

ANÁLISE DE ELEMENTOS FINITOS DE ASSINATURAS DE TORQUE DE ACIONAMENTO E SEDES DE VEDAÇÃO POLIMÉRICAS EM VÁLVULAS DE ESFERA FLUTUANTES

Facundo B. Argüello, e-mail: facundo.arguello@ufrgs.br^{1,3}

Thomas G. R. Clarke, e-mail: tclarke@demet.ufrgs.br^{2,3}

¹ Eng., - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais PPGE3M - Universidade Federal de Rio Grande do Sul UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil

² Prof. Dr. - PPGE3M/DEMET - Universidade Federal de Rio Grande do Sul UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil

³ Laboratório de Metalurgia Física – LAMEF, Porto Alegre, RS, Brasil

Resumo: Válvulas do tipo de esfera flutuante são amplamente utilizadas por sua fácil construção, baixo custo, e aplicabilidade em diferentes pressões, temperaturas e meios. Não obstante, apresentam características de funcionamento e faixas de utilização limitadas, tornando-as susceptíveis a danificação de seus componentes em função das condições de operação, e suscitando problemas que podem comprometer o correto funcionamento e segurança dos processos em que atuam. Utilizando resultados de ensaios experimentais de torque de acionamento de protótipo de um projeto de válvulas de esfera flutuante para a indústria de petróleo e gás, e a traves do estudo e caracterização experimental das propriedades dos materiais poliméricos que conformam suas vedações, avaliação das técnicas de modelamento, e obtenção dos parâmetros característicos dos materiais para construção de modelos constitutivos; foi desenvolvido e calibrado um modelo numérico do processo de abertura e fechamento de válvula de esfera flutuante. Desde que tanto o torque de acionamento necessário, como a capacidade de vedação e vida útil das válvulas estão diretamente relacionado com as características dos materiais que compõem suas vedações dinâmicas, a inclusão destas propriedades no modelo constitutivo torna-se um fator essencial na obtenção de uma resposta adequada a traves de análises empregando FEM.

Palavras-chave: Válvulas de Esfera Flutuantes, Assinaturas de Torque de Acionamento, PTFE, FEM, Modelamento Constitutivo.

1. INTRODUÇÃO

Em válvulas de esfera flutuantes, como a ilustrada na Figura 1.1-(a), a vedação se dá pelo deslocamento da esfera, comportando-se de maneira tal que quanto maior a pressão do fluido na entrada (montante) da válvula, maior a tensão da esfera contra a sede à jusante e melhores as características de vedação (Costa, 2009) (Figura 1.1-(b)).

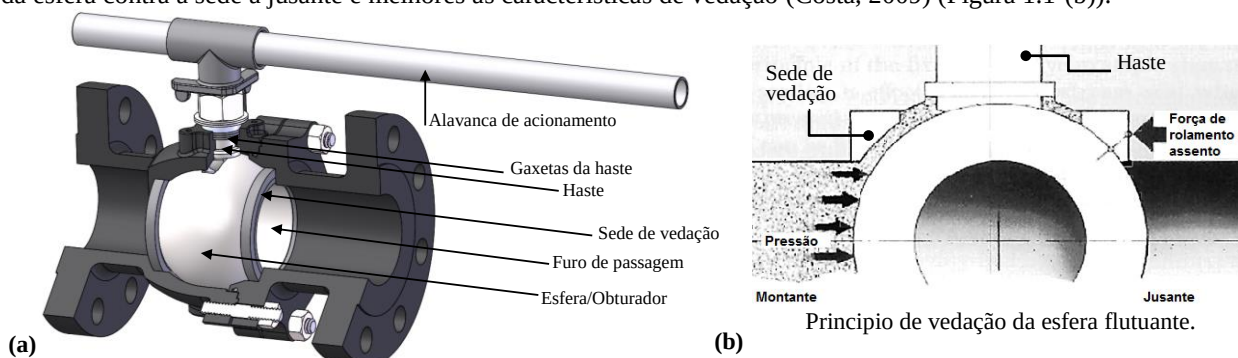


Figura 1.1 - Válvula de esfera flutuante. (a) partes principais; (b) fixação e movimento lateral da esfera.

Fonte: Elaborado pelo Autor. (a) Adaptado de “MGA – Válvulas Industriais”; (b) Adaptado de (Dickenson, 1999).

Para assegurar a estanqueidade entre as extremidades e a esfera, é necessário que exista uma tensão de contato mínima ou *tensão residual mínima* (TRM) entre a esfera e as sedes ou anéis de vedação (Costa, 2009). Esta TRM é criada inicialmente durante a montagem da válvula como consequência da interação entre as forças de montagem, interferência entre as partes, e características dos materiais utilizados, constituindo uma “pré-carga” que deforma

inicialmente as sedes contra a esfera, promovendo a vedação e assegurando que não haja vazamentos tanto baixas como em altas pressões.

Muitas vezes válvulas são acionadas não por operadores em forma manual, mas por atuadores elétricos, hidráulicos ou pneumáticos, comandados por sua vez de forma automática. Para ambos os casos evidencia-se como um importante fator o torque necessário para realização desta manobra.

O diagrama da Figura 1.2 apresenta as características medias dos perfis das assinaturas de torque para três tipos de válvulas diferentes, sob condições de pressão de linha e de fluxo, para uma abertura seguida de um fechamento imediato.

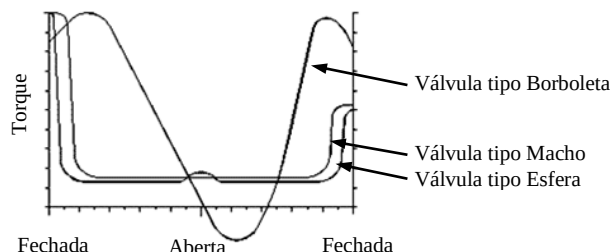


Figura 1.2 - Curvas características de torque para válvulas do tipo Esfera, Borboleta, e Macho.

Fonte: Adaptado de (Prince & Yates, 2009)

O torque requerido para o acionamento de uma válvula de esfera flutuante, composto pelo **torque resistente das sedes** e o **torque resistente das gaxetas** (Costa, 2009), resulta do atrito estático e as forças normais de contato entre as superfícies de vedação dinâmicas (esfera-sedes e haste-gaxetas), estabelecidas previamente durante a montagem. O torque de acionamento resultante é dependente em primeira instancia de fatores relacionados com o Projeto, Fabricação, e Materiais como ser: Geometria, design e seleção de tipo e material das vedações (Sedes e Gaxetas); Geometria e design do conjunto da válvula, Acabamento das superfícies de vedação, processos de usinagem e de polimento, entre outros.

Geralmente, o **torque da haste** é de valor constante e não é influenciado pelas condições de operação. Não entanto, o **torque das sedes** é muito sensível às condições de serviço/aplicação (SVF Flow Controls Inc., 2013). Fatores relacionados com a aplicação incluem a Pressão do fluido/sistema, Forças dinâmicas, Meio/Tipo de fluido, Características tribológicas do fluido, Temperatura, Frequência e Velocidade de operação, entre outros.

Mudanças transitórias das condições de serviço, perturbações no processo ou transporte de meios indesejados podem dar origem a problemas e falhas em válvulas. Os principais modos de falha como serem *difficultades no acionamento* e a *ocorrência de vazamentos* (Euthymios, 2001), estão associados às características do material que conforma as vedações e a resistência destes frente às condições de operação impostas.

O polímero PTFE (Politetrafluoroetileno) é extensamente empregado em juntas e vedações de válvulas. O conhecimento de suas propriedades é fundamental para compreender o comportamento das vedações e possibilitar sua descrição analítica e numérica.

2. ANALISE EXPERIMENTAL DE ASSINATURAS DE TORQUE DE ACIONAMENTO

Foram efetuados ensaios de assinatura de torque de acionamento seguindo as diretrizes estabelecidas na Norma ABNT NBR 15827-Anexo D (normativo) - "Procedimento e critérios de aceitação para obtenção da assinatura de torque de acionamento em válvulas". (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014).

O Protótipo ensaiado corresponde a uma válvula de esfera tipo flutuante de 3", classe 300, de construção bipartida e passagem plena; projetada conforme Norma (ASME B16.34 - Valves - Flanged, Threaded and Welded End, 2010), produzida por uma empresa nacional.

O equipamento de teste utilizado foi desenvolvido pelo próprio Autor (Figura 2.1).

Os ensaios de assinaturas de torque de acionamento foram efetuados para condições representativas de operação (fatores controláveis pressão e temperatura), e mantendo constantes as demais variáveis do processo como ser materiais das sedes e gaxetas, parâmetros de montagem, e parâmetros de projeto do protótipo. As gráficas da Figura 2.2 apresentam as assinaturas obtidas (momento de reação v.s. tempo).

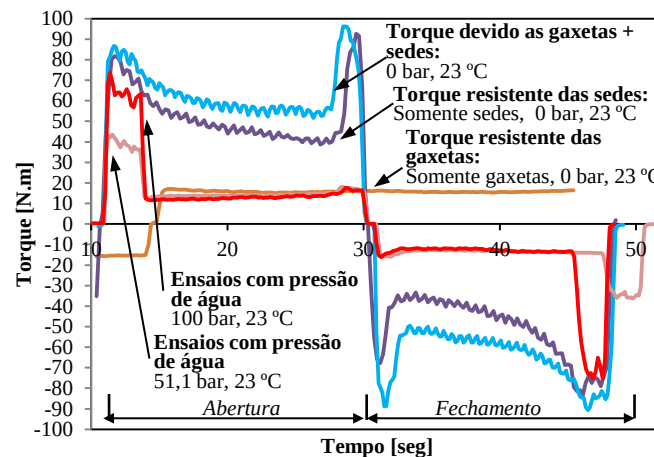
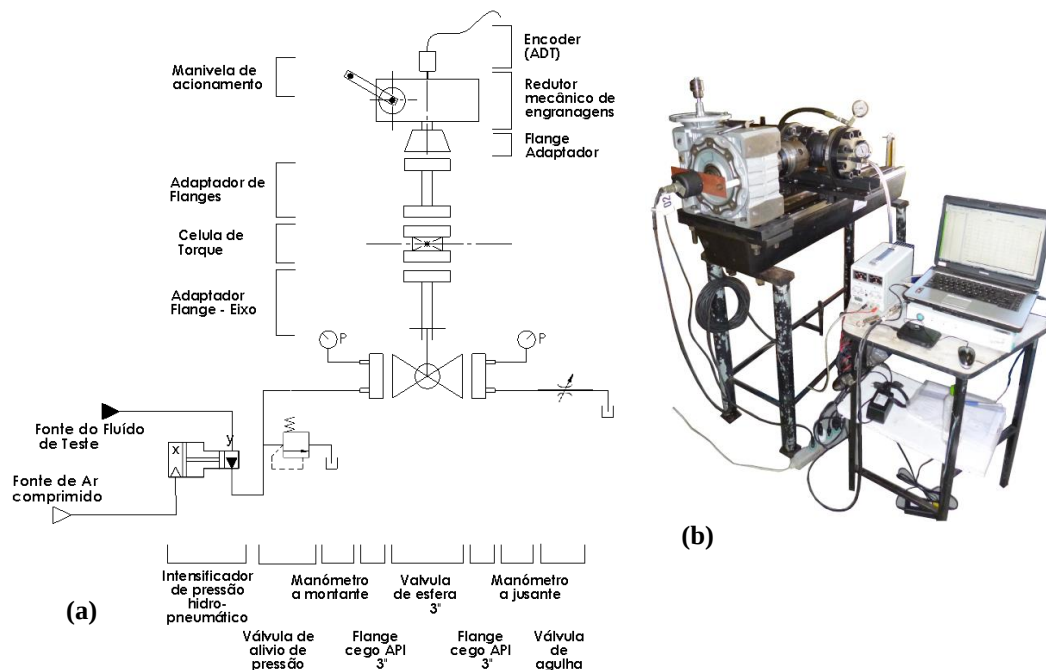


Figura 2.2 - Assinaturas de torque de acionamento de Protótipo.

3. CONSTRUÇÃO DE MODELO NUMÉRICO

Para modelar o ciclo completo de abertura e fechamento da válvula foi desenvolvido um modelo de elementos finitos em ABAQUS/Standard®, dividido em vários “steps” ou etapas, descritas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Etapas da análise de elementos finitos.

Steps	Identificação	Descrição	
Step 1	Aperto da porca da haste	Aperto das Gaxetas da haste	Montagem completa da válvula
Step 2	Aperto das porcas de fechamento do corpo-tampa	Fechamento corpo-tampa	
Step 3	Expansão Térmica	Aplicação de temperatura	Aplicação das condições de serviço (temperatura e pressão)
Step 4	Aplicação de Pressão interna	Pressão do fluido de operação	
Step 5	Relaxamento de tensões	Comportamento viscoplástico das vedações	Relaxação das sedes após a montagem
Step 6 a 14	Abertura 0 a 90 graus	Ciclo de abertura	Acionamento, com velocidade angular constante, em ângulos discretizados (as áreas sob pressão variam com a posição angular)
Step 15 a 23	Fechamento 90 a 0 graus	Ciclo de fechamento	

3.1 Geometria

A partir da geometria original da válvula (Figura 1.1) algumas partes e características geométricas foram alteradas ou removidas e outras foram simplificadas como corpos rígidos (não deformáveis) (Figura 3.1-a), não afetando significativamente as respostas, e tendo como vantagem a diminuição do custo computacional (Figura 3.1-b).

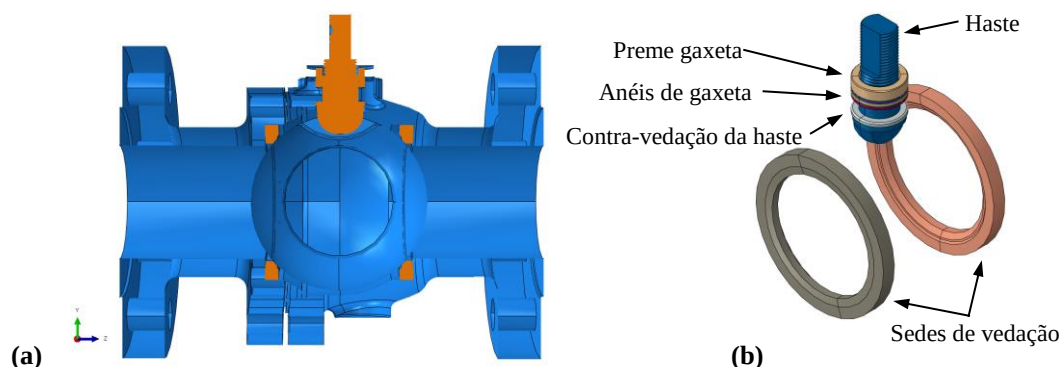


Figura 3.1 – (a) Desenhos CAD/CAE considerando corpo, tampa e esfera como corpos rígidos não deformáveis (Geometria simplificada); (b) Partes da válvula modeladas como sólidos deformáveis.

3.2 Materiais

Diferentes modelos constitutivos foram empregues para modelar as propriedades dos diferentes materiais.

A haste, e preme gaxeta – ambos constituídos por diferentes aços – foram modelados empregando *modelos isotrópicos elastoplásticos perfeitos* (“perfect plasticity”). As constantes elásticas e plásticas que devem ser especificadas assim como as propriedades para caracterizar os efeitos do contato entre peças e os efeitos da temperatura são apresentadas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Propriedades lineares dos componentes de aço das válvulas.

Componente	Material	Módulo de Young E [MPa]	Limite elástico σ_Y [MPa]	Coef. de Poisson ν	Coef. de atrito estático μ_s	Condutividade térmica λ [W/m ² K]	Coef. de expansão térmica α [/°C]
Haste, Preme-gaxeta	ASTM A 276 - AISI 410	200000	550	0,29	0,18 (aço - aço)	24,9	9,9 x 10 ⁻⁶

Fonte: Elaborado pelo Autor; Extraído de (ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Section II Part D: Properties (Metric); Materials., 2010).

Os anéis de gaxetas e contra-vedação da haste foram também modelados empregando *modelos isotrópicos elastoplásticos perfeitos*. As constantes elásticas e plásticas que devem ser especificadas assim como as propriedades térmicas e tribológicas necessárias para a análise são apresentadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Propriedades lineares dos materiais das vedações da haste.

Componente	Material	E [MPa]	σ_Y [MPa]	ν	μ_s	λ [W/m ² K]	α [/°C]
Contra-vedação da haste	PTFE Reforçado	938,65	10,22	0,46	0,025 (ptfe - aço)	0,24	125 x 10 ⁻⁶
Anéis de gaxetas	Grafite flexível com fios de Inconel	186	4	0,285	0,15 (grafite-aço)	5	27 x 10 ⁻⁶

Fonte: Elaborado pelo Autor; Extraído de (Argüello, 2014), (DuPont Fluoroproducts, 2013).

Por outra parte, ao modelar as sedes de vedação foi necessário levar em conta a resposta não-linear complexa do PTFE, dependente da taxa de deformação, da temperatura, das tensões hidrostáticas, e do tempo sob carga (Bergström & Hilbert, 2005) (Figura 3.2). Ao modelar as sedes de vedação, por tratar-se de vedações não contidas, o efeito de suas propriedades visco-elastoplásticas deve ser levado em conta.

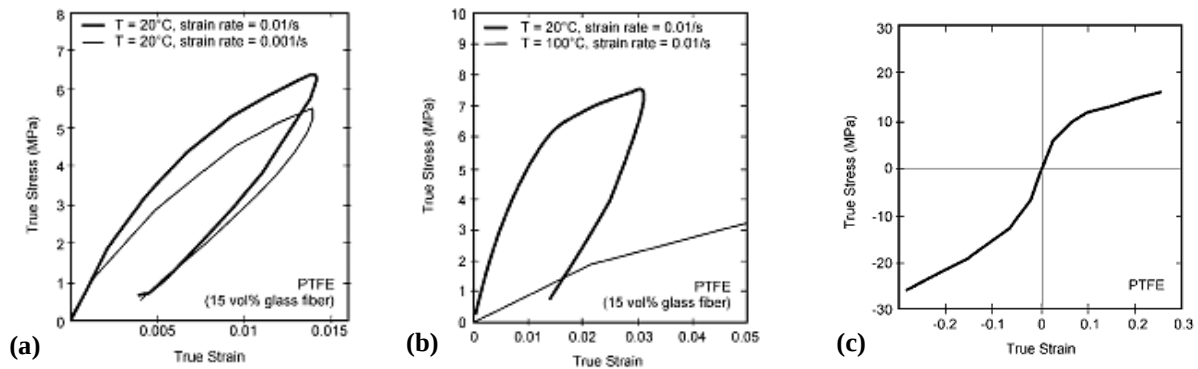


Figura 3.2 – Curvas tensão-deformação do PTFE + 15 vol. de fibra de vidro. (a) Dependência na taxa de deformação; (b) Influência da temperatura na resposta mecânica; (c) Diferença na magnitude da tensão em tração e compressão. Fonte: (Bergström, J. S.; Brown, S.- Exponent Engineering, Inc., 2006).

Dos modelos disponíveis em ABAQUS®, os modelos de plasticidade de Drucker-Prager apresentam-se como os mais precisos para representar o comportamento de materiais poliméricos e granulares.

O critério de escoamento para o **modelo de Drucker-Prager Linear** em ABAQUS é expresso como:

$$q = d + p \tan \beta \quad (\text{Equação 1})$$

e o potencial de fluxo plástico F é expresso como:

$$F = q - p \tan \psi - d \quad (\text{Equação 2})$$

Onde, $q = \sigma_e$ = tensão equivalente de Von Mises, $p = -\sigma_m$ = tensão hidrostática, $\mu = \tan \beta$ (sensibilidade do escoamento à tensão hidrostática p), β = ângulo de atrito interno do material, ψ = ângulo de dilatação / parâmetro de fluxo plástico, e $d = \sigma_o = \sqrt{3} \sigma_s$ (coesão). Por simplicidade será empregado $\psi = \beta$ (fluxo associado, ou relacionado ao critério de escoamento) e $K=1$, o que corresponde-se ao modelo original de D-P (ABAQUS Version 6.13 Documentation Collection - Analysis User's Manual, 2013).

Os parâmetros μ , ψ , e K ("Flow Stress Ratio") foram determinados empregando o procedimento exposto em "MANUAL FOR THE CALCULATION OF ELASTIC-PLASTIC MATERIALS MODELS PARAMETERS" (National Physical Laboratory - NPL, 2007), juntamente ao comportamento em compressão uniaxial (ensaios efetuados pelo Autor (Argüello, 2014)), e o comportamento em tração uniaxial (dados de teste para o PTFE "Teflon". (DuPont Fluoroproducts, 2013)). As propriedades e parâmetros elásticos, de escoamento, de encruamento, e de fluxo empregados são apresentados na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Propriedades elásticas lineares, térmicas, e tribológicas do PTFE; e parâmetros para o modelo de D-P Linear.

Material	E [MPa]	ν	μ_s	λ [W/m ² K]	α [1/°C]	β [°deg]	K	ψ [°deg]
PTFE Reforçado – 23°C	938,65	0,46	0,025 (ptfe - aço)	0,24	125×10^{-6}	25,94	1	25,94

3.2.1 Fluência e Relaxamento de Tensões das Vedações

Para incluir o modelamento destes comportamentos foi empregada a característica de fluência de D-P, junto ao modelo de fluência "**Power-law**" em Abaqus, expresso em sua formulação "tempo-encruamento" como:

$$\dot{\epsilon}^{cr} = A (\bar{\sigma}^{cr})^n t^m \quad (\text{Equação 3})$$

onde: $\dot{\epsilon}^{cr}$ é a taxa de deformação uniaxial de fluência equivalente; $\bar{\sigma}^{cr}$ é tensão de fluência equivalente; t é o tempo total; e A , n , e m são constantes do material, dependentes da temperatura, e geralmente independentes da tensão (ABAQUS Version 6.13 Documentation Collection - Analysis User's Manual, 2013).

Estes parâmetros A , n , e m (ver Tabela 3.5) foram determinados a traves do procedimento de ajuste de dados baseado em análises de regressão exposto em (May, Gordon, & Segletes, 2013), juntamente com dados de ensaios de fluência disponíveis em (DuPont Fluoroproducts, 2013).

Tabela 3.5. Parâmetros utilizados para o modelo de fluência "Power Law".

Material	A	n	m
PTFE – 23°C	4,06E-6	1,81	-0,78

3.3 Elementos e Malha de Elementos Finitos

Na construção da malha de elementos finitos, as partes deformáveis foram modeladas maiormente com elementos hexaédricos lineares, com exceção da geometria da haste que foi modelada com elementos tetragonais lineares; e as partes não deformáveis (corpos rígidos) foram modeladas com elementos rígidos bidimensionais lineares (Figura 3.3).

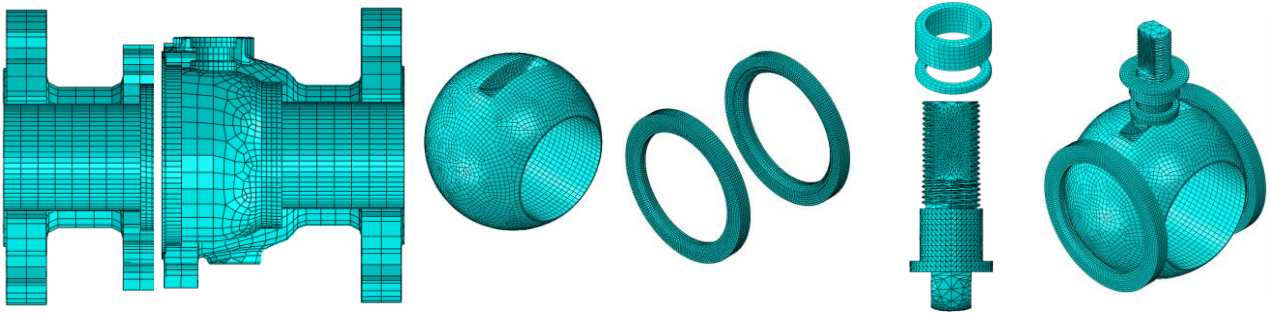


Figura 3.3 - Visão geral da malha de elementos finitos utilizada.

3.4 Interações, Carregamentos e Condições de Contorno

Diversas condições de contorno e carregamentos foram aplicadas para duplicar o mais próximo possível a situação real. Foram configuradas para este modelo: Diversas *Interações de contato*; Diversos “*Constraints*” (*Restrições*); “*Conectors*” (*Conectores*) para representar a conexão dos conjuntos porcas/estojos de montagem; “*Connector Forces*” para representar a aplicação das *forças de montagem* estabelecidos pelo fabricante; “*Pressure Loads*” para representar a pressão do fluido nas superfícies internas da válvula; “*Temperature*” para representar o efeito da temperatura; e finalmente diversas “*Boundary Conditions*” para representar condições e restrições em geral, assim como para representar o *acionamento* da haste da válvula.

4. ANÁLISE NUMÉRICA EXPERIMENTAL DE ASSINATURAS DE TORQUE DE ACIONAMENTO.

A partir do modelo numérico desenvolvido, foram configurados e calibrados distintos modelos (cada um deles representando uma condição de operação analisada) a fim de replicar os resultados obtidos na **Secção 2: “ANÁLISE EXPERIMENTAL DE TORQUE DE ACIONAMENTO”**. A Figura 4.1 apresenta as assinaturas de torque de acionamento obtidas a partir das análises de EF.

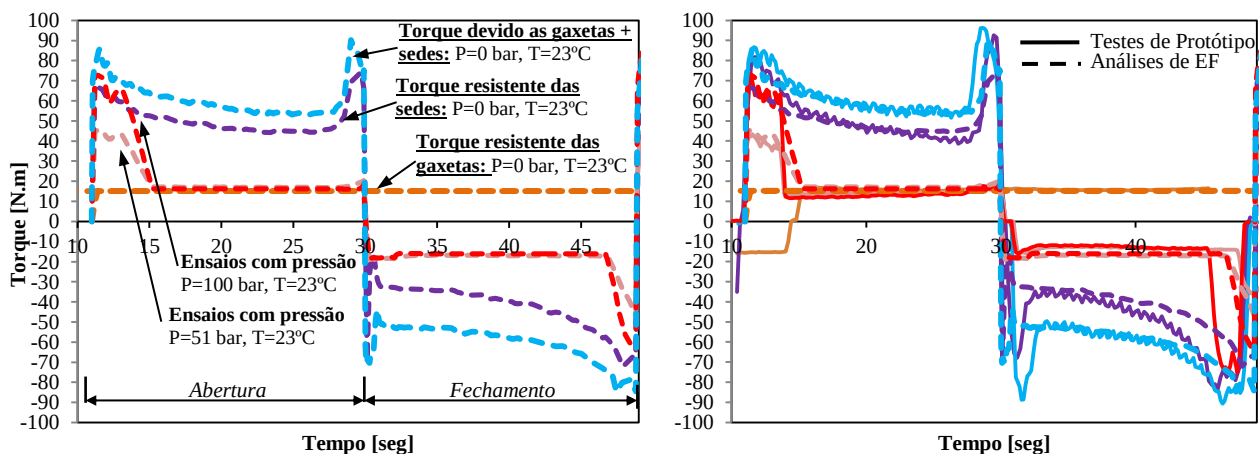


Figura 4.1 - Assinaturas de torque de acionamento (Momento de reação vs. Tempo, no ponto de giro da haste) obtidas mediante análises de EF.

5. ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DAS VEDAÇÕES

5.1 Distribuições de Tensões e Deformações

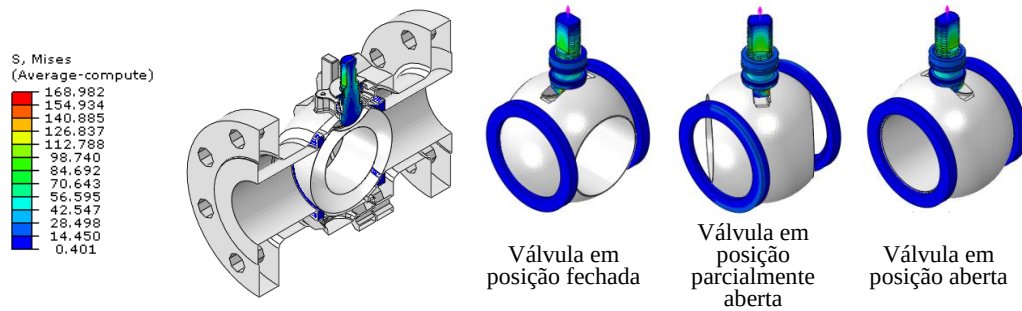


Figura 5.1 - Tensões de Von Mises. Válvula em condição de “vazio” (P=0 bar; T=23°C).

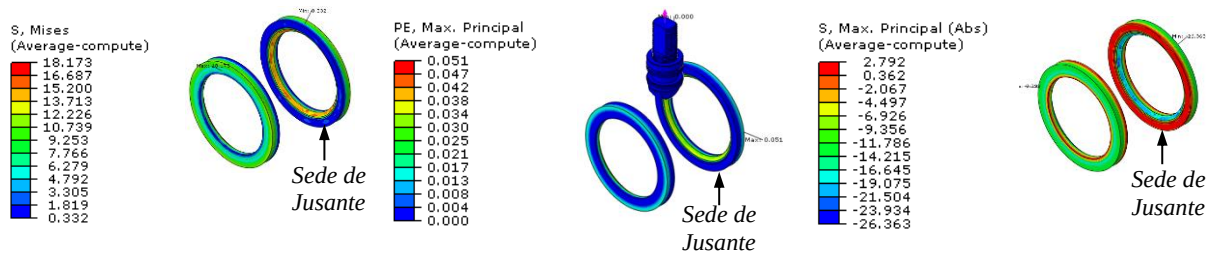


Figura 5.2 - Vedações das sedes e da haste - Tensão de Von Mises, Deformação Plástica Máxima Principal, Tensão Máxima Principal, e Pressão de Contato — Válvula na posição fechada, em condição de vazio (P=0 bar; T=23°C).

6. ACIONAMENTOS CONSECUTIVOS E CAPACIDADE DE VEDAÇÃO

A análises de EF das *pressões de contato*, *tensões* e *deformações* nas sedes de vedação para condições de baixa e alta pressão interna na válvula, foi utilizada como ferramenta para avaliar a capacidade de vedação ao longo de acionamentos consecutivos. Na Figura 6.1 apresentam-se as *respostas de torques de acionamento* dos casos analisados, e na Figura 6.2 mostram-se os perfis de valores das componentes de Deformações e Pressões de contato para os nós da superfície de contato da sede de vedação de jusante, durante os acionamentos e para os correspondentes casos analisados.

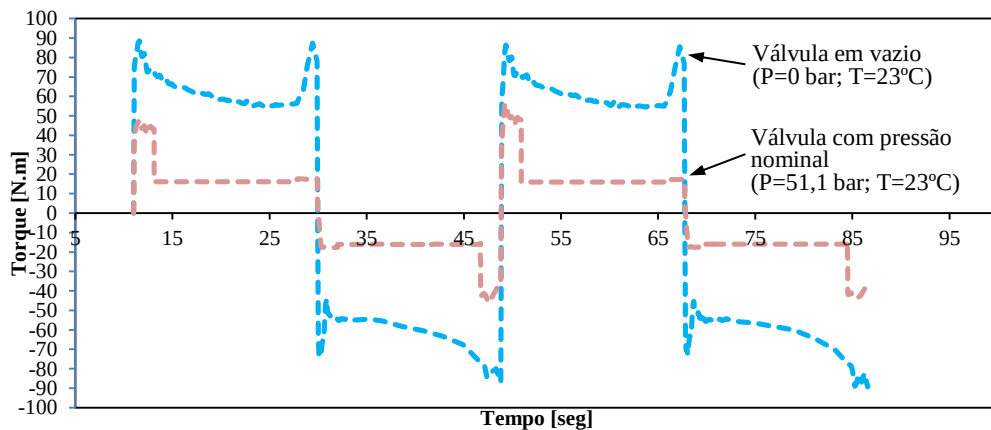


Figura 6.1 - Assinaturas de Torque v.s. Tempo – 2 ciclos completos de acionamento.

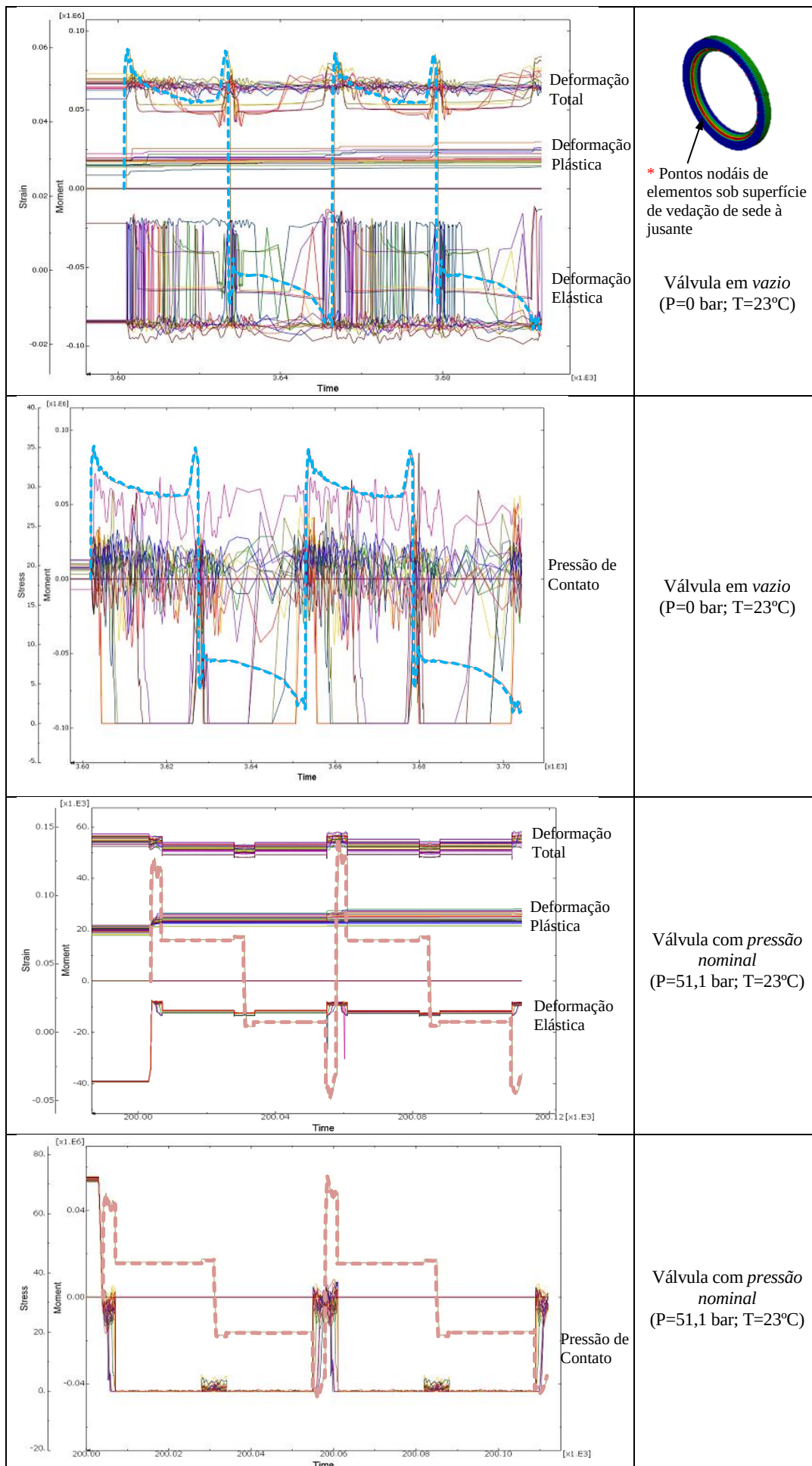


Figura 6.2 – Perfis de deformação total, deformação plástica, deformação elástica, e pressão de contato – Nós de elementos nas superfícies de vedação da Sede de Jusante.

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

Comparando os grupos de curvas dos ensaios de protótipo como as obtidas mediante análises de FE, pode-se apreciar a capacidade do modelo para replicar adequadamente os perfis de valores de torque durante os acionamentos. Esta boa correlação deve-se ao fato de que o modelo consegue prever qualitativamente as respostas de tensão e deformação tanto independentes como dependentes do tempo das vedações durante distintas as fases do processo de acionamento.

Por outra parte, em base a análise dos *perfis de deformações* para a *condição de vazio* e de *pressão nominal*, pode-se apreciar que após as deformações plásticas que sofrem as vedações durante as etapas da montagem da válvula (Figura 5.2-b), logo *ao longo de acionamentos consecutivos* (Figura 6.2) estas deformações plásticas iniciais permanecem constantes, resultando assim as deformações elásticas como as únicas contribuintes dos perfis de deformações totais obtidos. De igual maneira, os *perfis de torques de acionamento* e de *tensões de contato* (as quais, para garantir a estanqueidade da vedação, devem como mínimo ser maiores a pressão exercida pelo fluido de trabalho) também apresentam valores e morfologia iguais ao longo de acionamentos consecutivos (Figura 6.2).

A partir destes resultados e de acordo com as gráficas de “*faixas características de operação*” (*limites operacionais dos materiais do corpo e das vedações*) de válvulas (Habonim - Industrial Valves & Actuators, 2008), (FLO-TITE, Valves & Controls, 2013); torna-se evidente que o material escolhido para as sedes deve de “*trabalhar*” em regime elástico sem que as deformações aplicadas ultrapassem o limite de escoamento do material; mantendo assim a *tensão residual mínima* inicial (TRM) e garantindo desta maneira a continuidade da capacidade de vedação e corte do fluxo ao longo dos acionamentos.

Além das cargas excessivas, outros fatores que também podem acarretar uma TRM baixa são as *temperaturas excessivas*, o *tempo de permanência sobre carga excessivo*, ou ainda o *desgaste natural das sedes com o uso em operação* (Klimov, Konovalkov, & Karyakin, 2000).

8. CONCLUSÃO

Como evidente, tanto o torque de acionamento assim como a capacidade de vedação e corte de fluxo em uma válvula de esfera flutuante são muito sensíveis às condições de serviço em função das características, projeto e materiais das vedações. Existem diferentes modelos constitutivos que podem ser empregados para reproduzir o comportamento de materiais poliméricos. A escolha, calibração e implementação de modelos constitutivos adequados tem uma importância decisiva para produzir resultados aceitáveis.

Os modelos numéricos desenvolvidos foram construídos a traves da utilização das formulações em *Abaqus* do modelo de plasticidade de *Drucker-Prager*, e a característica de fluência de *D-P* com um modelo de fluência *Power-Law* permitindo levar em conta as relações de tensão-deformação não-lineares tempo-dependentes do PTFE; as quais em conjunto com as interações de contato entre as partes do modelo, as condições de contorno apropriadas, os esforços de montagem envolvidos, e as condições próprias da utilização em serviço, permitiram prever experimentalmente com suficiente precisão tanto os perfis de torque assim como as características e comportamento das vedações.

9. REFERÊNCIAS

- Argüello, F. B. (2014). *127_14 - Relatório de Ensaios de Compressão de Amostras de PTFE*. Unpublished. Physical Metallurgy Laboratory LAMEF, Porto Alegre, RS, Brazil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2014). *ABNT NBR 15827 - Válvulas industriais para instalações de exploração, produção, refino e transporte de produtos de petróleo — Requisitos de projeto e ensaio de protótipo*.
- Bergström, J. S.; Brown, S.- Exponent Engineering, Inc. (2006). Capítulo 11 - Modeling and Mechanical Analysis of Fluoropolymer Components. In P. a. Sina Ebnesajjad, *Fluoropolymers Applications in the Chemical Processing Industries - The Definitive User's Guide and Databook*.
- Bergström, J., & Hilbert, J. L. (2005). A Constitutive Model for Predicting the Large Deformation Thermomechanical Behavior of Fluoropolymers. *Mechanics of Materials*, 37, 899-913.
- Costa, M. L. (2009). *Estudo do torque de acionamento e vida útil de um projeto de válvulas industriais*. Master's Thesis. Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.
- Dassault Systèmes Simulia Corp. (2013). *ABAQUS Version 6.13 Documentation Collection - Analysis User's Manual*.
- Dickenson, T. C. (1999). *Valves, Piping, and Pipelines Handbook* (3er Edition ed.). New York, NY: Elsevier Science Ltd.
- DuPont Fluoroproducts. (2013). *DuPontTMTeflon® PTFE Properties Handbook* (220313 ed.).
- Euthymios, J. E. (2001). *Metodologia para Testes Funcionais em Válvulas Submarinas*, Master's Thesis. Federal University of Rio de Janeiro, COPPE - Oceanic Engineering, Rio de Janeiro, RJ, Brazil.
- FLO-TITE, Valves & Controls. (2013). *Valve Seat & Seal Selection Guide*.

- Habonim - Industrial Valves & Actuators. (2008). Ball Valves Seat Variations.
- Klimov, Y. F., Konovalkov, V. I., & Karyakin, V. N. (2000). Technological Examples of the Use of Ball Valves. *Chemical and Petroleum Engineering* Vol. 36.
- May, D. L., Gordon, A. P., & Segletes, D. S. (2013). The application of the Norton-Bailey law for creep prediction through power law regression. *ASME Turbo Expo 2013: Turbine Technical Conference and Exposition*.
- National Physical Laboratory - NPL. (2007). *Manual for the Calculation of Elastic-Plastic Materials Models Parameters*. Scotland, UK: Queen's Printer.
- Prince, B., & Yates, D. (2009). Operating characteristics and sizing of pneumatic actuators. *Valve Industry magazine*.
- SVF Flow Controls Inc. (2013). Valve operating torque tables.
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. (2010). *ASME B16.34 - Valves - Flanged, Threaded and Welded End*.
- THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. (2010). *ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Section II Part D: Properties (Metric): Materials*. New York.

10. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF DRIVE TORQUE SIGNATURES AND POLYMERIC SEAT-SEALS ON FLOATING BALL VALVES

Facundo B. Argüello, e-mail: facundo.arquello@ufrgs.br^{1,3}
Thomas G. R. Clarke, e-mail: tclarke@demet.ufrgs.br^{2,3}

¹ Eng., - Postgraduate Program in Mining, Metallurgical and Materials Engineering PPGE3M, Federal University of Rio Grande do Sul UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil – Physical Metallurgy Laboratory LAMEF, Porto Alegre, RS, Brazil,

² Prof. Dr. - PPGE3M / DEMET, Federal University of Rio Grande do Sul UFRGS, Porto Alegre, RS, Brazil – Physical Metallurgy Laboratory LAMEF, Porto Alegre, RS, Brazil,

Abstract: Floating ball type valves are widely used due to its easy construction, low cost, and applicability at different pressures, temperatures and media. Nevertheless, they have limited operating characteristics and ranges of use, making them susceptible to damaging their components in function of operating conditions, and causing problems that may compromise the correct operation and safety of the processes in which they operate. Using experimental results of prototype drive torque testing of a floating ball valve design for the oil and gas industry, and through the study and experimental characterization of the properties of the polymeric materials that form its seals, evaluation of the modeling techniques, and determination of materials characteristic parameters for construction of constitutive models; a numerical model of the opening and closing process of a floating ball valve was developed and calibrated. Since both the required drive torque and the sealing capacity and valve life are directly related to characteristics of the materials composing its dynamic seals, the inclusion of these properties into the constitutive model becomes an essential factor to obtaining an adequate response through analyzes using FEM.

Keywords: Floating Ball Valves, Drive Torque Signatures, PTFE, FEM, Constitutive Modelling.