Broca para Dispositivo de Execução de Trepanação em Equipamentos e Tubulações

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Diego da Costa[1]; Flavio Araújo da Silva[1]; Halleph Cézar Wergenski[1]; Edmilson Gabriel de Lima[1]
[1] *UNIFACEAR Centro Universitário*

RESUMO

O artigo propõe-se a desenvolver uma broca multidiâmetros para ser utilizada em uma hot tapping machine. Esta máquina é utilizada para a execução de derivações em tubulações, também podendo ser aplicada na execução de bocais em vasos e tanques com a linha ou equipamento em funcionamento. Esta operação é comumente conhecida como processo de trepanação. Com base em um conceito existente utilizado em brocas do tipo bailarina, elaborou-se um novo modelo de ferramenta capaz de executar furações em uma faixa de diâmetros que compreendem de 2" a 6", utilizando elementos de corte e peças de desgaste comuns no mercado ou de fácil substituição. Além do sistema de corte, faz parte do projeto o desenvolvimento do sistema de recuperação do testemunho, que deve garantir a retenção da parte removida durante o processo de corte. Para a determinação dos carregamentos a serem utilizados no dimensionamento da ferramenta, considerou-se os parâmetros de usinagem comuns ao SAE 1045, que possui propriedades mecânicas superiores aos aços normalmente aplicados na construção de tubos e chapas. Por fim a geometria proposta foi analisada frente aos carregamentos impostos utilizando o método de elementos finitos. Com essa análise foi possível concluir que, tanto a geometria como os materiais aplicados no projeto atendem aos carregamentos, pois a máxima tensão registrada é de 80% da admissível.

Palavras chave: Hot tapping machine, broca, trepanação

ABSTRACT

The article proposes to develop a multi-diameter drill bit to be used in a hot tapping machine. This machine is used for the execution of pipe branch, and can also be applied to the execution of nozzles in vessels and tanks with the line or equipment in operation, this operation is commonly known as the trepanation process. Based on an existing concept used in ballerina-type drills, a new tool model capable of drilling holes in a range of diameters ranging from 2" to 6" was made using cutting elements and wear parts common in market or easy replacement. In addition to the cutting system, it is part of the project to develop a system of recovery of the slug, which should ensure the retention of the part removed during the cutting process. For the determination of the loads to be used in the tool sizing, the machining parameters common to SAE 1045 were considered, which has higher mechanical properties than the steels normally used in the construction of tubes and plates. Finally, the proposed geometry was analyzed against the loads imposed using the finite element method. With this analysis it was possible to conclude that both the geometry and the materials applied in the project take care of the loads, since the maximum value recorded is 80% of the admissible stress.
Key Words: Hot tapping machine, drill, hot tapping.

1. INTRODUÇÃO

A atividade denominada trepanação é um conjunto de atividade que visa a execução de derivações ou bocais com tubulações e equipamentos em funcionamento.

Aplicado principalmente na indústria de óleo e gás, a trepanação é utilizada quando é necessário realizar uma intervenção, seja ela motivada por uma necessidade de execução de derivação em tubulações, tanques ou vasos de pressão ou a necessidade de um bloqueio emergencial de uma tubulação.

O presente trabalho propõe o desenvolvimento de uma broca para o processo de trepanação que possa ser utilizada em uma faixa de diâmetros de 2” a 6” sem que seja preciso trocar completamente a broca.

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Para a aplicação em trepanação, não há no mercado uma solução comercial, adequada ao processo de trepanação, de uma broca capaz de realizar furações em mais de um diâmetro, sendo assim necessário a utilização de brocas específicas para cada diâmetro.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Projetar uma broca multidiâmetro de baixo custo capaz de executar derivações em tubulações e equipamentos, parados ou em operação, de maneira rápida e segura.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

a) Desenvolver a geometria da broca;
b) Desenvolver o dispositivo de recuperação de testemunho;
c) Definir os parâmetros de operação da broca;
d) Calcular das tensões atuantes no corpo da ferramenta.

1.3 JUSTIFICATIVA

A falta de opções nacionais cria a oportunidade de desenvolver uma solução capaz de executar os trabalhos de trepanação em tubulações e equipamentos, tornando o processo mais econômico e assim, sendo uma opção em trabalhos onde essas intervenções eram realizadas de maneira convencional, muitas vezes em espaço confinado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PROCESSO DE TREPANAÇÃO

Conforme Kjell et al. (2006) o princípio básico da trepanação é estabelecer uma nova conexão para o tubo ou equipamento enquanto este estiver sob pressão total. Isso envolve conectar a nova derivação a tubulação ou equipamento, incluindo uma válvula, geralmente por meio de conexões de braçadeira ou de solda, cortando um orifício na parede do tubo por uma máquina conectada à válvula, retraindo a cabeça de corte, fechando a válvula, e recuperando a máquina de corte.

As etapas que compõem a atividade serão descritas nos itens 2.1.1 e 2.1.2.

2.1.1 Etapa de Projeto

O projeto da derivação deve levar em consideração as recomendações do código a qual a tubulação ou equipamentos estão submetidos, bem como as especificidades de cada máquina a ser usada.

2.1.2 Etapa de Execução

A execução da trepanação é dividida em quatro etapas conforme indicado na figura 1. Na primeira etapa uma derivação equipada com uma válvula de passagem plena é soldada na tubulação ou equipamento. A segunda etapa consiste em acoplar a máquina diretamente na válvula e iniciar o processo de execução do furo. Na terceira etapa após a conclusão do furo o fluido adentra a derivação e o eixo é recolhido. Na quarta etapa a válvula é fechada e a máquina é removida.

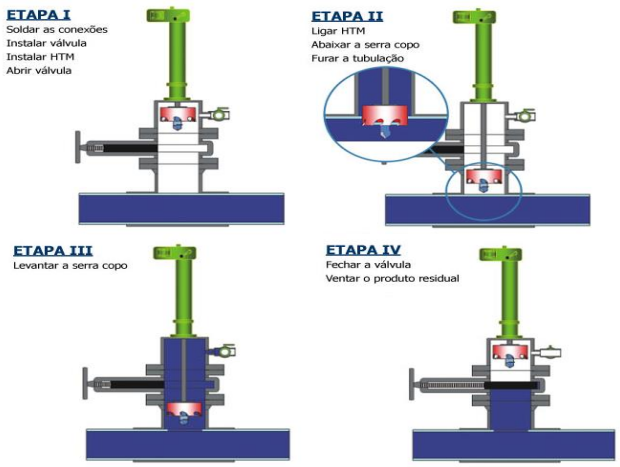

FIGURA 1 - ETAPAS DE UMA TREPANAÇÃO
FONTE: Oiltrend (2017)

O processo de trepanação é um serviço especializado com equipamentos geralmente de valor acentuado. A tabela 1 demonstra os valores praticados por duas empresas do ramo de prestação de serviço de trepanação.

TABELA 1 – ORÇAMENTO DE TREPANAÇÃO

Diâmetros	Empresa A	Empresa B
2”	R$ 1.900,00	R$ 6.500,00
3”	R$ 3.000,00	R$ 6.800,00
4”	R$ 4.000,00	R$ 7.000,00
6”	R$ 6.500,00	R$ 8.000,00
Mobilização	R$ 4.500,00	R$ 4.800,00

FONTE: Os Autores (2017)

A empresa A está sediada no estado de São Paulo e a empresa B no Rio de Janeiro. Para efeito de comparação entre as duas empresas todas orçaram as derivações idênticas. As diferenças significativas apresentadas entre os orçamentos devem-se ao fato da empresa A utilizar um equipamento de desenvolvimento próprio e a empresa B utiliza equipamento comerciais.

2.2 MATERIAIS E METODOLOGIA

2.2.1 Materiais

2.2.1.1 SAE 4140

O aço SAE 4140 é utilizado em componentes para sistemas mecânicos de uso geral, onde o uso do aço SAE 1045 não se aplica por consequência de sua melhor capacidade de endurecimento em maiores seções transversais, resistência à fadiga e à fratura (COSTA E SILVA; MEI, 2010). A tabela 2 indica as propriedades mecânicas do aço SAE 4140.

TABELA 2 – RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SAE 4140, APÓS TRATAMENTO

SAE	Limite de resistência	Limite de escoamento	Alongamento %
4140	860MPa	720MPa	16

FONTE: GGD metals (2018)

2.2.1.2 ASTM A240 Duplex 2205

Conforme explicam Costa e Silva e Mei (2010), os aços Duplex são caracterizados por possuírem uma combinação em porções praticamente iguais das fases ferrítica e austenítica. Estes aços são conhecidos por possuírem uma boa relação entre resistência

à corrosão e resistência mecânica, além de boa tenacidade. A tabela 3 indica as propriedades mecânicas do aço ASTM A240 Duplex 2205.

TABELA 3 – RESISTÊNCIA MECÂNICA DO DUPLEX 2205

ASTM	Limite de resistência	Limite de escoamento	Alongamento %
A240 (F51) 2205	620MPa	450MPa	25

FONTE: GGD metals (2018)

2.2.2 METODOLOGIA DE CÁLCULO

2.2.2.1 Método dos Elementos Finitos

O Método de Elementos Finitos (MEF) é uma técnica que permite analisar e resolver problemas que não são possíveis de resolver pelo método analítico, a técnica consiste em dividir o elemento de geometria complexa em uma série de elementos de geometria conhecida. Assim é possível estabelecer condições de equilíbrio para cada elemento criado, possibilitando a formação de um sistema de equações matriciais (HUGHES, 1987). O resultado pode ser apresentado de forma gráfica indicando o perfil de tensões atuantes na peça por cores.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 MATRIZ MORFOLÓGICA

Para concepção da geometria da broca foi utilizada a técnica de matriz morfológica, conforme figura 2.



FIGURA 2 - MATRIZ MORFOLÓGICA
FONTE: Os autores (2018)

Com base na análise realizada na matriz, determinou-se que a melhor opção para geometria da broca é uma broca bailarina, pela facilidade do ajuste e a simplicidade do seu projeto. Para a broca guia foi determinado uma construção com insertos removíveis objetivando a facilidade de execução e a troca do gume de corte. Para o tipo de inserto da broca guia foi escolhido o inserto para broca espada que é um sistema de fácil substituição e o tipo de canal foi determinado pela facilidade de execução.

3.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Utilizando um único corpo é possível executar cortes em 7 diferentes diâmetros compreendidos entre 2” a 6”, considerando os diâmetros das normas ASME B36.10 e B36.19. A figura 3 mostra os componentes da broca.



FIGURA 3 - PARTES DA BROCA
FONTE: Os autores (2018)

Para tanto a broca deve atender uma faixa de ajuste de 50 mm no garfo conforme apresenta a figura 4.

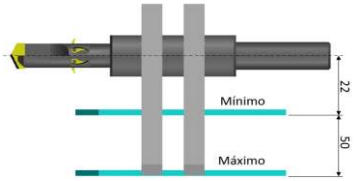

FIGURA 4 - FAIXA DE AJUSTE
FONTE: Os autores (2018)

O ajuste é realizado pelo garfo e cada garfo pode ser utilizado em 2 diâmetros sendo o ajuste realizado por quatro parafusos M4 classe 8.8 instalados em pares de maneira oposta, conforme apresenta a figura 5.



FIGURA 5 - AJUSTE DE DIÂMETROS
FONTE: Os autores (2018)

A broca guia corresponde a 1/3 do comprimento total do corpo da broca, conforme mostrado na figura 6, essa parte é responsável por manter o alinhamento do conjunto durante o corte como também suportar o sistema de recuperação de testemunho.

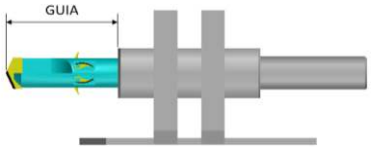

FIGURA 6 - BROCA GUIA
FONTE: Os autores (2018)

O sistema de recuperação de testemunho, que é a porção removida do tubo ou equipamento, é composto de quatro peças de latão em forma de gota instalados no corpo da broca. Quando ocorre a passagem pelo furo, as peças são comprimidas em direção ao eixo da broca, após a passagem pelo furo, dois mecanismos agem para que as gotas se abram e garantam a retenção da porção removida, a força centrífuga é gerada pelo movimento de rotação da broca e a mola de retorno instalada no corpo da broca, conforme pode ser visto na figura 7.

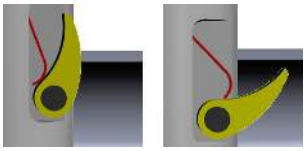

FIGURA 7 - SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE TESTEMUNHO
FONTE: Os autores (2018)

3.3 GEOMETRIA DE CORTE DO BEDAME

Para fins de determinação da geometria de corte será utilizado uma especificação de material que possua características superiores aos materiais utilizados em tubulações, vasos e tanques e que seja comumente encontrado em tabelas de processos de usinagem.

Serão utilizados os dados do SAE 1045, que como pode ser observado na tabela 4, possui valores superiores na tensão de ruptura e na tensão de escoamento em relação as especificações consideradas.

TABELA 4 – COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA MECÂNICA

Especificação	Limite de resistência	Limite de escoamento	Aplicação comum
SAE 1045	565MPa	310MPa	Aço de construção mecânica
ASTM A36	400MPa	250MPa	Chapas utilizadas em vasos e tanques
ASTM A106 Gr. C	485MPa	275MPa	Tubos para condução de fluidos

FONTE: Matweb (2018)

A definição de utilização das especificações do SAE 1045 será adotada como premissa para as próximas etapas de cálculos e na determinação das variáveis de usinagem.

3.4 DETERMINAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE USINAGEM

Conforme explicado no item 3.3, para o projeto da broca, as variáveis de usinagem adotadas para o projeto serão as do aço SAE1045.

3.4.1 Rotação

A rotação a ser utilizada no corte deste tipo de aplicação é baixa, sendo limitada pelas máquinas que a utilizam. A tabela 5 indica a faixa de rotação de trabalho das máquinas da série MHT da fabricante Mirage.

TABELA 5 - FAIXA DE ROTAÇÃO DAS HTM

MODELO	RPM min.	RPM max.
MHT3-12	5	40
MHT12-42	3	25
MHT24-60	1	25

FONTE: Mirage Machines (2018)

Como segurança, será utilizado o valor de 60 RPM como o máximo valor de rotação a ser aplicado na broca.

3.4.2 Velocidade de corte

Conforme Diniz, Marcondes e Coppini (2001), a velocidade de corte em m/min é definida pela equação 1:

$$Vc = \frac{(\pi * d * n)}{1000} \quad (1)$$

Onde:
Vc =velocidade de corte
d =diâmetro da broca
n = rotações por minuto

A velocidade de corte será calculada para três situações, para a broca guia e para os garfos no diâmetro mínimo e máximo de corte.

Broca guia de 14mm:

$$Vc = \frac{(\pi * 14 * 60)}{1000} \qquad Vc = 2{,}63 m/min$$

Garfos no diâmetro mínimo de 44mm:

$$Vc = \frac{(\pi * 44 * 60)}{1000} \qquad Vc = 8{,}29 m/min$$

Garfos diâmetro máximo de 144mm:

$$Vc = \frac{(\pi * 144 * 60)}{1000} \qquad Vc = 27{,}14 m/min$$

A velocidade de corte é um fator importante para a durabilidade da ferramenta, pois tratando-se de uma ferramenta de uso especial as velocidades acima são aceitáveis.

3.4.3 Avanço por volta

O avanço por volta é uma variável utilizada para determinar a força de avanço, momento torsor e a força de corte. Neste trabalho será utilizado o avanço por volta de 0,10mm / rotação, determinado de forma empírica.

3.5 DETERMINAÇÃO DAS FORÇAS ATUANTES NO CORPO DA BROCA

Para determinação das tensões que vão atuar nos componentes que formam a broca, serão considerados quatro carregamentos principais. São eles Fc, Fa1 e Fa2 e Mt conforme pode ser visto na figura 8.

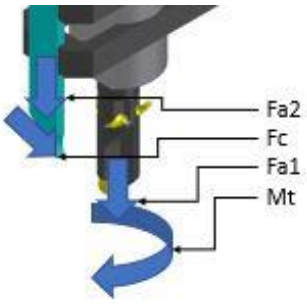

FIGURA 8 - CARREGAMENTOS NA BROCA
FONTE: Os autores (2018)

Onde:

Fc = força de corte

Fa1 = força de avanço da broca

Fa2 = força de avanço do bedame

Mt = momento torsor

3.5.1 Momento torsor

O momento torsor é gerado pela força de corte atuante no gume do inserto. Conforme Diniz, Marcondes e Coppini (2001), momento torsor em N.mm é definido pela equação 2:

$$Mt = z * \frac{d^2}{8} * kc1.1 * \left(\frac{f}{z}\right)^{(1-mc)} \quad (2)$$

Onde:
z =número de cortes da broca

d =diâmetro da broca

$kc1.1$= força específica de corte para SAE 1045

f = avanço por volta

$1 - mc$ = constante para SAE 1045

$$Mt = 2 * \frac{14^2}{8} * 1361 * \left(\frac{0{,}10}{2}\right)^{(0{,}832)} \quad Mt = 5.515{,}66\ N.mm$$

3.5.2 Força de avanço na broca guia

Conforme Diniz, Marcondes e Coppini (2001), a força de avanço em N, é definido pela equação 3:

$$Fa = z * \frac{d}{2} * kf1.1 * \left(\frac{f}{z}\right)^{(1-mt)} \quad (3)$$

Onde:
z = número de cortes da broca

d = diâmetro da broca

$kf1.1$ = força específica de avanço para SAE 1045

f = avanço por volta

$1 - mt$ = constante para SAE 1045

$$Fa = 2 * \frac{14}{2} * 303 * \left(\frac{0{,}10}{2}\right)^{(0{,}379)} \quad Fa = 340{,}74\ N$$

3.5.3 Força de corte

Conforme Diniz, Marcondes e Coppini (2001), a força de corte em N, é definido pela equação 4:

$$Fc = kc1.1 * b * h^{(1-mc)} \quad (4)$$

Onde:
$kc1.1$ = pressão específica de corte para SAE 1045

h = espessura do cavaco, definida pelo avanço

b = comprimento do gume, definida pela ferramenta

$1 - mc$ = constante do material para SAE 1045

$$Fc = 1800 * 3{,}175 * 0{,}1^{(0{,}83)} \quad Fc = 845{,}31N$$

Conforme trabalho experimental realizado por Paulo Vogel et al. (2013), para uma profundidade de corte de 0,1mm/rot a força de avanço resultou em 30% da força de corte. Considerar-se-á este valor para o cálculo das tensões atuantes na broca conforme equação 5.

$$Fa2 = Fc * 0{,}30 \tag{5}$$

$$Fa2 = 845{,}31 * 0{,}30 \quad Fa2 = 253{,}59N$$

3.6 DETERMINAÇÃO DAS TENSÕES ADMISSÍVEIS

Para a determinação das tensões admissíveis nos componentes que fazem parte da broca será utilizada como referência a tensão de escoamento. De modo empírico foi determinado o coeficiente de segurança a ser adotado em cada material conforme a gravidade da falha do componente.

3.6.1 Corpo da broca SAE 4140

No corpo da broca será utilizado 70% da tensão de escoamento para as regiões de descontinuidades e 60% para as demais regiões. A tensão de escoamento do SAE 4140 é de 720 MPa, portanto será considerado 504 MPa para regiões de descontinuidade e 432 MPa para as demais.

3.6.2 Garfos ASTM A240 Duplex 2205

Nos garfos será adoto um único valor para a tensão admissível, que é de 70% da tensão de escoamento. A tensão de escoamento do Duplex 2205 é de 450 MPa, portanto será utilizado o valor de 315 MPa.

3.7 ANÁLISE POR MEF

O modelo utilizou elementos do tipo SOLID com oito nós e três graus de liberdade por nó. O modelo tem 44.388 elementos, 56.204 nós e 168.612 graus de liberdade. O tamanho médio dos elementos no modelo de cálculo é de 1 mm.

A região utilizada para fixação do mandril foi considerada com deslocamento nulo, para que as cargas aplicadas nos elementos da broca gerassem as tensões para análise, conforme figura 9.



FIGURA 9 - REGIÃO DE DESLOCAMENTO NULO
FONTE: Os autores (2018)

Os carregamentos foram aplicados sobre forma de pressão atuando nas áreas indicadas, usando como base os valores obtidos considerando os parâmetros de usinagem determinados no item 3.5.

Conforme mostra a figura 10, a força de avanço foi aplicada na área de fixação do inserto de broca espada, considerando a carga calculada e a área, a pressão atuante calculada foi de 25,6MPa.

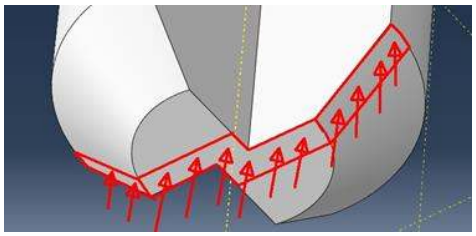

FIGURA 10 - CARREGAMENTO NO CORPO
FONTE: Os autores (2018)

O momento torsor foi aplicado considerando a área de contato entre o inserto de broca espada e o corpo, considerando a carga calculada e a área, a pressão atuante calculada foi de 47,07Mpa, conforme mostra a figura 11.

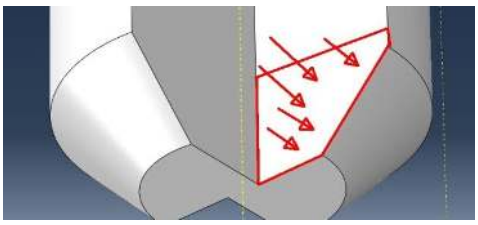

FIGURA 11 – CARREGAMENTO LATERAL NO CORPO
FONTE: Os autores (2018)

A força de avanço e a força de corte foram aplicados na região da afiação do bedame, considerando as cargas calculadas e a área, as pressões atuantes calculadas foram respectivamente 28,2MPa e 281,77Mpa, conforme mostra a figura 12.

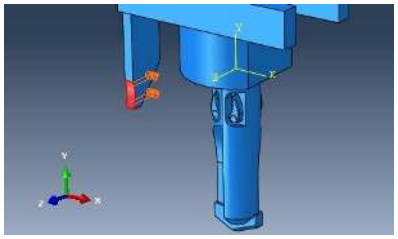

FIGURA 12 – CARREGAMENTO NO BEDAME
FONTE: Os autores (2018)

4. RESULTADOS

A análise realizada no modelo, utilizando o *software* Abacus, considerando os carregamentos de projeto mostrou-se satisfatória, o maior nível de tensão apresentado na análise foi de 438MPa, na região de contado do bedame com o garfo, que é esperado dada a natureza da operação a qual a ferramenta está submetida. A figura 13 mostra o perfil das tensões atuantes na broca.

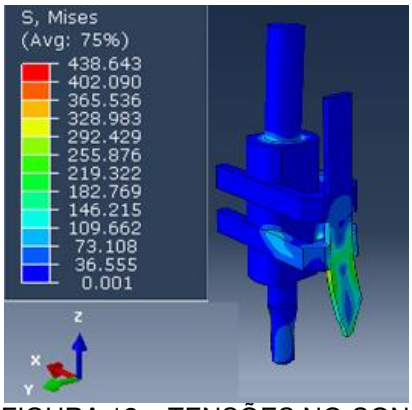

FIGURA 13 – TENSÕES NO CONJUNTO
FONTE: Os autores (2018)

A figura 14 indica que nos garfos a maior tensão identificada foi de 255MPa no garfo inferior, próximo a conexão do garfo com o corpo da broca. Este valor é de 80% do valor máximo definido no item 3.6.1.

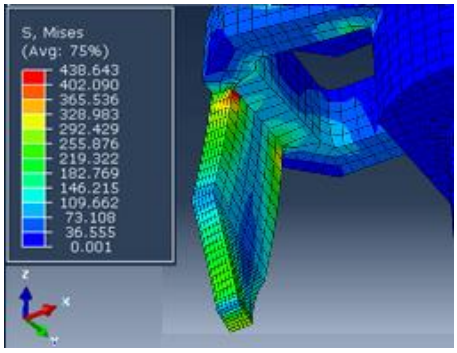

FIGURA 14 – TENSÕES NO GARFO
FONTE: Os autores (2018)

No corpo da broca a maior tensão identificada foi de 219MPa, este valor foi identificado na região de conexão entre o corpo e o inserto, conforme figura 15. Este valor é de 43% do valor máximo definido no item 3.6.2.

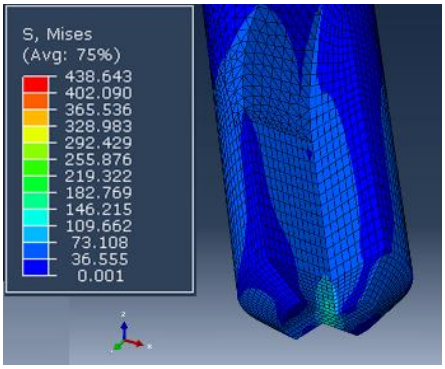

FIGURA 15 – TENSÕES NO CORPO
FONTE: Os autores (2018)

5. CONCLUSÃO

Com as pesquisas realizadas verificou-se a oportunidade de desenvolver uma ferramenta que permitisse uma maior flexibilidade de trabalho, utilizando conceitos construtivos simples e de elementos de fácil reposição e que atendesse uma faixa de diâmetros mais usuais.

Com os resultados obtidos nos cálculos realizados através de MEF, pode se verificar que a ferramenta quando submetida aos carregamentos de projeto se comporta de maneira satisfatória quanto ao seu dimensionamento.

A validação computacional realizada neste projeto de desenvolvimento sustenta o argumento de que o projeto é viável do ponto de vista técnico tanto da geometria como dos matérias aplicados em sua construção.

4. REFERÊNCIAS

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API RP 2201**: Safe Hot Tapping Practices in the Petroleum and Petrochemical Industries. EUA, 2010.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME B36.10**: Welded and Seamless Wrought Steel Pipe. EUA, 2015.

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME B36.19**: Stainless Steel Pipe. EUA, 2015.

BRASIL, Ministério do Trabalho. **Norma Regulamentadora NR-33 - Segurança e saúde nos trabalhos em espaço confinado**. Manual de Legislação Atlas. 59ª edição. São Paulo: Atlas S. A., 2012. Disponível em:

<http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR33.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

COSTA E SILVA, A. L.; MEI; P. R. **Aços e Ligas Especiais**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C; COPPINI, N. L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 3. ed. São Paulo: Artliber, 2001. 184 p.

GGD Metals. Disponível em:<http://www.ggdmetals.com.br/produtos/>. Acesso em: 17 abr. 2018.

HUGHES, T. J. R. **The Finite Element Method: Englewood Cliffs.** New Jersey, Prentice – Hall, 1987. 803 p.

KJELL, Apeland; BERG, Jan; VERLEY, Richard; ARMSTRONG, Michael; WOODWARD, Neil. **Deepwater remote welding technology for pipeline repair and hot-tapping**, Offshore, Nov 2006, Vol.66(11), p.52, Assuntos: Norway ; Deepwater Exploration & Production ; Welding ; Deepwater Pipelines ; Repair & Maintenance ; Technology ; Remote Control ; Western Europe ; Petroleum Industry ; Maintenance Management. Disponível em: <https://www.offshore-mag.com/articles/print/volume-66/issue-11/dot-technical-preview/deepwater-remote-welding-technology-for-pipeline-repair-and-hot-tapping.html>. Acesso em: 15 abr. 2018.

MATWEB. Disponível em:< http://www.matweb.com/>. Acesso em: 22 abr. 2018.

MIRAGE Machines. Disponível em:<https://miragemachines.com/products/hot-tapping-line-stopping/>. Acesso em: 10 mar. 2018.

NORMA REGULAMENTADORA. **NR12**: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasil, 2018.

NORMA PETROBRAS. **N2163**: Soldagem e Trepanação em Equipamentos, Tubulações Industriais e Dutos em Operação. Brasil, 2015.

OILTREND. Disponível em:<https://www.oiltrend.com.br/trepanacao/>. Acesso em: 10 out. 2017.

VOGEL, José P.; NERY, Washington S.; ARAUJO, Anna C. **Estudo do efeito do avanço nas forças e no acabamento de um torneamento de aço superduplex**. Congresso Brasileiro de Fabricação, VII COBEF, PENEDO, 2013. Disponível em: <http://www.abcm.org.br/anais/cobef/2013/PDFS/COBEF2013-0082.PDF>. Acesso em: 05 mai. 2018.