

DETERMINAÇÃO DE BSW EM ÓLEO PRODUZIDO

Procedimento

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos seus itens.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada: Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as suas Subsidiárias) e homologadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa o procedimento de coleta de amostra e determinação de BSW em poços produtores individuais e em campos de petróleo.

1.2 Esta Norma se aplica aos procedimentos executados a partir da data de sua edição.

1.3 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir contêm prescrições válidas para a presente Norma.

Portaria Nº 001 ANP/INMETRO	- Aprova o Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural, que estabelece requisitos mínimos para os sistemas de medição de petróleo e gás natural, com vistas a garantir resultados acurados e completos;
ABNT NBR 14647	- Produtos de Petróleo - Determinação de Água e Sedimentos em Petróleo e Óleos Combustíveis pelo Método de Centrifugação;
API - MPMS - Chapter 8 - Section 1	- Manual of Petroleum Measurement Standards - Sampling - Standard Practice for Manual Sampling of Petroleum and Petroleum Products.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.11.

3.1 BSW (“Basic Sediments and Water”)

Relação percentual entre o volume de água e sedimentos e o volume total de fluido de uma corrente de fluxo ou de uma amostra de fluido. Os volumes para apropriação do BSW devem ser medidos em condições de óleo morto.

Nota: A análise de BSW, isto é, o conhecimento da fração volumétrica de água e de sedimentos que estão sendo produzidos pelo poço, é importante para o sucesso do desenvolvimento de campos de petróleo, na análise da eficiência operacional e do ponto de vista comercial e fiscal.

3.2 Óleo Morto

Denominação para o petróleo nas condições de tanque, 1 atm.abs e 20 °C.

3.3 Amostragem Isocinética

Amostragem executada de tal maneira que a velocidade linear do líquido na abertura da sonda de coleta de amostra é igual a velocidade linear do líquido no ponto de amostragem da tubulação.

3.4 Amostrador Isocinético

Equipamento usado para coleta manual de uma amostra representativa de líquido de uma tubulação.

3.5 Amostrador Automático

Equipamento que retira periodicamente e acumula amostras de fluido, sem a intervenção do operador.

3.6 Medidor de BSW em Linha

Instrumento que mede continuamente o BSW de uma corrente de líquido, sem a necessidade de coleta de amostra.

3.7 Misturador Estático

Equipamento inserido na linha, a montante do ponto de amostragem, com a finalidade de promover a homogeneização do fluido a ser amostrado.

3.8 Amostra para Determinação de BSW

Para determinação de BSW, a amostra retirada a jusante de um misturador estático, obedecendo a procedimentos estabelecidos no Capítulo 5 desta Norma, é considerada representativa do fluido, bem como a amostra obtida através de um amostrador isocinético.

3.9 Separador de Teste

Vaso de pressão usado nos testes de produção de poços para separar e medir as fases, óleo, água e gás, em condições de pressão e temperatura definidas (ver FIGURA E-1 do ANEXO E).

3.10 Fluxo Multifásico

Regime de fluxo onde coexistem as fases: gás e líquido. Nesse regime, a determinação de BSW e a coleta de amostra não é representativa devido a possibilidade de ocorrência de vários padrões de fluxo intermitentes.

3.11 Tanque de Aferição

Tanque bipartido atmosférico, com dimensões determinadas, utilizado para armazenar, medir a vazão de líquido e aferir o medidor de vazão do vaso separador durante os testes de produção de poços (ver FIGURA E-2 do ANEXO E).

4 APARELHAGENS

Os aparelhos devem ser aferidos e calibrados periodicamente.

4.1 Amostrador Isocinético

4.1.1 Tubo de coleta inserido à uma distância de $1/3$ do diâmetro, em relação à geratriz inferior da tubulação, que corresponde ao ponto de velocidade média de escoamento.

4.1.2 Deve ser utilizado nos casos em que o BSW é baixo, onde não ocorre segregação entre as fases óleo e água.

4.2 Misturador Estático

4.2.1 Conjunto de chicanas, fixado dentro de uma tubulação equipada com flanges nas extremidades, que tem a finalidade de homogeneizar o fluido a ser amostrado. Por não possuir partes móveis, não necessita de calibração, porém requer inspeções periódicas para verificar acúmulo de detritos ou incrustações.

4.2.2 Deve ser utilizado nos casos em que o BSW é alto, onde ocorre segregação entre as fases óleo e água (ver FIGURA E-3 do ANEXO E).

4.3 Medidor de BSW em Linha

4.3.1 Equipamento eletrônico cujo algoritmo calcula continuamente o BSW de uma corrente de fluxo, processando o sinal enviado por um sensor instalado na tubulação que é proporcional à variação de uma propriedade física associada ao BSW do fluido.

4.3.2 Constituído por um elemento primário (sensor), por um módulo eletrônico de processamento e por cabos de comunicação que interligam as portas de entrada e saída de sinais (ver FIGURA E-4 do ANEXO E).

4.3.3 Necessita de aferições periódicas para assegurar a precisão do instrumento e de calibrações, sempre que as características do fluido sofrerem alterações.

4.4 Amostrador Automático

4.4.1 Sistema composto por:

- a) 1 tubo de coleta;
- b) 1 válvula de coleta de amostra (acionada periodicamente por um sistema de controle);
- c) 1 recipiente acumulador de amostra.

4.4.2 O sistema de controle pode ser ligado a um medidor de vazão para que a quantidade de amostra seja uma parcela pré-estabelecida do volume total de uma corrente de fluxo (ver FIGURA E-5 do ANEXO E).

4.5 Tanque de Aferição

4.5.1 Em determinadas situações, pode ser usado como referência para métodos de determinação de BSW e, inclusive, como única opção de determinação de BSW, como por exemplo, no teste de formação em poços de baixa vazão de líquido. **[Prática Recomendada]**

4.5.2 Para tanques com altura menor ou igual a 3 m, recomenda-se a instalação de um conjunto de tomadas de amostras fixas, eqüidistantes 20 cm entre si, composta de válvulas tipo esfera de diâmetro de 1/2", posicionadas no costado do tanque (ver FIGURA E-6 do ANEXO E). **[Prática Recomendada]**

4.5.3 Para facilitar a identificação das interfaces, recomenda-se a instalação de um visor de nível ao longo do costado do tanque tendo ao lado uma trena graduada em centímetros para acompanhamento do crescimento do nível durante as operações (ver FIGURA E-7 do ANEXO E). **[Prática Recomendada]**

5 AMOSTRAGEM

5.1 Ponto de Coleta de Amostras

5.1.1 Local onde deve ser realizada a coleta da amostra para determinação do BSW. Deve ser evitada a coleta de amostras em trechos onde pode ocorrer regime multifásico, por exemplo, em linhas de surgência, cabeça de poço e árvore de natal. Os principais pontos de coleta estão identificados no item 6.3.1.2.

5.1.2 O ponto de amostragem deve ser localizado a montante da válvula controladora de nível do vaso de pressão.

Nota: Recomenda-se que a amostra seja recolhida em um trecho vertical para reduzir o efeito da segregação gravitacional das fases. **[Prática Recomendada]**

5.1.3 Em situações onde o teste de produção é realizado sem o separador, a amostragem pode ser realizada no tanque de aferição. **[Prática Recomendada]**

5.1.4 Em situações de uso do misturador estático, a amostra deve ser coletada imediatamente a jusante desse equipamento.

5.2 Procedimento de Amostragem

5.2.1 Amostragem Manual de Linha (ver FIGURA E-8 do ANEXO E)

5.2.1.1 Aplicável a todos os casos de coleta de amostra de BSW.

5.2.1.2 O procedimento de amostragem manual de linha deve ser realizado da seguinte maneira:

- a) posicionar um recipiente qualquer na extremidade do tubo coletor do amostrador isocinético;
- b) drenar um volume de aproximadamente 3 vezes o volume do tubo coletor, para descartar o inventário retido no tubo e garantir a representatividade da amostra;
- c) posicionar o recipiente coletor de amostra na extremidade do tubo coletor;
- d) coletar um volume de amostra suficiente para a análise de BSW em laboratório.

5.2.1.3 Deve ser padronizado através de procedimento operacional específico de cada ponto de amostragem, o uso adequado do amostrador, considerando a adequação às condições operacionais de pressão e temperatura, características dos fluidos amostrados (H_2S , CO_2 , etc.) e as particularidades de cada instalação quanto às utilidades de apoio, tais como: capelas, sistema de dreno, sistema de lavagem, coletor de amostra, etc. (conforme FIGURA E-9 do ANEXO E).

5.2.2 Amostragem Manual de Tanque

5.2.2.1 A amostragem manual do tanque é um caso especial de amostragem de BSW.

5.2.2.2 O procedimento de amostragem manual de tanque deve ser realizado da seguinte maneira:

- a) encher um dos compartimentos limitando a altura do nível entre 70 % a 90 % da altura total do tanque;
- b) após atingir a altura do nível desejado, acompanhar a medição do encolhimento até a obtenção de 4 leituras constantes de intervalos de 1 hora cada, ou o tempo necessário de residência do óleo no tanque para que ocorra a decantação;
- c) coletar, em cada tomada, uma amostra de líquido;
- d) enumerar as amostras conforme profundidade e determinar o gradiente de BSW - profundidade x BSW (ver Notas 1 e 2);
- e) determinar o BSW total (conforme fórmula do item 6.3.2).

Notas: 1) Considerar a fase de interface como sendo aquela que obtiver valores de BSW.
2) Caso a fase de interface tenha uma altura maior que 40 cm, retirar amostras nos pontos de coleta existente na altura dessa fase, determinando o BSW através de média aritmética.

5.2.3 Amostragem Automática (ver FIGURA E-5 do ANEXO E)

5.2.3.1 Aplicável para aferição do medidor de BSW em linha, instalado em trecho cuja pressão de operação seja superior a 2 kgf/cm².

5.2.3.2 O procedimento de purga do sistema, descrito na alínea b) do item 5.2.1.2, deve ser implementado na programação do amostrador.

6 METODOLOGIA

6.1 Análise de BSW de Amostra

Deve ser realizada, em laboratório, conforme norma ABNT NBR 14647.

6.2 Medição de BSW em Linha

Deve ser realizada de maneira automatizada pela medição de uma propriedade física associada ao BSW do fluido.

Nota: Medidores utilizando princípios de capacitância, densidade de fluido e de microondas são oferecidos pelo mercado. Para cada cenário de medição de BSW, existe o método mais adequado que deve ser definido mediante experimentação ou analogia com casos semelhantes.

6.3 Determinação de BSW

6.3.1 BSW de Óleo Processado em uma Planta

6.3.1.1 Resultado da razão entre a soma dos volumes de água medidos nas saídas de quaisquer dos vasos de separação do processamento de petróleo, mais o volume de água residual presente no petróleo medido no final do processo e o somatório de todos os volumes de líquido produzidos, expresso em percentagem.

$$BSW(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{wi} + Q_{of} BSW_{res}}{\sum_{i=1}^n Q_{wi} + Q_{of}} \times 100$$

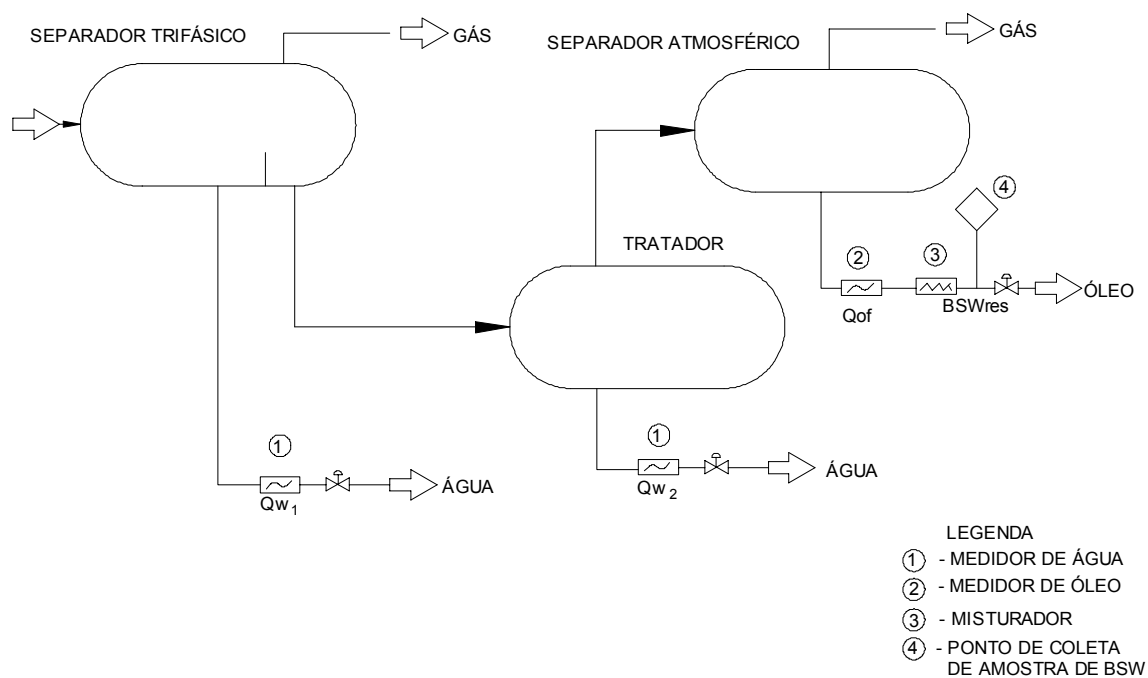
Onde:

Q_{wi} - vazão de água medida na saída do i-ésimo vaso separador;
 Q_{of} - vazão de líquido medido no final do processo com BSW residual;
 BSW_{res} - BSW medido no final do processo.

6.3.1.2 Exemplos de Aplicação de Fórmula

As FIGURAS 1 a 5 são exemplos de aplicação de fórmula para determinação de BSW.

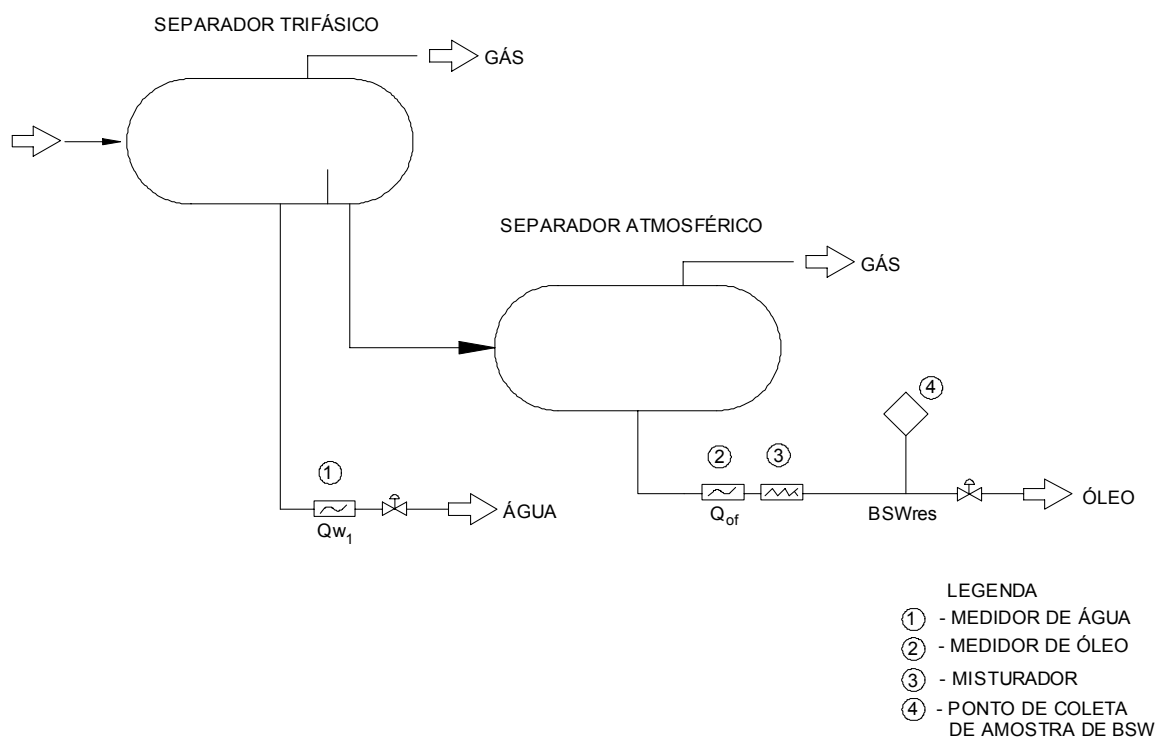
Nota: Para efeito desta Norma, nos desenhos esquemáticos apresentados a seguir, apenas estão sendo representados os equipamentos imprescindíveis para determinação de BSW.



$$BSW(\%) = \frac{\sum_{i=1}^2 Q_{Wi} + Q_{of} BSW_{res}}{\sum_{i=1}^2 Q_{Wi} + Q_{of}} \times 100$$

$$BSW(\%) = \frac{Q_{W1} + Q_{W2} + Q_{of} BSW_{res}}{Q_{W1} + Q_{W2} + Q_{of}} \times 100$$

FIGURA 1 - SEPARADOR TRIFÁSICO + TRATADOR + SEPARADOR ATMOSFÉRICO (BIFÁSICO)



$$BSW(\%) = \frac{\sum_1^1 Q_{Wi} + Q_{of} BSW_{res}}{\sum_1^1 Q_{Wi} + Q_{of}} \times 100$$

$$BSW(\%) = \frac{Q_{W1} + Q_{of} BSW_{res}}{Q_{W1} + Q_{of}} \times 100$$

FIGURA 2 - SEPARADOR TRIFÁSICO + SEPARADOR ATMOSFÉRICO (BIFÁSICO)