E-02	4.1615E+02
39	8.25E-02	4.1525E+02
40	8.46E-02	4.1436E+02
41	8.68E-02	4.1347E+02
42	8.90E-02	4.1260E+02
43	9.11E-02	4.1173E+02
44	9.33E-02	4.1088E+02
45	9.55E-02	4.1003E+02
46	9.77E-02	4.0919E+02
47	9.98E-02	4.0835E+02
48	1.02E-01	4.0752E+02
49	1.04E-01	4.0671E+02

50	1.06E-01	4.0589E+02
51	1.09E-01	4.0509E+02
52	1.11E-01	4.0429E+02
53	1.13E-01	4.0350E+02
54	1.15E-01	4.0272E+02
55	1.17E-01	4.0194E+02
56	1.19E-01	4.0117E+02
57	1.22E-01	4.0041E+02
58	1.24E-01	3.9965E+02
59	1.26E-01	3.9890E+02
60	1.28E-01	3.9815E+02
61	1.30E-01	3.9742E+02
62	1.32E-01	3.9668E+02
63	1.35E-01	3.9596E+02
64	1.37E-01	3.9523E+02
65	1.39E-01	3.9452E+02
66	1.41E-01	3.9381E+02
67	1.43E-01	3.9310E+02
68	1.45E-01	3.9241E+02
69	1.48E-01	3.9171E+02
70	1.50E-01	3.9102E+02
71	1.52E-01	3.9034E+02
72	1.54E-01	3.8966E+02
73	1.56E-01	3.8899E+02
74	1.58E-01	3.8832E+02
75	1.61E-01	3.8766E+02
76	1.63E-01	3.8700E+02
77	1.65E-01	3.8635E+02
78	1.67E-01	3.8570E+02
79	1.69E-01	3.8505E+02
80	1.71E-01	3.8441E+02
81	1.74E-01	3.8378E+02
82	1.76E-01	3.8315E+02
83	1.78E-01	3.8252E+02
84	1.80E-01	3.8190E+02
85	1.82E-01	3.8128E+02
86	1.84E-01	3.8067E+02
87	1.87E-01	3.8006E+02
88	1.89E-01	3.7945E+02
89	1.91E-01	3.7885E+02
90	1.93E-01	3.7826E+02
91	1.95E-01	3.7766E+02
92	1.97E-01	3.7708E+02
93	2.00E-01	3.7649E+02
94	2.02E-01	3.7591E+02
95	2.04E-01	3.7533E+02
96	2.06E-01	3.7476E+02
97	2.08E-01	3.7419E+02
98	2.10E-01	3.7362E+02
99	2.13E-01	3.7306E+02
100	2.15E-01	3.7250E+02
101	2.17E-01	3.7194E+02

*** End of list.

Tubo com Descontinuidade: Estudo Devido a Temperatura - Distribuição de Temperatura na Tubulação ($p/w = 0,013, 0,026, 0,05, 0,075, 0,15, 0,225$ e $0,30$) - Convecção - Figura 4.13.

Tubo Perfeito (TP)				
temperature	distance p/ TP	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_TP	temperature/ temperature_ambiente
4.5721E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5240E+01
4.5509E+02	3.1000E-03	1.0000E-02	1.0000E-02	1.5170E+01
4.5300E+02	6.2000E-03	2.0000E-02	2.0000E-02	1.5100E+01
4.5096E+02	9.3000E-03	3.0000E-02	3.0000E-02	1.5032E+01
4.4895E+02	1.2400E-02	4.0000E-02	4.0000E-02	1.4965E+01
4.4698E+02	1.5500E-02	5.0000E-02	5.0000E-02	1.4899E+01
4.4505E+02	1.8600E-02	6.0000E-02	6.0000E-02	1.4835E+01
4.4315E+02	2.1700E-02	7.0000E-02	7.0000E-02	1.4772E+01
4.4128E+02	2.4800E-02	8.0000E-02	8.0000E-02	1.4709E+01
4.3945E+02	2.7900E-02	9.0000E-02	9.0000E-02	1.4648E+01
4.3764E+02	3.1000E-02	1.0000E-01	1.0000E-01	1.4588E+01
4.3587E+02	3.4100E-02	1.1000E-01	1.1000E-01	1.4529E+01
4.3412E+02	3.7200E-02	1.2000E-01	1.2000E-01	1.4471E+01
4.3241E+02	4.0300E-02	1.3000E-01	1.3000E-01	1.4414E+01
4.3072E+02	4.3400E-02	1.4000E-01	1.4000E-01	1.4357E+01
4.2905E+02	4.6500E-02	1.5000E-01	1.5000E-01	1.4302E+01
4.2741E+02	4.9600E-02	1.6000E-01	1.6000E-01	1.4247E+01
4.2580E+02	5.2700E-02	1.7000E-01	1.7000E-01	1.4193E+01
4.2421E+02	5.5800E-02	1.8000E-01	1.8000E-01	1.4140E+01
4.2264E+02	5.8900E-02	1.9000E-01	1.9000E-01	1.4088E+01
4.2110E+02	6.2000E-02	2.0000E-01	2.0000E-01	1.4037E+01
4.1958E+02	6.5100E-02	2.1000E-01	2.1000E-01	1.3986E+01
4.1807E+02	6.8200E-02	2.2000E-01	2.2000E-01	1.3936E+01
4.1659E+02	7.1300E-02	2.3000E-01	2.3000E-01	1.3886E+01
4.1513E+02	7.4400E-02	2.4000E-01	2.4000E-01	1.3838E+01
4.1369E+02	7.7500E-02	2.5000E-01	2.5000E-01	1.3790E+01
4.1227E+02	8.0600E-02	2.6000E-01	2.6000E-01	1.3742E+01
4.1087E+02	8.3700E-02	2.7000E-01	2.7000E-01	1.3696E+01
4.0948E+02	8.6800E-02	2.8000E-01	2.8000E-01	1.3649E+01
4.0812E+02	8.9900E-02	2.9000E-01	2.9000E-01	1.3604E+01
4.0677E+02	9.3000E-02	3.0000E-01	3.0000E-01	1.3559E+01
4.0543E+02	9.6100E-02	3.1000E-01	3.1000E-01	1.3514E+01
4.0412E+02	9.9200E-02	3.2000E-01	3.2000E-01	1.3471E+01
4.0281E+02	1.0230E-01	3.3000E-01	3.3000E-01	1.3427E+01
4.0153E+02	1.0540E-01	3.4000E-01	3.4000E-01	1.3384E+01
4.0026E+02	1.0850E-01	3.5000E-01	3.5000E-01	1.3342E+01
3.9900E+02	1.1160E-01	3.6000E-01	3.6000E-01	1.3300E+01

3.9776E+02	1.1470E-01	3.7000E-01	3.7000E-01	1.3259E+01
3.9654E+02	1.1780E-01	3.8000E-01	3.8000E-01	1.3218E+01
3.9532E+02	1.2090E-01	3.9000E-01	3.9000E-01	1.3177E+01
3.9412E+02	1.2400E-01	4.0000E-01	4.0000E-01	1.3137E+01
3.9294E+02	1.2710E-01	4.1000E-01	4.1000E-01	1.3098E+01
3.9177E+02	1.3020E-01	4.2000E-01	4.2000E-01	1.3059E+01
3.9060E+02	1.3330E-01	4.3000E-01	4.3000E-01	1.3020E+01
3.8946E+02	1.3640E-01	4.4000E-01	4.4000E-01	1.2982E+01
3.8832E+02	1.3950E-01	4.5000E-01	4.5000E-01	1.2944E+01
3.8720E+02	1.4260E-01	4.6000E-01	4.6000E-01	1.2907E+01
3.8608E+02	1.4570E-01	4.7000E-01	4.7000E-01	1.2869E+01
3.8498E+02	1.4880E-01	4.8000E-01	4.8000E-01	1.2833E+01
3.8389E+02	1.5190E-01	4.9000E-01	4.9000E-01	1.2796E+01
3.8282E+02	1.5500E-01	5.0000E-01	5.0000E-01	1.2761E+01
3.8175E+02	1.5810E-01	5.1000E-01	5.1000E-01	1.2725E+01
3.8069E+02	1.6120E-01	5.2000E-01	5.2000E-01	1.2690E+01
3.7964E+02	1.6430E-01	5.3000E-01	5.3000E-01	1.2655E+01
3.7861E+02	1.6740E-01	5.4000E-01	5.4000E-01	1.2620E+01
3.7758E+02	1.7050E-01	5.5000E-01	5.5000E-01	1.2586E+01
3.7656E+02	1.7360E-01	5.6000E-01	5.6000E-01	1.2552E+01
3.7555E+02	1.7670E-01	5.7000E-01	5.7000E-01	1.2518E+01
3.7456E+02	1.7980E-01	5.8000E-01	5.8000E-01	1.2485E+01
3.7357E+02	1.8290E-01	5.9000E-01	5.9000E-01	1.2452E+01
3.7259E+02	1.8600E-01	6.0000E-01	6.0000E-01	1.2420E+01
3.7161E+02	1.8910E-01	6.1000E-01	6.1000E-01	1.2387E+01
3.7065E+02	1.9220E-01	6.2000E-01	6.2000E-01	1.2355E+01
3.6970E+02	1.9530E-01	6.3000E-01	6.3000E-01	1.2323E+01
3.6875E+02	1.9840E-01	6.4000E-01	6.4000E-01	1.2292E+01
3.6782E+02	2.0150E-01	6.5000E-01	6.5000E-01	1.2261E+01
3.6689E+02	2.0460E-01	6.6000E-01	6.6000E-01	1.2230E+01
3.6596E+02	2.0770E-01	6.7000E-01	6.7000E-01	1.2199E+01
3.6505E+02	2.1080E-01	6.8000E-01	6.8000E-01	1.2168E+01
3.6415E+02	2.1390E-01	6.9000E-01	6.9000E-01	1.2138E+01
3.6325E+02	2.1700E-01	7.0000E-01	7.0000E-01	1.2108E+01
3.6236E+02	2.2010E-01	7.1000E-01	7.1000E-01	1.2079E+01
3.6147E+02	2.2320E-01	7.2000E-01	7.2000E-01	1.2049E+01
3.6060E+02	2.2630E-01	7.3000E-01	7.3000E-01	1.2020E+01
3.5973E+02	2.2940E-01	7.4000E-01	7.4000E-01	1.1991E+01
3.5887E+02	2.3250E-01	7.5000E-01	7.5000E-01	1.1962E+01
3.5801E+02	2.3560E-01	7.6000E-01	7.6000E-01	1.1934E+01
3.5716E+02	2.3870E-01	7.7000E-01	7.7000E-01	1.1905E+01
3.5632E+02	2.4180E-01	7.8000E-01	7.8000E-01	1.1877E+01
3.5548E+02	2.4490E-01	7.9000E-01	7.9000E-01	1.1849E+01
3.5466E+02	2.4800E-01	8.0000E-01	8.0000E-01	1.1822E+01
3.5383E+02	2.5110E-01	8.1000E-01	8.1000E-01	1.1794E+01
3.5302E+02	2.5420E-01	8.2000E-01	8.2000E-01	1.1767E+01

3.5221E+02	2.5730E-01	8.3000E-01	8.3000E-01	1.1740E+01
3.5140E+02	2.6040E-01	8.4000E-01	8.4000E-01	1.1713E+01
3.5061E+02	2.6350E-01	8.5000E-01	8.5000E-01	1.1687E+01
3.4981E+02	2.6660E-01	8.6000E-01	8.6000E-01	1.1660E+01
3.4903E+02	2.6970E-01	8.7000E-01	8.7000E-01	1.1634E+01
3.4825E+02	2.7280E-01	8.8000E-01	8.8000E-01	1.1608E+01
3.4747E+02	2.7590E-01	8.9000E-01	8.9000E-01	1.1582E+01
3.4670E+02	2.7900E-01	9.0000E-01	9.0000E-01	1.1557E+01
3.4594E+02	2.8210E-01	9.1000E-01	9.1000E-01	1.1531E+01
3.4518E+02	2.8520E-01	9.2000E-01	9.2000E-01	1.1506E+01
3.4443E+02	2.8830E-01	9.3000E-01	9.3000E-01	1.1481E+01
3.4368E+02	2.9140E-01	9.4000E-01	9.4000E-01	1.1456E+01
3.4294E+02	2.9450E-01	9.5000E-01	9.5000E-01	1.1431E+01
3.4220E+02	2.9760E-01	9.6000E-01	9.6000E-01	1.1407E+01
3.4147E+02	3.0070E-01	9.7000E-01	9.7000E-01	1.1382E+01
3.4074E+02	3.0380E-01	9.8000E-01	9.8000E-01	1.1358E+01
3.4001E+02	3.0690E-01	9.9000E-01	9.9000E-01	1.1334E+01
3.3930E+02	3.1000E-01	1.0000E+00	1.0000E+00	1.1310E+01

0,013

temperature	distance p/0.013	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.013	temperature/ temperature_ambiente
4.5733E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5244E+01
4.5481E+02	1.5300E-03	4.9355E-03	1.1111E-02	1.5160E+01
4.5234E+02	3.0600E-03	9.8710E-03	2.2222E-02	1.5078E+01
4.4995E+02	4.5900E-03	1.4806E-02	3.3333E-02	1.4998E+01
4.4766E+02	6.1200E-03	1.9742E-02	4.4444E-02	1.4922E+01
4.4544E+02	7.6500E-03	2.4677E-02	5.5556E-02	1.4848E+01
4.4327E+02	9.1800E-03	2.9613E-02	6.6667E-02	1.4776E+01
4.4117E+02	1.0710E-02	3.4548E-02	7.7778E-02	1.4706E+01
4.3911E+02	1.2240E-02	3.9484E-02	8.8889E-02	1.4637E+01
4.3710E+02	1.3770E-02	4.4419E-02	1.0000E-01	1.4570E+01
4.3513E+02	1.5300E-02	4.9355E-02	1.1111E-01	1.4504E+01
4.3321E+02	1.6830E-02	5.4290E-02	1.2222E-01	1.4440E+01
4.3132E+02	1.8360E-02	5.9226E-02	1.3333E-01	1.4377E+01
4.2946E+02	1.9890E-02	6.4161E-02	1.4444E-01	1.4315E+01
4.2764E+02	2.1420E-02	6.9097E-02	1.5556E-01	1.4255E+01
4.2585E+02	2.2950E-02	7.4032E-02	1.6667E-01	1.4195E+01
4.2410E+02	2.4480E-02	7.8968E-02	1.7778E-01	1.4137E+01
4.2237E+02	2.6010E-02	8.3903E-02	1.8889E-01	1.4079E+01
4.2067E+02	2.7540E-02	8.8839E-02	2.0000E-01	1.4022E+01
4.1900E+02	2.9070E-02	9.3774E-02	2.1111E-01	1.3967E+01
4.1736E+02	3.0600E-02	9.8710E-02	2.2222E-01	1.3912E+01
4.1574E+02	3.2130E-02	1.0365E-01	2.3333E-01	1.3858E+01
4.1415E+02	3.3660E-02	1.0858E-01	2.4444E-01	1.3805E+01

4.1258E+02	3.5190E-02	1.1352E-01	2.5556E-01	1.3753E+01
4.1103E+02	3.6720E-02	1.1845E-01	2.6667E-01	1.3701E+01
4.0951E+02	3.8250E-02	1.2339E-01	2.7778E-01	1.3650E+01
4.0800E+02	3.9780E-02	1.2832E-01	2.8889E-01	1.3600E+01
4.0652E+02	4.1310E-02	1.3326E-01	3.0000E-01	1.3551E+01
4.0506E+02	4.2840E-02	1.3819E-01	3.1111E-01	1.3502E+01
4.0362E+02	4.4370E-02	1.4313E-01	3.2222E-01	1.3454E+01
4.0220E+02	4.5900E-02	1.4806E-01	3.3333E-01	1.3407E+01
4.0080E+02	4.7430E-02	1.5300E-01	3.4444E-01	1.3360E+01
3.9942E+02	4.8960E-02	1.5794E-01	3.5556E-01	1.3314E+01
3.9805E+02	5.0490E-02	1.6287E-01	3.6667E-01	1.3268E+01
3.9670E+02	5.2020E-02	1.6781E-01	3.7778E-01	1.3223E+01
3.9537E+02	5.3550E-02	1.7274E-01	3.8889E-01	1.3179E+01
3.9406E+02	5.5080E-02	1.7768E-01	4.0000E-01	1.3135E+01
3.9276E+02	5.6610E-02	1.8261E-01	4.1111E-01	1.3092E+01
3.9148E+02	5.8140E-02	1.8755E-01	4.2222E-01	1.3049E+01
3.9021E+02	5.9670E-02	1.9248E-01	4.3333E-01	1.3007E+01
3.8896E+02	6.1200E-02	1.9742E-01	4.4444E-01	1.2965E+01
3.8772E+02	6.2730E-02	2.0235E-01	4.5556E-01	1.2924E+01
3.8649E+02	6.4260E-02	2.0729E-01	4.6667E-01	1.2883E+01
3.8528E+02	6.5790E-02	2.1223E-01	4.7778E-01	1.2843E+01
3.8409E+02	6.7320E-02	2.1716E-01	4.8889E-01	1.2803E+01
3.8290E+02	6.8850E-02	2.2210E-01	5.0000E-01	1.2763E+01
3.8173E+02	7.0380E-02	2.2703E-01	5.1111E-01	1.2724E+01
3.8058E+02	7.1910E-02	2.3197E-01	5.2222E-01	1.2686E+01
3.7943E+02	7.3440E-02	2.3690E-01	5.3333E-01	1.2648E+01
3.7830E+02	7.4970E-02	2.4184E-01	5.4444E-01	1.2610E+01
3.7718E+02	7.6500E-02	2.4677E-01	5.5556E-01	1.2573E+01
3.7607E+02	7.8030E-02	2.5171E-01	5.6667E-01	1.2536E+01
3.7497E+02	7.9560E-02	2.5665E-01	5.7778E-01	1.2499E+01
3.7388E+02	8.1090E-02	2.6158E-01	5.8889E-01	1.2463E+01
3.7281E+02	8.2620E-02	2.6652E-01	6.0000E-01	1.2427E+01
3.7174E+02	8.4150E-02	2.7145E-01	6.1111E-01	1.2391E+01
3.7069E+02	8.5680E-02	2.7639E-01	6.2222E-01	1.2356E+01
3.6965E+02	8.7210E-02	2.8132E-01	6.3333E-01	1.2322E+01
3.6861E+02	8.8740E-02	2.8626E-01	6.4444E-01	1.2287E+01
3.6759E+02	9.0270E-02	2.9119E-01	6.5556E-01	1.2253E+01
3.6657E+02	9.1800E-02	2.9613E-01	6.6667E-01	1.2219E+01
3.6557E+02	9.3330E-02	3.0106E-01	6.7778E-01	1.2186E+01
3.6457E+02	9.4860E-02	3.0600E-01	6.8889E-01	1.2152E+01
3.6359E+02	9.6390E-02	3.1094E-01	7.0000E-01	1.2120E+01
3.6261E+02	9.7920E-02	3.1587E-01	7.1111E-01	1.2087E+01
3.6164E+02	9.9450E-02	3.2081E-01	7.2222E-01	1.2055E+01
3.6068E+02	1.0098E-01	3.2574E-01	7.3333E-01	1.2023E+01
3.5973E+02	1.0251E-01	3.3068E-01	7.4444E-01	1.1991E+01
3.5879E+02	1.0404E-01	3.3561E-01	7.5556E-01	1.1960E+01

3.5786E+02	1.0557E-01	3.4055E-01	7.6667E-01	1.1929E+01
3.5693E+02	1.0710E-01	3.4548E-01	7.7778E-01	1.1898E+01
3.5601E+02	1.0863E-01	3.5042E-01	7.8889E-01	1.1867E+01
3.5510E+02	1.1016E-01	3.5535E-01	8.0000E-01	1.1837E+01
3.5420E+02	1.1169E-01	3.6029E-01	8.1111E-01	1.1807E+01
3.5330E+02	1.1322E-01	3.6523E-01	8.2222E-01	1.1777E+01
3.5241E+02	1.1475E-01	3.7016E-01	8.3333E-01	1.1747E+01
3.5153E+02	1.1628E-01	3.7510E-01	8.4444E-01	1.1718E+01
3.5066E+02	1.1781E-01	3.8003E-01	8.5556E-01	1.1689E+01
3.4980E+02	1.1934E-01	3.8497E-01	8.6667E-01	1.1660E+01
3.4894E+02	1.2087E-01	3.8990E-01	8.7778E-01	1.1631E+01
3.4808E+02	1.2240E-01	3.9484E-01	8.8889E-01	1.1603E+01
3.4724E+02	1.2393E-01	3.9977E-01	9.0000E-01	1.1575E+01
3.4640E+02	1.2546E-01	4.0471E-01	9.1111E-01	1.1547E+01
3.4557E+02	1.2699E-01	4.0965E-01	9.2222E-01	1.1519E+01
3.4474E+02	1.2852E-01	4.1458E-01	9.3333E-01	1.1491E+01
3.4392E+02	1.3005E-01	4.1952E-01	9.4444E-01	1.1464E+01
3.4311E+02	1.3158E-01	4.2445E-01	9.5556E-01	1.1437E+01
3.4230E+02	1.3311E-01	4.2939E-01	9.6667E-01	1.1410E+01
3.4150E+02	1.3464E-01	4.3432E-01	9.7778E-01	1.1383E+01
3.4071E+02	1.3617E-01	4.3926E-01	9.8889E-01	1.1357E+01
3.3992E+02	1.3770E-01	4.4419E-01	1.0000E+00	1.1331E+01

0,026

temperature	distance p/0.026	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.026	temperature/ temperature_ambiente
4.5659E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5220E+01
4.5478E+02	2.5167E-03	8.1183E-03	8.3333E-03	1.5159E+01
4.5296E+02	5.0333E-03	1.6237E-02	1.6667E-02	1.5099E+01
4.5116E+02	7.5500E-03	2.4355E-02	2.5000E-02	1.5039E+01
4.4940E+02	1.0067E-02	3.2473E-02	3.3333E-02	1.4980E+01
4.4768E+02	1.2583E-02	4.0591E-02	4.1667E-02	1.4923E+01
4.4600E+02	1.5100E-02	4.8710E-02	5.0000E-02	1.4867E+01
4.4435E+02	1.7617E-02	5.6828E-02	5.8333E-02	1.4812E+01
4.4274E+02	2.0133E-02	6.4946E-02	6.6667E-02	1.4758E+01
4.4117E+02	2.2650E-02	7.3065E-02	7.5000E-02	1.4706E+01
4.3962E+02	2.5167E-02	8.1183E-02	8.3333E-02	1.4654E+01
4.3810E+02	2.7683E-02	8.9301E-02	9.1667E-02	1.4603E+01
4.3660E+02	3.0200E-02	9.7419E-02	1.0000E-01	1.4553E+01
4.3513E+02	3.2717E-02	1.0554E-01	1.0833E-01	1.4504E+01
4.3369E+02	3.5233E-02	1.1366E-01	1.1667E-01	1.4456E+01
4.3226E+02	3.7750E-02	1.2177E-01	1.2500E-01	1.4409E+01
4.3086E+02	4.0267E-02	1.2989E-01	1.3333E-01	1.4362E+01
4.2948E+02	4.2783E-02	1.3801E-01	1.4167E-01	1.4316E+01
4.2812E+02	4.5300E-02	1.4613E-01	1.5000E-01	1.4271E+01

4.2678E+02	4.7817E-02	1.5425E-01	1.5833E-01	1.4226E+01
4.2546E+02	5.0333E-02	1.6237E-01	1.6667E-01	1.4182E+01
4.2415E+02	5.2850E-02	1.7048E-01	1.7500E-01	1.4138E+01
4.2286E+02	5.5367E-02	1.7860E-01	1.8333E-01	1.4095E+01
4.2159E+02	5.7883E-02	1.8672E-01	1.9167E-01	1.4053E+01
4.2033E+02	6.0400E-02	1.9484E-01	2.0000E-01	1.4011E+01
4.1909E+02	6.2917E-02	2.0296E-01	2.0833E-01	1.3970E+01
4.1787E+02	6.5433E-02	2.1108E-01	2.1667E-01	1.3929E+01
4.1666E+02	6.7950E-02	2.1919E-01	2.2500E-01	1.3889E+01
4.1546E+02	7.0467E-02	2.2731E-01	2.3333E-01	1.3849E+01
4.1428E+02	7.2983E-02	2.3543E-01	2.4167E-01	1.3809E+01
4.1311E+02	7.5500E-02	2.4355E-01	2.5000E-01	1.3770E+01
4.1196E+02	7.8017E-02	2.5167E-01	2.5833E-01	1.3732E+01
4.1082E+02	8.0533E-02	2.5978E-01	2.6667E-01	1.3694E+01
4.0969E+02	8.3050E-02	2.6790E-01	2.7500E-01	1.3656E+01
4.0857E+02	8.5567E-02	2.7602E-01	2.8333E-01	1.3619E+01
4.0746E+02	8.8083E-02	2.8414E-01	2.9167E-01	1.3582E+01
4.0637E+02	9.0600E-02	2.9226E-01	3.0000E-01	1.3546E+01
4.0529E+02	9.3117E-02	3.0038E-01	3.0833E-01	1.3510E+01
4.0422E+02	9.5633E-02	3.0849E-01	3.1667E-01	1.3474E+01
4.0316E+02	9.8150E-02	3.1661E-01	3.2500E-01	1.3439E+01
4.0211E+02	1.0067E-01	3.2473E-01	3.3333E-01	1.3404E+01
4.0107E+02	1.0318E-01	3.3285E-01	3.4167E-01	1.3369E+01
4.0004E+02	1.0570E-01	3.4097E-01	3.5000E-01	1.3335E+01
3.9902E+02	1.0822E-01	3.4909E-01	3.5833E-01	1.3301E+01
3.9801E+02	1.1073E-01	3.5720E-01	3.6667E-01	1.3267E+01
3.9702E+02	1.1325E-01	3.6532E-01	3.7500E-01	1.3234E+01
3.9603E+02	1.1577E-01	3.7344E-01	3.8333E-01	1.3201E+01
3.9505E+02	1.1828E-01	3.8156E-01	3.9167E-01	1.3168E+01
3.9407E+02	1.2080E-01	3.8968E-01	4.0000E-01	1.3136E+01
3.9311E+02	1.2332E-01	3.9780E-01	4.0833E-01	1.3104E+01
3.9216E+02	1.2583E-01	4.0591E-01	4.1667E-01	1.3072E+01
3.9121E+02	1.2835E-01	4.1403E-01	4.2500E-01	1.3040E+01
3.9028E+02	1.3087E-01	4.2215E-01	4.3333E-01	1.3009E+01
3.8935E+02	1.3338E-01	4.3027E-01	4.4167E-01	1.2978E+01
3.8843E+02	1.3590E-01	4.3839E-01	4.5000E-01	1.2948E+01
3.8752E+02	1.3842E-01	4.4651E-01	4.5833E-01	1.2917E+01
3.8661E+02	1.4093E-01	4.5462E-01	4.6667E-01	1.2887E+01
3.8572E+02	1.4345E-01	4.6274E-01	4.7500E-01	1.2857E+01
3.8483E+02	1.4597E-01	4.7086E-01	4.8333E-01	1.2828E+01
3.8395E+02	1.4848E-01	4.7898E-01	4.9167E-01	1.2798E+01
3.8307E+02	1.5100E-01	4.8710E-01	5.0000E-01	1.2769E+01
3.8220E+02	1.5352E-01	4.9522E-01	5.0833E-01	1.2740E+01
3.8134E+02	1.5603E-01	5.0333E-01	5.1667E-01	1.2711E+01
3.8049E+02	1.5855E-01	5.1145E-01	5.2500E-01	1.2683E+01
3.7964E+02	1.6107E-01	5.1957E-01	5.3333E-01	1.2655E+01

3.7880E+02	1.6358E-01	5.2769E-01	5.4167E-01	1.2627E+01
3.7797E+02	1.6610E-01	5.3581E-01	5.5000E-01	1.2599E+01
3.7715E+02	1.6862E-01	5.4393E-01	5.5833E-01	1.2572E+01
3.7633E+02	1.7113E-01	5.5204E-01	5.6667E-01	1.2544E+01
3.7551E+02	1.7365E-01	5.6016E-01	5.7500E-01	1.2517E+01
3.7470E+02	1.7617E-01	5.6828E-01	5.8333E-01	1.2490E+01
3.7390E+02	1.7868E-01	5.7640E-01	5.9167E-01	1.2463E+01
3.7311E+02	1.8120E-01	5.8452E-01	6.0000E-01	1.2437E+01
3.7232E+02	1.8372E-01	5.9264E-01	6.0833E-01	1.2411E+01
3.7153E+02	1.8623E-01	6.0075E-01	6.1667E-01	1.2384E+01
3.7076E+02	1.8875E-01	6.0887E-01	6.2500E-01	1.2359E+01
3.6998E+02	1.9127E-01	6.1699E-01	6.3333E-01	1.2333E+01
3.6922E+02	1.9378E-01	6.2511E-01	6.4167E-01	1.2307E+01
3.6846E+02	1.9630E-01	6.3323E-01	6.5000E-01	1.2282E+01
3.6770E+02	1.9882E-01	6.4135E-01	6.5833E-01	1.2257E+01
3.6695E+02	2.0133E-01	6.4946E-01	6.6667E-01	1.2232E+01
3.6621E+02	2.0385E-01	6.5758E-01	6.7500E-01	1.2207E+01
3.6547E+02	2.0637E-01	6.6570E-01	6.8333E-01	1.2182E+01
3.6473E+02	2.0888E-01	6.7382E-01	6.9167E-01	1.2158E+01
3.6400E+02	2.1140E-01	6.8194E-01	7.0000E-01	1.2133E+01
3.6328E+02	2.1392E-01	6.9005E-01	7.0833E-01	1.2109E+01
3.6256E+02	2.1643E-01	6.9817E-01	7.1667E-01	1.2085E+01
3.6184E+02	2.1895E-01	7.0629E-01	7.2500E-01	1.2061E+01
3.6113E+02	2.2147E-01	7.1441E-01	7.3333E-01	1.2038E+01
3.6043E+02	2.2398E-01	7.2253E-01	7.4167E-01	1.2014E+01
3.5973E+02	2.2650E-01	7.3065E-01	7.5000E-01	1.1991E+01
3.5903E+02	2.2902E-01	7.3876E-01	7.5833E-01	1.1968E+01
3.5834E+02	2.3153E-01	7.4688E-01	7.6667E-01	1.1945E+01
3.5765E+02	2.3405E-01	7.5500E-01	7.7500E-01	1.1922E+01
3.5697E+02	2.3657E-01	7.6312E-01	7.8333E-01	1.1899E+01
3.5629E+02	2.3908E-01	7.7124E-01	7.9167E-01	1.1876E+01
3.5562E+02	2.4160E-01	7.7935E-01	8.0000E-01	1.1854E+01
3.5495E+02	2.4412E-01	7.8747E-01	8.0833E-01	1.1832E+01
3.5428E+02	2.4663E-01	7.9559E-01	8.1667E-01	1.1809E+01
3.5362E+02	2.4915E-01	8.0371E-01	8.2500E-01	1.1787E+01
3.5296E+02	2.5167E-01	8.1183E-01	8.3333E-01	1.1765E+01
3.5231E+02	2.5418E-01	8.1995E-01	8.4167E-01	1.1744E+01
3.5166E+02	2.5670E-01	8.2806E-01	8.5000E-01	1.1722E+01
3.5101E+02	2.5922E-01	8.3618E-01	8.5833E-01	1.1700E+01
3.5037E+02	2.6173E-01	8.4430E-01	8.6667E-01	1.1679E+01
3.4973E+02	2.6425E-01	8.5242E-01	8.7500E-01	1.1658E+01
3.4910E+02	2.6677E-01	8.6054E-01	8.8333E-01	1.1637E+01
3.4847E+02	2.6928E-01	8.6865E-01	8.9167E-01	1.1616E+01
3.4784E+02	2.7180E-01	8.7677E-01	9.0000E-01	1.1595E+01
3.4722E+02	2.7432E-01	8.8489E-01	9.0833E-01	1.1574E+01
3.4660E+02	2.7683E-01	8.9301E-01	9.1667E-01	1.1553E+01

3.4599E+02	2.7935E-01	9.0113E-01	9.2500E-01	1.1533E+01
3.4537E+02	2.8187E-01	9.0925E-01	9.3333E-01	1.1512E+01
3.4477E+02	2.8438E-01	9.1736E-01	9.4167E-01	1.1492E+01
3.4416E+02	2.8690E-01	9.2548E-01	9.5000E-01	1.1472E+01
3.4356E+02	2.8942E-01	9.3360E-01	9.5833E-01	1.1452E+01
3.4296E+02	2.9193E-01	9.4172E-01	9.6667E-01	1.1432E+01
3.4237E+02	2.9445E-01	9.4984E-01	9.7500E-01	1.1412E+01
3.4177E+02	2.9697E-01	9.5796E-01	9.8333E-01	1.1392E+01
3.4119E+02	2.9948E-01	9.6607E-01	9.9167E-01	1.1373E+01
3.4060E+02	3.0200E-01	9.7419E-01	1.0000E+00	1.1353E+01

0,05

temperature	distance p/0.05	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.05	temperature/ temperature_ambiente
4.5501E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.00E+00	1.5167E+01
4.5352E+02	2.1036E-03	6.7857E-03	7.1429E-03	1.5117E+01
4.5202E+02	4.2071E-03	1.3571E-02	1.4286E-02	1.5067E+01
4.5054E+02	6.3107E-03	2.0357E-02	2.1429E-02	1.5018E+01
4.4908E+02	8.4143E-03	2.7143E-02	2.8571E-02	1.4969E+01
4.4764E+02	1.0518E-02	3.3929E-02	3.5714E-02	1.4921E+01
4.4623E+02	1.2621E-02	4.0714E-02	4.2857E-02	1.4874E+01
4.4483E+02	1.4725E-02	4.7500E-02	5.0000E-02	1.4828E+01
4.4346E+02	1.6829E-02	5.4286E-02	5.7143E-02	1.4782E+01
4.4212E+02	1.8932E-02	6.1071E-02	6.4286E-02	1.4737E+01
4.4079E+02	2.1036E-02	6.7857E-02	7.1429E-02	1.4693E+01
4.3949E+02	2.3139E-02	7.4643E-02	7.8571E-02	1.4650E+01
4.3820E+02	2.5243E-02	8.1429E-02	8.5714E-02	1.4607E+01
4.3693E+02	2.7346E-02	8.8214E-02	9.2857E-02	1.4564E+01
4.3569E+02	2.9450E-02	9.5000E-02	1.0000E-01	1.4523E+01
4.3446E+02	3.1554E-02	1.0179E-01	1.0714E-01	1.4482E+01
4.3324E+02	3.3657E-02	1.0857E-01	1.1429E-01	1.4441E+01
4.3205E+02	3.5761E-02	1.1536E-01	1.2143E-01	1.4402E+01
4.3087E+02	3.7864E-02	1.2214E-01	1.2857E-01	1.4362E+01
4.2970E+02	3.9968E-02	1.2893E-01	1.3571E-01	1.4323E+01
4.2855E+02	4.2071E-02	1.3571E-01	1.4286E-01	1.4285E+01
4.2742E+02	4.4175E-02	1.4250E-01	1.5000E-01	1.4247E+01
4.2629E+02	4.6279E-02	1.4929E-01	1.5714E-01	1.4210E+01
4.2518E+02	4.8382E-02	1.5607E-01	1.6429E-01	1.4173E+01
4.2409E+02	5.0486E-02	1.6286E-01	1.7143E-01	1.4136E+01
4.2301E+02	5.2589E-02	1.6964E-01	1.7857E-01	1.4100E+01
4.2193E+02	5.4693E-02	1.7643E-01	1.8571E-01	1.4064E+01
4.2088E+02	5.6796E-02	1.8321E-01	1.9286E-01	1.4029E+01
4.1983E+02	5.8900E-02	1.9000E-01	2.0000E-01	1.3994E+01
4.1879E+02	6.1004E-02	1.9679E-01	2.0714E-01	1.3960E+01
4.1777E+02	6.3107E-02	2.0357E-01	2.1429E-01	1.3926E+01

4.1675E+02	6.5211E-02	2.1036E-01	2.2143E-01	1.3892E+01
4.1575E+02	6.7314E-02	2.1714E-01	2.2857E-01	1.3858E+01
4.1475E+02	6.9418E-02	2.2393E-01	2.3571E-01	1.3825E+01
4.1377E+02	7.1521E-02	2.3071E-01	2.4286E-01	1.3792E+01
4.1280E+02	7.3625E-02	2.3750E-01	2.5000E-01	1.3760E+01
4.1183E+02	7.5729E-02	2.4429E-01	2.5714E-01	1.3728E+01
4.1087E+02	7.7832E-02	2.5107E-01	2.6429E-01	1.3696E+01
4.0993E+02	7.9936E-02	2.5786E-01	2.7143E-01	1.3664E+01
4.0899E+02	8.2039E-02	2.6464E-01	2.7857E-01	1.3633E+01
4.0806E+02	8.4143E-02	2.7143E-01	2.8571E-01	1.3602E+01
4.0714E+02	8.6246E-02	2.7821E-01	2.9286E-01	1.3571E+01
4.0623E+02	8.8350E-02	2.8500E-01	3.0000E-01	1.3541E+01
4.0533E+02	9.0454E-02	2.9179E-01	3.0714E-01	1.3511E+01
4.0443E+02	9.2557E-02	2.9857E-01	3.1429E-01	1.3481E+01
4.0354E+02	9.4661E-02	3.0536E-01	3.2143E-01	1.3451E+01
4.0266E+02	9.6764E-02	3.1214E-01	3.2857E-01	1.3422E+01
4.0179E+02	9.8868E-02	3.1893E-01	3.3571E-01	1.3393E+01
4.0092E+02	1.0097E-01	3.2571E-01	3.4286E-01	1.3364E+01
4.0007E+02	1.0308E-01	3.3250E-01	3.5000E-01	1.3336E+01
3.9922E+02	1.0518E-01	3.3929E-01	3.5714E-01	1.3307E+01
3.9837E+02	1.0728E-01	3.4607E-01	3.6429E-01	1.3279E+01
3.9753E+02	1.0939E-01	3.5286E-01	3.7143E-01	1.3251E+01
3.9670E+02	1.1149E-01	3.5964E-01	3.7857E-01	1.3223E+01
3.9588E+02	1.1359E-01	3.6643E-01	3.8571E-01	1.3196E+01
3.9506E+02	1.1570E-01	3.7321E-01	3.9286E-01	1.3169E+01
3.9425E+02	1.1780E-01	3.8000E-01	4.0000E-01	1.3142E+01
3.9345E+02	1.1990E-01	3.8679E-01	4.0714E-01	1.3115E+01
3.9265E+02	1.2201E-01	3.9357E-01	4.1429E-01	1.3088E+01
3.9186E+02	1.2411E-01	4.0036E-01	4.2143E-01	1.3062E+01
3.9107E+02	1.2621E-01	4.0714E-01	4.2857E-01	1.3036E+01
3.9029E+02	1.2832E-01	4.1393E-01	4.3571E-01	1.3010E+01
3.8952E+02	1.3042E-01	4.2071E-01	4.4286E-01	1.2984E+01
3.8875E+02	1.3253E-01	4.2750E-01	4.5000E-01	1.2958E+01
3.8799E+02	1.3463E-01	4.3429E-01	4.5714E-01	1.2933E+01
3.8723E+02	1.3673E-01	4.4107E-01	4.6429E-01	1.2908E+01
3.8648E+02	1.3884E-01	4.4786E-01	4.7143E-01	1.2883E+01
3.8573E+02	1.4094E-01	4.5464E-01	4.7857E-01	1.2858E+01
3.8499E+02	1.4304E-01	4.6143E-01	4.8571E-01	1.2833E+01
3.8426E+02	1.4515E-01	4.6821E-01	4.9286E-01	1.2809E+01
3.8353E+02	1.4725E-01	4.7500E-01	5.0000E-01	1.2784E+01
3.8280E+02	1.4935E-01	4.8179E-01	5.0714E-01	1.2760E+01
3.8208E+02	1.5146E-01	4.8857E-01	5.1429E-01	1.2736E+01
3.8137E+02	1.5356E-01	4.9536E-01	5.2143E-01	1.2712E+01
3.8066E+02	1.5566E-01	5.0214E-01	5.2857E-01	1.2689E+01
3.7995E+02	1.5777E-01	5.0893E-01	5.3571E-01	1.2665E+01
3.7925E+02	1.5987E-01	5.1571E-01	5.4286E-01	1.2642E+01

3.7855E+02	1.6198E-01	5.2250E-01	5.5000E-01	1.2618E+01
3.7786E+02	1.6408E-01	5.2929E-01	5.5714E-01	1.2595E+01
3.7718E+02	1.6618E-01	5.3607E-01	5.6429E-01	1.2573E+01
3.7649E+02	1.6829E-01	5.4286E-01	5.7143E-01	1.2550E+01
3.7581E+02	1.7039E-01	5.4964E-01	5.7857E-01	1.2527E+01
3.7514E+02	1.7249E-01	5.5643E-01	5.8571E-01	1.2505E+01
3.7447E+02	1.7460E-01	5.6321E-01	5.9286E-01	1.2482E+01
3.7381E+02	1.7670E-01	5.7000E-01	6.0000E-01	1.2460E+01
3.7314E+02	1.7880E-01	5.7679E-01	6.0714E-01	1.2438E+01
3.7249E+02	1.8091E-01	5.8357E-01	6.1429E-01	1.2416E+01
3.7184E+02	1.8301E-01	5.9036E-01	6.2143E-01	1.2395E+01
3.7119E+02	1.8511E-01	5.9714E-01	6.2857E-01	1.2373E+01
3.7054E+02	1.8722E-01	6.0393E-01	6.3571E-01	1.2351E+01
3.6990E+02	1.8932E-01	6.1071E-01	6.4286E-01	1.2330E+01
3.6926E+02	1.9143E-01	6.1750E-01	6.5000E-01	1.2309E+01
3.6863E+02	1.9353E-01	6.2429E-01	6.5714E-01	1.2288E+01
3.6800E+02	1.9563E-01	6.3107E-01	6.6429E-01	1.2267E+01
3.6738E+02	1.9774E-01	6.3786E-01	6.7143E-01	1.2246E+01
3.6675E+02	1.9984E-01	6.4464E-01	6.7857E-01	1.2225E+01
3.6614E+02	2.0194E-01	6.5143E-01	6.8571E-01	1.2205E+01
3.6552E+02	2.0405E-01	6.5821E-01	6.9286E-01	1.2184E+01
3.6491E+02	2.0615E-01	6.6500E-01	7.0000E-01	1.2164E+01
3.6430E+02	2.0825E-01	6.7179E-01	7.0714E-01	1.2143E+01
3.6370E+02	2.1036E-01	6.7857E-01	7.1429E-01	1.2123E+01
3.6310E+02	2.1246E-01	6.8536E-01	7.2143E-01	1.2103E+01
3.6250E+02	2.1456E-01	6.9214E-01	7.2857E-01	1.2083E+01
3.6191E+02	2.1667E-01	6.9893E-01	7.3571E-01	1.2064E+01
3.6132E+02	2.1877E-01	7.0571E-01	7.4286E-01	1.2044E+01
3.6073E+02	2.2088E-01	7.1250E-01	7.5000E-01	1.2024E+01
3.6015E+02	2.2298E-01	7.1929E-01	7.5714E-01	1.2005E+01
3.5957E+02	2.2508E-01	7.2607E-01	7.6429E-01	1.1986E+01
3.5899E+02	2.2719E-01	7.3286E-01	7.7143E-01	1.1966E+01
3.5842E+02	2.2929E-01	7.3964E-01	7.7857E-01	1.1947E+01
3.5784E+02	2.3139E-01	7.4643E-01	7.8571E-01	1.1928E+01
3.5728E+02	2.3350E-01	7.5321E-01	7.9286E-01	1.1909E+01
3.5671E+02	2.3560E-01	7.6000E-01	8.0000E-01	1.1890E+01
3.5615E+02	2.3770E-01	7.6679E-01	8.0714E-01	1.1872E+01
3.5559E+02	2.3981E-01	7.7357E-01	8.1429E-01	1.1853E+01
3.5504E+02	2.4191E-01	7.8036E-01	8.2143E-01	1.1835E+01
3.5448E+02	2.4401E-01	7.8714E-01	8.2857E-01	1.1816E+01
3.5393E+02	2.4612E-01	7.9393E-01	8.3571E-01	1.1798E+01
3.5338E+02	2.4822E-01	8.0071E-01	8.4286E-01	1.1779E+01
3.5284E+02	2.5033E-01	8.0750E-01	8.5000E-01	1.1761E+01
3.5230E+02	2.5243E-01	8.1429E-01	8.5714E-01	1.1743E+01
3.5176E+02	2.5453E-01	8.2107E-01	8.6429E-01	1.1725E+01
3.5122E+02	2.5664E-01	8.2786E-01	8.7143E-01	1.1707E+01

3.5069E+02	2.5874E-01	8.3464E-01	8.7857E-01	1.1690E+01
3.5016E+02	2.6084E-01	8.4143E-01	8.8571E-01	1.1672E+01
3.4963E+02	2.6295E-01	8.4821E-01	8.9286E-01	1.1654E+01
3.4911E+02	2.6505E-01	8.5500E-01	9.0000E-01	1.1637E+01
3.4858E+02	2.6715E-01	8.6179E-01	9.0714E-01	1.1619E+01
3.4806E+02	2.6926E-01	8.6857E-01	9.1429E-01	1.1602E+01
3.4755E+02	2.7136E-01	8.7536E-01	9.2143E-01	1.1585E+01
3.4703E+02	2.7346E-01	8.8214E-01	9.2857E-01	1.1568E+01
3.4652E+02	2.7557E-01	8.8893E-01	9.3571E-01	1.1551E+01
3.4601E+02	2.7767E-01	8.9571E-01	9.4286E-01	1.1534E+01
3.4550E+02	2.7978E-01	9.0250E-01	9.5000E-01	1.1517E+01
3.4500E+02	2.8188E-01	9.0929E-01	9.5714E-01	1.1500E+01
3.4449E+02	2.8398E-01	9.1607E-01	9.6429E-01	1.1483E+01
3.4399E+02	2.8609E-01	9.2286E-01	9.7143E-01	1.1466E+01
3.4349E+02	2.8819E-01	9.2964E-01	9.7857E-01	1.1450E+01
3.4300E+02	2.9029E-01	9.3643E-01	9.8571E-01	1.1433E+01
3.4251E+02	2.9240E-01	9.4321E-01	9.9286E-01	1.1417E+01
3.4201E+02	2.9450E-01	9.5000E-01	1.0000E+00	1.1400E+01

0,075

temperature	distance p/0.075	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.075	temperature/ temperature_ambiente
4.5387E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5129E+01
4.5216E+02	2.3917E-03	7.7151E-03	8.3333E-03	1.5072E+01
4.5048E+02	4.7833E-03	1.5430E-02	1.6667E-02	1.5016E+01
4.4882E+02	7.1750E-03	2.3145E-02	2.5000E-02	1.4961E+01
4.4719E+02	9.5667E-03	3.0860E-02	3.3333E-02	1.4906E+01
4.4559E+02	1.1958E-02	3.8575E-02	4.1667E-02	1.4853E+01
4.4402E+02	1.4350E-02	4.6290E-02	5.0000E-02	1.4801E+01
4.4248E+02	1.6742E-02	5.4005E-02	5.8333E-02	1.4749E+01
4.4096E+02	1.9133E-02	6.1720E-02	6.6667E-02	1.4699E+01
4.3947E+02	2.1525E-02	6.9435E-02	7.5000E-02	1.4649E+01
4.3801E+02	2.3917E-02	7.7151E-02	8.3333E-02	1.4600E+01
4.3657E+02	2.6308E-02	8.4865E-02	9.1667E-02	1.4552E+01
4.3516E+02	2.8700E-02	9.2581E-02	1.0000E-01	1.4505E+01
4.3377E+02	3.1092E-02	1.0030E-01	1.0833E-01	1.4459E+01
4.3240E+02	3.3483E-02	1.0801E-01	1.1667E-01	1.4413E+01
4.3105E+02	3.5875E-02	1.1573E-01	1.2500E-01	1.4368E+01
4.2972E+02	3.8267E-02	1.2344E-01	1.3333E-01	1.4324E+01
4.2841E+02	4.0658E-02	1.3116E-01	1.4167E-01	1.4280E+01
4.2712E+02	4.3050E-02	1.3887E-01	1.5000E-01	1.4237E+01
4.2584E+02	4.5442E-02	1.4659E-01	1.5833E-01	1.4195E+01
4.2459E+02	4.7833E-02	1.5430E-01	1.6667E-01	1.4153E+01
4.2335E+02	5.0225E-02	1.6202E-01	1.7500E-01	1.4112E+01
4.2213E+02	5.2617E-02	1.6973E-01	1.8333E-01	1.4071E+01

4.2092E+02	5.5008E-02	1.7745E-01	1.9167E-01	1.4031E+01
4.1973E+02	5.7400E-02	1.8516E-01	2.0000E-01	1.3991E+01
4.1855E+02	5.9792E-02	1.9288E-01	2.0833E-01	1.3952E+01
4.1739E+02	6.2183E-02	2.0059E-01	2.1667E-01	1.3913E+01
4.1624E+02	6.4575E-02	2.0831E-01	2.2500E-01	1.3875E+01
4.1511E+02	6.6967E-02	2.1602E-01	2.3333E-01	1.3837E+01
4.1399E+02	6.9358E-02	2.2374E-01	2.4167E-01	1.3800E+01
4.1288E+02	7.1750E-02	2.3145E-01	2.5000E-01	1.3763E+01
4.1179E+02	7.4142E-02	2.3917E-01	2.5833E-01	1.3726E+01
4.1070E+02	7.6533E-02	2.4688E-01	2.6667E-01	1.3690E+01
4.0963E+02	7.8925E-02	2.5460E-01	2.7500E-01	1.3654E+01
4.0857E+02	8.1317E-02	2.6231E-01	2.8333E-01	1.3619E+01
4.0752E+02	8.3708E-02	2.7003E-01	2.9167E-01	1.3584E+01
4.0648E+02	8.6100E-02	2.7774E-01	3.0000E-01	1.3549E+01
4.0546E+02	8.8492E-02	2.8546E-01	3.0833E-01	1.3515E+01
4.0444E+02	9.0883E-02	2.9317E-01	3.1667E-01	1.3481E+01
4.0344E+02	9.3275E-02	3.0089E-01	3.2500E-01	1.3448E+01
4.0244E+02	9.5667E-02	3.0860E-01	3.3333E-01	1.3415E+01
4.0145E+02	9.8058E-02	3.1632E-01	3.4167E-01	1.3382E+01
4.0048E+02	1.0045E-01	3.2403E-01	3.5000E-01	1.3349E+01
3.9951E+02	1.0284E-01	3.3175E-01	3.5833E-01	1.3317E+01
3.9855E+02	1.0523E-01	3.3946E-01	3.6667E-01	1.3285E+01
3.9760E+02	1.0763E-01	3.4718E-01	3.7500E-01	1.3253E+01
3.9666E+02	1.1002E-01	3.5489E-01	3.8333E-01	1.3222E+01
3.9573E+02	1.1241E-01	3.6261E-01	3.9167E-01	1.3191E+01
3.9481E+02	1.1480E-01	3.7032E-01	4.0000E-01	1.3160E+01
3.9389E+02	1.1719E-01	3.7804E-01	4.0833E-01	1.3130E+01
3.9299E+02	1.1958E-01	3.8575E-01	4.1667E-01	1.3100E+01
3.9209E+02	1.2198E-01	3.9347E-01	4.2500E-01	1.3070E+01
3.9120E+02	1.2437E-01	4.0118E-01	4.3333E-01	1.3040E+01
3.9032E+02	1.2676E-01	4.0890E-01	4.4167E-01	1.3011E+01
3.8944E+02	1.2915E-01	4.1661E-01	4.5000E-01	1.2981E+01
3.8857E+02	1.3154E-01	4.2433E-01	4.5833E-01	1.2952E+01
3.8771E+02	1.3393E-01	4.3204E-01	4.6667E-01	1.2924E+01
3.8686E+02	1.3633E-01	4.3976E-01	4.7500E-01	1.2895E+01
3.8601E+02	1.3872E-01	4.4747E-01	4.8333E-01	1.2867E+01
3.8518E+02	1.4111E-01	4.5519E-01	4.9167E-01	1.2839E+01
3.8434E+02	1.4350E-01	4.6290E-01	5.0000E-01	1.2811E+01
3.8352E+02	1.4589E-01	4.7062E-01	5.0833E-01	1.2784E+01
3.8270E+02	1.4828E-01	4.7833E-01	5.1667E-01	1.2757E+01
3.8189E+02	1.5068E-01	4.8605E-01	5.2500E-01	1.2730E+01
3.8108E+02	1.5307E-01	4.9376E-01	5.3333E-01	1.2703E+01
3.8028E+02	1.5546E-01	5.0148E-01	5.4167E-01	1.2676E+01
3.7949E+02	1.5785E-01	5.0919E-01	5.5000E-01	1.2650E+01
3.7870E+02	1.6024E-01	5.1691E-01	5.5833E-01	1.2623E+01
3.7792E+02	1.6263E-01	5.2462E-01	5.6667E-01	1.2597E+01

3.7714E+02	1.6503E-01	5.3234E-01	5.7500E-01	1.2571E+01
3.7637E+02	1.6742E-01	5.4005E-01	5.8333E-01	1.2546E+01
3.7561E+02	1.6981E-01	5.4777E-01	5.9167E-01	1.2520E+01
3.7485E+02	1.7220E-01	5.5548E-01	6.0000E-01	1.2495E+01
3.7409E+02	1.7459E-01	5.6320E-01	6.0833E-01	1.2470E+01
3.7335E+02	1.7698E-01	5.7091E-01	6.1667E-01	1.2445E+01
3.7260E+02	1.7938E-01	5.7863E-01	6.2500E-01	1.2420E+01
3.7187E+02	1.8177E-01	5.8635E-01	6.3333E-01	1.2396E+01
3.7114E+02	1.8416E-01	5.9406E-01	6.4167E-01	1.2371E+01
3.7041E+02	1.8655E-01	6.0177E-01	6.5000E-01	1.2347E+01
3.6969E+02	1.8894E-01	6.0949E-01	6.5833E-01	1.2323E+01
3.6897E+02	1.9133E-01	6.1720E-01	6.6667E-01	1.2299E+01
3.6826E+02	1.9373E-01	6.2492E-01	6.7500E-01	1.2275E+01
3.6755E+02	1.9612E-01	6.3264E-01	6.8333E-01	1.2252E+01
3.6685E+02	1.9851E-01	6.4035E-01	6.9167E-01	1.2228E+01
3.6615E+02	2.0090E-01	6.4806E-01	7.0000E-01	1.2205E+01
3.6546E+02	2.0329E-01	6.5578E-01	7.0833E-01	1.2182E+01
3.6477E+02	2.0568E-01	6.6349E-01	7.1667E-01	1.2159E+01
3.6409E+02	2.0808E-01	6.7121E-01	7.2500E-01	1.2136E+01
3.6341E+02	2.1047E-01	6.7893E-01	7.3333E-01	1.2114E+01
3.6273E+02	2.1286E-01	6.8664E-01	7.4167E-01	1.2091E+01
3.6206E+02	2.1525E-01	6.9435E-01	7.5000E-01	1.2069E+01
3.6140E+02	2.1764E-01	7.0207E-01	7.5833E-01	1.2047E+01
3.6074E+02	2.2003E-01	7.0978E-01	7.6667E-01	1.2025E+01
3.6008E+02	2.2243E-01	7.1750E-01	7.7500E-01	1.2003E+01
3.5942E+02	2.2482E-01	7.2522E-01	7.8333E-01	1.1981E+01
3.5878E+02	2.2721E-01	7.3293E-01	7.9167E-01	1.1959E+01
3.5813E+02	2.2960E-01	7.4065E-01	8.0000E-01	1.1938E+01
3.5749E+02	2.3199E-01	7.4836E-01	8.0833E-01	1.1916E+01
3.5685E+02	2.3438E-01	7.5607E-01	8.1667E-01	1.1895E+01
3.5622E+02	2.3678E-01	7.6379E-01	8.2500E-01	1.1874E+01
3.5559E+02	2.3917E-01	7.7151E-01	8.3333E-01	1.1853E+01
3.5496E+02	2.4156E-01	7.7922E-01	8.4167E-01	1.1832E+01
3.5434E+02	2.4395E-01	7.8694E-01	8.5000E-01	1.1811E+01
3.5372E+02	2.4634E-01	7.9465E-01	8.5833E-01	1.1791E+01
3.5311E+02	2.4873E-01	8.0236E-01	8.6667E-01	1.1770E+01
3.5250E+02	2.5113E-01	8.1008E-01	8.7500E-01	1.1750E+01
3.5189E+02	2.5352E-01	8.1780E-01	8.8333E-01	1.1730E+01
3.5128E+02	2.5591E-01	8.2551E-01	8.9167E-01	1.1709E+01
3.5068E+02	2.5830E-01	8.3323E-01	9.0000E-01	1.1689E+01
3.5009E+02	2.6069E-01	8.4094E-01	9.0833E-01	1.1670E+01
3.4949E+02	2.6308E-01	8.4865E-01	9.1667E-01	1.1650E+01
3.4890E+02	2.6548E-01	8.5637E-01	9.2500E-01	1.1630E+01
3.4832E+02	2.6787E-01	8.6409E-01	9.3333E-01	1.1611E+01
3.4773E+02	2.7026E-01	8.7180E-01	9.4167E-01	1.1591E+01
3.4715E+02	2.7265E-01	8.7952E-01	9.5000E-01	1.1572E+01

3.4657E+02	2.7504E-01	8.8723E-01	9.5833E-01	1.1552E+01
3.4600E+02	2.7743E-01	8.9495E-01	9.6667E-01	1.1533E+01
3.4543E+02	2.7983E-01	9.0266E-01	9.7500E-01	1.1514E+01
3.4486E+02	2.8222E-01	9.1038E-01	9.8333E-01	1.1495E+01
3.4430E+02	2.8461E-01	9.1809E-01	9.9167E-01	1.1477E+01
3.4374E+02	2.8700E-01	9.2581E-01	1.0000E+00	1.1458E+01

0,15

temperature	distance p/0.15	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.15	temperature/ temperature_ambiente
4.5283E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5094E+01
4.4821E+02	6.5750E-03	2.1210E-02	2.5000E-02	1.4940E+01
4.4385E+02	1.3150E-02	4.2419E-02	5.0000E-02	1.4795E+01
4.3972E+02	1.9725E-02	6.3629E-02	7.5000E-02	1.4657E+01
4.3579E+02	2.6300E-02	8.4839E-02	1.0000E-01	1.4526E+01
4.3204E+02	3.2875E-02	1.0605E-01	1.2500E-01	1.4401E+01
4.2844E+02	3.9450E-02	1.2726E-01	1.5000E-01	1.4281E+01
4.2499E+02	4.6025E-02	1.4847E-01	1.7500E-01	1.4166E+01
4.2167E+02	5.2600E-02	1.6968E-01	2.0000E-01	1.4056E+01
4.1846E+02	5.9175E-02	1.9089E-01	2.2500E-01	1.3949E+01
4.1536E+02	6.5750E-02	2.1210E-01	2.5000E-01	1.3845E+01
4.1237E+02	7.2325E-02	2.3331E-01	2.7500E-01	1.3746E+01
4.0947E+02	7.8900E-02	2.5452E-01	3.0000E-01	1.3649E+01
4.0665E+02	8.5475E-02	2.7573E-01	3.2500E-01	1.3555E+01
4.0392E+02	9.2050E-02	2.9694E-01	3.5000E-01	1.3464E+01
4.0126E+02	9.8625E-02	3.1815E-01	3.7500E-01	1.3375E+01
3.9867E+02	1.0520E-01	3.3935E-01	4.0000E-01	1.3289E+01
3.9615E+02	1.1178E-01	3.6056E-01	4.2500E-01	1.3205E+01
3.9369E+02	1.1835E-01	3.8177E-01	4.5000E-01	1.3123E+01
3.9130E+02	1.2493E-01	4.0298E-01	4.7500E-01	1.3043E+01
3.8896E+02	1.3150E-01	4.2419E-01	5.0000E-01	1.2965E+01
3.8668E+02	1.3808E-01	4.4540E-01	5.2500E-01	1.2889E+01
3.8444E+02	1.4465E-01	4.6661E-01	5.5000E-01	1.2815E+01
3.8226E+02	1.5123E-01	4.8782E-01	5.7500E-01	1.2742E+01
3.8013E+02	1.5780E-01	5.0903E-01	6.0000E-01	1.2671E+01
3.7804E+02	1.6438E-01	5.3024E-01	6.2500E-01	1.2601E+01
3.7599E+02	1.7095E-01	5.5145E-01	6.5000E-01	1.2533E+01
3.7398E+02	1.7753E-01	5.7266E-01	6.7500E-01	1.2466E+01
3.7202E+02	1.8410E-01	5.9387E-01	7.0000E-01	1.2401E+01
3.7009E+02	1.9068E-01	6.1508E-01	7.2500E-01	1.2336E+01
3.6820E+02	1.9725E-01	6.3629E-01	7.5000E-01	1.2273E+01
3.6634E+02	2.0383E-01	6.5750E-01	7.7500E-01	1.2211E+01
3.6452E+02	2.1040E-01	6.7871E-01	8.0000E-01	1.2151E+01
3.6273E+02	2.1698E-01	6.9992E-01	8.2500E-01	1.2091E+01
3.6097E+02	2.2355E-01	7.2113E-01	8.5000E-01	1.2032E+01

3.5925E+02	2.3013E-01	7.4234E-01	8.7500E-01	1.1975E+01
3.5755E+02	2.3670E-01	7.6355E-01	9.0000E-01	1.1918E+01
3.5588E+02	2.4328E-01	7.8476E-01	9.2500E-01	1.1863E+01
3.5424E+02	2.4985E-01	8.0597E-01	9.5000E-01	1.1808E+01
3.5263E+02	2.5643E-01	8.2718E-01	9.7500E-01	1.1754E+01
3.5104E+02	2.6300E-01	8.4839E-01	1.0000E+00	1.1701E+01

0,225

temperature	distance p/0.225	distance/ espesura_TP	distance/ distance_max_0.225	temperature/ temperature_ambiente
4.5472E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5157E+01
4.5351E+02	1.2013E-03	3.8750E-03	7.1503E-03	1.5117E+01
4.5232E+02	2.4025E-03	7.7500E-03	1.4301E-02	1.5077E+01
4.5115E+02	3.6038E-03	1.1625E-02	2.1451E-02	1.5038E+01
4.4999E+02	4.8050E-03	1.5500E-02	2.8601E-02	1.5000E+01
4.4885E+02	6.0063E-03	1.9375E-02	3.5751E-02	1.4962E+01
4.4773E+02	7.2075E-03	2.3250E-02	4.2902E-02	1.4924E+01
4.4663E+02	8.4088E-03	2.7125E-02	5.0052E-02	1.4888E+01
4.4554E+02	9.6100E-03	3.1000E-02	5.7202E-02	1.4851E+01
4.4446E+02	1.0811E-02	3.4875E-02	6.4352E-02	1.4815E+01
4.4340E+02	1.2013E-02	3.8750E-02	7.1503E-02	1.4780E+01
4.4236E+02	1.3214E-02	4.2625E-02	7.8653E-02	1.4745E+01
4.4132E+02	1.4415E-02	4.6500E-02	8.5804E-02	1.4711E+01
4.4030E+02	1.5616E-02	5.0375E-02	9.2954E-02	1.4677E+01
4.3930E+02	1.6818E-02	5.4250E-02	1.0010E-01	1.4643E+01
4.3830E+02	1.8019E-02	5.8125E-02	1.0725E-01	1.4610E+01
4.3732E+02	1.9220E-02	6.2000E-02	1.1440E-01	1.4577E+01
4.3634E+02	2.0421E-02	6.5875E-02	1.2156E-01	1.4545E+01
4.3538E+02	2.1623E-02	6.9750E-02	1.2871E-01	1.4513E+01
4.3443E+02	2.2824E-02	7.3625E-02	1.3586E-01	1.4481E+01
4.3349E+02	2.4025E-02	7.7500E-02	1.4301E-01	1.4450E+01
4.3256E+02	2.5226E-02	8.1375E-02	1.5016E-01	1.4419E+01
4.3164E+02	2.6428E-02	8.5250E-02	1.5731E-01	1.4388E+01
4.3073E+02	2.7629E-02	8.9125E-02	1.6446E-01	1.4358E+01
4.2983E+02	2.8830E-02	9.3000E-02	1.7161E-01	1.4328E+01
4.2894E+02	3.0031E-02	9.6875E-02	1.7876E-01	1.4298E+01
4.2806E+02	3.1233E-02	1.0075E-01	1.8591E-01	1.4269E+01
4.2719E+02	3.2434E-02	1.0462E-01	1.9306E-01	1.4240E+01
4.2633E+02	3.3635E-02	1.0850E-01	2.0021E-01	1.4211E+01
4.2547E+02	3.4836E-02	1.1238E-01	2.0736E-01	1.4182E+01
4.2462E+02	3.6038E-02	1.1625E-01	2.1451E-01	1.4154E+01
4.2378E+02	3.7239E-02	1.2012E-01	2.2166E-01	1.4126E+01
4.2295E+02	3.8440E-02	1.2400E-01	2.2881E-01	1.4098E+01
4.2213E+02	3.9641E-02	1.2788E-01	2.3596E-01	1.4071E+01
4.2131E+02	4.0843E-02	1.3175E-01	2.4311E-01	1.4044E+01

4.2050E+02	4.2044E-02	1.3562E-01	2.5026E-01	1.4017E+01
4.1970E+02	4.3245E-02	1.3950E-01	2.5741E-01	1.3990E+01
4.1891E+02	4.4446E-02	1.4338E-01	2.6456E-01	1.3964E+01
4.1812E+02	4.5648E-02	1.4725E-01	2.7171E-01	1.3937E+01
4.1734E+02	4.6849E-02	1.5112E-01	2.7886E-01	1.3911E+01
4.1657E+02	4.8050E-02	1.5500E-01	2.8601E-01	1.3886E+01
4.1580E+02	4.9251E-02	1.5887E-01	2.9316E-01	1.3860E+01
4.1504E+02	5.0453E-02	1.6275E-01	3.0031E-01	1.3835E+01
4.1428E+02	5.1654E-02	1.6662E-01	3.0746E-01	1.3809E+01
4.1354E+02	5.2855E-02	1.7050E-01	3.1461E-01	1.3785E+01
4.1279E+02	5.4056E-02	1.7437E-01	3.2176E-01	1.3760E+01
4.1206E+02	5.5258E-02	1.7825E-01	3.2891E-01	1.3735E+01
4.1133E+02	5.6459E-02	1.8213E-01	3.3606E-01	1.3711E+01
4.1060E+02	5.7660E-02	1.8600E-01	3.4321E-01	1.3687E+01
4.0988E+02	5.8861E-02	1.8987E-01	3.5036E-01	1.3663E+01
4.0917E+02	6.0063E-02	1.9375E-01	3.5751E-01	1.3639E+01
4.0846E+02	6.1264E-02	1.9763E-01	3.6467E-01	1.3615E+01
4.0776E+02	6.2465E-02	2.0150E-01	3.7182E-01	1.3592E+01
4.0706E+02	6.3666E-02	2.0537E-01	3.7897E-01	1.3569E+01
4.0637E+02	6.4868E-02	2.0925E-01	3.8612E-01	1.3546E+01
4.0568E+02	6.6069E-02	2.1313E-01	3.9327E-01	1.3523E+01
4.0500E+02	6.7270E-02	2.1700E-01	4.0042E-01	1.3500E+01
4.0432E+02	6.8471E-02	2.2087E-01	4.0757E-01	1.3477E+01
4.0365E+02	6.9673E-02	2.2475E-01	4.1472E-01	1.3455E+01
4.0298E+02	7.0874E-02	2.2863E-01	4.2187E-01	1.3433E+01
4.0232E+02	7.2075E-02	2.3250E-01	4.2902E-01	1.3411E+01
4.0166E+02	7.3276E-02	2.3637E-01	4.3617E-01	1.3389E+01
4.0101E+02	7.4478E-02	2.4025E-01	4.4332E-01	1.3367E+01
4.0036E+02	7.5679E-02	2.4413E-01	4.5047E-01	1.3345E+01
3.9972E+02	7.6880E-02	2.4800E-01	4.5762E-01	1.3324E+01
3.9908E+02	7.8081E-02	2.5187E-01	4.6477E-01	1.3303E+01
3.9844E+02	7.9283E-02	2.5575E-01	4.7192E-01	1.3281E+01
3.9781E+02	8.0484E-02	2.5963E-01	4.7907E-01	1.3260E+01
3.9719E+02	8.1685E-02	2.6350E-01	4.8622E-01	1.3240E+01
3.9656E+02	8.2886E-02	2.6737E-01	4.9337E-01	1.3219E+01
3.9594E+02	8.4088E-02	2.7125E-01	5.0052E-01	1.3198E+01
3.9533E+02	8.5289E-02	2.7512E-01	5.0767E-01	1.3178E+01
3.9472E+02	8.6490E-02	2.7900E-01	5.1482E-01	1.3157E+01
3.9411E+02	8.7691E-02	2.8287E-01	5.2197E-01	1.3137E+01
3.9351E+02	8.8893E-02	2.8675E-01	5.2912E-01	1.3117E+01
3.9291E+02	9.0094E-02	2.9062E-01	5.3627E-01	1.3097E+01
3.9231E+02	9.1295E-02	2.9450E-01	5.4342E-01	1.3077E+01
3.9172E+02	9.2496E-02	2.9838E-01	5.5057E-01	1.3057E+01
3.9114E+02	9.3698E-02	3.0225E-01	5.5772E-01	1.3038E+01
3.9055E+02	9.4899E-02	3.0612E-01	5.6487E-01	1.3018E+01
3.8997E+02	9.6100E-02	3.1000E-01	5.7202E-01	1.2999E+01

3.8939E+02	9.7301E-02	3.1388E-01	5.7917E-01	1.2980E+01
3.8882E+02	9.8503E-02	3.1775E-01	5.8632E-01	1.2961E+01
3.8825E+02	9.9704E-02	3.2162E-01	5.9347E-01	1.2942E+01
3.8768E+02	1.0091E-01	3.2550E-01	6.0063E-01	1.2923E+01
3.8712E+02	1.0211E-01	3.2937E-01	6.0777E-01	1.2904E+01
3.8656E+02	1.0331E-01	3.3325E-01	6.1492E-01	1.2885E+01
3.8600E+02	1.0451E-01	3.3713E-01	6.2208E-01	1.2867E+01
3.8545E+02	1.0571E-01	3.4100E-01	6.2923E-01	1.2848E+01
3.8490E+02	1.0691E-01	3.4487E-01	6.3638E-01	1.2830E+01
3.8435E+02	1.0811E-01	3.4875E-01	6.4353E-01	1.2812E+01
3.8381E+02	1.0931E-01	3.5263E-01	6.5068E-01	1.2794E+01
3.8327E+02	1.1052E-01	3.5650E-01	6.5783E-01	1.2776E+01
3.8273E+02	1.1172E-01	3.6037E-01	6.6498E-01	1.2758E+01
3.8219E+02	1.1292E-01	3.6425E-01	6.7213E-01	1.2740E+01
3.8166E+02	1.1412E-01	3.6813E-01	6.7928E-01	1.2722E+01
3.8113E+02	1.1532E-01	3.7200E-01	6.8643E-01	1.2704E+01
3.8061E+02	1.1652E-01	3.7587E-01	6.9358E-01	1.2687E+01
3.8008E+02	1.1772E-01	3.7975E-01	7.0073E-01	1.2669E+01
3.7956E+02	1.1892E-01	3.8363E-01	7.0788E-01	1.2652E+01
3.7905E+02	1.2013E-01	3.8750E-01	7.1503E-01	1.2635E+01
3.7853E+02	1.2133E-01	3.9137E-01	7.2218E-01	1.2618E+01
3.7802E+02	1.2253E-01	3.9525E-01	7.2933E-01	1.2601E+01
3.7751E+02	1.2373E-01	3.9913E-01	7.3648E-01	1.2584E+01
3.7701E+02	1.2493E-01	4.0300E-01	7.4363E-01	1.2567E+01
3.7650E+02	1.2613E-01	4.0687E-01	7.5078E-01	1.2550E+01
3.7600E+02	1.2733E-01	4.1075E-01	7.5793E-01	1.2533E+01
3.7550E+02	1.2853E-01	4.1463E-01	7.6508E-01	1.2517E+01
3.7501E+02	1.2974E-01	4.1850E-01	7.7223E-01	1.2500E+01
3.7452E+02	1.3094E-01	4.2237E-01	7.7938E-01	1.2484E+01
3.7402E+02	1.3214E-01	4.2625E-01	7.8654E-01	1.2467E+01
3.7354E+02	1.3334E-01	4.3013E-01	7.9368E-01	1.2451E+01
3.7305E+02	1.3454E-01	4.3400E-01	8.0083E-01	1.2435E+01
3.7257E+02	1.3574E-01	4.3787E-01	8.0798E-01	1.2419E+01
3.7209E+02	1.3694E-01	4.4175E-01	8.1513E-01	1.2403E+01
3.7161E+02	1.3814E-01	4.4563E-01	8.2229E-01	1.2387E+01
3.7113E+02	1.3935E-01	4.4950E-01	8.2943E-01	1.2371E+01
3.7066E+02	1.4055E-01	4.5337E-01	8.3658E-01	1.2355E+01
3.7019E+02	1.4175E-01	4.5725E-01	8.4373E-01	1.2340E+01
3.6972E+02	1.4295E-01	4.6113E-01	8.5089E-01	1.2324E+01
3.6925E+02	1.4415E-01	4.6500E-01	8.5804E-01	1.2308E+01
3.6879E+02	1.4535E-01	4.6887E-01	8.6518E-01	1.2293E+01
3.6833E+02	1.4655E-01	4.7275E-01	8.7233E-01	1.2278E+01
3.6787E+02	1.4775E-01	4.7663E-01	8.7949E-01	1.2262E+01
3.6741E+02	1.4896E-01	4.8050E-01	8.8664E-01	1.2247E+01
3.6696E+02	1.5016E-01	4.8437E-01	8.9379E-01	1.2232E+01
3.6650E+02	1.5136E-01	4.8825E-01	9.0093E-01	1.2217E+01

3.6605E+02	1.5256E-01	4.9213E-01	9.0809E-01	1.2202E+01
3.6561E+02	1.5376E-01	4.9600E-01	9.1524E-01	1.2187E+01
3.6516E+02	1.5496E-01	4.9987E-01	9.2239E-01	1.2172E+01
3.6471E+02	1.5616E-01	5.0375E-01	9.2954E-01	1.2157E+01
3.6427E+02	1.5736E-01	5.0763E-01	9.3669E-01	1.2142E+01
3.6383E+02	1.5857E-01	5.1150E-01	9.4384E-01	1.2128E+01
3.6339E+02	1.5977E-01	5.1537E-01	9.5099E-01	1.2113E+01
3.6296E+02	1.6097E-01	5.1925E-01	9.5814E-01	1.2099E+01
3.6252E+02	1.6217E-01	5.2313E-01	9.6529E-01	1.2084E+01
3.6209E+02	1.6337E-01	5.2700E-01	9.7244E-01	1.2070E+01
3.6166E+02	1.6457E-01	5.3087E-01	9.7959E-01	1.2055E+01
3.6124E+02	1.6577E-01	5.3475E-01	9.8674E-01	1.2041E+01
3.6081E+02	1.6697E-01	5.3863E-01	9.9389E-01	1.2027E+01
3.6038E+02	1.6818E-01	5.4250E-01	1.0010E+00	1.2013E+01

0,30

temperature	distance p/0.30	distance/ espessura_TP	distance/ distance_max_0.30	temperature/ temperature_ambiente
4.5839E+02	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	1.5280E+01
4.5692E+02	2.1700E-03	7.0000E-03	1.0000E-02	1.5231E+01
4.5548E+02	4.3400E-03	1.4000E-02	2.0000E-02	1.5183E+01
4.5406E+02	6.5100E-03	2.1000E-02	3.0000E-02	1.5135E+01
4.5266E+02	8.6800E-03	2.8000E-02	4.0000E-02	1.5089E+01
4.5129E+02	1.0850E-02	3.5000E-02	5.0000E-02	1.5043E+01
4.4995E+02	1.3020E-02	4.2000E-02	6.0000E-02	1.4998E+01
4.4862E+02	1.5190E-02	4.9000E-02	7.0000E-02	1.4954E+01
4.4731E+02	1.7360E-02	5.6000E-02	8.0000E-02	1.4910E+01
4.4603E+02	1.9530E-02	6.3000E-02	9.0000E-02	1.4868E+01
4.4476E+02	2.1700E-02	7.0000E-02	1.0000E-01	1.4825E+01
4.4351E+02	2.3870E-02	7.7000E-02	1.1000E-01	1.4784E+01
4.4228E+02	2.6040E-02	8.4000E-02	1.2000E-01	1.4743E+01
4.4107E+02	2.8210E-02	9.1000E-02	1.3000E-01	1.4702E+01
4.3988E+02	3.0380E-02	9.8000E-02	1.4000E-01	1.4663E+01
4.3870E+02	3.2550E-02	1.0500E-01	1.5000E-01	1.4623E+01
4.3754E+02	3.4720E-02	1.1200E-01	1.6000E-01	1.4585E+01
4.3639E+02	3.6890E-02	1.1900E-01	1.7000E-01	1.4546E+01
4.3526E+02	3.9060E-02	1.2600E-01	1.8000E-01	1.4509E+01
4.3414E+02	4.1230E-02	1.3300E-01	1.9000E-01	1.4471E+01
4.3304E+02	4.3400E-02	1.4000E-01	2.0000E-01	1.4435E+01
4.3195E+02	4.5570E-02	1.4700E-01	2.1000E-01	1.4398E+01
4.3088E+02	4.7740E-02	1.5400E-01	2.2000E-01	1.4363E+01
4.2982E+02	4.9910E-02	1.6100E-01	2.3000E-01	1.4327E+01
4.2877E+02	5.2080E-02	1.6800E-01	2.4000E-01	1.4292E+01
4.2773E+02	5.4250E-02	1.7500E-01	2.5000E-01	1.4258E+01
4.2671E+02	5.6420E-02	1.8200E-01	2.6000E-01	1.4224E+01

4.2569E+02	5.8590E-02	1.8900E-01	2.7000E-01	1.4190E+01
4.2469E+02	6.0760E-02	1.9600E-01	2.8000E-01	1.4156E+01
4.2370E+02	6.2930E-02	2.0300E-01	2.9000E-01	1.4123E+01
4.2272E+02	6.5100E-02	2.1000E-01	3.0000E-01	1.4091E+01
4.2175E+02	6.7270E-02	2.1700E-01	3.1000E-01	1.4058E+01
4.2079E+02	6.9440E-02	2.2400E-01	3.2000E-01	1.4026E+01
4.1984E+02	7.1610E-02	2.3100E-01	3.3000E-01	1.3995E+01
4.1891E+02	7.3780E-02	2.3800E-01	3.4000E-01	1.3964E+01
4.1798E+02	7.5950E-02	2.4500E-01	3.5000E-01	1.3933E+01
4.1706E+02	7.8120E-02	2.5200E-01	3.6000E-01	1.3902E+01
4.1615E+02	8.0290E-02	2.5900E-01	3.7000E-01	1.3872E+01
4.1525E+02	8.2460E-02	2.6600E-01	3.8000E-01	1.3842E+01
4.1436E+02	8.4630E-02	2.7300E-01	3.9000E-01	1.3812E+01
4.1347E+02	8.6800E-02	2.8000E-01	4.0000E-01	1.3782E+01
4.1260E+02	8.8970E-02	2.8700E-01	4.1000E-01	1.3753E+01
4.1173E+02	9.1140E-02	2.9400E-01	4.2000E-01	1.3724E+01
4.1088E+02	9.3310E-02	3.0100E-01	4.3000E-01	1.3696E+01
4.1003E+02	9.5480E-02	3.0800E-01	4.4000E-01	1.3668E+01
4.0919E+02	9.7650E-02	3.1500E-01	4.5000E-01	1.3640E+01
4.0835E+02	9.9820E-02	3.2200E-01	4.6000E-01	1.3612E+01
4.0752E+02	1.0199E-01	3.2900E-01	4.7000E-01	1.3584E+01
4.0671E+02	1.0416E-01	3.3600E-01	4.8000E-01	1.3557E+01
4.0589E+02	1.0633E-01	3.4300E-01	4.9000E-01	1.3530E+01
4.0509E+02	1.0850E-01	3.5000E-01	5.0000E-01	1.3503E+01
4.0429E+02	1.1067E-01	3.5700E-01	5.1000E-01	1.3476E+01
4.0350E+02	1.1284E-01	3.6400E-01	5.2000E-01	1.3450E+01
4.0272E+02	1.1501E-01	3.7100E-01	5.3000E-01	1.3424E+01
4.0194E+02	1.1718E-01	3.7800E-01	5.4000E-01	1.3398E+01
4.0117E+02	1.1935E-01	3.8500E-01	5.5000E-01	1.3372E+01
4.0041E+02	1.2152E-01	3.9200E-01	5.6000E-01	1.3347E+01
3.9965E+02	1.2369E-01	3.9900E-01	5.7000E-01	1.3322E+01
3.9890E+02	1.2586E-01	4.0600E-01	5.8000E-01	1.3297E+01
3.9815E+02	1.2803E-01	4.1300E-01	5.9000E-01	1.3272E+01
3.9742E+02	1.3020E-01	4.2000E-01	6.0000E-01	1.3247E+01
3.9668E+02	1.3237E-01	4.2700E-01	6.1000E-01	1.3223E+01
3.9596E+02	1.3454E-01	4.3400E-01	6.2000E-01	1.3199E+01
3.9523E+02	1.3671E-01	4.4100E-01	6.3000E-01	1.3174E+01
3.9452E+02	1.3888E-01	4.4800E-01	6.4000E-01	1.3151E+01
3.9381E+02	1.4105E-01	4.5500E-01	6.5000E-01	1.3127E+01
3.9310E+02	1.4322E-01	4.6200E-01	6.6000E-01	1.3103E+01
3.9241E+02	1.4539E-01	4.6900E-01	6.7000E-01	1.3080E+01
3.9171E+02	1.4756E-01	4.7600E-01	6.8000E-01	1.3057E+01
3.9102E+02	1.4973E-01	4.8300E-01	6.9000E-01	1.3034E+01
3.9034E+02	1.5190E-01	4.9000E-01	7.0000E-01	1.3011E+01
3.8966E+02	1.5407E-01	4.9700E-01	7.1000E-01	1.2989E+01
3.8899E+02	1.5624E-01	5.0400E-01	7.2000E-01	1.2966E+01

3.8832E+02	1.5841E-01	5.1100E-01	7.3000E-01	1.2944E+01
3.8766E+02	1.6058E-01	5.1800E-01	7.4000E-01	1.2922E+01
3.8700E+02	1.6275E-01	5.2500E-01	7.5000E-01	1.2900E+01
3.8635E+02	1.6492E-01	5.3200E-01	7.6000E-01	1.2878E+01
3.8570E+02	1.6709E-01	5.3900E-01	7.7000E-01	1.2857E+01
3.8505E+02	1.6926E-01	5.4600E-01	7.8000E-01	1.2835E+01
3.8441E+02	1.7143E-01	5.5300E-01	7.9000E-01	1.2814E+01
3.8378E+02	1.7360E-01	5.6000E-01	8.0000E-01	1.2793E+01
3.8315E+02	1.7577E-01	5.6700E-01	8.1000E-01	1.2772E+01
3.8252E+02	1.7794E-01	5.7400E-01	8.2000E-01	1.2751E+01
3.8190E+02	1.8011E-01	5.8100E-01	8.3000E-01	1.2730E+01
3.8128E+02	1.8228E-01	5.8800E-01	8.4000E-01	1.2709E+01
3.8067E+02	1.8445E-01	5.9500E-01	8.5000E-01	1.2689E+01
3.8006E+02	1.8662E-01	6.0200E-01	8.6000E-01	1.2669E+01
3.7945E+02	1.8879E-01	6.0900E-01	8.7000E-01	1.2648E+01
3.7885E+02	1.9096E-01	6.1600E-01	8.8000E-01	1.2628E+01
3.7826E+02	1.9313E-01	6.2300E-01	8.9000E-01	1.2609E+01
3.7766E+02	1.9530E-01	6.3000E-01	9.0000E-01	1.2589E+01
3.7708E+02	1.9747E-01	6.3700E-01	9.1000E-01	1.2569E+01
3.7649E+02	1.9964E-01	6.4400E-01	9.2000E-01	1.2550E+01
3.7591E+02	2.0181E-01	6.5100E-01	9.3000E-01	1.2530E+01
3.7533E+02	2.0398E-01	6.5800E-01	9.4000E-01	1.2511E+01
3.7476E+02	2.0615E-01	6.6500E-01	9.5000E-01	1.2492E+01
3.7419E+02	2.0832E-01	6.7200E-01	9.6000E-01	1.2473E+01
3.7362E+02	2.1049E-01	6.7900E-01	9.7000E-01	1.2454E+01
3.7306E+02	2.1266E-01	6.8600E-01	9.8000E-01	1.2435E+01
3.7250E+02	2.1483E-01	6.9300E-01	9.9000E-01	1.2417E+01
3.7194E+02	2.1700E-01	7.0000E-01	1.0000E+00	1.2398E+01

OBSERVAÇÕES:

1 - raio externo = 3x raio interno
2 - $T_i=550^{\circ}\text{C}$ / $T_o=30^{\circ}\text{C}$ / $\Delta T=T_i-T_o=520^{\circ}\text{C}=520\text{K}$ / $h_e=10$ (W/m ² K) / $h_i=100$ (W/m ² K)
3 - cálculo ao longo da espessura do tubo