|  |  |
| --- | --- |
| ÍNDICE DE REVISÕES | |
| REV. | DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS |
| 0 | Emissão Original |

SUMÁRIO

[1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO 4](#_Toc507409342)

[2 MEDIÇÕES PRELIMINARES 4](#_Toc507409343)

[2.1 AVALIAÇÃO DE FORMA DO TUBO 4](#_Toc507409344)

[2.1.3 Seção &Section 4](#_Toc507409345)

[2.2 PRESSÃO DE OPERAÇÃO 5](#_Toc507409346)

[3 MEDIÇÃO DE TENSÕES 5](#_Toc507409347)

[3.1 SEÇÃO &Section 5](#_Toc507409348)

[3.1.1 Tensões longitudinais 5](#_Toc507409349)

[3.1.2 Tensões longitudinais descontados efeitos da pressão interna 8](#_Toc507409350)

[3.1.3 Tensões circunferenciais 11](#_Toc507409351)

[3.1.4 Tensões circunferenciais descontados efeitos da pressão interna 13](#_Toc507409352)

[3.1.5 Tensões cisalhantes 15](#_Toc507409353)

[3.1.6 Tensões equivalente 15](#_Toc507409354)

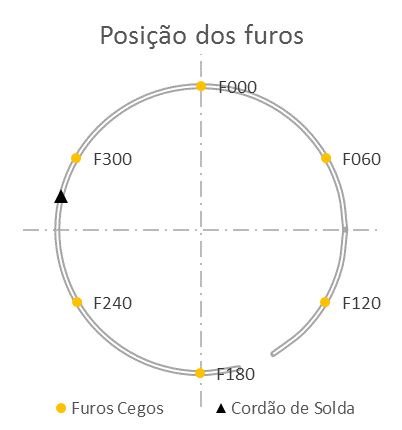
RESUMO EXECUTIVO

Tabela - Resumo das medições - Seção &Section

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão longitudinal [MPa] | Tensão circunferencial [MPa] | Tensão cisalhante [MPa] | Tensão máxima [MPa] | Tensão mínima [MPa] | Ângulo da tensão máxima [°] |
| 0 | 42,7 | 71,7 | -25,6 | 96,7 | 17,7 | -16,2 |
| 60 | 57,8 | 23,6 | -1,6 | 70,8 | 10,6 | 11,4 |
| 120 | 59,8 | 46,4 | -9,9 | 91,9 | 14,2 | 8 |
| 180 | 178 | 173,3 | -29,9 | 208,7 | 142,6 | 47 |
| 240 | 104,8 | 85 | -4,5 | 113,2 | 76,6 | 9,5 |
| 300 | 151,6 | 77,9 | -4,3 | 153,9 | 75,6 | -2,5 |

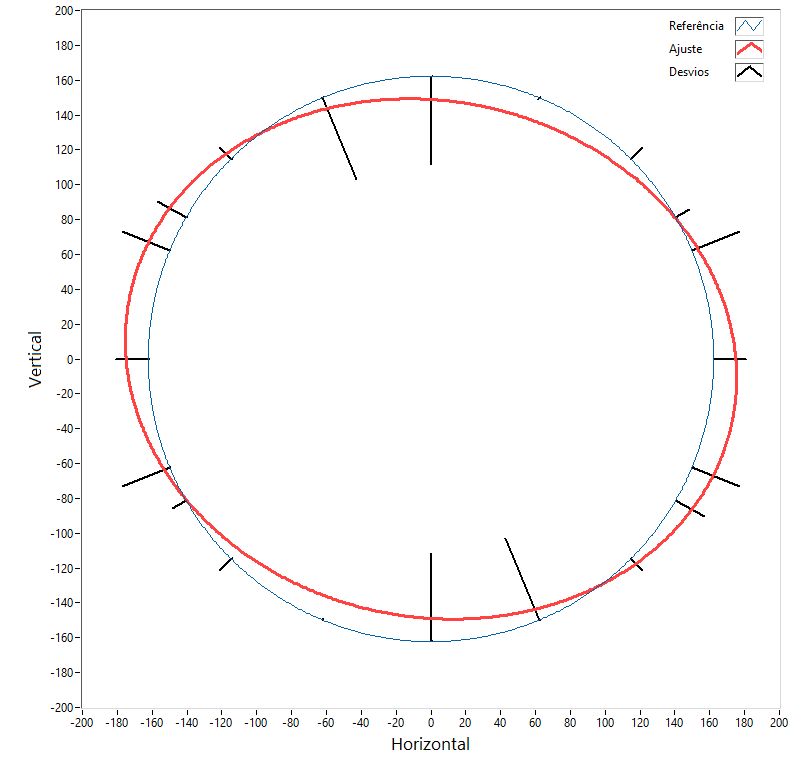
1. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

Figura – Localização da solda e dos furos cegos seção &Section



1. MEDIÇÕES PRELIMINARES
   1. AVALIAÇÃO DE FORMA DO TUBO
      1. Seção &Section

Figura - Diagrama de ovalização Seção &Section.



* 1. PRESSÃO DE OPERAÇÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as pressões de operação do duto durante a execução de cada um dos furos para as três seções. Também são apresentadas as tensões esperadas devido a pressão interna

Tabela - Pressão de operação – Seção &Section

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Ponto | Pressão [kgf/cm²] | Tensão longitudinal [MPa] | Tensão circunferencial [MPa] | Tensão circunferencial API 579 [MPa] |
| F0 | 56,3 | 56 | 112 | 114,7 |
| F60 | 55,5 | 55,2 | 110,4 | 110,1 |
| F120 | 60,5 | 60,2 | 120,3 | 117,7 |
| F180 | 60,8 | 60,5 | 120,9 | 123,9 |
| F240 | 45,9 | 45,6 | 91,3 | 91 |
| F300 | 45,9 | 45,6 | 91,3 | 89,3 |

1. MEDIÇÃO DE TENSÕES
   1. SEÇÃO &Section
      1. Tensões longitudinais

Na sequência são apresentados os valores de tensão longitudinal medidos e ajustados para o duto em função da posição. Na Tabela 3 são apresentadas as tensões medidas e a as ajustadas, na Figura 3 e na Figura 4 são apresentadas as mesmas informações, mas em forma gráfica.

Tabela – Tensões longitudinais na Seção &Section

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | 42,7 | 61,5 | 18,8 |
| 60 | 57,8 | 45,6 | 12,2 |
| 120 | 59,8 | 83,2 | 23,4 |
| 180 | 178 | 136,7 | 41,2 |
| 240 | 104,8 | 152,6 | 47,8 |
| 300 | 151,6 | 115 | 36,6 |

Figura - Distribuição da tensão longitudinal na Seção &Section

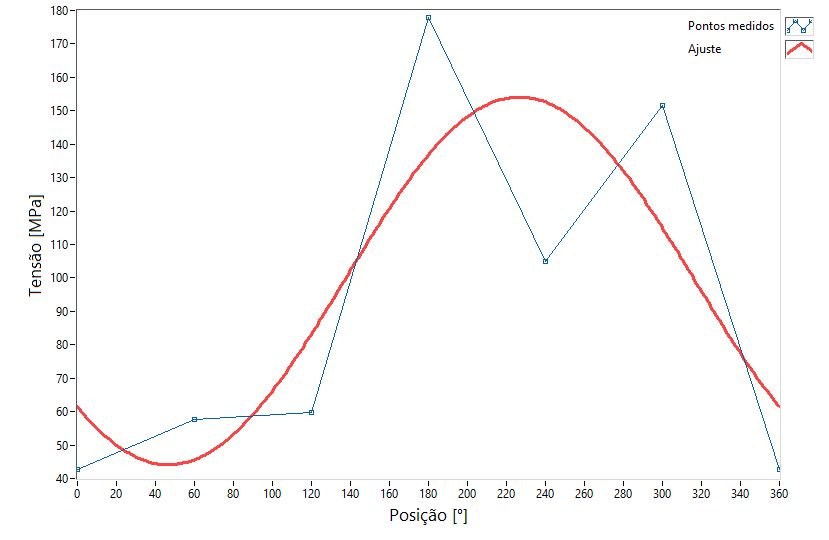
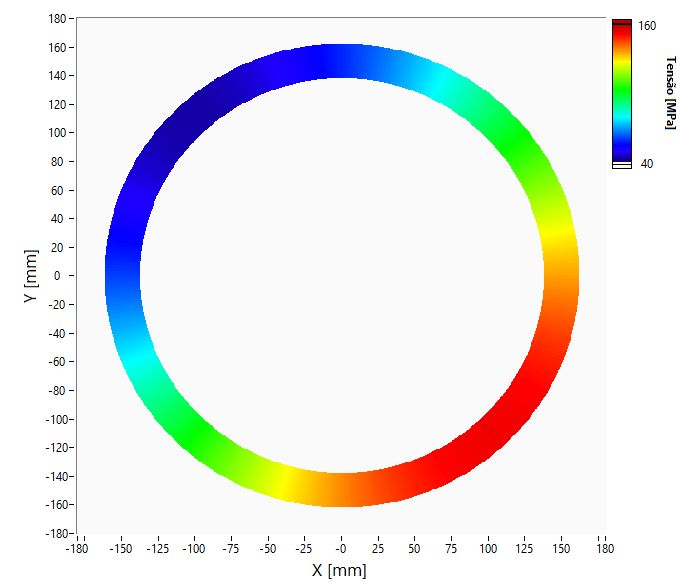


Figura - Distribuição de tensão longitudinal na seção transversal do duto na Seção &Section



Na Figura 4 a tensão apresentada é a ajustada. Nesta figura o sentido da quilometragem é tal como se este estivesse saindo da página, fazendo com que o sentido anti-horário seja o positivo.

Na sequência são apresentados os parâmetros ajustados para o modelo de distribuição de tensões utilizado no processamento dos dados do presente relatório.

Tabela – Parâmetros ajustados para a distribuição de tensão longitudinal na Seção &Section

|  |  |
| --- | --- |
| SL Máxima [MPa] | 154,1 |
| SL Mínima [MPa] | 44,1 |
| SL Média [MPa] | 99 |
| SFlexão [MPa] | 110 |
| Delta R LN [mm] | 145,7 |
| Theta LN [°] | 136,6 |
| Theta SL Max [°] | 227 |
| Theta SL Min [°] | 46,3 |

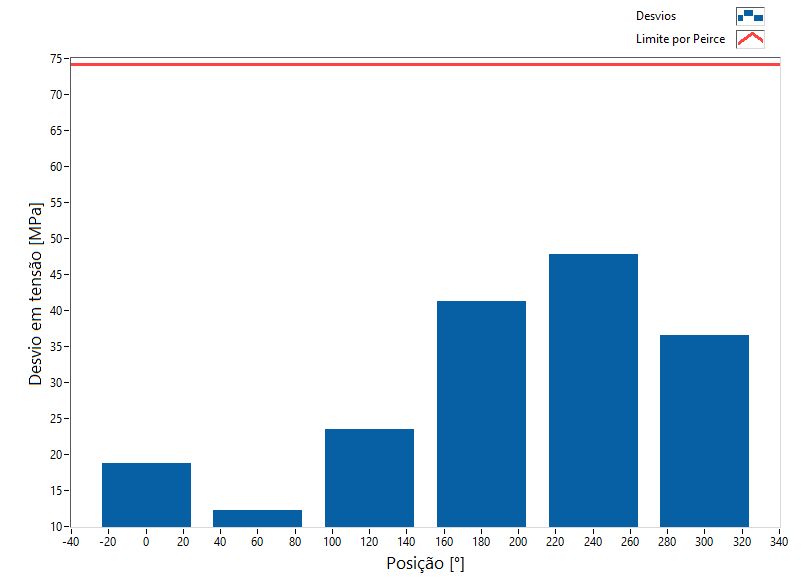
Para se validar as medições realizadas, foi empregado o critério de Peirce. O gráfico e tabela abaixo apresentam as informações necessárias para a aplicação do método.

Tabela – Informações Peirce – longitudinal – seção &Section

|  |  |
| --- | --- |
| Desvio máximo [MPa] | 47,8 |
| Desvio padrão [MPa] | 46,09 |
| Fator de Peirce | 1,61 |

Na tabela acima, o desvio máximo é a máxima diferença absoluta entre o valor de tensão medida e ajustada; o desvio padrão é relativo as diferenças entre valores ajustados e medidos e o fator de Peirce depende do tamanho da amostra e número de pontos dúbios, que, primeiramente, é assumido como sendo apenas um.

Figura - Desvios entre tensão medida e ajustada - longitudinal - Seção &Section



No gráfico acima são mostrados os desvios absolutos entre as tensões medidas e ajustadas assim como o limite segundo Peirce, que corresponde ao produto do desvio padrão dos desvios e o fator de Peirce.

* + 1. Tensões longitudinais descontados efeitos da pressão interna

Como houve variação da pressão interna durante a execução das medições, os valores de tensão longitudinal devido à pressão foram descontados e os resultados são apresentados na sequência. Essa correção foi realizada com base no valor de pressão instantânea em cada ponto de medição no momento em que o furo foi executado.

As informações apresentadas serão as mesmas do item anterior, portanto as explicações sobre os dados dos gráficos e tabelas são válidas.

Tabela – Tensões longitudinais na Seção &Section – pressão descontada

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | -13,3 | 9,9 | 23,2 |
| 60 | 2,6 | -13,1 | 15,7 |
| 120 | -0,4 | 22,2 | 22,6 |
| 180 | 117,5 | 80,6 | 36,9 |
| 240 | 59,2 | 103,6 | 44,5 |
| 300 | 105,9 | 68,3 | 37,6 |

Figura - Distribuição da tensão longitudinal na Seção &Section – pressão descontada

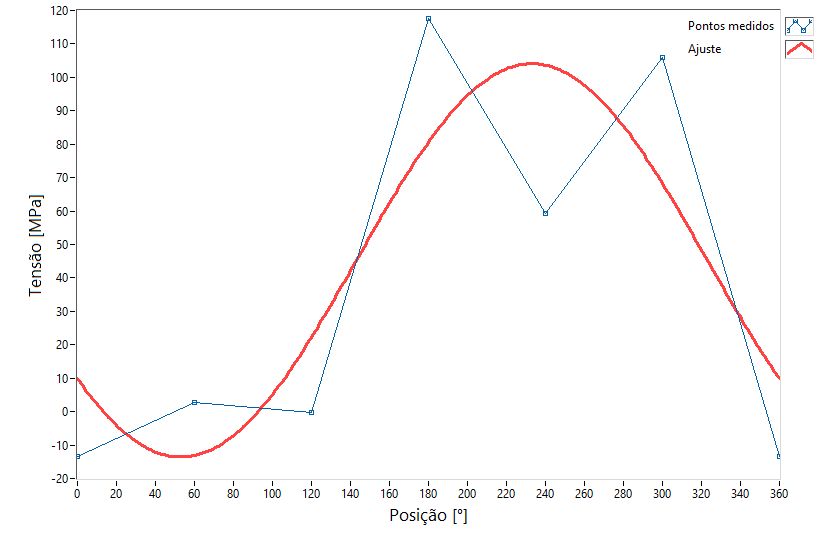
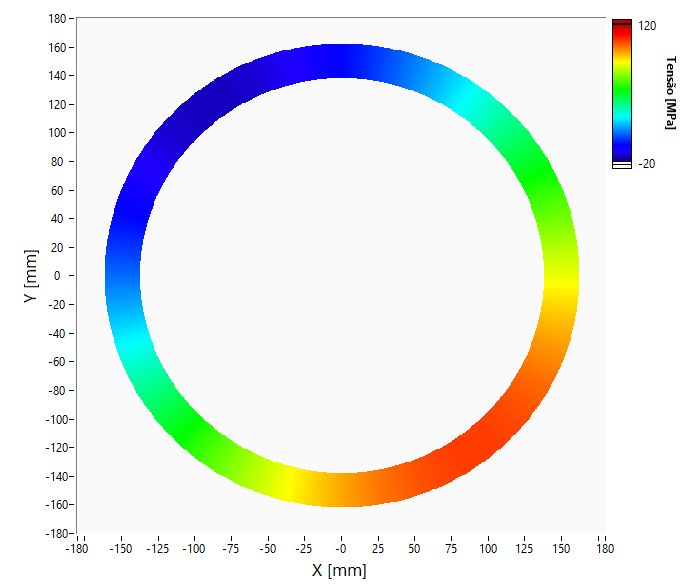


Figura - Distribuição de tensão longitudinal na seção transversal do duto na Seção &Section – pressão descontada



Na sequência são apresentados os parâmetros ajustados para o modelo de distribuição de tensões utilizado no processamento dos dados do presente relatório.

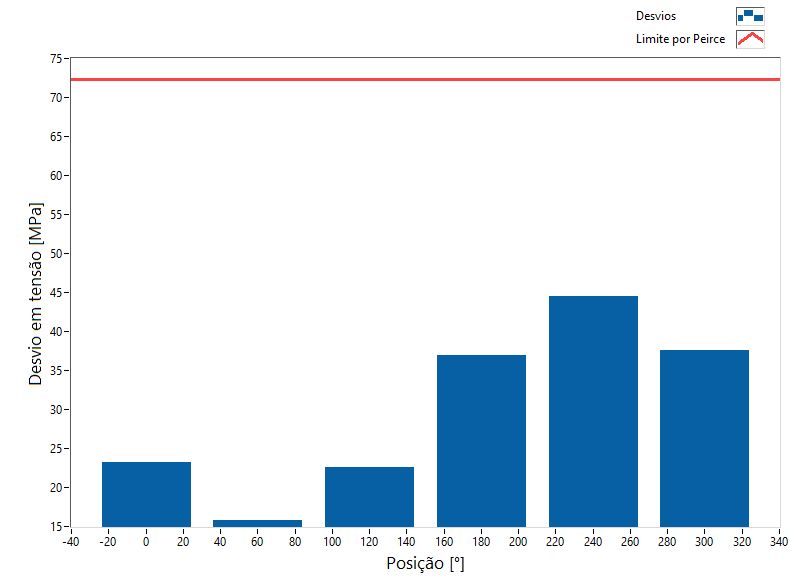
Tabela – Parâmetros ajustados para a distribuição de tensão longitudinal na Seção &Section – pressão descontada

|  |  |
| --- | --- |
| SL Máxima [MPa] | 104,1 |
| SL Mínima [MPa] | -13,6 |
| SL Média [MPa] | 45,1 |
| SFlexão [MPa] | 117,6 |
| Delta R LN [mm] | 62,1 |
| Theta LN [°] | 143,1 |
| Theta SL Max [°] | 232,8 |
| Theta SL Min [°] | 53,5 |

Tabela – Informações Peirce – longitudinal – seção &Section – pressão descontada

|  |  |
| --- | --- |
| Desvio máximo [MPa] | 44,45 |
| Desvio padrão [MPa] | 44,91 |
| Fator de Peirce | 1,61 |

Figura - Desvios entre tensão medida e ajustada - longitudinal - Seção &Section – pressão descontada



* + 1. Tensões circunferenciais

Tabela – Tensões circunferenciais na Seção &Section

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | 71,7 | 122,5 | 50,8 |
| 60 | 23,6 | 54,3 | 30,7 |
| 120 | 46,4 | 62,1 | 15,8 |
| 180 | 173,3 | 122,5 | 50,8 |
| 240 | 85 | 54,3 | 30,7 |
| 300 | 77,9 | 62,1 | 15,8 |

Na Figura 9 são apresentados os valores de tensão circunferencial na seção do duto em função de sua posição. Ao todo, são apresentadas 4 curvas, as quais são:

* Os valores medidos através do procedimento de furo cego
* Os valores ajustados com base nas medições
* O valor esperado devido à ovalização com base na API 579-1 (2007), considerando a pressão média no duto durante as furações
* O valor esperado devido à ovalização com base na API 579-1 (2007), considerando a pressão instantânea no duto durante as furações, denotado como API 579 PM

A legenda da Figura 9 apresenta e diferencia estas 4 curvas

Figura - Distribuição da tensão circunferencial na Seção &Section

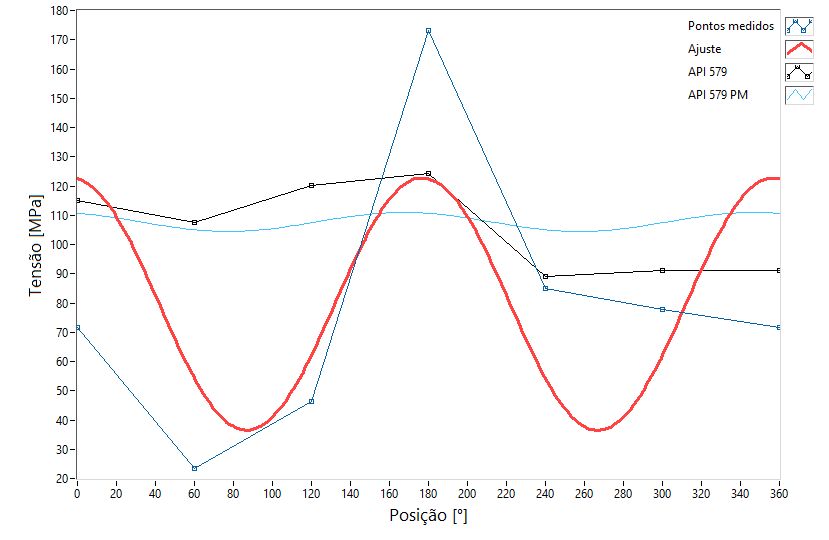
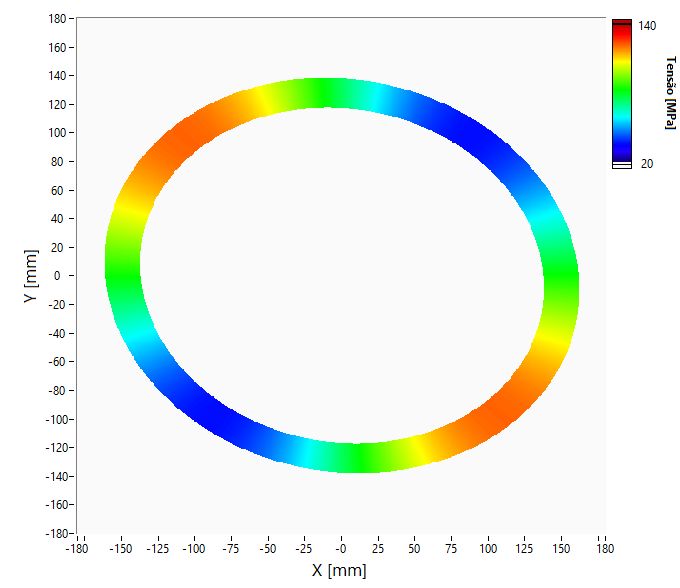


Figura - Distribuição de tensão circunferencial na seção transversal do duto na Seção &Section

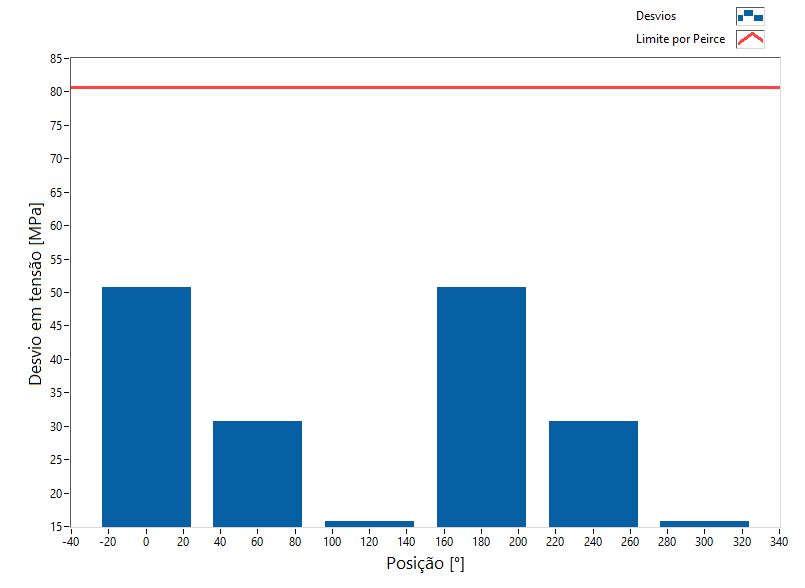


Também são apresentadas as informações para a aplicação do critério de Peirce para as tensões circunferenciais.

Tabela – Informações Peirce – circunferencial – seção &Section

|  |  |
| --- | --- |
| Desvio máximo [MPa] | 50,77 |
| Desvio padrão [MPa] | 50,13 |
| Fator de Peirce | 1,61 |

Figura - Desvios entre tensão medida e ajustada - circunferencial - Seção &Section



* + 1. Tensões circunferenciais descontados efeitos da pressão interna

Na sequência são apresentados os resultados das tensões circunferenciais descontados os efeitos da pressão interna. Essa correção foi realizada com base no valor de pressão instantânea em cada ponto de medição no momento em que o furo foi executado.

Tabela – Tensões circunferenciais na Seção &Section – pressão descontada

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | -40,3 | 6 | 46,3 |
| 60 | -86,8 | -46,6 | 40,3 |
| 120 | -74 | -43,7 | 30,3 |
| 180 | 52,3 | 6 | 46,3 |
| 240 | -6,3 | -46,6 | 40,3 |
| 300 | -13,4 | -43,7 | 30,3 |

Figura - Distribuição da tensão circunferencial na Seção &Section – pressão descontada

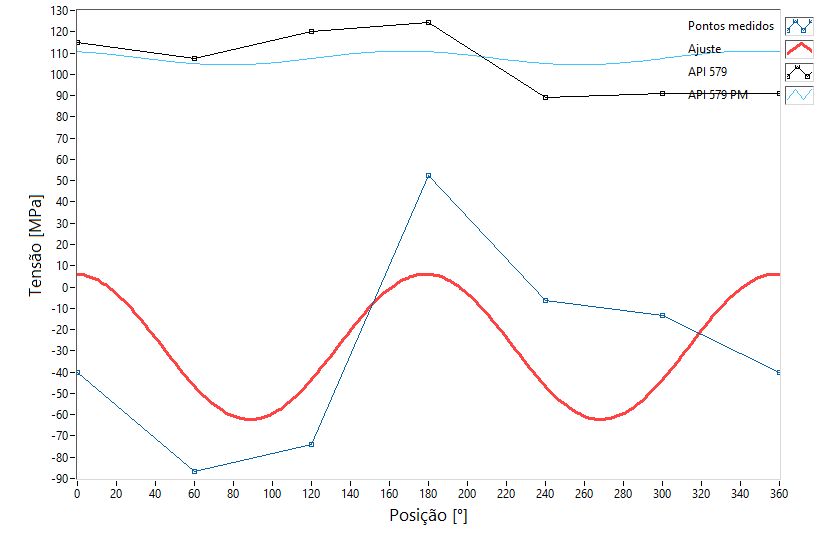


Figura - Distribuição de tensão circunferencial na seção transversal do duto na Seção &Section – pressão descontada

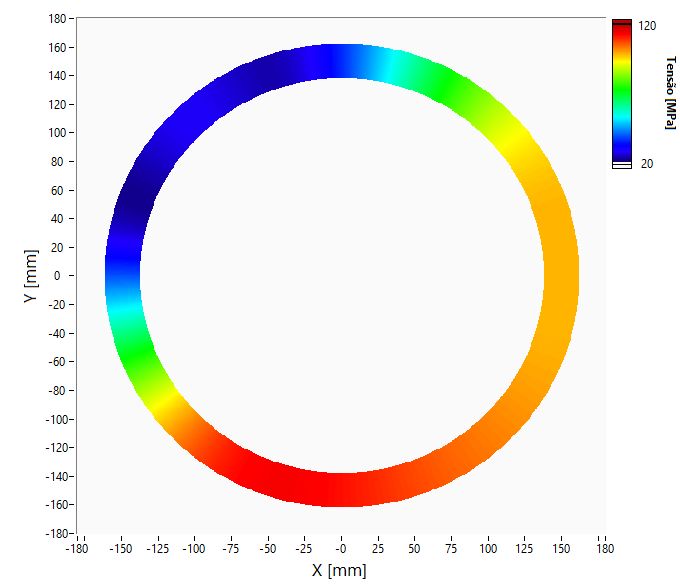
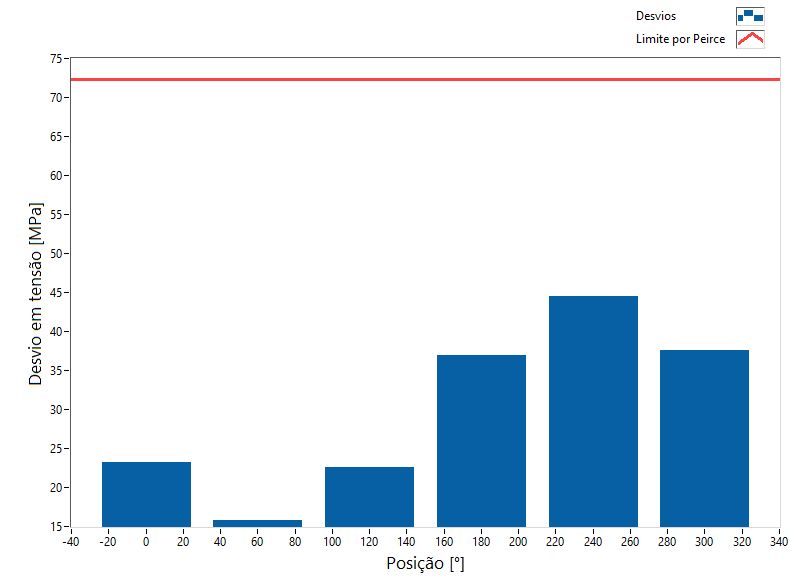


Tabela – Informações Peirce – circunferencial – seção &Section – pressão descontada

|  |  |
| --- | --- |
| Desvio máximo [MPa] | 46,29 |
| Desvio padrão [MPa] | 55,86 |
| Fator de Peirce | 1,61 |

Figura - Desvios entre tensão medida e ajustada - circunferencial - Seção &Section – pressão descontada



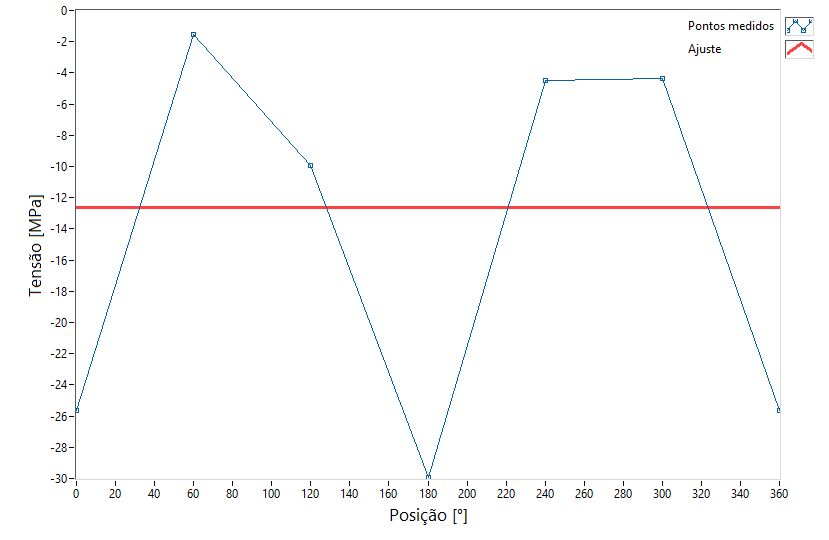
* + 1. Tensões cisalhantes

Nesta seção são apresentados os valores de tensão cisalhante medidos e ajustados para o duto em função da posição.

Tabela – Tensões cisalhantes na Seção &Section

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | -25,6 | -12,6 | 13 |
| 60 | -1,6 | -12,6 | 11,1 |
| 120 | -9,9 | -12,6 | 2,7 |
| 180 | -29,9 | -12,6 | 17,3 |
| 240 | -4,5 | -12,6 | 8,1 |
| 300 | -4,3 | -12,6 | 8,3 |

Figura - Distribuição da tensão cisalhante na Seção &Section



* + 1. Tensões equivalente

Na sequência são apresentados os valores de tensão equivalente para o duto em função da posição. As tensões equivalentes foram calculadas com base nas tensões medidas e nas ajustadas, uma comparação entre esses valores é apresentada na tabela e gráficos que seguem.

Tabela – Tensões equivalentes na Seção &Section

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Posição [°] | Tensão  medida [MPa] | Tensão  ajustada [MPa] | Diferença absoluta [MPa] |
| 0 | 76,6 | 108,3 | 31,7 |
| 60 | 50,4 | 55 | 4,6 |
| 120 | 57 | 78,1 | 21,1 |
| 180 | 183,1 | 132 | 51,1 |
| 240 | 96,8 | 135,8 | 39 |
| 300 | 131,5 | 102,1 | 29,4 |

Figura - Distribuição da tensão equivalente na Seção &Section

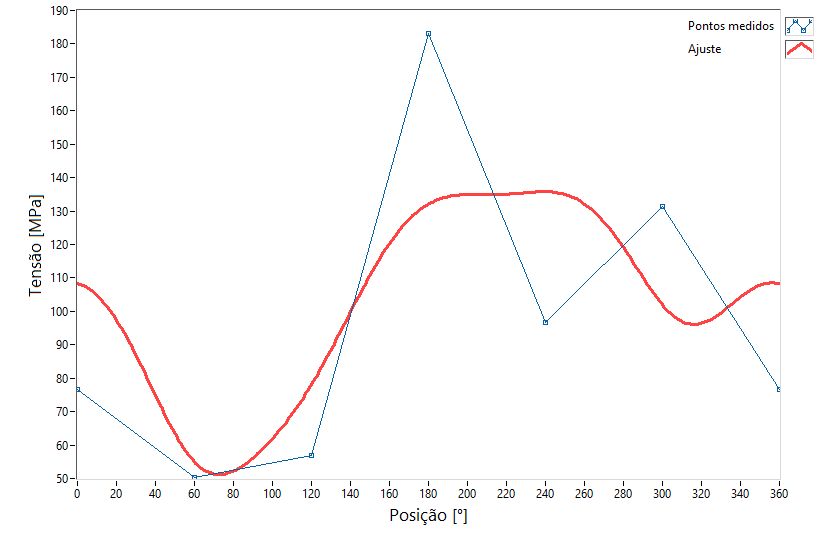


Figura - Distribuição de tensão equivalente na seção transversal do duto na Seção &Section

