	MEDIÇÃO MULTIFÁSICA	NORMA N° NIT-DIFLU-002	REV. N° 00
		APROVADA EM JAN/2010	PÁGINA 01/14

SUMÁRIO

- 1 Objetivo**
- 2 Campo de aplicação**
- 3 Responsabilidades**
- 4 Documentos complementares**
- 5 Siglas**
- 6 Definições**
- 7 Unidades de medida**
- 8 Autorização para comercialização**
- 9 Autorização para instalação**
- 10 Avaliação inicial**
- 11 Avaliações subseqüentes**
- 12 Histórico da revisão**
- Anexo A – Condições de Processo do NuEx**
- Anexo B – Matriz de Ensaio**
- Anexo C – Separador de referência**

1 OBJETIVO

Esta Norma estabelece as condições mínimas para a autorização de utilização de modelos dos medidores multifásicos de petróleo e gás, empregados em sistemas de medição operacional e de apropriação.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO


Esta Norma aplica-se à Diflu.

3 RESPONSABILIDADE

A responsabilidade pela revisão desta Norma é da Diflu.

4 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

DTI-2003	Documento de orientação para medição de petróleo e gás
NIE-DIMEL-013	Solicitação de Aprovação de Modelo ou Serviços Correlatos
OIML R 117	Sistemas dinâmicos de medição para líquidos que não água
OIML R 137	Medidores de gás
OIML R 140	Sistemas de medição para gases combustíveis
OIML D11	Requisitos Gerais para Instrumentos de Medição Eletrônicos
OIML D31	Exigências Gerais para os Instrumentos de Medição controlados por Software
P01-2000	Portaria conjunta ANP Inmetro nº 01, de 19 de junho de 2000
P064-2003	Sistemas de Medição de Petróleo


	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 02/14
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

5 SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
BSW	Teor de Água e Sedimentos
CENPES	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello
Conmetro	Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
Diflu	Divisão de Instrumentos de Medição de Volume
Dimel	Diretoria de Metrologia Legal
DTI	Departamento de Indústria e Comércio
Inmetro	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
NuEx	Núcleo Experimental Engenheiro Baruzzi
OIML	Organização Internacional de Metrologia Legal
PVT	Equação de Estado de um Fluido
RTM	Regulamento Técnico Metrológico

6 DEFINIÇÕES

- 6.1 Avaliação:** Procedimento que compreende o exame, o ensaio, a marcação e\ou a emissão de laudo de avaliação e que constata e confirma que o instrumento ou sistema de medição satisfaz às exigências desta Norma.
- 6.2 Condição de medição:** condição do fluido na qual o volume está para ser mensurado, num ponto de medição (condições usuais de processo).
- 6.3 Condição de funcionamento:** condição de funcionamento que deve ser cumprida durante uma medição para que um instrumento de medição ou um sistema de medição funcione como projetado.
- 6.4 Condições ambientais:** condição do ambiente na qual o medidor multifásico será utilizado.
- 6.5 Condição de funcionamento prescrita:** condição de funcionamento prescrita para avaliar o desempenho de um instrumento de medição ou de um sistema de medição ou para comparar resultados de medição.
- Nota:** A unidade de volume na medição de petróleo e de gás natural é o metro cúbico (m³), nas condições de referência de 20°C de temperatura e 0,101325 MPa de pressão.
- 6.6 Laudo:** documento, emitido e registrado por uma instituição autorizada, indicando as condições em que foi efetuada a avaliação, relatando as investigações realizadas e os resultados obtidos.
- 6.7 Medidor de gás úmido:** equipamento utilizado na medição de gás com alta concentração de hidrocarbonetos pesados e comercialmente recuperáveis sob a forma líquida.
- 6.8 Medidor multifásico:** equipamento utilizado na medição simultânea de todas as três fases de determinado fluido (óleo, gás e água).
- 6.9 Separador:** sistema de medição que faz a separação das fases de um fluido, onde se fazem medições individualizadas. Utilizado para fazer a avaliação dos multifásicos.

	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 03/14
---	----------------------	--------------------	-------------------------

6.10 Validação: verificação na qual os requisitos especificados são adequados para um uso pretendido

7 UNIDADES DE MEDIDA

7.1 As grandezas devem ser expressas em unidades do Sistema Internacional de Unidades – SI.

7.2 As indicações volumétricas das fases do fluido a ser mensurado devem ser referidas às condições de base e também às condições de medição.

8 AUTORIZAÇÃO PARA COMERCIALIZAÇÃO

8.1 Os processos de autorização de comercialização de modelos de medidores multifásicos devem atender às exigências da NIE-DIMEL-013, no que tange as etapas e documentações pertinentes.

8.2 Para a abertura do processo, o requerente deve apresentar:

- a) relatórios de ensaios do modelo em questão, realizados em laboratórios estrangeiros com reconhecimento internacional, com fluidos multifásicos;
- b) documentação sobre o software do equipamento e/ou sistema que atenda a D31 da OIML ou Regulamentação nacional vigente;
- c) relação dos equipamentos instalados com dados sobre o desempenho dos mesmos;
- d) cronograma de ensaios do modelo no laboratório nacional selecionado com data de início não superior a 90(noventa) dias. (fazer referência ao Anexo B)


9 AUTORIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO

9.1 Após a autorização de comercialização, os interessados devem requerer autorização para a instalação dos equipamentos, em determinado campo, apresentando os seguintes documentos:

- a) Diagrama de instalação;
- b) Dados utilizados na determinação do modelo medidor multifásico, durante o projeto;
- c) Gráfico de desvios estimados das vazões das fases, nas condições operacionais definidas no projeto do equipamento;
- d) Procedimentos para avaliação de desempenho;
- e) Procedimentos para garantir armazenamento de registros, rastreabilidade e inviolabilidade dos dados.

9.2 A Diflu após analisar a documentação apresentada emite parecer e caso seja o mesmo favorável é acompanhado de autorização provisória de instalação. Caso o parecer seja contrário informa ao requerente e à ANP o resultado e o motivo do indeferimento.

9.3 A autorização provisória é substituída pela autorização de instalação caso o parecer do laudo da avaliação inicial do equipamento seja favorável à continuidade de operação do mesmo e que nesse laudo não conste pendências ao atendimento da presente Norma. A autorização de instalação quando concedida é informada ao solicitante e a ANP.

	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 04/14
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

10 AVALIAÇÃO INICIAL

Deve ser realizada avaliação inicial para cada equipamento em campo após início das operações, para a emissão de laudo sobre o mesmo, sendo obrigatoriamente observado:

10.1 Instalação e condições operacionais

a) Verificar se a instalação e as condições operacionais do medidor atendem às especificações do fabricante, às do projeto e às exigências constantes das autorizações de comercialização e instalação, incluindo, mas não se limitando a:

- Verificar a temperatura e pressão nas condições de medição;
- Verificar o ambiente de instalação (submarino ou superfície) e o modo de operação a que o medidor será exposto, devendo aspectos especiais serem claramente indicados (ambientes não usuais / severos);
- Verificar se as propriedades do fluido de medição condizem com a especificação para uso do medidor;
- Verificar se o comportamento do regime de escoamento do fluido atende às características do medidor especificado;

b) A instalação deve ter dispositivo que possibilite o alinhamento do medidor multifásico para avaliação subsequente com separadores, quando aplicável, ou outro método de avaliação de desempenho previamente aprovado, caso não seja possível a avaliação no local de instalação o equipamento deve ser retirado nas avaliações subsequentes.

10.2 Medidor


- a) Verificar se o modo de operação em altas temperaturas e/ou pressões tem avisos específicos (alarmes);
- b) Verificar se os desvios de medição são representados como uma percentagem do fluxo de sua respectiva fase;
- c) O sistema deve disponibilizar saída de dados nas formas instantânea e acumulada.
- d) Assegurar que sejam utilizados intervalos adequados para comparação entre os valores medidos pelo medidor e o sistema de referencia previamente aprovado durante a avaliação.
- e) Verificar se o sistema de medição instalado permite medição no período de vida útil do poço, caso contrário especificar ponto de substituição ou adequação do equipamento.

10.2.1 Parametrização do medidor

- a) O medidor deve, sempre que necessário, ter suas fases (óleo, água e gás) parametrizadas individualmente, considerando os fluidos líquidos estabilizados;
- b) Essa parametrização deve ser a partir de uma amostra retirada no local ou obtida por meio de cálculos;
- c) Um modelo PVT pode ser utilizado para a parametrização inicial.

10.2.2 Validação do medidor

- a) Verificar se os desvios das medições de volume do medidor são menores do que os especificados no processo de autorização de instalação, obtendo-se os resultados através do procedimento previamente aprovado no subitem 9.1, letra 'd'. Considerar os volumes das três fases separadamente (óleo, gás e água) observando as características e as frações de volumes dos fluidos e considerar o volume total;
- b) Caso os desvios excedam os valores especificados na autorização de instalação, o medidor deve ser parametrizado novamente e submetido à nova validação;
- c) Persistindo os resultados, fica o medidor reprovado;
- d) Caso o procedimento referido no subitem 9.1 contemple a utilização de separador, o mesmo deverá atender ao disposto no Anexo C desta Norma.

	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 05/14
---	----------------------	--------------------------	-------------------------------

10.2.3 Software do medidor e/ou do sistema

- a) Verificar se o software instalado no equipamento e/ou sistema que atende ao D31 da OIML ou Regulamentação nacional vigente e se o mesmo corresponde à versão autorizada para comercialização;
- b) Verificar se é possível parametrizar o medidor multifásico com novas constantes durante a operação, seja diretamente, com os dados, ou indiretamente, com rotinas de cálculo;
- c) O sistema deve manter registro das alterações de parâmetros, de forma que seja possível a análise e comparação destes dados antigos com os atuais, caso haja necessidade, além de garantir a rastreabilidade e a restrição ao acesso por meio de selagem mecânica e/ou eletrônica;
- d) O registro deve incluir a data e a identificação da pessoa autorizada que realizou a intervenção;
- e) A rastreabilidade do registro deve ser assegurada por, no mínimo, 5 anos.

11 AVALIAÇÕES SUBSEQUENTES

11.1 Cada medidor multifásico deve ser reavaliado anualmente, conforme procedimentos de avaliação descritos no item 10.

11.2 A validade da autorização de instalação está condicionada ao cumprimento desta Norma e ao laudo das avaliações subsequentes.

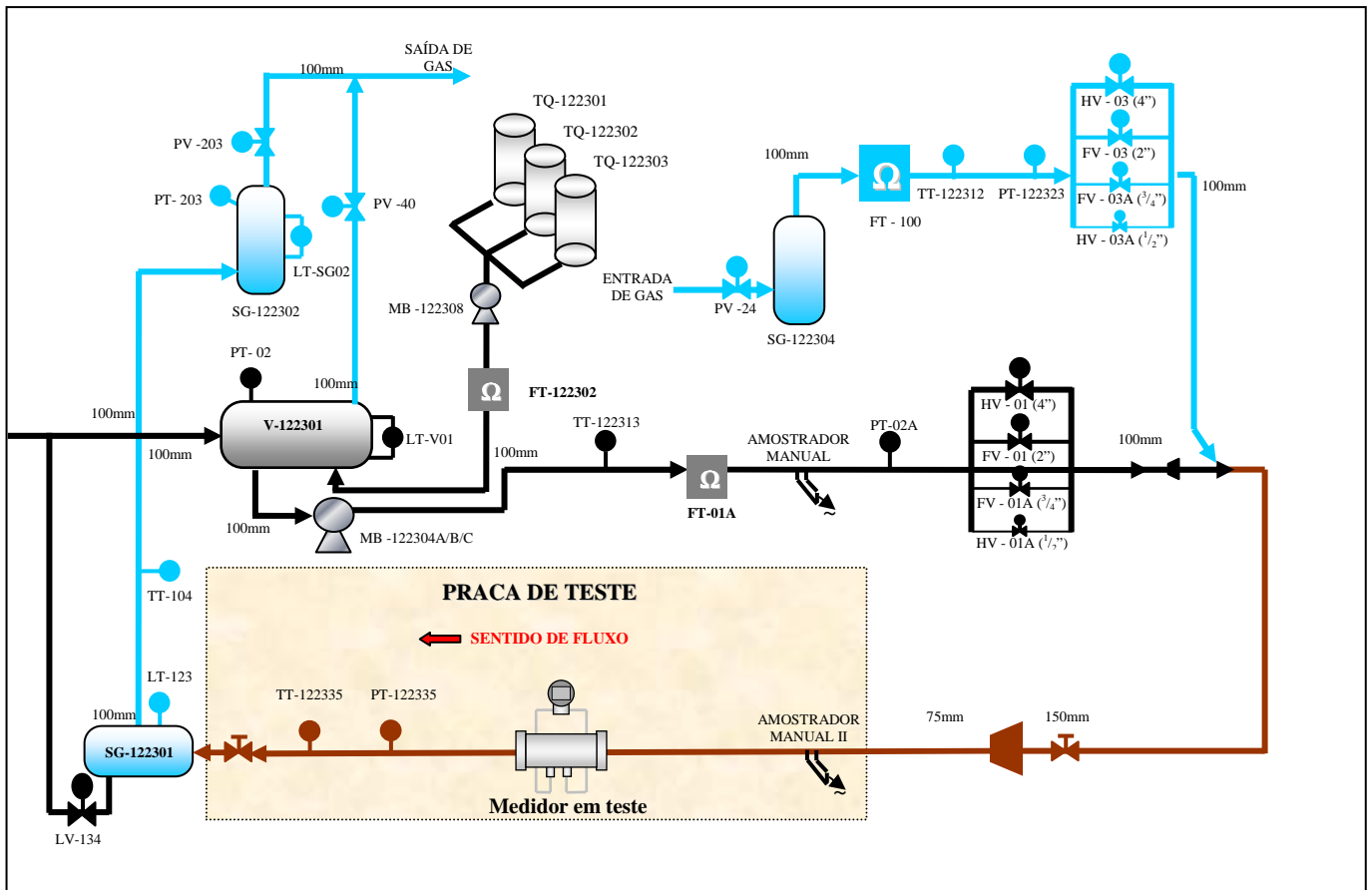
12 HISTÓRICO DA REVISÃO


Não há histórico, pois trata-se da versão original.

ANEXO A – CONDIÇÕES DE PROCESSO DO NuEx

O Núcleo Experimental Engenheiro Baruzzi pertence ao CENPES e está situado nas instalações da UNSEAL, no Pólo de Atalaia, em Aracaju. O Circuito Multifásico permite a emulação do escoamento de um poço de petróleo e/ou tubulação multifásica em condições bastantes próximas daquelas encontradas na indústria de petróleo.

É constituído de um circuito fechado de tubulações de 150mm e agrupado com vaso separador trifásico (óleo, água, gás), bombas de alimentação, vasos de carga pressurizados com capa de gás, medidores de vazão mássica e/ou volumétrica e detectores de golfadas líquido-gás. Conta ainda com um laboratório de apoio operacional capaz de realizar análises de algumas propriedades dos fluidos, como viscosidade, densidade e fração de água. O diagrama esquemático a seguir apresenta o circuito.



	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 07/14
---	----------------------	--------------------	-------------------------

A Tabela A.1 apresenta os medidores de referência do Circuito Multifásico.

TABELA A.1- Informações sobre os medidores de referência.

Medidores de Referência	Método de Medição	Fabricante	Transmissor de Pressão	Transmissor de Temperatura	Incerteza (%)
FT – 1223100 (Gás)	Coriolis	Micro Motion	PT – 122323	TT – 122311	1,5
FT – 122303 (Gás)	Placa de Orifício	Daniel	PT – 122323	TT – 122311	2,0
FT – 122301 (Líquido)	Coriolis	Micro Motion	PT – 122302A	TT – 122313	0,5

Características operacionais do Circuito Multifásico:

- Pressão máxima de trabalho no final do *Loop* Multifásico: 18 bar (1,8MPa).
- Comprimento do trecho para estabilização do arranjo de fases: 150 mm x 220 m
- Vazão máxima de líquido (petróleo / água): 100 m³/h
- Temperatura: 25°C < Temp < 45°C
- Vazão máxima de gás natural: 8000 N·m³/h
- Tanques de Estocagem Atmosféricas : 100 m³
- Capacidade de refrigeração: 400.000 kcal/h
- Operação semi-remota
- Supervisório baseado em LabView e IFIX
- Petróleo normalmente usado
 - 22 < °API < 34
- Gás natural
 - 0,830 kg/m³ < ρ < 0,850 kg/m³

ANEXO B – MATRIZ DE ENSAIOS

A matriz de ensaios foi confeccionada em função das fontes de variabilidades presentes no escoamento multifásico, das condições operacionais previstas para o local de instalação do medidor e do princípio de medidor.

Devido à complexidade do escoamento multifásico, diferentes fontes de variações são intrínsecas a esses escoamentos. Essas fontes vão impactar diferentemente os medidores multifásicos, de acordo com suas concepções e seus princípios físicos.

A figura 1 mostra um possível comportamento operacional de um poço de produção de petróleo. Observa-se que com o tempo a vazões de água e gás aumentam, e a de óleo diminui, acarretando o aumento da fração de gás (*gas volume fraction*) (figura 2), bem como da fração de água no óleo (*water cut*).

A água produzida pode ter diferentes origens, entre as quais, a água de formação, água injetada na formação. Isto faz com que a salinidade na água varie com tempo e vai impactar o sistema de medição.

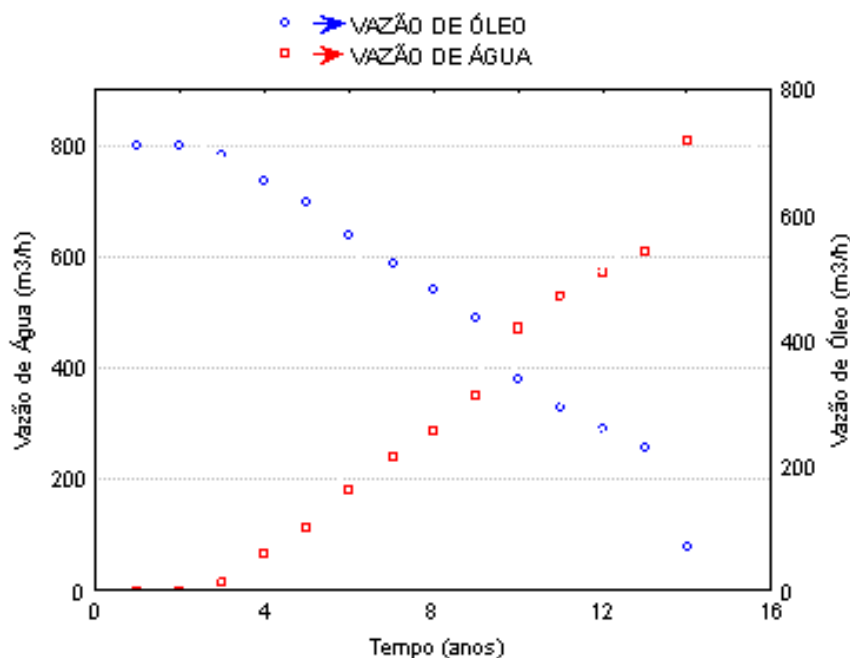


Figura 1 - Comportamento operacional de um poço de produção de petróleo.

Pode-se inferir de acordo com as condições operacionais de um poço de produção ao longo de sua vida, diferentes fontes de variações. Dentre essas (figura 2), podem-se citar as seguintes:

- distribuição espacial das fases;
- variações nas frações volumétricas;
- variações de propriedades (densidade, salinidade e viscosidade, por exemplo);
- temperatura, pressão, vazão, entre outros;
- água ou óleo contínuo.

E, também, a combinação de efeitos (efeitos sinérgicos), como fontes de variações.

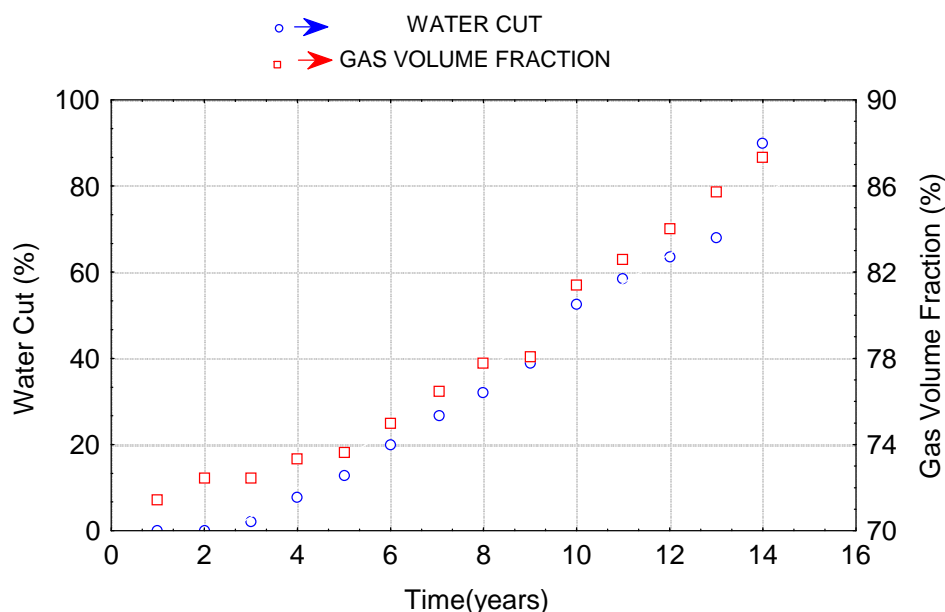


Figura 2 - Variações da fração de água no óleo (*water cut*) e da fração de gás em função do tempo, para um poço de petróleo.

VARIAÇÕES DE PROPRIEDADES DOS FLUIDOS

Variações nas propriedades dos fluidos em escoamento podem sensibilizar o desempenho dos medidores multifásicos. Variações na salinidade da água de formação, em escoamento de óleo contínuo, não alteram o desempenho de componentes de medidores multifásicos, que usam o princípio elétrico (capacitivo e microondas, por exemplo), mas podem sensibilizar a resposta de um medidor gama-densitômetro. No caso de água contínua, os medidores de microondas e indutivo, por exemplo, são bem sensíveis à variação da salinidade na água. Variações na massa específica do óleo têm o maior impacto nos componentes de medidores multifásicos que medem a massa específica da mistura, tanto em óleo contínuo, quanto em água contínua.

Variações nas propriedades dos fluidos em escoamento podem sensibilizar o desempenho dos medidores multifásicos. Variações na salinidade da água de formação, em escoamento de óleo contínuo, não alteram o desempenho de componentes de medidores multifásicos, que usam o princípio elétrico (capacitivo e micro-ondas, por exemplo), mas podem sensibilizar a resposta de um gama-densitômetro. No caso de água contínua, os medidores de micro-ondas e indutivo, por exemplo, são bem sensíveis à variação da salinidade na água. Variações na massa específica do óleo têm o maior impacto nos componentes de medidores multifásicos que medem a massa específica da mistura, tanto em óleo contínuo, quanto em água contínua.

EFEITO SINÉRGICO

As figuras 4 e 5 mostram o desempenho de um medidor hipotético em função da vazão volumétrica e da fração de água no óleo (*water cut*). Na figura 4 a resposta do medidor está sendo sensibilizada pela fração de água no óleo (*water cut*) e pela vazão volumétrica, mas não pela combinação de efeitos (sinergismo) desses dois parâmetros (retas paralelas).

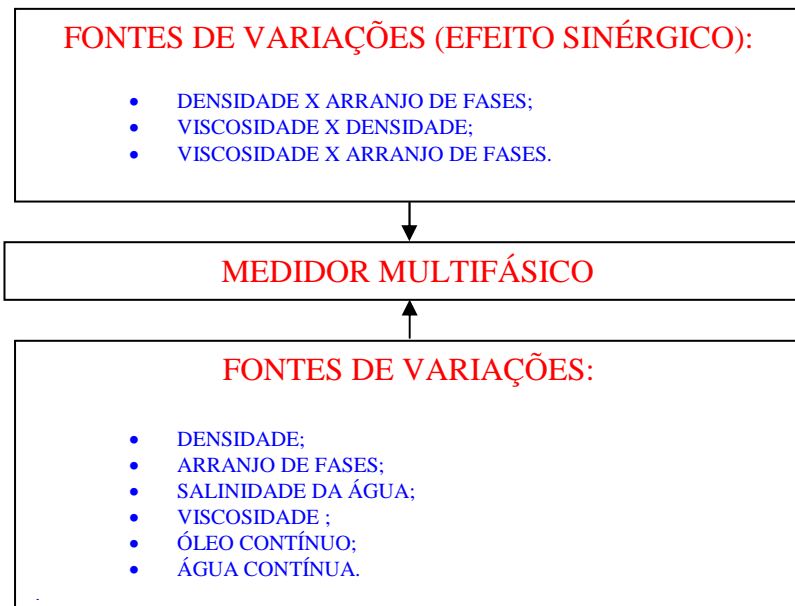


Figura 3 - Possíveis fontes de variações de um poço de petróleo, durante sua vida de produção.

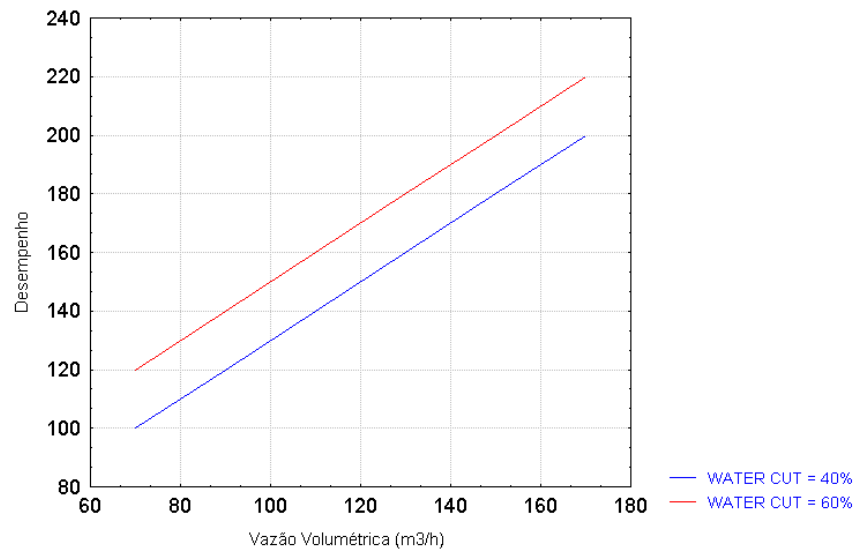


Figura 4 - Resposta de um instrumento sem a presença de efeitos sinérgicos.

A figura 5 mostra a combinação de efeitos, da fração de água no óleo (*water cut*) com a fração de gás, na resposta do medidor (retas não-paralelas).

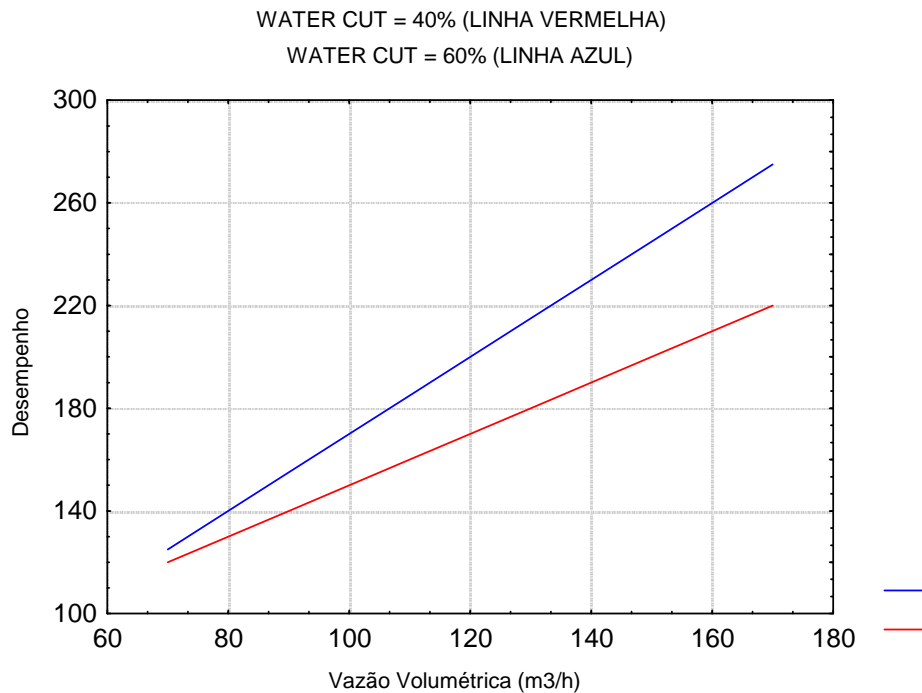



Figura 5 - Resposta de um instrumento em função do efeito sinérgico dos parâmetros fração de água no óleo (*water cut*) e vazão volumétrica.

Respeitando os contornos operacionais do local de ensaios e levando em consideração as possíveis fontes de variações presentes no escoamento multifásico, bem como os princípios do medidor, as seguintes fontes de variações e suas faixas serão consideradas:

- a) variação na salinidade da água (50 g / L a 100 g / L) ± 10%;
- b) variação da fração de água no óleo (*water cut*) (1%, 30%, 60%, 70% e 80%);
- c) fração de gás (60% a 90%, ±4%);
- d) arranjo de fase considerado será o do tipo golfada;
- e) vazão de líquido de 10 m³/h a 100 m³/h ± 5%.

Com as fontes de variações definidas e as suas respectivas faixas, as matrizes de testes tomaram os contornos como a seguir.

SALINIDADE =50 g/L					
BSW = 0% (até 1%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10	20	60	70	80	90
		X	X	X	X
		X	X	X	X
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	

	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 12/14
---	----------------------	--------------------	-------------------------

SALINIDADE =50 g/L					
BSW = 30% (±5%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10		60	70	80	90
20		X	X	X	X
30		X	X	X	X
50		X	X	X	
70		X	X	X	
90		X	X	X	
100		X	X	X	

SALINIDADE =50 g/L					
BSW = 60% (±5%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10		60	70	80	90
20		X	X	X	X
30		X	X	X	X
50		X	X	X	
70		X	X	X	
90		X	X	X	
100		X	X	X	


SALINIDADE =50 g/L					
BSW = 80% (±5%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10		60	70	80	90
20		X	X	X	X
30		X	X	X	X
50		X	X	X	
70		X	X	X	
90		X	X	X	
100		X	X	X	

Testar o medidor com dois BSW, de 30% e 80%; e salinidade de 100 g/L As duas matrizes a seguir completam os testes a serem feitos.

SALINIDADE =100 g/L					
BSW = 30% (±5%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10		60	70	80	90
20		X	X	X	X
30		X	X	X	X
50		X	X	X	
70		X	X	X	
90		X	X	X	
100		X	X	X	



SALINIDADE =100 g/L					
BSW = 80% (±5%)					
Vazão de líquido (m ³ /h)		Fração de gás (%)			
10		60	70	80	90
20		X	X	X	X
30		X	X	X	X
50		X	X	X	
70		X	X	X	
90		X	X	X	
100		X	X	X	

	NIT-DIFLU-002	REV. 00	PÁGINA 14/14
---	----------------------	--------------------	-------------------------

ANEXO C – SEPARADOR DE REFERÊNCIA

Este anexo tem por objetivo definir os requisitos que devem ser atendidos de forma a diminuir a incerteza da medição fornecida pelos separadores, e deve ser utilizado em conjunto com a Portaria Conjunta ANP/Inmetro n.º 001 de 2000, ou aquela que vier a substituí-la.

1. O procedimento de operação do separador deve constar no sistema de gestão da qualidade da operadora e atender aos requisitos da portaria conjunta, garantindo a operação contínua dentro dos valores indicados no procedimento de avaliação previamente aprovado;
2. O procedimento deve ser elaborado para garantir uma incerteza menor ou igual a 2%;
3. Utilizar separadores que cubram o alcance total das taxas de fluxo locais;
4. Corrigir, caso se faça necessário, a pressão e a temperatura para instalações em que o medidor multifásico esteja distante do separador, caso em que os dutos têm significativa influência devido à perda de carga.
