

PANORAMA DA NORMALIZAÇÃO TÉCNICA NA PETROBRAS: requisitos normativos vigentes e novos desafios na área de máquinas

Pedro Henrique de Almeida Barbosa
Marcelo Rodrigues Simões

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo apresentar as principais modificações ocorridas nas normas externas adotadas pela área de máquinas da Petrobras, desde a realização do 9º Fórum de Turbomáquinas da Petrobras, ocorrido em agosto de 2013. Dentre outros aspectos, serão abordados os principais avanços tecnológicos, pontos de melhoria, simplificações e inclusões constantes das normas recém-publicadas pelo API em relação às suas edições anteriores. Ênfase também será dada pelos autores aos desafios enfrentados pela Petrobras para atualização das suas normas de especificação complementares, critérios de projeto e demais documentos técnicos aplicáveis aos novos projetos.

Palavras-chaves: Normalização. Normas. Máquinas.

1 INTRODUÇÃO

Por possibilitarem a padronização de componentes, a redução dos custos de produção, a garantia de um nível mínimo da qualidade dos processos fabris e a racionalização da variedade de sobressalentes e procedimentos, as normas de especificação de equipamentos rotativos são de grande importância para a indústria do petróleo, petroquímica e gás natural (BARBOSA; SIMÕES, 2013). Elas também ditam requisitos voltados à segurança e confiabilidade operacional de tais equipamentos, além de regularem o relacionamento técnico entre usuários finais, fornecedores e projetistas, desde as fases do fornecimento anteriores à colocação da compra (tais como nas etapas de elaboração, análise e

equalização de propostas técnicas), até as fases mais adiantadas do fornecimento. Os benefícios da sua utilização, contudo, dependem da atualização constante dos seus requisitos frente ao estado-da-arte do que é de fato considerado como prática consagrada e amplamente aceita pela indústria.

Assim, impulsionadas por um ambiente de competitividade acirrada, projetos desafiadores e inovações tecnológicas recorrentes, as normas da área de máquinas são rapidamente levadas à obsolescência quando não submetidas a um processo de revisão sistemática de seus requisitos. Neste sentido, este artigo visa apresentar as principais alterações ocorridas nas normas da área de máquinas utilizadas pela Petrobras nos últimos dois anos. Além de reportar as modificações ocorridas durante este período nas normas das demais entidades externas correlatas ao tema *International Organization for Standardization (ISO)*, *National Fire Protection Association (NFPA)* e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), especial consideração será dada pelos autores às alterações ocorridas nas últimas edições das normas *American Petroleum Institute (API)*, particularmente nas normas API-617, API-612 e API-682, dada a grande relevância destas normas para a comunidade de máquinas da companhia.

Os relatos das modificações normativas na área de máquinas anteriores ao período supracitado poderão ser obtidos em consulta ao primeiro artigo publicado pelos autores (BARBOSA; SIMÕES, 2013) da série 'Panorama da normalização técnica na Petrobras', referenciado ao final do artigo.

2 PRINCIPAIS MODIFICAÇÕES NAS NORMAS API

As normas do API são, indubitavelmente, as mais utilizadas por usuários, projetistas e fornecedores ao redor do mundo para a especificação dos equipamentos rotativos aplicados na indústria de óleo e gás. Face à enorme tradição e ao amplo uso de suas normas junto às companhias operadoras e fornecedores, o API é também uma das entidades de normalização de maior importância para a Petrobras.

Dentre as normas externas adotadas pela Petrobras, o acervo de normas do subcomitê em equipamentos mecânicos do API revela-se de grande utilidade para a Subcomissão de Máquinas da Comissão de Normalização Técnica da Petrobras (Contec), particularmente, por permitir que o usuário decida sobre aqueles pontos intencionalmente deixados em aberto nas normas API (os chamados *bullets*). Tais pontos, por não terem uma natureza geral de aplicação, requerem um posicionamento particular do usuário ou informações específicas para o serviço em questão. Neste sentido, é importante ressaltar que o API encoraja os usuários a emitirem as suas próprias normas complementares (*overlay specs*), pois considera que os requisitos constantes das normas API estabelecem, tão somente, um nível mínimo de qualidade e padronização para equipamentos e processos da indústria de óleo e gás.

2.1 API-617 8ª EDIÇÃO - COMPRESSORES CENTRÍFUGOS, AXIAIS E COMPRESSORES-EXPANSORES

Apesar da estrutura básica da norma ter sido preservada com seções distintas para tratar das peculiaridades de cada tipo de compressor, os antigos capítulos da 7ª edição agora são chamados de partes na 8ª edição, seguindo a mesma nomenclatura adotada nas normas ISO.

2.1.1 PARTE 1 - REQUISITOS GERAIS

Dentre algumas pequenas alterações ocorridas nas primeiras duas seções desta parte da norma, destaca-se a introdução de um novo *bullet* sobre a hierarquia dos documentos de compra, que agora deve ser especificada pelo Comprador. Já a seção 3 - *Terms, Definitions, and Abbreviations* foi amplamente revisada. Dentre outras novidades (tal como a criação de uma nova seção com o significado de todas as abreviações utilizadas ao longo do texto da norma), foram inseridas definições para os seguintes termos: *certified point*, *structure/support stiffness and damping*, *moment simulator*, *mounting plate(s)*, *overload*, *slow roll*, *special purpose application* e *supplier*, além da revisão da definição do termo *unit responsibility*. Para compressores centrífugos de múltiplos estágios com partição radial de carcaça, também foram incluídas novas definições para esclarecer as diferenças de significado entre os termos *inner barrel assembly* e *cartridge bundle assembly*.

A seção 4 - *Basic Design* trouxe inúmeras alterações em relação à 7ª edição, dentre as quais se destacam:

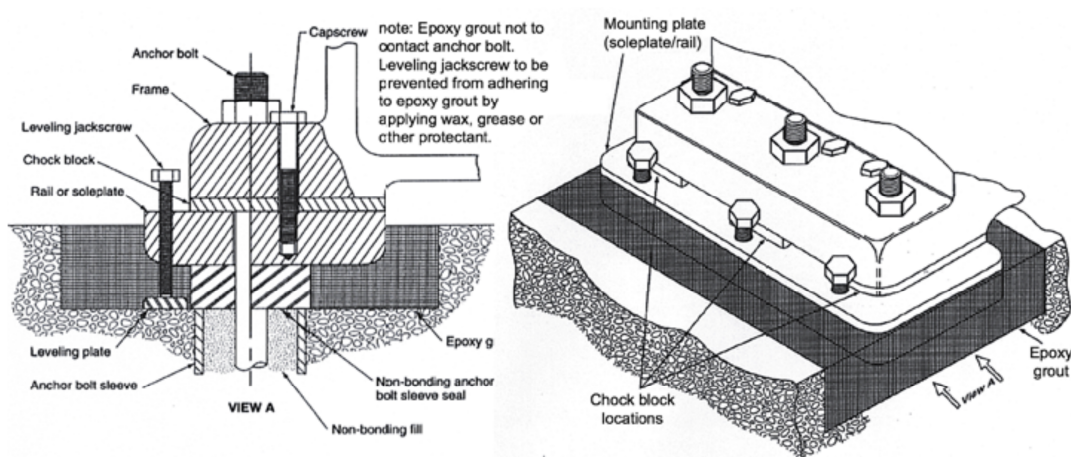
- além do ponto de operação normal, a norma agora deixa claro que o Comprador deve especificar todas as demais condições *off-design* que o equipamento será demandado a operar, incluindo-se aí, por exemplo, condições especiais de operação para a realização de testes no campo durante a fase de comissionamento e regeneração de catalisadores da planta;
- criado novo requisito para garantir que cada seção do compressor será capaz de operar em uma condição de sobrecarga (*overload*

- condition*), equivalente a, no mínimo, 115% da condição nominal (*rated condition*);
- na nova revisão da norma não há mais o critério de projeto que exigia vida útil mínima de 20 anos e, ao menos, 5 anos de operação ininterrupta para o equipamento e seus auxiliares. Agora o Comprador deve especificar tais informações, da forma que melhor lhe convier;
 - criado novo item que exige que o equipamento seja projetado para operar simultaneamente na condição de pressão máxima de trabalho admissível (PMTA) e *trip speed* sem sofrer danos, independentemente da potência do acionador;
 - nesta nova edição, os flanges das conexões principais e auxiliares do compressor podem seguir tanto as normas aplicáveis da *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) quanto a norma ISO 7005;
 - a norma tornou mandatória a realização de uma análise lateral de todo o conjunto (*train lateral analysis*) para máquinas que empregam acoplamentos rígidos;
 - o *Unbalance Rotor Response Verification Test* (URT) agora é requerido pela norma apenas para os casos onde a primeira crítica for menor que 127% da rotação máxima contínua ou, para os demais casos, se especificado pelo Comprador. Além disso, caso não sejam observados picos bem definidos de resposta ao desbalanceamento durante o URT, as velocidades críticas deverão ser identificadas como sendo as obtidas do relatório de análise lateral;
 - na seção de análise torcional, foram criados novos itens que endereçam requisitos específicos adicionais para a análise de conjuntos de máquinas dotados de acionamento de velocidade variável (*variable frequency drive* -VFD) e para a análise transiente de curto circuito de conjuntos de máquinas dotadas de geradores (ou motores) elétricos;
 - uma nova subseção foi criada para agrupar todos os itens referentes ao procedimento de execução do balanceamento na rotação de trabalho, quando este tipo de balanceamento for especificado pelo Comprador;
 - na subseção de selos a gás, novos itens foram criados, destacando-se a exigência para que o Fornecedor informe os limites de rotação que deverão ser observados durante a operação (giro lento, desaceleração da máquina, sobrevelocidade, etc.), a fim de evitar danos aos selos.
- Dentre as revisões apresentadas na seção 5, destacam-se:
- criado novo item para que o Comprador especifique, se assim desejar, uma calha de coleta de drenagem em todo o perímetro da base metálica do compressor;
 - o Comprador deve agora especificar o fabricante e o tipo específico de *graute epóxi* a ser utilizado no campo, para que o Fornecedor aplique um *primer* compatível na base metálica da máquina. Os detalhes do *primer* utilizado deverão ser informados pelo Fornecedor;
 - a norma agora exige que as bases metálicas das máquinas a serem grauteadas no campo sejam fornecidas com furos de acesso para enchimento com *graute* e com furos de *vent*;
 - os detalhes típicos de montagem do compressor na sua base civil são apresentados agora de forma

mais clara, em uma única figura que ilustra tridimensionalmente a configuração de equipamentos montados em *soleplate* (Figura 1). Contudo, não há na nova edição da norma figura equivalente para equipamentos montados em *baseplate*;

- o Comprador agora deve especificar se os controles e instrumentos locais deverão ser projetados para instalação coberta ou ao tempo;
- criado novo item para que o Comprador informe quais normas deverão ser aplicadas aos controles da máquina;

Figura 1 - Arranjo típico de montagem de um compressor em *soleplate*.



8

Fonte: AMERICAN, 2014b, p. 71.

- criados dois novos itens opcionais a serem incluídos no escopo do Fornecedor, se especificado: válvula *anti-surge* e os resultados da simulação da resposta transiente do sistema *anti-surge*.

Nas demais seções desta parte da norma, destacam-se as seguintes alterações:

- agora, salvo se acordado o contrário, o testemunho dos testes de performance e de funcionamento mecânico na fábrica demandam uma confirmação por escrito do Fornecedor de que a máquina já foi testada preliminarmente com sucesso;
- o Fornecedor deve agora manter por, no mínimo, 20 anos os dados da máquina (certificados e especificações de compra de

materiais, dados de testes, registros dos tratamentos térmicos, resultados de inspeções de controle de qualidade, reparos, etc.). Antes, a norma requeria 5 anos;

- criado novo item para correção da viscosidade do óleo da bancada durante o *Mechanical Running Test*, caso o Fornecedor não disponha na fábrica do óleo especificado para a máquina;
- na subseção de testes opcionais, novos itens foram criados caso o Comprador decida pela realização de um teste de performance do compressor no campo;
- o item que requer que o Fornecedor informe o vazamento pelo tambor de balanceamento agora se tornou um item opcional na norma;

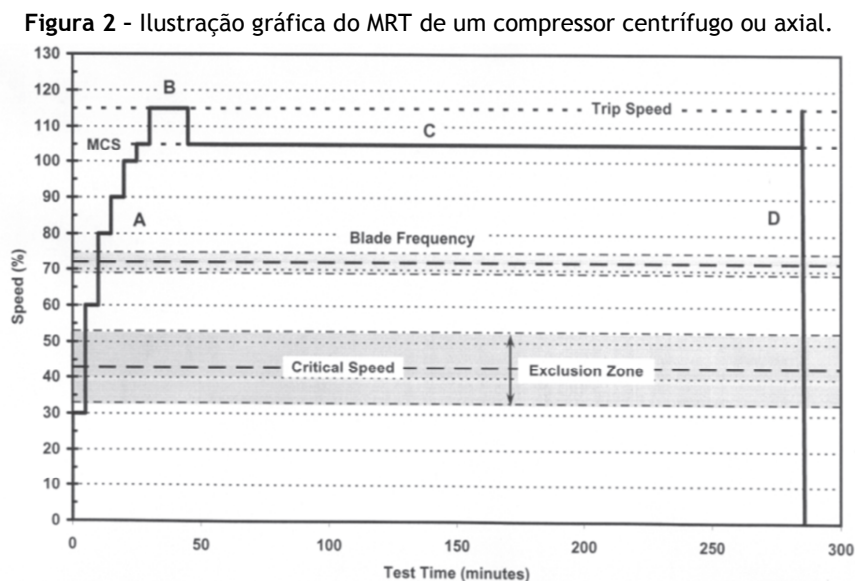
- foram criados dois novos anexos normativos contendo os requisitos mínimos que devem ser obedecidos para a elaboração dos relatórios das análises lateral, de estabilidade e torcional;
- criado novo anexo com requisitos complementares para máquinas com mancais magnéticos;
- criados ainda três novos anexos informativos, a saber: recomendações para sistemas *anti-surge*, padrão típico para tabulação de propostas técnicas de compressores e discussões sobre os testes dinâmicos opcionais disponíveis para compressores centrífugos.

2.1.2 PARTE 2 - COMPRESSORES CENTRÍFUGOS E AXIAIS DO TIPO 'NON-INTEGRALLY GEARED'

Dentre as poucas alterações ocorridas nesta parte da API-617, destacam-se:

- muitos requisitos que figuravam nesta parte da norma foram agora movidos para a Parte 1, estendendo sua abrangência para

- os demais tipos de compressores cobertos pela API-617;
- são mandatórios agora os itens que demandam purga externa e sistema de controle com posicionador e indicador local da posição, para compressores dotados de pás-guia ajustáveis de entrada (AIGVs);
- incluída variação de carga como parâmetro adicional a ser considerado no dimensionamento de mancais de escora hidrodinâmicos;
- salvo especificação contrária do Comprador, os mancais de escora hidrodinâmicos agora devem ter lubrificação direta;
- na seção de inspeções e testes, criado novo item opcional para que, durante o movimento retilíneo de rotação (*mechanical running test - MRT*), os valores de pressão e temperatura do óleo sejam variados ao longo de suas faixas permitidas de operação;
- incluída nova figura na norma para ilustrar as variações de rotação da máquina ao longo de todo o MRT (conforme Figura 2 abaixo);



Fonte: AMERICAN, 2014b, p. 174.

- criado novo item que requer que, durante o MRT, o rotor reserva de compressores axiais seja testado com o conjunto reserva de pás-guia do estator, sempre que este conjunto sobressalente for fornecido juntamente com a máquina;
- criado novo item opcional para levantamento da linha de surge ou de linhas de rotação adicionais durante o teste de performance de compressores com rotação variável;
- criado novo item opcional para que os selos secos a gás sejam removidos do compressor antes do embarque, se assim for especificado pelo Comprador.

2.1.3 PARTE 3 - COMPRESSORES CENTRÍFUGOS DO TIPO 'INTEGRALLY GEARED'

Similarmente à Parte 2, poucas alterações ocorreram nesta parte da API-617.

Destaque para:

- criado novo item nesta parte da norma que permite o uso de óleo lubrificante ISO VG 46, caso seja aprovado pelo Comprador;
- criados dois novos itens que evocam requisitos da Parte 1 da norma para reparos na carcaça e inspeção de materiais de partes pressurizadas;
- agora, o Fornecedor é demandado a informar as forças e momentos admissíveis apenas dos bocais principais de processo da máquina interligados às conexões do usuário. Caso o Fornecedor não informe as cargas nos bocais, estas não deverão ser menores que os valores constantes da norma NEMA SM 23;
- inserido novo item que demanda a análise lateral para cada eixo do compressor. Para o *bull gear*, tal

análise consiste apenas na realização do mapa de velocidades críticas não-amortecidas;

- retirado o item que exigia que os mancais fossem projetados de forma a impedir a sua instalação incorreta (sentido reverso, por exemplo);
- retirado da norma o requisito opcional que exigia que os mancais radiais do tipo *tilting pads* fossem providos de insertos em aço endurecido, caso assim fosse especificado pelo Comprador;
- a variação de carga foi incluída como um parâmetro adicional a ser considerado no dimensionamento de mancais de escora hidrodinâmicos, nos mesmos moldes que a API-617;
- criado novo item para que o Comprador especifique o tipo de selo a ser fornecido e todas as suas condições de operação aplicáveis.

2.1.4 PARTE 4 - COMPRESSORES-EXPANSORES

- incluído novo item na norma que demanda que o tratamento dos impelidores de alumínio por anodização (ou outros métodos aprovados), caso o Comprador indique a presença de traços de mercúrio no gás;
- incluído novo item na norma para recaia sobre o Comprador a responsabilidade por garantir que as válvulas de alívio fornecidas sejam compatíveis com a PMTA da carcaça, caso estas sejam de fornecimento de terceiros;
- agora, durante o teste de excitação do impelidor (*Wheel Shaker Test*), a frequência natural medida deve desviar em, no máximo, $\pm 5\%$ da frequência prevista durante a análise;

- incluído novo anexo com a especificação dos materiais típicos para os principais componentes.

2.2. API-612 7ª EDIÇÃO - TURBINAS A VAPOR DE USO ESPECIAL

Dentre as várias modificações incorporadas na 7ª edição, da norma API-612 em relação à 6ª edição, destacam-se os seguintes pontos:

- agora não há mais o critério de projeto que exigia vida útil mínima de 20 anos e, ao menos, 5 anos de operação ininterrupta para o equipamento e seus auxiliares. O Comprador deve especificar tais informações;
- criado novo requisito que demanda a previsão de olhais (ou pontos) de içamento para todos os itens de manutenção da turbina com massa igual ou superior a 20kg. Olhais roscados só são permitidos para tampas das caixas de mancal e componentes internos, onde a adoção de outro dispositivo de elevação for impraticável;
- agora são estabelecidos critérios adicionais para o cálculo de dimensionamento da carcaça, destacando-se que no projeto das partes pressurizadas pode ser utilizado o método de elementos finitos, desde que respeitados os limites de tensão da Div. 2 do ASME Seção VIII;
- a norma agora requer que seja instalada na tubulação de exausto uma válvula de alívio entre cada conexão e a válvula de bloqueio do exausto, visando prevenir sobrepressão e possível ruptura da carcaça. Ela ainda estabelece que as válvulas de alívio devam ser fornecidas pelo Fornecedor da turbina;
- a nova edição estabelece que o exausto de turbinas condensantes deva ser capaz de operar em um curto período a 150°C;
- agora não é mais permitida a utilização de conexões rosqueadas na carcaça;
- na nova edição são previstas, se especificado, conexões com válvulas na carcaça para injeção de gás inerte, para preservação em longos períodos de parada;
- criado novo item para que a carcaça do exausto de turbinas condensantes seja projetada com aberturas para inspeção das palhetas e acesso para manutenção na região do exausto;
- criado novo item para que os componentes no trajeto do vapor (bocais de injeção, palhetas, diafragmas, etc.) de turbinas que operam com vapor saturado sejam fabricados em materiais resistentes à erosão ou com revestimentos apropriados;
- há agora uma nova subseção na norma com requisitos de inspeção de materiais das partes pressurizadas, definindo os critérios a serem seguidos para cada tipo de inspeção/reparo e estabelecendo que o Comprador deva ser notificado antes da execução de um reparo relevante nas regiões pressurizadas;
- a norma agora estabelece que os conjuntos rotativos devam ser do tipo integral, fabricados a partir de uma peça forjada. Rotores montados no eixo podem ser utilizados para velocidades da extremidade da palheta menores do que 250m/s ou se a temperatura de entrada do vapor no estágio for inferior a 440°C, desde que aprovado pelo Comprador (antes a aprovação do Comprador era requerida apenas quando a velocidade de extremidade de palheta fosse

maior que 250m/s, ou a quando a temperatura de entrada de vapor no estágio fosse superior a 440°C);

- a norma agora requer que o conjunto rotativo seja projetado com um anel defletor integral entre o mancal e a selagem, de modo a prevenir a entrada de umidade no mancal;
- a norma agora requer que o fabricante da turbina, juntamente com o Fornecedor do equipamento acionado, estabeleça o valor máximo de torque transiente no eixo durante a partida, operação normal e quando em condição de falha. Todos os componentes (acoplamentos, elementos de montagem do cubo, etc.) devem ser adequados para, no mínimo, 115% deste valor;
- na subseção da norma referente às palhetas, além da introdução de novos itens que tratam de aspectos construtivos, foi criado um novo item que demanda que o projeto das palhetas considere uma margem de separação mínima de 10% entre seus modos naturais de vibração e as frequências de excitação;
- a nova revisão da API-612 tornou mandatória a realização de uma análise lateral de todo o conjunto (*Train Lateral Analysis*) para máquinas que empregam acoplamentos rígidos;
- agora, caso não sejam observados picos bem definidos de resposta ao desbalanceamento durante o *Unbalance Rotor Response Verification Test* (URT), as velocidades críticas deverão ser identificadas como sendo as mesmas obtidas do relatório de análise lateral;
- uma nova subseção foi criada para agrupar todos os itens referentes ao procedimento de execução do

balanceamento na rotação de trabalho, quando este tipo de balanceamento for especificado pelo Comprador;

- introduzido novo item opcional na norma que faculta ao Comprador a especificação de mancais magnéticos. Neste caso, o projeto dos mancais magnéticos deve ser acordado entre o Fornecedor da turbina e o Comprador;
- criado novo item que demanda que o projeto dos mancais radiais e de escora considere a operação da máquina na rotação de trabalho do *turning gear* e em curtos períodos de rotação reversa, sem danos ao metal patente;
- a norma agora permite que as selagens externas e interestágios da turbina sejam feitas por labirintos substituíveis, selos tipo escova, ou a combinação de ambos. Na 6ª edição, apenas labirintos substituíveis eram permitidos;
- foram acrescentados novos alarmes para falhas no governador e para falha no engate do dispositivo de giro lento durante a parada da máquina;
- de acordo com a nova edição da API-612, qualquer falha do governador que possa resultar em um controle de velocidade instável ou operação insegura deve iniciar uma parada da turbina;
- agora, a norma requer que a tubulação auxiliar da máquina seja fornecida com *spools* e conexões flangeadas que permitam a manutenção e a retirada de toda a turbina. Além disso, a norma agora requer o *by-pass* dos mancais e, quando aplicável, da selagem durante execução do *flushing* do sistema de óleo;
- retirado o item da norma que exigia que as caixas de

- engrenagens fossem fornecidas conforme API-613;
- na 7ª edição foram feitas alterações em diversos requisitos relativos aos aspectos construtivos das bases de montagem como, por exemplo, no item que agora estabelece que vazamentos dos componentes da turbina montados sobre a base devam ser contidos no *baseplate* e removidos através de conexões de drenagem a serem instaladas em seus pontos baixos;
 - criada uma nova seção na norma com requisitos para o fornecimento opcional de um enclausuramento que atenda às exigências de proteção acústica, intempéries ou segurança contra incêndio do Comprador;
 - os ensaios de radiografia, ultrassom, partículas magnéticas e líquido penetrante seguem agora os procedimentos da *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ao invés do código ASME, anteriormente adotado na 6ª edição;
 - agora, durante a realização do MRT da turbina, a temperatura do óleo de controle e de lubrificação deve ser mantida por, no mínimo, 30 minutos, em um valor correspondente à viscosidade mínima admissível do óleo e por, no mínimo, 30 minutos, em um valor correspondente à viscosidade máxima admissível do óleo. Sob ambas as condições, deve ser medida a vibração do eixo, verificando principalmente eventuais instabilidades no filme de óleo;
 - a 7ª edição acrescenta mais alguns itens a serem tratados na reunião de início do fornecimento, como: escopo e detalhes da análise de vibração e critérios de aceitação para inspeção e testes;
- a 7ª edição requer que a proposta técnica inclua desenhos detalhados dos pontos de içamento (com dimensões e carga). Além disso, a norma agora obriga o Fornecedor a informar os pesos e dimensões que reflitam o real equipamento proposto, caso sejam entregues documentos típicos (como desenhos, diagramas e listas) em sua proposta;
 - a norma agora requer que o Fornecedor apresente na proposta uma lista das peças com os preços dos itens sobressalentes capitais, assim como dos sobressalentes recomendados para a partida e manutenção durante a operação;
 - a 7ª edição estabelece que a proposta técnica deva apresentar claramente os desvios às especificações do Comprador;
 - retirado da norma o anexo que tratava dos arranjos típicos dos sistemas de alarme e desarme, sendo agora remetido o assunto ao API-670;
 - por fim, foram criados ainda três novos anexos na norma contendo, respectivamente, um procedimento normativo para cálculo da velocidade alcançada pelo rotor em desarme por sobrevelocidade, os diversos arranjos típicos de montagem da base metálica e os materiais tipicamente usados para os diversos componentes de uma turbina de uso especial.

2.3 API-682 4ª EDIÇÃO - SISTEMAS DE SELAGEM PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS E ROTATIVAS

A 4ª edição da norma API 682 trouxe inúmeras modificações em relação à sua edição anterior. A seguir, segue um breve extrato dos principais pontos de alteração da norma:

- muitos dos requisitos normativos de projeto constantes da 3ª edição foram considerados excessivamente restritivos, minimizando o uso de outras soluções consagradas de projeto igualmente satisfatórias (HUEBNER; BUCK; AZIBERT, 2014). Tais requisitos foram convertidos em requisitos *default*, reconhecendo assim a possibilidade de adoção de outras opções disponíveis no mercado;
- na 3ª edição, a construção dos selos Tipos A e Tipo B definia que seus elementos flexíveis eram montados na sede rotativa, enquanto que os elementos flexíveis dos selos Tipo C eram montados na sede estacionária. Agora, não há mais esta distinção na norma;
- a norma agora permite que o Fornecedor ofereça uma solução de projeto que combine, em um mesmo cartucho, dois tipos distintos de selo;
- criada nova tabela com as folgas mínimas entre os componentes rotativos e estacionários do selo;
- agora, a 4ª edição da norma estabelece que, independentemente da categoria do selo, o material de uma das faces de selagem deverá ser em carbeto de silício, cabendo ao Comprador/Fornecedor do selo apenas a decisão pelo método de fabricação empregado (SSSiC ou RBSiC). Já o material da outra face de selagem deverá ser em carbono de alta qualidade, com tratamento contra corrosão química e redução de desgaste, exceto para aqueles serviços abrasivos, viscosos ou em altas pressões, nos quais pode ser necessário o uso de materiais duros nas duas faces de selagem (carbeto de silício versus carbeto de silício ou outra combinação aprovada pelo Comprador);
- na nova revisão da norma, os requisitos que tratam das características de projeto dos selos conforme Categoria 3 foram incorporados à Categoria 2, restando agora como diferenças entre eles apenas aspectos relacionados aos testes, qualificação dos selos e documentação requerida;
- a norma agora estabelece requisitos de autonomia mínima de 28 dias para os acumuladores de bexiga, ao definir volumes mínimos para estes componentes em função do diâmetro do eixo;
- a codificação dos selos foi amplamente revista, contendo agora elementos da antiga codificação de cinco dígitos utilizada pelo API-610, conforme apresentado na Tabela 1:

14

Tabela 1 - Exemplo da nova codificação API para selos mecânicos.

Seal			Design Options				Size	Plans		
Category	Arrangement	Type	Containment device	Gasket material	Face material	Shaft Size mm	Piping Plan			
1	1	A	-	P	F	O	-	050	-	11

Fonte: AMERICAN, 2014e, p. 142.

- a nova edição da norma propõe agora uma metodologia que direciona a seleção do plano de selagem também em função da toxicidade do fluido bombeado e não somente de suas propriedades físicas;
- o Plano 65 para coleta de líquido oriundo do vazamento de selos agora possui volume mínimo e opção para medição periódica de vazamento;
- além de abolir o uso de chaves e indicadores nos planos de selagem existentes (sendo agora especificados transmissores), a 4ª edição apresenta também os novos planos de selagem 03, 55, 65A, 65B, 66A, 66B e 99, atendendo assim a demanda dos usuários.

3 REVISÕES RECENTES EM OUTRAS NORMAS EXTERNAS APLICÁVEIS

A norma API-673, que trata sobre ventiladores centrífugos aplicados à indústria de óleo e gás, foi recentemente revisada, passando a vigorar a sua 3ª edição desde dezembro de 2014. Em linhas gerais, além de ampliar o seu escopo para ventiladores com diferenciais de pressão para até 130 polegadas de coluna de água equivalente (anteriormente, o seu escopo cobria diferenciais de pressão até 100 polegadas), a norma API-673 apresenta agora um *bullet* para que o Comprador indique se o ventilador em questão é um equipamento de uso geral ou especial. Assim, caso o Comprador indique que a especificação de um ventilador de uso especial, os requisitos complementares para este tipo de equipamento, localizados ao final de cada seção da norma, tornam-se aplicáveis. Merece breve menção também a revisão recente da norma API-670, que trata dos sistemas de proteção e monitoramento de

máquinas. Sua 5ª edição está em vigor desde novembro de 2014.

Já no âmbito da ISO, destaque deve ser dado à recém-publicada norma ISO/ASME 14414, que trata da avaliação energética de sistemas de bombeio. Dentre as novidades trazidas com a publicação desta norma, destaca-se a introdução do conceito de potência destrutiva (ou potência parasítica, conforme assim mencionado em seu Anexo G), conceito este que foi primeiramente desenvolvido por especialistas da Petrobras tomando por base a interação observada entre a energia aportada e o nível global de vibração de algumas bombas de nossas refinarias dotadas de dispositivos de variação de rotação.

Dentre as normas da associação norte-americana de proteção contra incêndio, as normas NFPA 20 e NFPA 37 que tratam dos requisitos aplicáveis, respectivamente, às bombas de combate a incêndio e aos seus acionadores (motores de combustão e turbinas a gás), também sofreram revisão recente. A NFPA 20 foi revisada em 2013 enquanto que a NFPA 37 foi revisada em 2015.

Por fim, no âmbito da ABNT, cabe ressaltar o recente trabalho desenvolvido pela Comissão de Estudos em Sistemas e Equipamentos de Processo (CB-50/CE6) no sentido de se promover a elaboração de uma norma brasileira sobre instalação e comissionamento de máquinas. Tomando por base o texto da norma Petrobras que versava sobre o assunto, a ABNT convocou os especialistas da indústria a participar da elaboração da norma NBR 16315, tendo sua primeira edição publicada ao final de 2014.

4 NOVOS DESAFIOS E PRÓXIMOS PASSOS

Com a entrada em vigor das normas acima, a Subcomissão de Normalização Técnica em Máquinas (SC-11) planejou a

reativação de diversos grupos de trabalho para atualização do acervo de normas da Petrobras. É o caso, por exemplo, do GT-11-10, responsável pela revisão da N-2626, norma esta que complementa a norma API-617. O mesmo ocorre com o GT-11-12, responsável pela revisão da norma N-2627, complementar à API-612. Já para o caso da API-682, a SC-11 decidiu por criar uma nova norma de procedimento técnico (na companhia chamada de Norma Técnica Petrobras - NTP) sobre o assunto, visto que são cada vez mais recorrentes os casos onde a falta de uma padronização complementar aos requisitos previstos na norma API-682 tem trazido consequências danosas para os novos projetos. Antecipando-se à publicação da nova edição da API-614 (que deve ocorrer no segundo semestre de 2016), a SC-11 também autorizou recentemente a criação do GT-11-20, responsável pela elaboração de uma nova NTP que versará sobre o assunto.

Paralelamente aos esforços de atualização do acervo de normas da Contec, os critérios de projeto de máquinas adotados para as unidades do Abastecimento e demais instalações *on-shore* da Petrobras (intitulados de *Machinery Design Criteria*) também estão passando atualmente por um grande processo de revisão, dado o atual estágio de obsolescência de vários de seus requisitos, redigidos originalmente em 2005.

Importante registrar ainda iniciativa em curso pela Companhia que visa aumentar o nível de padronização em fornecimentos futuros de compressores centrífugos. Neste artigo, estão sendo analisados os desvios típicos dos fornecedores cadastrados às normas Petrobras e externas aplicáveis, a fim de se padronizar o posicionamento técnico da Petrobras para estes desvios.

5 CONCLUSÃO

Na indústria de óleo e gás, o investimento em atividades de normalização técnica deve ser encarado como um meio eficaz na busca pela redução dos custos de produção, mantendo ainda um nível mínimo de qualidade requerida do produto final e de seus processos associados. Neste sentido, a participação ativa do corpo técnico da Petrobras nos diversos fóruns externos de normalização tem se mostrado de grande valia aos interesses estratégicos da Companhia, visto que tem sido cada vez mais recorrente a busca por padrões internacionais de especificação em nossos projetos (BARBOSA; SIMÕES, 2013).

Este artigo apresentou as principais alterações ocorridas nas normas da área de máquinas utilizadas pela Petrobras nos últimos dois anos. Muitas destas modificações decorrem das contribuições técnicas de nossos representantes em entidades de normalização renomadas, como o API, a ISO e a ABNT, e são fundamentadas no conteúdo das normas do acervo da Contec. Tal fato decorre do amplo conhecimento do valor agregado de nossas normas complementares pelas demais empresas usuárias, projetistas e fornecedores destes equipamentos.

A fim de se consolidar a maturidade técnica da nossa Companhia na área de máquinas e de se perenizar a disseminação deste conhecimento para as gerações futuras, é importante ressaltar a necessidade de buscarmos a posição de protagonista no cenário internacional de normalização, através do maior envolvimento e da atuação sistemática do nosso corpo técnico nos *task forces* revisores das normas e nos encontros periódicos de normalização do API, assim como nos demais fóruns externos de discussão sob o tema.

ABSTRACT

The purpose of this study is to present the main changes occurred in the international standards on rotating equipment adopted by Petrobras, since the completion of the 9th Fórum de Turbomáquinas da Petrobras, held in August 2013. Major technological advancements, improvements, simplifications and additions contained in the last API standards in relation to their previous editions will be addressed. Emphasis will also be given by the authors to the challenges faced by Petrobras during the efforts of keeping updated their own overlay standards, design criteria and other technical documents applicable to new projects.

Keywords: Standardization. Standards. Machinery.

6 REFERÊNCIAS

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API Standard 612:** petroleum, petrochemical, and natural gas industries: steam turbines: special-purpose applications. 7th. ed. Washington, D.C., 2014a.

_____. **API Standard 617:** axial and centrifugal compressors and expander-compressors. 8th. ed. Washington, D.C., 2014b.

_____. **API Standard 670:** machinery protection systems. 5th. ed. Washington, D.C., 2014c.

_____. **API Standard 673:** centrifugal fans for petroleum, chemical, and gas

industry services. 3rd. Ed. Washington, D.C., 2014d.

_____. **API Standard 682:** pumps: shaft sealing systems for centrifugal and rotary pumps. 4th. ed. Washington, D.C., 2014e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16315:** instalação e comissionamento de máquinas. Rio de Janeiro, 2014.

BARBOSA, P. H. A.; SIMÕES, M. R. Panorama da normalização técnica na Petrobras: um relato das atividades, normas vigentes e atuações externas na área de máquinas. In: Fórum de Turbomáquinas da Petrobras, 9., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Petrobras, 2013.

HUEBNER, M. B.; BUCK, G. S.; AZIBERT, H. V. Advancements in mechanical sealing: API 682. In: Turbomachinery, 43., Pump Users Symposia, 30., 2014, Houston. **Proceedings...** 4th. ed. Houston, 2014.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION; AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEER. **ISO/ASME 14414:2015:** pump system energy assessment. Geneva: ISO, 2015.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 20:** standard for the installation of stationary pumps for fire protection. Quincy, 2013.

_____. **NFPA 37:** standard for the installation and use of stationary combustion engines and gas turbines. Quincy, 2015.

Pedro Henrique de Almeida Barbosa

Graduação (1998) em Engenharia Mecânica pela UFRJ. Licenciatura (2000) em Matemática pela UCB. Mestrado (2000) em Engenharia Mecânica pela COPPE/UFRJ. Petrobras. ENGRLE/PROJEN/EEQT - Rio de Janeiro, RJ - E-mail: pedrohenrique@petrobras.com.br

Marcelo Rodrigues Simões

Graduação (1999) em Engenharia Mecânica pela UERJ. Mestrado (2009) em Engenharia Mecânica pela COPPE/UFRJ. Petrobras. CENPES/EB-AB-G&E/AEDC - Rio de Janeiro, RJ - E-mail: mrsimoes@petrobras.com.br

Como referenciar este artigo:

BARBOSA, Pedro Henrique de Almeida; SIMÕES, Marcelo Rodrigues. Panorama da normalização técnica na Petrobras: requisitos normativos vigentes e novos desafios na área de máquinas. **Revista Técnica da Universidade Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 5-18, jul. 2016. ISSN: 2359-134X.