



Universidade Federal do Rio Grande Do Norte
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Engenharia de Petróleo



Gerenciamento de Alarmes em Plataformas Marítimas de Produção de Hidrocarbonetos: Metodologia e Estudo de Caso.

André Lucena de Almeida

Orientador: Prof. Dr. Luiz Affonso Henderson Guedes de Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo da UFRN (área de concentração: Automação na Indústria de Petróleo e Gás Natural) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Engenharia de Petróleo.

Natal, RN, Dezembro de 2010

Seção de Informação e Referência

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Almeida, André Lucena de.

Gerenciamento de alarmes em plataformas marítimas de produção de hidrocarbonetos: metodologia e estudo de caso / André Lucena de Almeida. – Natal, RN, 2011.

68 f. : il.

Orientador: Luiz Affonso Henderson Guedes de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo.

1. Automação industrial – Dissertação. 2. Plataformas marítimas de produção de hidrocarbonetos – Dissertação. 3. Gerenciamento de alarmes – Dissertação. I. Oliveira, Luiz Affonso Henderson Guedes de. II. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. III. Título.

RN/UF/BCZM

CDU 681.5

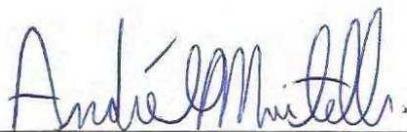
Gerenciamento de Alarmes em Plataformas Marítimas de Produção de Hidrocarbonetos: Metodologia e Estudo de Caso.

André Lucena de Almeida

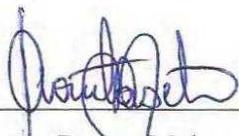
Dissertação de Mestrado aprovada em 21 de dezembro de 2010, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:



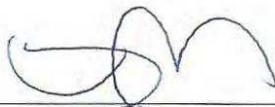
Prof. Dr. Luiz Affonso H. Guedes de Oliveira (orientador) DCA/UFRN



Prof. Dr. André Laurindo Maitelli. DCA/UFRN



Prof. Dr. Jorge Dantas Melo DCA/UFRN



Prof. Dr. Vicente Delgado Moreira UO-RNCE/PETROBRAS

Agradecimentos

A minha Mãe Goretti por estar continuamente olhando por mim, eu sei que está.

A Edzana, em especial, por estar sempre ao meu lado.

Ao meu Pai Luciano, minha irmã Cibele e meus irmãos, por todo apoio dedicado.

Aos meus amigos, destaco Marcílio Pelicano incetivador maior para ingressar no PPGCEP.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luiz Affonso, pela orientação e apoio dado ao longo desses anos na UFRN, não tenho outra palavra para dizer a não ser OBRIGADO!

Ao Prof. Dr. Vicente Delgado Moreira, Prof. Dr. Jorge Dantas de Melo e ao Prof. Dr. André Laurindo Maitelli, pela contribuição dada ao trabalho.

Aos meus colegas de trabalho, pela ajuda nas mudanças e permutas das escalas de embarque.

Ao Annibal Lima, que idealizou, planejou e coordenou com grande competência a implementação abordada no estudo de caso.

À Supervisão e Gerência do meu setor na Petrobras, ao Carlos Cesar, agradeço, pois sempre flexibilizou nos momentos de realizar permutas e acreditou no projeto.

À Petrobras (Unidade de Operações de Exploração e Produção do Rio Grande do Norte e Ceará) pela liberação dos dados e colaboração nesta pesquisa.

Resumo

No contexto de operação de processos industriais, alarme, por definição, é um aviso ao Técnico de Operação que uma ação com tempo restrito para ser executada é necessária, enquanto que evento é uma informação de mudança de estado e não demanda ação por parte do Técnico de Operação, conseqüentemente não deve ser anunciada, sendo apenas armazenada para fins de análise de manutenção, incidentes e utilizadas para sinalização/monitoração (EEMUA, 2007). Porém, alarmes e eventos são frequentemente confundidos e configurados inadequadamente de forma semelhante por programadores de sistemas de automação. Esta prática resulta em uma elevada quantidade de pseudo-alarmes durante a operação de processos industriais. O elevado número de alarmes configurados é um dos principais entraves para a melhoria da eficiência operacional, dificultando a identificação de problemas e aumentando o tempo de resposta às anormalidades. As principais conseqüências desse quadro são o aumento do risco à segurança das pessoas, instalações, meio ambiente e o agravamento das perdas de produção. O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma filosofia de configuração de um sistema de supervisão e controle, desenvolvida com o intuito de diminuir a quantidade de pseudo-alarmes configurados e aumentar a confiabilidade das informações que o sistema fornece. Um estudo de caso foi realizado no sistema de automação das plataformas marítimas de produção de Hidrocarbonetos da Petrobras no Rio Grande do Norte, de forma a validar a aplicação dessa nova metodologia. O trabalho seguiu as premissas da ferramenta apresentada na norma ISA SP18.2. 2009, denominado “ciclo de vida de alarme”. Após a implantação da metodologia verificou-se uma redução significativa no número de alarmes.

Palavras-chave: Automação industrial. Plataformas marítimas de produção de hidrocarbonetos. Gerenciamento de alarmes.

Abstract

In the operational context of industrial processes, alarm, by definition, is a warning to the operator that an action with limited time to run is required, while the event is a change of state information, which does not require action by the operator, therefore should not be advertised, and only stored for analysis of maintenance, incidents and used for signaling / monitoring (EEMUA, 2007). However, alarms and events are often confused and improperly configured similarly by developers of automation systems. This practice results in a high amount of pseudo-alarms during the operation of industrial processes. The high number of alarms is a major obstacle to improving operational efficiency, making it difficult to identify problems and increasing the time to respond to abnormalities. The main consequences of this scenario are the increased risk to personal safety, facilities, environment deterioration and loss of production. The aim of this paper is to present a philosophy for setting up a system of supervision and control, developed with the aim of reducing the amount of pseudo-alarms and increase reliability of the information that the system provides. A real case study was conducted in the automation system of the offshore production of hydrocarbons from Petrobras in Rio Grande do Norte, in order to validate the application of this new methodology. The work followed the premises of the tool presented in ISA SP18.2. 2009, called "life cycle alarm". After the implementation of methodology there was a significant reduction in the number of alarms.

Keywords: Industrial Automation, Offshore Production of Hydrocarbons, Alarm Management

Sumário

Sumário	i
Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	iv
Lista de Abreviaturas	v
1 Introdução	1
1.1 Objetivo da Dissertação	4
1.2 Composição do Trabalho	5
2 Fundamentação Teórica e Definições	7
2.1 Sistemas Automatizados	8
2.1.1 Controle via Controlador Lógico Programável	8
2.1.2 Sistema de Supervisão e Controle (SSC)	9
2.2 Definições	11
2.3 Gerenciamento de Alarmes.....	13
2.4 Normas para Gestão de Sistemas de Alarmes.....	15
2.4.1 Norma EEMUA 191	16
2.4.2 Norma ISA-S18.2.	18
3 Gestão de Alarmes em Plataformas	26
3.1 Plataformas Marítimas de Produção de Hidrocarbonetos.....	26
3.1.1 Plataformas Fixas	27
3.1.2 Plataformas Autoeleváveis	28
3.1.3 Plataformas Submersíveis	29
3.1.4 Plataformas Semissubmersíveis	30
3.1.5 FPSO (<i>Floating Production Storage and Offloading</i>)	31
3.2 Metodologia de Gestão de Sistemas de Alarmes.....	32
3.2.1 Classificação	33
3.2.2 Agrupamento	36
3.2.3 Metas de Desempenho.....	37
3.2.4 Visualização.....	39
4 Estudo de Caso	46
4.1 Cenário do Estudo.....	46
4.2 Aplicação da Metodologia	48

4.3	Resultados	51
4.3.1	Resultados na PUB-01	52
4.3.2	Resultados das Análises dos <i>Bad Actors</i>	54
4.3.3	Resultados dos KPI's	55
5	Considerações Finais	60
	Referências Bibliográficas	62
	ANEXOS	66

Lista de Figuras

Figura 2-1 - Fluxograma de um Sistema de Alarmes.....	14
Figura 2-2 - Papel do Técnico de Operação nos diferentes estados da planta.....	15
Figura 2-3 - Ciclo de vida do gerenciamento de alarmes segundo ISA SP18.....	19
Figura 3-1 - Cabeça de produção biflangeada.....	26
Figura 3-2 - Plataforma fixa de Vermelho três, na bacia de Campos, RJ.	27
Figura 3-3 - Plataforma autoelevatória P.5, balsa e BGL. litoral de Sergipe.....	28
Figura 3-4 - Plataforma de concreto de Agulha dois, na bacia potiguar.	29
Figura 3-5 - Plataforma semissubmersível P-52.....	30
Figura 3-6 - Navio de produção (FPSO) – Plataforma P.50.....	31
Figura 3-7 - Definição das etapas da Filosofia de alarme.	32
Figura 3-8 - Divisão das prioridades dos alarmes segundo norma EEMUA 191.....	36
Figura 3-9 - Aspecto da Tela Inicial.....	41
Figura 3-10 Representação gráfica de alarmes nas telas específicas.....	42
Figura 3-11 - Tela de detecção de 1º <i>trip</i> do sistema de injeção de água S.I.A.	44
Figura 4-1 - Fluxograma do escoamento da produção das plataformas do RN.	47
Figura 4-2 - Tela inicial de supervisão da PUB-01	49
Figura 4-3 - Exemplo de tela específica de supervisão.	50
Figura 4-4 - Exemplo de tela de gerenciamento de alarmes de uma plataforma.....	51
Figura 4-5 - Comparativo alarmes antes e após a implantação da metodologia proposta.....	52
Figura 4-6 - Quantidade de ocorrência de alarmes mês a mês (PUB-01).	53
Figura 4-7 - Análise dos <i>bad-actores</i> no mês de janeiro de 2009, (Top 20).....	54
Figura 4-8 - Acompanhamento do 1º KPI (média de alarmes/hora).	56
Figura 4-9 - Quantidades de ocorrência de alarmes mês a mês (todas as plataformas).	57
Figura 4-10 - Acompanhamento do 2º KPI (média de alarmes/hora).	58

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Estimativa de recursos totais não-descobertos de Petróleo no Brasil.	1
Tabela 3.1 - Severidade Segundo Especificação Técnica Petrobras.	34
Tabela 3.2 - Tempo de Resposta Segundo Especificação Técnica Interna Petrobras.	34
Tabela 3.3 - Tabela de Análise para Classificação e Agrupamento.	35
Tabela 3.4 - Grupos e subgrupos de alarmes.	37
Tabela 3.5 - Cor da mensagem de alarme por prioridade.	39
Tabela 3.6 - Padronização do formato da mensagem dos alarmes e eventos.	40
Tabela 3.7 - Identificação da área de operação.	42

Lista de Abreviaturas

ANP Agência Nacional de Petróleo

ASRS Alarm System Requirements Specification

BPCS Basic Process Control System

CCI Casa de Controle Integrada

CLP Controlador Lógico Programável

DCS Distributed Control System

DDC Digital Direct Control

EEMUA Engineering Equipment and Materials Users Association

ESD Emergency Shutdown System

FPSO Floating Production Storage and Offloading

IHM Interface Homem Máquina

IEC International Electrotechnical Commission

ISA Instrumentation, Systems and Automation Society

KPI Key Process Indicator

P&ID Piping and Instrumentation diagram

PES Programmable Electronic System

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition

SIS Sistema Instrumentado de Segurança

SSC Sistema de Supervisão e Controle

1 Introdução

As plataformas marítimas de produção são as unidades responsáveis por grande parte da produção de hidrocarbonetos no Brasil. Dados da Agência Nacional de Petróleo (ANP *apud* MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA, 2007) informavam que em 2005, de uma reserva nacional total de petróleo aproximada de 16 bilhões de barris, 91,6% se localizavam em campos *off-shore*. Porém, as novas estimativas de reserva de petróleo, ainda não provadas, oscilam entre 8,0 e 42,2 bilhões de barris somente com o acréscimo do pré-sal, com probabilidades de 95% e 50%, respectivamente, conforme Tabela 1.1.

Tabela 1.1 - Estimativa de recursos totais não-descobertos de Petróleo no Brasil.

Fonte. Ministério de Minas e Energia (2007).

Bacia Sedimentar	95% (milhões de barris)	50% (milhões de barris)	5% (milhões de barris)
Campos	3.441	14.235	36.478
Santos	4.117	21.963	46.265
Pelotas	0	2421	6824
Foz do Amazonas	0	0	0
Sergipe-Alagoas	197	1.271	3.527
Espírito Santo	305	2.338	7.735
Total Terrestre	18	57	119
Total Marítimo	8.042	42.177	100.728
TOTAL	8.060	42.234	100.848

Esta perspectiva irá aumentar ainda mais a relevância da produção no mar. As plataformas, em quase sua totalidade, possuem sistema de supervisão e controle (SSC) do tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). O sistema SCADA acompanha e controla remotamente o funcionamento das plantas de produção, de utilidades, e dos poços, gerando alarmes em caso de anomalias no processo produtivo.

Os sistemas SCADA são, em geral, bastante complexos, constituídos por computadores, aplicativos e dispositivos utilizados para a aquisição de dados e para atuar sobre os processos. Todos os equipamentos são interligados através de uma rede de comunicação (PIRES; OLIVEIRA; BARROS, 2004).

Com o aumento da demanda por produtos derivados do petróleo no mundo, as unidades *offshore* e seus processos estão crescendo não só em tamanho e importância, mas também em complexidade. O acréscimo de subplantas e processos auxiliares embarcados em uma plataforma tornam o bom funcionamento dos sistemas de controle e supervisão automatizados primordial para a garantia do bom funcionamento das instalações, do bem-estar das pessoas que nelas trabalham e da preservação do meio ambiente, além de fundamental para os bons resultados econômicos das companhias do setor.

Toda planta possui um ponto “ótimo” de operação, em que as variáveis de processo estão enquadradas em faixas onde se tem a melhor produção e o menor desgaste dos equipamentos. Esse ponto “ótimo” de operação é definido no projeto da unidade e pode ser ajustado de acordo com as condições operacionais. Uma vez que os preços dos instrumentos automatizados de campo estão cada vez menores, o que viabiliza economicamente seu emprego em grande escala em diversos processos, disponibiliza-se uma grande quantidade de dados da planta. Assim, nesse novo cenário no qual as plantas são altamente instrumentalizadas, quando da ocorrência de um distanciamento indesejável ou potencialmente inseguro da variável do ponto “ótimo” de operação, o sistema SCADA pode gerar alarmes para o Técnico de Operação, demandando ações que leve novamente a variável para a estabilidade, na faixa “ótima” de operação. Porém, nem todos os alarmes são configurados corretamente conforme esse princípio.

Em geral, a utilização da metodologia para gestão de alarmes baseada, tão somente, na intuição e no conhecimento prévio dos funcionários envolvidos nesses processos, tem como consequência a ocorrência de eventos que desencadeiam a geração de falsos alarmes, que, por sua vez, podem acarretar em incidentes que impactam de maneira negativa na produção da planta, elevando os custos de operação e originando a perda de equipamentos, danos pessoais e ao meio ambiente, além do descrédito do sistema de alarmes (LEITÃO¹, 2008).

Diversos acidentes e incidentes foram iniciados ou agravados devido a sobrecarga de alarmes e/ou informação aos técnicos de operação. Muitos desses poderiam ter sido evitados ou atenuados se a anormalidade que o gerou fosse identificada com eficiência, logo as ações corretivas poderiam ter evitado grandes prejuízos.

Ocorrências onde a gerência ineficiente de alarmes esteve de alguma forma relacionado com as causas de fatalidades são amplamente conhecidas. Uma que sempre merece destaque na literatura foi a explosão da refinaria em Milford Haven em julho de 1994, que apesar de ter como causa principal a queda de um raio, teve potencializados os danos pela ineficiência dos sistema de alarmes. O raio atingiu a refinaria da Texaco cinco horas antes da explosão, porém durante este período os operadores não foram capazes de identificar a causa do problema. O sistema de alarmes gerava uma nova ocorrência, em média, a cada dois segundos, tornando impossível processá-las para identificar a causa raiz das ocorrências. A ineficiência em priorizar os alarmes (87% dos alarmes possuíam alta prioridade) e as características da interface gráfica também contribuíram de forma determinante para a ocorrência do episódio. O incidente poderia ser evitado se os operadores desligassem a planta, porém o descrédito do sistema de alarmes associado com a incapacidade de encontrar uma causa para as ocorrências de alarmes impossibilitaram tal ação (BRANSBY, BRANSBY & JENKINSON, WILSON, HSE *apud* LEITÃO¹, 2008).

No Brasil, ocorreu a explosão de uma plataforma da Petrobras em março de 2001, incidente este com bastante repercussão. Além de onze mortos, o incidente deixou um prejuízo da ordem de 5 bilhões de dólares. (BRANSBY *apud* LEITÃO¹, 2008).

1.1 Objetivo da Dissertação

Quando nesse trabalho for utilizado o termo “sistemas de alarmes”, fica claro que ele fará referência a todo sistema que gera e apresenta os alarmes, isso inclui todos os equipamentos utilizados para esse fim (*hardware e software*), tais como instrumentação de campo, controladores responsáveis pelo recebimento e análise dos sinais provenientes do campo e as interfaces de visualização. Já quando for referenciados os “sistemas de gerenciamento de alarmes” estaremos citando os sistemas auxiliares ao sistema de alarme propriamente dito. Eles têm a função de ajudar no processo de gestão dos alarmes.

O Objetivo principal do desenvolvimento desse tema de dissertação é apresentar uma solução prática para os problemas associados com má configuração de alarmes, focando nas plataformas marítimas de produção de petróleo.

A justificativa principal para a má configuração do sistema de alarmes é decorrente do aumento da complexidade da operação dessas unidades e da diminuição do tempo de projeto dos seus sistemas de automação, o que, não raro, leva à banalização no número de alarmes projetados e configurados. Além disso, muitas unidades têm suas funcionalidades ampliadas quando já em operação, o que acarreta, via de regra, a inclusão de mais pontos de alarmes nos seus sistemas de supervisão e operação. Desse modo, esse cenário leva a sistemas mal configurados e com número de alarmes excessivo durante a operação normal da planta, além de avalanches de alarmes em situações de anormalidades, causando o descrédito dos mesmos.

Um dos principais fatores deste número elevado de alarmes é a falta de uma filosofia de criação e manutenção das configurações de alarmes. Esta carência, acaba por gerar diversos tipos de alarmes que não necessitam de ação operacional e, por isso, acabam contribuindo para poluir as telas de operação, desviando do operador alarmes que retratam problemas operacionais. (EMUUA, 1999)

Diante dessa realidade, nessa dissertação serão enfocados os dois principais problemas para a operação devido à má configuração do sistema de alarmes: avalanches de alarmes durante anomalias e o alto número de alarmes em operação normal. As avalanches são caracterizadas como mais de 10 alarmes em 10 minutos, por operador (ISA, 2009). Seguindo as premissas de abordagem do gerenciamento de alarmes através do ciclo de vida de alarme, exposta na norma ISA SP18.2 de 2009, é apresentada uma metodologia de configuração de um sistema de automação, desenvolvida com o intuito de diminuir da quantidade de pseudo-alarmes e aumentar a confiabilidade das informações que o sistema fornece.

Um estudo de caso foi realizado no sistema de automação das plataformas marítimas de produção de Hidrocarbonetos da Petrobras no Rio Grande do Norte, de forma a validar a aplicação dessa metodologia.

1.2 Composição do Trabalho

Esta dissertação é composta dos seguintes capítulos:

- No Capítulo 2, é apresentada a fundamentação teórica necessária para uma melhor contextualização do tema. São abordadas informações sobre as características de arquitetura de automação utilizada, normas regulamentadoras dos sistemas de alarmes e uma explicação sobre a ineficácia dos sistemas atuais, além de algumas definições para facilitar o entendimento do texto.

- No Capítulo 3, são apresentadas as diversas unidades de produção *off-shore*, o cenário atual dos sistemas de alarmes dessas unidades e a proposta de uma metodologia para solucionar os problemas dos sistemas.

- No Capítulo 4, é apresentado o estudo de caso, o cenário onde foi implantado, a aplicação da metodologia e a análise dos resultados para a validação da proposta.

- No Capítulo 5, são expostas as considerações finais do trabalho.

Capítulo 2

Fundamentação Teórica e Definições

2 Fundamentação Teórica e Definições

Neste capítulo são expostas as informações que subsidiarão o entendimento do trabalho por completo, de modo a concatenar o raciocínio que levou ao desenvolvimento desta dissertação.

Na Seção 2.1, são apresentados os sistemas automatizados, contextualizando-se onde os alarmes são utilizados e qual sua real importância, visto que o mesmo é a principal janela de diálogo para a informação de anomalias, entre a máquina (planta industrializada) e o ser humano (técnico de operação).

Na Seção 2.2, são explorados diversos conceitos e definições de gerenciamento de alarmes.

Na Seção 2.3, os problemas dos sistemas de alarmes são expostos, além das sérias consequências que o mau funcionamento destes pode acarretar à segurança das pessoas, das instalações e do meio ambiente.

Na Seção 2.4, são apresentadas as demarcações e informações contidas em normas internacionais de essencial importância, nessa seção são encontrados fundamentos e conceituações do que realmente deve ser configurado como alarmes em plataformas de produção automatizadas.

2.1 Sistemas Automatizados

Nessa seção, são tratados os sistemas de supervisão e controle do tipo SCADA, bastante usuais em plataformas automatizadas. Sua principal característica é de possuir o controlador dissociado do sistema de supervisão. Como elemento de controle, o equipamento mais utilizado é o CLP (Controlador Lógico Programável); já como elemento de supervisão e operação, normalmente é adotado um microcomputador rodando um software supervisório. A seguir detalha-se essa arquitetura de controle, supervisão e operação.

2.1.1 Controle via Controlador Lógico Programável

O CLP é basicamente um computador digital de propósito específico. Definido pela *International Electrotechnical Commission IEC* (RIBEIRO, 1999) como sendo um sistema eletrônico operado digitalmente, projetado para uso em um ambiente industrial, que usa uma memória programável para a armazenagem interna de instruções orientadas para o usuário para implementar funções específicas, tais como lógica, sequencial, temporização, contagem e aritmética, para controlar, através de entradas e saídas digitais ou analógicas, vários tipos de máquinas ou processos. O controlador programável e seus periféricos associados são projetados para serem facilmente integráveis em um sistema de controle industrial e facilmente usados em todas suas funções previstas.

Em termos lógicos, os programas dos CLP's funcionam de forma cíclica, com a seguinte sequência: leitura das variáveis de entrada, execução do programa de controle e atualização dos valores de saída. Uma sequência desta é chamada de ciclo de *scan* do CLP e usualmente é executada em milissegundos.

As entradas ou *inputs* podem ser classificadas de acordo com o tipo de sinal que recebe. Entradas analógicas recebem a informação de instrumentos de processo que medem variáveis com range contínuo. Podem utilizar a transmissão via par de fios através de um sinal de corrente de 4 a 20mA ou podem utilizar instrumentos digitais inteligentes, que enviam as informações através de bits circulando num barramento de dados. Esses instrumentos podem ser os transmissores de pressão, de temperatura, de vazão e de nível, por exemplo.

Nas entradas digitais são conectados instrumentos discretos, que geram informações binárias, como sensores de fim de curso que indicam a abertura ou fechamento de válvulas,

contatos de relés que sinalizam o funcionamento de motores e bombas, além de informação de sensores *on/off*, como pressostatos, termostatos e chaves de nível, por exemplo.

As saídas ou *outputs* também podem ser divididas de acordo com o tipo de sinal que é enviado para o campo, análogo aos dados de entrada. Nos sistemas de controle, as saídas analógicas enviam para os atuadores sinais de corrente de 4 a 20mA (também podem ser sinais digitais), que têm a finalidade de modular a abertura de válvulas de controle de pressão, nível, vazão. Os sinais de saída analógicas também podem controlar variações na rotação de motores ou qualquer outro atuador de campo que não seja *on/off*.

Os sinais das saídas digitais são destinados a comandar o acionamento dos atuadores de campo, que possuem uma lógica binária, como válvulas solenóides e demais válvulas *on/off*, comando de partida ou parada de motores, bombas, entre outros.

As características mais importantes de um sistema baseado no controle através de um CLP são: alta confiabilidade, malhas de controle múltiplas e grande capacidade matemática programável.

2.1.2 Sistema de Supervisão e Controle (SSC)

Também denominados sistemas supervisórios, têm como finalidade disponibilizar uma interface amigável e de fácil compreensão para o técnico responsável pela operação do equipamento ou planta, coletando as informações disponíveis nos controladores (principalmente CLP's) e apresentando em diversos formatos.

Segundo Especificação Técnica Interna da Petrobras, esses sistemas possuem duas funções principais: operação e supervisão. Podemos destacar as seguintes informações e funções supervisionadas:

- Valor numérico de uma variável, apresenta uma variável analógica em tempo real;
- Geração de gráficos de tendência de variáveis de processo;
- Anunciação de alarmes com a emissão de mensagens, alteração de cor de objetos e anunciação sonora;
- Reconhecimento de alarmes, função que permite o técnico de operação informar que está ciente da anormalidade detectada pelo alarme (calar o alarme sonoro) e que irá tomar as medidas necessárias;

- Sinalização de estado operacional de equipamentos, através da mudança de cor do objeto que indica o seu status (ligado, desligado, falha e manutenção);
- Registro de eventos;
- Registro histórico de variáveis de processo, de alarmes e de eventos;
- Armazenamento, recuperação e alteração on-line de dados de equipamentos;
- Recuperação e histórico dos horímetros de operação, falha e manutenção dos equipamentos;
- Emissão de relatórios.

E suas funções de operação podem ser diversas, porém deve-se destacar algumas principais, como:

- Acionamento e desligamento de equipamentos; se o comando foi enviado e não confirmado, pode ser detectado como falha também;
- Alteração do status dos equipamentos para a condição de manutenção; quando um equipamento apresenta essa situação, o Técnico de Operação pode alterar seu status para facilitar a operação do sistema.
- Comandos de abertura e fechamento de válvulas *on/off*;
- Comandos de modulação da abertura de válvulas de controle;
- Alteração de parâmetros de operação, manual / automático de válvulas de controle;
- Abertura e fechamento de dispositivos Elétricos (disjuntores, contactores, chaves, etc);
- Efetuar *bypass* de pontos de entrada, inicializadores de *ESD (Emergency Shutdown System)*, essa operação é realizada exclusivamente em situações excepcionais, seguindo procedimentos de segurança operacional específicos, documentada e sendo obrigatório análise dos riscos envolvidos ;
- Realizar *override* de pontos de saída, forçando uma saída para um atuador para que a mesma permaneça ativada (*override* 1) ou desativada (*override* 0) em qualquer situação; para essa operação também são utilizados critérios idênticos aos empregados durante os *bypass*.
- Alteração em parametrização de controladores (mudança em *set point* ou nos ganhos do controlador);
- Mudança em parâmetros de totalizadores (pressão, temperatura ou outro dado de referência para cálculos de correção de volumes).

É importante destacar que para garantir a segurança das instalações existem categorias de usuários para acesso ao SSC, principalmente devido as funções de operação, cada categoria possui um nível de acesso específico. Um Técnico de Operação possui apenas liberação para as funções necessárias ao bom desempenho do seu trabalho, por outro lado o Supervisor, Coordenador ou Gerente da operação possuem níveis de acesso diferentes, pois comandos importantes como *bypass* ou *override* só devem ser realizados com a autorização de níveis hierárquicos superiores e após uma análise dos riscos envolvidos. Existem comandos de *bypass* que só serão realizados com a autorização do Gerente de ativo ou até mesmo do Gerente Geral.

Outro papel possível para os sistemas supervisão e controle é o de controlador, porém essa função não é muito utilizada devido às limitações do tempo de resposta, além de que a grande quantidade de malhas de controle e de intertravamentos, dependendo do tamanho da planta, prejudica o desempenho do sistema. Segundo Especificação Técnica da Petrobras nos processos automatizados em plataformas de Exploração e Produção, todos os sistemas de controle, intertravamento e cálculos com restrição temporal devem ser feitos diretamente no controlador (CLP), devido às limitações nas condições de velocidade, segurança e confiabilidade do controle DDC (*Digital Direct Control*).

2.2 Definições

Nessa seção, serão apresentadas algumas definições que servirão para uma melhor compreensão do assunto que serão expostos nessa dissertação:

-Alarme: Qualquer aviso sonoro e/ou visual que indica ao Técnico de Operação o mau funcionamento de um equipamento, planta, processo ou outra condição anormal que requer uma resposta com tempo restrito.

-Alarme incômodo: Alarme que anuncia excessivamente, desnecessariamente, ou não retorna para o normal depois que a resposta correta é tomada.

- **Ativação:** O processo de ativação do alarme dentro do sistema de alarmes.

- **Alarme ajustável:** Um alarme cujo o ponto de ajuste pode ser alterado automaticamente ou manualmente baseado nas condições operacionais.

- **Atributos do Alarme:** Configurações de um alarme dentro do sistema de controle de processo, o setpoint, grupo, prioridade etc.

- **Ajuste do alarme (limite do alarme, ponto de alarme, setpoint):** Valor limite ou estado discreto de uma variável do processo que dispara a ativação do alarme.
- **Alarme de sistema:** Alarme gerado por falhas em hardware, ou software dos sistemas de controle, ou nos elementos de campo como transmissores ou vias de comunicação.
- **Anúnciação do alarme:** Ato de informar que uma condição de alarme foi atingida.
- **Avalanche de alarmes:** Quantidade grande de alarmes num período de tempo pequeno, de forma que o Técnico de Operação não consegue gerenciá-los.
- **Desabilitação do alarme:** Ação de impedir a anúncio do alarme mesmo que existam condições para sua ativação.
- **Desativação do alarme:** Estado no qual a condição para anúncio do alarme deixou de existir.
- **Eclipse:** Função onde um nível de alarme superior substitui um nível de alarme inferior em uma mesma medição;
- **Evento:** Mudança nas condições da planta, de um equipamento ou de uma variável.
- **Filosofia de alarmes:** Documentação que estabelece as definições básicas, os princípios e os procedimentos para projetar, implementar e manter um sistema de alarmes.
- **Gerenciamento de alarmes:** Processo e práticas para conceber, projetar, documentar, operar, monitorar e manter um sistema de alarmes.
- **Grupo de alarmes:** Conjunto lógico de alarmes determinado por algum critério de separação como: localização física, função, sistema, etc.
- **Inibição:** Forma controlada e temporária de desabilitar o alarme, através de ação manual.
- **Log de alarme:** Registro histórico das mensagens dos alarmes.
- **Lógica de primeiro Trip:** Método que identifica qual inicializador acionou o SIS primeiro em um cenário de múltiplos alarmes.
- **Prioridade de alarme:** O nível de relevância designado ao alarme, no sistema de alarmes, para indicar sua importância e urgência.

- **Racionalização dos alarmes:** Análise dos alarmes a partir da filosofia de alarmes para fundamentar e documentar a sua concepção.

- **Reconhecer:** A ação do Técnico de Operação que confirma que tomou ciência de um alarme.

- **Sistema de alarmes:** Conjunto de hardware e software que possibilita a detecção de estados de alarmes, transfere as indicações destes estados ao Técnico de Operação, e registra suas alterações.

- **Supressão:** Ação de impedir, de forma automática, a ativação do alarme ao Técnico de Operação durante uma condição pré-estabelecida.

- **Técnicas avançadas:** Conjunto de técnicas que pode ajudar a controlar as taxas de alarme em situações específicas.

- **Tempo de resposta:** Tempo entre a anunciação do alarme e o instante em que o Técnico de Operação inicia a ação corretiva em resposta ao mesmo.

2.3 Gerenciamento de Alarmes

Por definição, um alarme é um aviso ao Técnico de Operação que uma ação com tempo restrito para ser executada é necessária, mesmo que esta seja apenas mental (EEMUA, 1999). Por outro lado, evento é uma informação de mudança de estado, que não demanda ação por parte do Técnico de Operação, conseqüentemente, não deve ser anunciada, sendo apenas armazenada para fins análise de manutenção, incidentes e utilizada para sinalização/monitoração. Porém, na prática, nos sistemas de supervisão e operação de processos industriais, alarmes e eventos são frequentemente confundidos e configurados inadequadamente de forma semelhante por programadores de sistemas de automação. Via de regra, essa prática resulta em uma elevada quantidade de pseudo-alarmes durante a operação de processos industriais (CHIESSE, GONÇALVES, 2006).

O sistema de alarme inclui tanto o Sistema de Controle Básico de Processo (BPCS, na sigla em inglês), como o Sistema Instrumentado de Segurança (SIS). Estes utilizam os dados das variáveis de processo, medidas através dos sensores, para executar lógicas que geram alarmes (ver figura 2.1). Também faz parte do sistema a geração dos log's de alarmes, que são os dados dos alarmes gravados em arquivos, geralmente no formato texto. As informações de ocorrências ficam registradas, podendo facilmente ser analisadas posteriormente. A ocorrência dos alarmes é automaticamente visualizada pelo Técnico de Operação através de uma IHM, habitualmente um SSC ou um painel de campo. Existem outras funções fora do sistema de alarme que são importantes para a eficácia do sistema, muitos incluem um historiador de alarme e um sistema de gerenciamento de alarmes, ambos utilizam os log's de alarmes como fonte de dados.

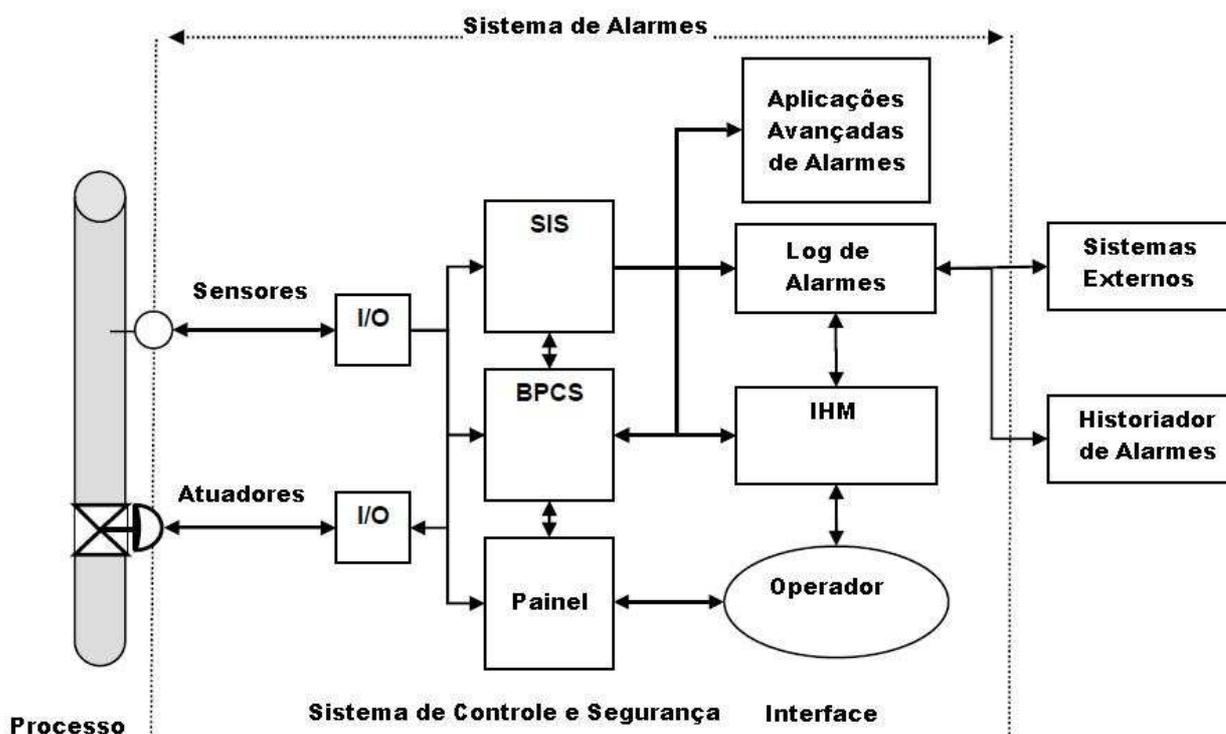


Figura 2-1 - Fluxograma de um Sistema de Alarmes

Fonte: ISA (2009).

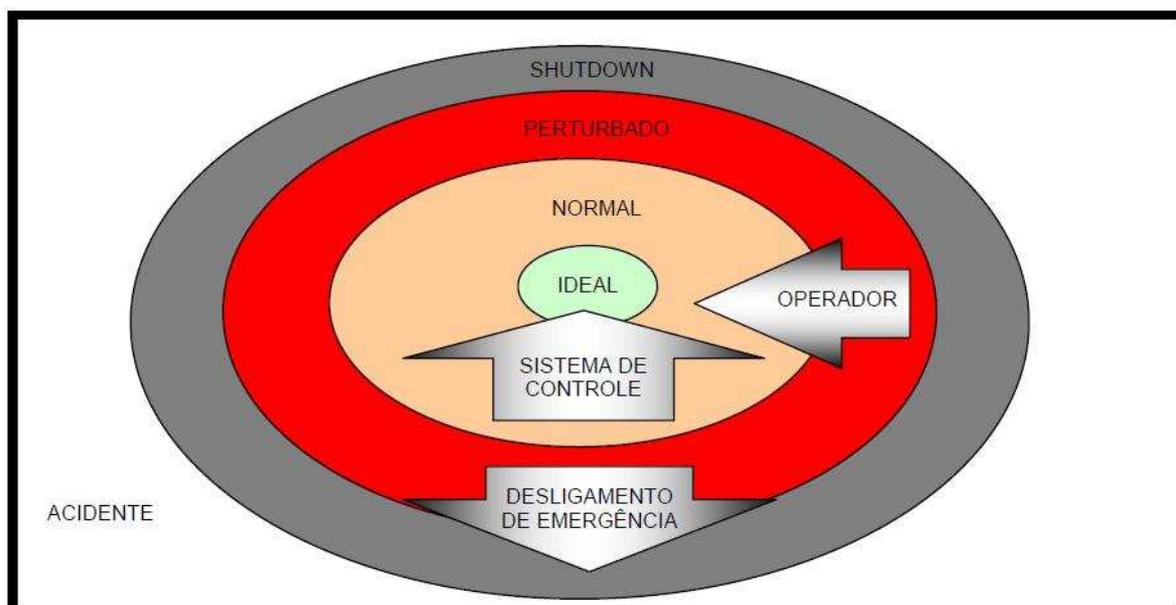


Figura 2-2 - Papel do Técnico de Operação nos diferentes estados da planta.

Fonte: Silva (2009).

Na Figura 2.2 é explicitado o papel do Técnico de Operação nos diferentes estados da planta. No estado normal de operação, as ações dele são para que o funcionamento do sistema seja sempre o mais próximo possível do ideal. Surgindo alguma perturbação, as variáveis começarão a colocar o sistema no estado perturbado, novamente as ações do Técnico de Operação serão no intuito de levar a planta para a estabilidade, evitando que o sistema SIS seja forçado a intervir. Um bom sistema de alarme auxilia na tomada de decisão do Técnico de Operação, tendo como consequência a diminuição da demanda de atuação de ESD, diminuindo as perdas de produção e aumentando a segurança operacional.

2.4 Normas para Gestão de Sistemas de Alarmes

O elevado número de alarmes durante o estado normal de uma planta é um dos principais obstáculos para a melhoria da eficiência operacional de processos industriais, pois dificulta a identificação de problemas e, conseqüentemente, aumenta o tempo de resposta às anormalidades. O mesmo elevado número de alarmes leva à ineficiência do sistema durante o estado perturbado da planta. As avalanches de alarmes que ocorrem durante a atuação do SIS

completam as características de um sistema de alarme mal configurado. As principais consequências desse quadro são o aumento do risco à segurança das pessoas, instalações, meio ambiente e o aumento das perdas de produção.

A partir dessas constatações, diversas entidades internacionais de engenharia direcionaram esforços na solução do problema. Assim, foram formatados e publicados alguns padrões internacionais para definir terminologias e indicar boas práticas de configuração de sistemas de alarmes.

Em 1955, a ISA formou um comitê de pesquisa intitulado *Instrument Alarms and Interlocks*. A comissão evoluiu para a *Standard & Practices Committee 18*. Em 1965, a comissão concluiu a ISA-RP18.1, denominada *Specifications and Guides for the Use of General Purpose Annunciators*. Já em 1979, a ISA lançou como produto das comissões ISA18 e ISA67, a ISA-18,1-1.979 (R2004), *Annunciator Sequences and Specifications*. Grandes empresas como a AMOCO, Applied Training Resources, BP, Exxon, Gensym, Honeywell, Mobil, Novacor, Texaco, Shell, entre outras, em 1994 formaram a *Abnormal Situation Management Consortium* (ASM) para desenvolver uma visão que oferecesse uma melhor resposta do processo aos incidentes, com o apoio suplementar do *National Institute of Standards E.U. and Technology* (NIST). Em 1999, a *Engineering Equipment and Materials Users' Association* (EEMUA) emitiu a Publicação 191, *Alarm Systems: A Guide to Design, Management and Procurement*, que foi atualizada em 2007. Em 2003, a *User Association of Process Control Technology in Chemical and Pharmaceutical Industries* (NAMUR) emitiu recomendação de número 102 *Alarm Management*. (ISA,2009).

Esta dissertação é baseada principalmente nas normas EEMUA 191 e ISA S18.2, que serão abordadas nas próximas seções.

2.4.1 Norma EEMUA 191

A EEMUA - *The Engineering Equipment and Materials Users Association* publicou em 1999 uma norma, de número 191, que tem como objetivo servir de guia de boas práticas para a construção, implementação e manutenção de sistemas de alarmes (LEITÃO¹, 2008).

A fundamentação utilizada nas afirmações contidas na norma parte dos princípios de manuseabilidade, segurança, monitoramento de desempenho e investimentos. Esses princípios são definidos por Leitão¹ (2008).

1. Manuseabilidade

Os sistemas de alarmes devem ser desenvolvidos de forma a satisfazer as necessidades do usuário, considerando-se sua capacidade de compreensão e manipulação das informações. De outra maneira, tem-se que as informações apresentadas devem ser relevantes para o usuário (Técnico de Operação) no momento em que são mostradas, de fácil compreensão (clareza na apresentação), com taxa de amostragem e tempo de amostragem (relação de antecedência entre causa e efeito) suficientes para a manipulação da informação por parte do Técnico de Operação.

2. Segurança

A existência de um sistema de alarmes deve estar vinculada à necessidade em se proteger os funcionários, equipamentos da planta e meio ambiente, sempre se baseando nos princípios e normas estabelecidos pela sociedade.

3. Monitoramento de Desempenho

O desempenho do sistema de alarmes deve ser monitorado continuamente de maneira a garantir sua efetividade durante todas as condições (estados) de operação da planta.

4. Investimentos

Todo novo alarme a ser adicionado ao sistema corrente ou novo sistema a ser adotado deve ter por princípio um alto grau de qualidade nos mecanismos de escolha, gerenciamento e manutenção. Por isso, todo o seu desenvolvimento deve seguir uma metodologia estruturada pré-definida, levando-se em consideração sua correta implantação e necessidade.

Segundo a EEMUA 191 (1999), um alarme deve ter o objetivo de alertar sobre a ocorrência de uma anomalia, informar do que se trata a anormalidade e conduzir o Técnico de Operação a uma ação corretiva. Para que a informação mereça ser anunciada pelo sistema de alarme, deve possuir relevância para o trabalho do Técnico de Operação, além de exigir uma resposta, mesmo que esta seja apenas um procedimento mental.

O alarme deve ser apresentado em tempo suficiente para a adoção de uma ação de resposta, pois se o desvio da variável não puder ser corrigido em tempo hábil por nenhum ato do Técnico de Operação, essa irregularidade não deve ser configurada como tal, visto que as limitações humanas devem ser consideradas. Para o caso supracitado, deve ser desenvolvida uma lógica de controle ou intertravamento automático, em que o sistema automaticamente irá para a condição de segurança sem necessidade de intervenção humana. Essas situações também são analisadas no desenvolvimento dos SIS.

2.4.2 Norma ISA-S18.2.

Norma internacional que possui reconhecimento notório, foi publicada em 2008 pela ISA (*Instrumentation, Systems and Automation Society*) e revisada em 2009. A norma ISA S18.02 denominada *Management of Alarm Systems for the Process Industries* (Sistemas de Gerenciamento de Alarmes para Processos Industriais) baliza o que deve ser alcançado em relação aos sistemas de alarmes disponíveis no mercado para plantas industriais.

Essa norma aborda o desenvolvimento, projeto, instalação e gerenciamento de sistemas de alarmes para as indústrias de processo. Inicialmente, define terminologias e os modelos de desenvolvimento de um sistema de alarmes, que pode ser classificada como parte introdutória. O corpo da norma apresenta o fluxo de gestão do sistema de alarmes, inclui trabalhos de vários processos, além de toda a vida do sistema de alarme, práticas recomendadas para efetivamente manter o sistema em todo o ciclo de vida, e demonstra como o processo de gerenciamento deve ser ordenado, conforme pode ser observado na Figura 2.3.

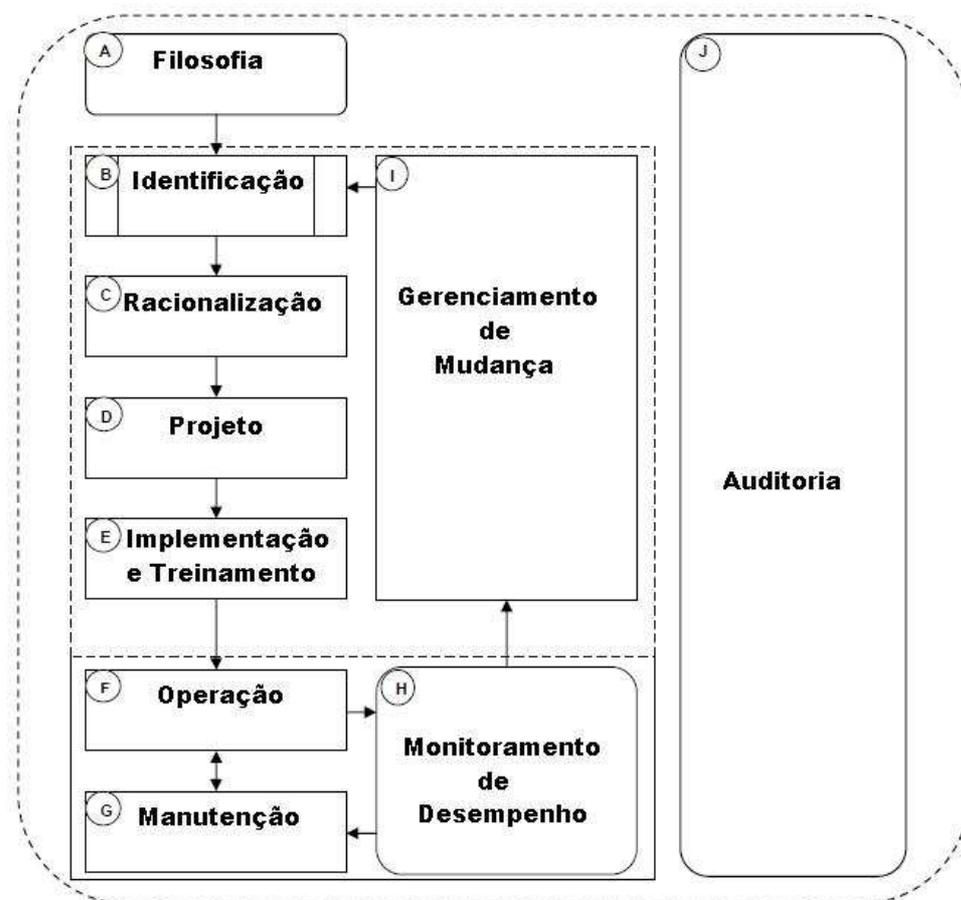


Figura 2-3 - Ciclo de vida do gerenciamento de alarmes segundo ISA SP18

Fonte: ISA (2009).

Boa parte desses princípios serão adotados no estudo de caso desta dissertação e, comprovadamente, apresentaram-se bastante eficientes. A principal função da norma é fornecer uma metodologia que irá resultar na melhoria da segurança das indústrias de processo.

A seguir, as etapas do ciclo de vida de um alarme serão conceituadas, de acordo com as definições da norma ISA.

A. Filosofia

O planejamento básico é necessário antes de projetar um novo sistema de alarme ou de modificar um sistema existente. Geralmente, o primeiro passo é o desenvolvimento de uma filosofia de alarme, que documenta os objetivos do sistema e define os processos adotados para atingir esses objetivos. Para os novos sistemas de alarme, a filosofia serve como base para as especificações e requisitos do sistema - *Alarm System Requirements Specification* (ASRS).

A filosofia começa com as definições básicas e o entendimento das definições operacionais. A definição de prioridades de alarme, classes, as métricas de desempenho, limites de desempenho e requisitos de informação são determinados com base nos objetivos, definições e princípios da filosofia. A apresentação das indicações dos alarmes na IHM, incluindo o uso de prioridades, também é definida na filosofia de alarme, que deve ser coerente com a concepção geral da IHM.

A filosofia especifica os processos utilizados em cada uma das fases do ciclo de vida, como o limite para se iniciar o processo de gestão de mudança, além dos requisitos e especificações para a implementação dessas mudanças. A filosofia deve ser mantida para garantir a consistência da gestão de alarmes ao longo do ciclo de vida do sistema. A maior parte da especificação do sistema é independente e pode ser a base para determinar quais sistemas estão mais próximos de cumprir os requisitos. A especificação normalmente apresenta mais detalhes do que a filosofia de alarme e pode fornecer orientações específicas para o formato do sistema.

B. Identificação

A fase de identificação não é definida na norma, deixando para os usuários escolherem entre os vários métodos que determina se um alarme é ou não necessário. Esses métodos são definidos fora do escopo desse padrão. Para isso, a fase de identificação é representada como um processo pré-definido dentro do ciclo de vida.

Os métodos de identificação podem ser formais, como processo de análise de riscos, HAZOPs, especificações e requisitos de segurança, além das recomendações de uma investigação de incidente. Podendo ser procedimentos práticos também. Dentre eles, análise dos requisitos das licenças ambientais, análise dos P&ID (*Piping and Instrumentation Diagram*), desenvolvimento ou exploração de opiniões, além das modificações do processo e

testes operacionais que também podem gerar a necessidade de alarmes. Algumas necessidades de mudanças no sistema de alarme serão identificadas a partir da rotina de monitoramento do desempenho do sistema. Nessa fase, a necessidade de um alarme foi identificada e o alarme está pronto para ser racionalizado.

C. Racionalização

A fase de racionalização concilia a necessidade identificada de um alarme ou a necessidade de mudança no sistema de alarme, com os princípios definidos na filosofia de alarme. O produto da racionalização é a documentação do sistema de alarme.

A racionalização é o processo de aplicação dos requisitos de um alarme gerando a documentação de apoio, que contém informações do *setpoint* do alarme, consequência da não ação do Técnico de Operação, ações corretivas que podem ser tomadas pelo Técnico de Operação, além da priorização de um alarme que deve ser baseada no método definido na filosofia. Muitas vezes, a prioridade é função da gravidade das consequências do alarme, que pode ser denominada de “severidade”, pelos requisitos admissíveis de “tempo de resposta”.

Essa etapa também inclui a atividade de classificação, durante a qual um alarme é atribuído a uma ou mais classes (por exemplo, projeto, testes, treinamento, ou relatórios). As consequências da não ação do Técnico de Operação a um alarme, ou outros critérios, podem ser utilizados para separar os alarmes em classes que foram definidas na filosofia de alarme. Os resultados devem ser documentados na racionalização, normalmente num banco de dados de alarme (ou seja, um documento ou arquivo aprovado), que deve ser mantido atualizado durante toda a vida do sistema de alarme.

D. Projeto

Na fase projeto, os atributos de alarme são especificados e concebidos com base nos requisitos determinados durante a racionalização. Há três áreas: configurações básicas de cada alarme, definição dos requisitos das interfaces de visualização para o Técnico de Operação e as técnicas avançadas de gerenciamento. O projeto básico para cada alarme segue a orientação com base no tipo de alarme e as especificações de controle do sistema. O projeto da IHM inclui exposição e anunciação dos alarmes e as indicações de prioridade. As técnicas avançadas de gerenciamento são funções adicionais, que melhoram a eficácia do sistema além

das configurações básicas do alarme e o projeto da IHM. Esses métodos incluem as técnicas avançadas, como supressão e eclipse.

E. Implementação e Treinamento

Na fase de implementação, estão as atividades necessárias para instalar um sistema de alarme. Inclui a verificação da instalação física, lógica e funcional do sistema. Como os Técnicos de Operação são uma parte essencial do sistema de alarme, o treinamento é uma importante atividade durante essa etapa. Os testes de operacionalidade dos alarmes são uma exigência durante a implementação. A documentação gerada com os testes, o treinamento e o comissionamento podem variar de acordo com o que foi definido na filosofia de alarme.

F. Operação

Nessa etapa do ciclo de vida, o sistema de alarmes encontra-se ativo. Cursos de reciclagem sobre a filosofia e a finalidade de cada alarme são incluídos nessa fase.

G. Manutenção

Na fase de manutenção, o sistema de alarme está operacional, mas está passando por testes ou sendo reparado. A manutenção periódica (por exemplo, teste de instrumentos), é necessária para garantir o bom funcionamento do sistema.

H. Monitoramento de Desempenho

O monitoramento do desempenho consiste em analisar frequentemente os dados gerados pelo sistema de alarmes durante a etapa de operação, comparando com as metas de desempenho definidas na filosofia. Identificados os problemas, o monitoramento desencadeia o trabalho de manutenção ou identifica a necessidade de mudança nos procedimentos, funcionamento ou no sistema de alarmes como um todo. O monitoramento do desempenho do sistema antes e depois da realização de tarefas de manutenção também é essencial para verificar a eficiência dos trabalhos realizados. Sem esta fase do ciclo, o sistema de alarmes é susceptível à degradação.

I. Gerenciamento de Mudanças

Alteração, remoção ou adição de novos alarmes e suas configurações no sistema de alarmes são propostas e aprovadas. O processo de mudança deve seguir cada uma das fases do ciclo de vida desde a identificação até a implementação.

J. Auditoria

Auditorias periódicas são realizadas para manter a integridade do sistema de alarmes e dos processos de gerenciamento de alarmes. Uma auditoria no monitoramento de desempenho do sistema pode revelar falhas que não aparecem no monitoramento de rotina, ou falhas de execução que contrariam a filosofia de alarme. Elas são auditadas para identificar as melhorias do sistema, podendo propor inclusive modificações nessa filosofia. As auditorias também podem identificar a necessidade de aumentar a disciplina da organização para que a filosofia de alarme seja seguida.

Pontos do Ciclo de Vida do Processo de Gestão de Alarmes

Dependendo da abordagem escolhida, existem três pontos de entrada para o gerenciamento de alarmes utilizando o ciclo de vida, a partir deles é que podemos iniciar o processo de gestão, são eles:

a) Filosofia de alarme

Esse é o primeiro ponto de entrada no ciclo de vida, principalmente para as novas instalações.

b) Monitoramento do desempenho

Como segundo ponto de entrada, temos o monitoramento do desempenho de um sistema de alarme existente. Problemas nos alarmes podem ser identificados e tratados por meio da manutenção ou gestão da mudança. Os dados do monitoramento podem ser utilizados em uma avaliação da eficiência.

c) Auditoria

Começar pela auditoria de todos os aspectos do sistema de alarme que será saneado também é uma possibilidade, através de um conjunto de práticas documentadas, tais como os enumerados na norma ISA, os resultados da auditoria inicial podem ser utilizados no desenvolvimento de uma nova filosofia.

O processo que será abordado no estudo de caso utilizou a auditoria como passo inicial.

Esses pontos de entrada são representados por caixas arredondadas no fluxograma exposto na Figura 2.3. Como esses pontos do ciclo de vida são apenas o passo inicial na gestão de um sistema de alarme, é importante ressaltar que todas as etapas do ciclo de vida são necessárias para um sistema completo de gerenciamento de alarmes.

Capítulo 3

Gestão de Alarmes em Plataformas

3 Gestão de Alarmes em Plataformas

Neste capítulo, serão apresentados os diversos tipos de unidades marítimas de produção de hidrocarbonetos, fazendo-se uma diferenciação entre os diversos modelos utilizados pela indústria. Porém, um ponto de congruência será ressaltado: o grande problema na quantidade de alarmes. Esse cenário é delineado de modo a introduzir na segunda parte do capítulo a metodologia para gestão de sistemas de alarmes que será adotada neste trabalho, detalhando-se o desenvolvimento de suas fases.

3.1 Plataformas Marítimas de Produção de Hidrocarbonetos

As unidades marítimas de produção se diferenciam, basicamente, pela localização da cabeça de produção¹ dos poços. As plataformas com cabeça de produção na superfície são as fixas, autoeleváveis e as submersíveis. Já as estruturas com cabeça de produção no fundo do mar são as unidades flutuantes como as S.S (semi-submersíveis) e os FPSO (*Floating Production Storage and offloading*). Vide Figura 3.1.

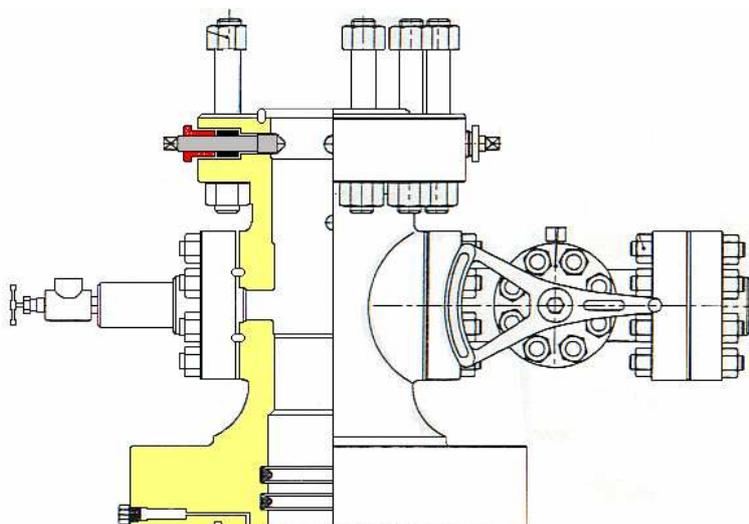


Figura 3-1 - Cabeça de produção biflangeada.

Fonte: Pereira (2006).

¹Cabeça de produção é o equipamento pertencente a poços de petróleo, sendo a estrutura posicionada para dar continuidade ao revestimento de produção e para alojar os suspensores que suportam a coluna de produção dos poços, conforme destaque em amarelo da Figura 3.1.

3.1.1 Plataformas Fixas

As plataformas fixas são instaladas no local de operação com estacas no fundo do mar. Elas foram as pioneiras na exploração marítima e têm limitação de lâmina d'água de 300 metros (THOMAS, 2001). Devido aos altos custos envolvidos no projeto de sua instalação, elas estão restritas à exploração de campos já conhecidos. Existem também as jaquetas (plataformas fixas de pequeno porte) e as *caisson's* (pequenas plataformas cuja estrutura se apoia basicamente no tubo condutor), sendo que ambas normalmente são automatizadas, desabitadas e controladas remotamente. As unidades de produção marítima do Rio Grande do Norte, em sua maioria, possuem essas características, inclusive a pioneira no estado é do tipo fixa, denominada PUB-01 (Plataforma de Ubarana 01). A Figura 3.2 apresenta uma foto aérea da uma plataforma marítima fixa.



Figura 3-2 - Plataforma fixa de Vermelho três, na bacia de Campos, RJ.

3.1.2 Plataformas Autoeleváveis

As plataformas autoeleváveis são formadas, basicamente, por uma balsa contemplada com estruturas de apoio retráteis (pernas), que podem ser acionadas hidráulica ou mecanicamente. Depois de assentada no solo marinho, se inicia a elevação da plataforma até uma altura segura e fora do alcance das ondas e variações de maré (THOMAS, 2001).

Essas plataformas foram desenvolvidas para operações de perfuração de poços em lâminas d'água de 5 a 130 metros, podendo se deslocar por propulsão própria ou ser transportada por rebocadores. A Figura 3.3 mostra uma foto aérea de uma plataforma marítima autoelevável.



Figura 3-3 - Plataforma autoelevatória P.5, balsa e BGL. litoral de Sergipe.

3.1.3 Plataformas Submersíveis

Essas plataformas são estruturas montadas sobre flutuadores que, após o deslocamento até o local desejado, normalmente locações em águas tranquilas e com pequenas lâminas d'água, os flutuadores são esvaziados e a plataforma é assentada onde irá ficar permanentemente (THOMAS, 2001). Atualmente, existem três plataformas de concreto no litoral no RN com essa característica. A Figura 3.4 mostra uma foto aérea de uma plataforma submersível.



Figura 3-4 - Plataforma de concreto de Agulha dois, na bacia potiguar.

3.1.4 Plataformas Semissubmersíveis

As plataformas semissubmersíveis são grandes estruturas apoiadas em flutuadores verticais usadas em exploração e produção de águas profundas, conhecidas como “SS”. Esse tipo de plataforma é ancorada através de cabos presos ao fundo do mar, mas isso não impede totalmente a sua mobilidade, estando ela sujeita as variações de maré e movimentações de correntezas e ondas, dentro de um círculo com um determinado raio de tolerância de acordo com as limitações dos equipamentos de subsuperfície (THOMAS,2001). A Figura 3.5 ilustra uma plataforma deste tipo.



Figura 3-5 - Plataforma semissubmersível P-52.

3.1.5 FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*)

FPSO é uma unidade contemplada com diversos sistemas. São montados em módulos sobre o convés do navio equipamentos e instrumentos necessários para produzir, separar, armazenar e transferir a produção de hidrocarbonetos de campos de águas profundas, podendo possuir ancoragem ou posicionamento dinâmico (THOMAS,2001). A plataforma da Petrobras P-50 (Petrobras 50), responsável pelo incremento de produção que possibilitou a autossuficiência do Brasil em petróleo, é desse tipo (Vide foto aérea na Figura 3.6).



Figura 3-6 - Navio de produção (FPSO) – Plataforma P.50.

3.2 Metodologia de Gestão de Sistemas de Alarmes

As unidades marítimas de produção de hidrocarbonetos, apesar de suas diferenças físicas, possuem uma particularidade em comum: todas têm seus processos produtivos e de facilidades de produção automatizados.

A metodologia para uma boa configuração de um sistema de alarme que será exposta nesse estudo passa por uma série de passos e têm a finalidade de padronizar essa tarefa tornando-a organizada e eficaz.

Primeiramente, tendo como entrada a auditoria no ciclo de vida de alarme da norma ISA é verificado que as definições de filosofia não são bem fundamentadas, tanto em sistema operacionais como nos novos sistemas. Para corrigir esse problema, definimos e especificamos a filosofia que será adotada. Na Figura 3.7, podemos visualizar a proposta de uma filosofia que será utilizada no estudo de caso, na qual, destacadas em vermelho, estão explicitadas as etapas que serão seguidas.

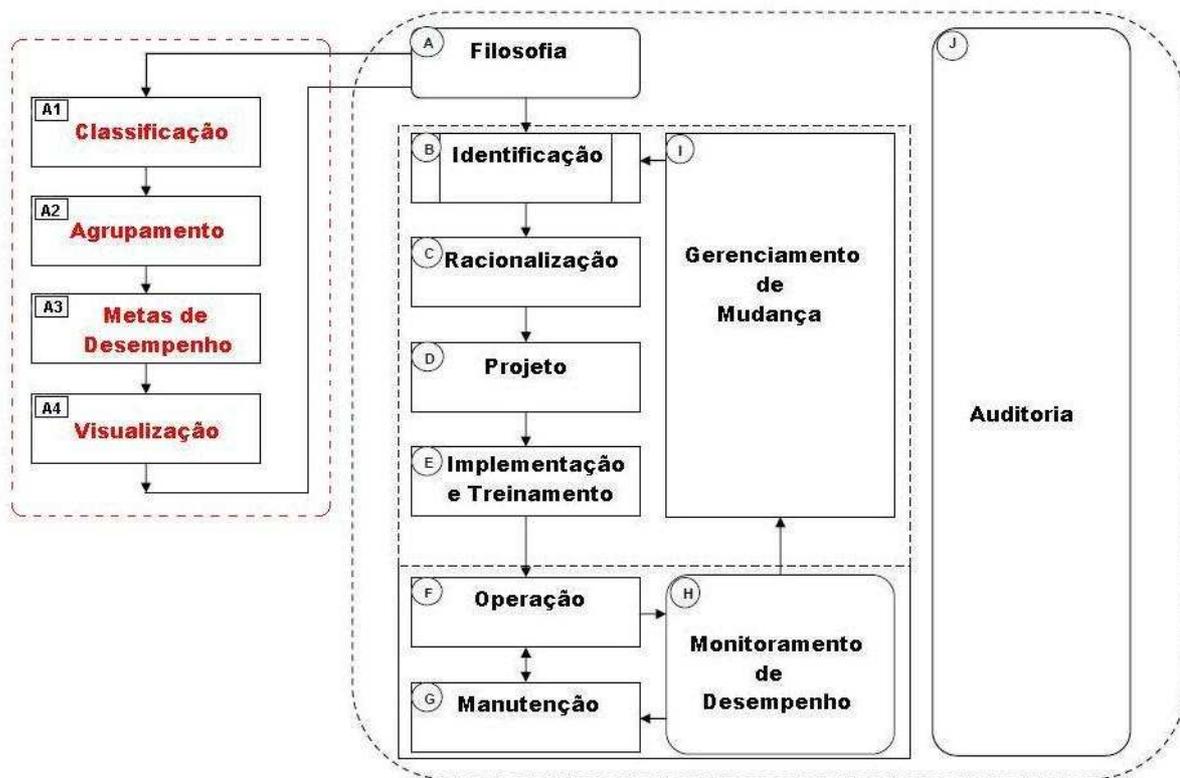


Figura 3-7 - Definição das etapas da Filosofia de alarme.

3.2.1 Classificação

Primeiramente, são identificados dentro do Supervisório os sistemas que apresentam maior número de *bad actors* (definição da Norma EEMUA 191 para os alarmes que atuam mais frequentemente). Como um mesmo módulo de Supervisão e Controle é capaz de supervisionar e operar vários sistemas e subsistemas, a identificação dos que possuem uma maior quantidade de *bad actors* identifica uma evidente má configuração dos alarmes daquele sistema, por isso deve-se iniciar a gestão seguindo este princípio.

Uma vez identificados os bad-actors, com a análise dos alarmes mais frequentes, é importante realizar uma análise mais detalhada em cada alarme a fim de identificar o que ocasionou sua entrada na lista de bad-actors . A análise do alarme no tempo é um bom começo. Ela deve ser capaz de mostrar a distribuição do alarme no período, facilitando o entendimento se as ocorrências daquele alarme foram concentradas em um determinado instante ou distribuídas durante todo o período. Alarmes que possuem suas ocorrências distribuídas durante todo o período são fortes candidatos a alarmes intermitentes, e normalmente precisam de ajustes em suas configurações. (LEITÃO², 2008).

A análise do sistema crônico deve ser feita por uma equipe multidisciplinar, na qual cada membro possa contribuir amplamente. Entretanto, os responsáveis pela operação da planta devem ter conhecimento notório da mesma, para que o julgamento da criticidade de cada alarme seja bem avaliado. Utilizando critérios de severidade e tempo de resposta, através de uma equação simples, a criticidade pode ser definida como:

$$\text{Criticidade} = \text{severidade} \times \text{tempo de resposta (1)}$$

Por meio dessa apreciação, será realizada a etapa de classificação, na qual se terá um diagnóstico para identificar se realmente aquele ponto deveria ser um alarme. Se positivo, é definida a classificação da criticidade, que também é conhecida como prioridade.

Devem ser atribuídas notas de 0 a 3 para os requisitos “tempo de resposta” ao alarme, que é o tempo entre a anúncio do alarme e o instante em que o Técnico de Operação inicia as ações corretivas em resposta ao mesmo (SAITO; COSTA, 2008) e “severidade” das consequências da não tomada de ação pelo Técnico de Operação poderiam causar. O produto desses dois atributos do alarme é a criticidade.

As notas de severidade e tempo de resposta que o grupo atribui para cada alarme seguem as recomendações de uma especificação técnica interna da Petrobras, que estão reproduzidas nas Tabelas 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 - Severidade Segundo Especificação Técnica Petrobras.

Fonte: Lucena, Guedes, Lima (2010).

0	- sem danos a equipamentos ou perda ou parada de produção	comercial
	- Sem danos aos trabalhadores ou populações vizinhas	segurança
	- sem nenhum derrame de óleo ou contaminantes	Meio-ambiente
1	- Danos insignificantes à instalação ou equipamentos	comercial
	- parada de produção total ou parcial até 15 minutos	
	- lesões leves a pessoas	segurança
	Derrame de óleo ou contaminantes restrito à unidade	Meio-ambiente
2	- Danos leves aos equipamentos ou instalações (danos materiais reparáveis e de baixo custo)	comercial
	- parada de produção total ou parcial de 15 a 60 minutos	
	- lesão severa a pessoas	segurança
	- Danos ao ambiente devido ao vazamento de até 8 m ³ de petróleo diretamente para o mar	meio-ambiente
3	- Sérios danos aos equipamentos ou às instalações, levando a necessidade de parada da unidade.	comercial
	- parada de produção total ou parcial maior que 60 minutos	
	- Morte	segurança
	- Danos ao ambiente devido ao vazamento de mais de 8 m ³	meio-ambiente

Tabela 3.2 - Tempo de Resposta Segundo Especificação Técnica Interna Petrobras.

Fonte: Lucena, Guedes, Lima (2010).

TR	CRITÉRIO
0	não possui tempo de resposta
1 (LONGO)	maior que 15 minutos
2 (MÉDIO)	entre 5 e 15 minutos
3 (CURTO)	menor que 5 minutos

Para atribuir notas a cada alarme do supervisor, o grupo deve preencher uma tabela, como por exemplo, um arquivo do Excel conforme apresentado na Tabela 3.3. Nesse caso, as notas de cada alarme serão multiplicadas, o resultado automaticamente identificará se realmente aquele dado deveria ser configurado como alarme ou deveria ser apenas um evento. Se identificado como alarme, será, através de sua nota final, classificado em níveis de hierarquia.

Tabela 3.3 - Tabela de Análise para Classificação e Agrupamento.

TAG (ANTIGO)	TAG (PADRÃO)	DESCRIÇÃO (N)	GRUPO	SUB-GRUPO	SEVERIDADE	TEMPO DE RESPOSTA
BP_EAL101_CIO_R	CIO_EAL101_BYP_R	Bypass Tensão Baixa do Painel Solar	PCIO_01	FAC	0	0
BP_EAL101_CIO_W	CIO_EAL101_BYP_W	Bypass Tensão Baixa do Painel Solar	PCIO_01	FAC	0	0
BP_EAL102_CIO_R	CIO_EAL102_BYP_R	Bypass Tensão Baixa na Saída do Ctrl de Carga	PCIO_01	FAC	0	0
BP_EAL102_CIO_W	CIO_EAL102_BYP_W	Bypass Tensão Baixa na Saída do Ctrl de Carga	PCIO_01	FAC	0	0
BP_ESD_PUB03_R	CIO_ESD_U03_BYP_R	Bypass Emergência PUB-03 Fecha PCIO-01	PCIO_01	PROD	0	0
BP_ESD_PUB03_W	CIO_ESD_U03_BYP_W	Bypass Emergência PUB-03 Fecha PCIO-01	PCIO_01	PROD	0	0
BP_HS101_CIO_R	CIO_HS101_BYP_R	Bypass Botoeira Fecha SDV-01	PCIO_01	PROD	0	0
BP_HS101_CIO_W	CIO_HS101_BYP_W	Bypass Botoeira Fecha SDV-01	PCIO_01	PROD	0	0
BP_HS103A_CIO_R	CIO_HS103A_BYP_R	Bypass Botoeira ESD-03 A	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS103A_CIO_W	CIO_HS103A_BYP_W	Bypass Botoeira ESD-03 A	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS103B_CIO_R	CIO_HS103B_BYP_R	Bypass Botoeira ESD-03 B	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS103B_CIO_W	CIO_HS103B_BYP_W	Bypass Botoeira ESD-03 B	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS104A_CIO_R	CIO_HS104A_BYP_R	Bypass Botoeira ESD-04 A	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS104A_CIO_W	CIO_HS104A_BYP_W	Bypass Botoeira ESD-04 A	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS104B_CIO_R	CIO_HS104B_BYP_R	Bypass Botoeira ESD-04 B	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS104B_CIO_W	CIO_HS104B_BYP_W	Bypass Botoeira ESD-04 B	PCIO_01	ESD	0	0
BP_HS114_CIO_R	CIO_HS114_BYP_R	Bypass Reset Sensor Intruso	PCIO_01	FAC	0	0
BP_HS114_CIO_W	CIO_HS114_BYP_W	Bypass Reset Sensor Intruso	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAH101_CIO_R	CIO_LAH101_BYP_R	Bypass Nível Alto no Tanque de Despejo	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAH101_CIO_W	CIO_LAH101_BYP_W	Bypass Nível Alto no Tanque de Despejo	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAL101_CIO_R	CIO_LAL101_BYP_R	Bypass Nível Baixo no Tanque de Despejo	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAL101_CIO_W	CIO_LAL101_BYP_W	Bypass Nível Baixo no Tanque de Despejo	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAH102_CIO_R	CIO_LAH102_BYP_R	Bypass Nível Alto no Tq de Fluido Hidráulico	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAH102_CIO_W	CIO_LAH102_BYP_W	Bypass Nível Alto no Tq de Fluido Hidráulico	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAL102_CIO_R	CIO_LAL102_BYP_R	Bypass Nível Baixo no Tq de Fluido Hidráulico	PCIO_01	FAC	0	0
BP_LAL102_CIO_W	CIO_LAL102_BYP_W	Bypass Nível Baixo no Tq de Fluido Hidráulico	PCIO_01	FAC	0	0

A classificação dos alarmes obedecerá a seguinte regra de prioridade:

Alta - Nessa categoria foram incluídos aqueles alarmes associados a perturbações de elevada intensidade e que apresentam grande risco às instalações de criticidade de 6 e 9.

Média - Dentro dessa categoria foram enquadrados aqueles alarmes associados a perturbações de média intensidade, quando a criticidade for de 2 a 5.

Baixa - Nessa categoria foram enquadrados aqueles alarmes considerados como sendo de baixa prioridade, onde a criticidade for de 1 ou 2.

Evento – alarme que teve criticidade zero.

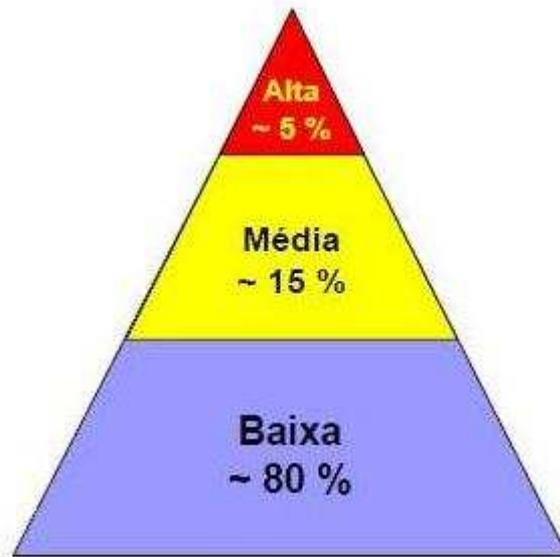


Figura 3-8 - Divisão das prioridades dos alarmes segundo norma EEMUA 191.

Fonte: Machado (2008)

Durante essa análise, é necessário avaliar a quantidade de alarmes de cada prioridade, visto que a norma EEMUA 191 especifica que não deve haver mais do que 5% de alarmes classificados como alto, conforme é visto na Figura 3.8.

3.2.2 Agrupamento

Simultaneamente à classificação, pode ser definido o agrupamento, onde são determinados a que grupo e a que subgrupo cada alarme pertence, seguindo critérios de afinidade dos sistemas. Essa tarefa tem duas finalidades básicas. A primeira é permitir a visualização e o reconhecimento dos alarmes através de filtros, onde será possível agrupar os alarmes em grande grupos como por exemplo: PROD (Produção) e FAC (Facilidades). A segunda é a definição do subgrupo que direciona o Técnico de Operação para a tela específica do sistema que está passando por problemas, através das pastilhas na “Tela Inicial” da plataforma, por exemplo um alarme PROD_GL (Grupo de Produção / Tela de Gás Lift).

No caso de um SSC que seja dedicado à operação de mais de uma plataforma, deve-se primeiro optar em agrupar os alarmes por plataforma, e só posteriormente definir os grupos

para filtros e subgrupos por telas. A Tabela 3.4 descreve a estratégia de agrupamento utilizada nesta dissertação.

Tabela 3.4 - Grupos e subgrupos de alarmes.

GRUPO	EXEMPLO DE SUBGRUPO
PROD – Alarmes de produção;	Poços de Produção Separador de Produção Separador de Teste Manifold de Gás Lift
FAC – Alarmes de facilidades elétricas e não-elétricas;	Sistema de Ar Comprimido Sistema de Geração de Energia Sistema de Água Potável Sistema de Diesel
SEG – Alarmes de Segurança;	Detectores de Fogo Detectores de Gás Tela de ESD Tela Detecção de Trip
EMED– Alarmes das Estações de Medição;	

3.2.3 Metas de Desempenho

Para a definição do nível de desempenho de um Sistema de Alarme é necessário adotar algumas metas para os indicadores de desempenho e isso também é explicitado na filosofia. Essa checagem é feita através do monitoramento dos resultados, realizado através da medição do desempenho atual e sua comparação ao anterior, à execução do plano de ação. São definidos os KPI's (*Key Process Indicators*) que serão os indicadores para esse acompanhamento.

Nessa etapa, faz-se necessária a utilização de ferramentas de *software* para levantamento estatísticos das ocorrências dos alarmes. Para esse fim, no nosso estudo de caso foi utilizado o software BR-AlarmExpert (GRUPO SIGA, 2008). Essa opção foi baseada no fato da ferramenta atender a todos os requisitos necessários, além de ter sido desenvolvida pela UFRN em parceria com a Petrobras (Cenpes) e a ANP. Esse aplicativo permite quantificar o número de alarmes diários que foram acionados numa determinada área, bem

como acompanhar o histórico das alterações realizadas nos alarmes, como mudança de ponto de operação, nomenclatura e descrição, além de diversas outras funcionalidades avançadas que auxiliam em todos processo de gestão de alarmes.

Os capítulos quatro e cinco da norma EEMUA 191 destacam a necessidade de medidas de desempenho e programas de melhoramento, relata que existem inúmeras métricas de desempenho, como por exemplo:

- anotações do Operador;
- percepção de usabilidade;
- registros de incidentes;
- número de alarmes;
- taxa média de ocorrência de alarmes;
- frequência de incidência de alarmes;
- número de alarmes após mudança de estado da planta;
- número de alarmes ativos;
- distribuição de prioridades;
- tempo de resposta do Operador;
- correlação, etc.

A taxa média de ocorrência de alarmes foi definida como KPI, ela têm a pretensão de indicar a eficácia das ações tomadas, ou não. O indicador foi agrupado em duas situações, a primeira onde são analisadas apenas as plataformas que passaram pelo processo de gestão de alarmes, na segunda essas plataformas são agrupadas com as demais unidades. Foram estabelecidas metas para esses indicadores:

- Taxa média de ocorrências nas plataformas que passaram pelo processo de gestão de alarmes (Máximo de 10 por hora).
- Taxa média de ocorrências de todas as plataformas (Máximo de 20 por hora).

No caso de ocorrência acima desses limites é recomendado um novo trabalho de análise com o intuito de diminuir o número de alarmes, ou o aumento da quantidade de Técnicos de Operação na sala de controle para que possam ser tratados todos os alarmes.

3.2.4 Visualização

Como a ISA S18.2 afirma, “a apresentação das indicações dos alarmes na IHM também é definida na filosofia de alarme, essa visualização deve ser coerente com a concepção geral da IHM”. O sistema deve anunciar a ocorrência de alarmes de três formas: por emissão de mensagens textuais, por alteração de cor de objetos de tela e por anúncio sonora.

Emissão de mensagens

As mensagens devem aparecer na tela do “Sumário” (alarmes ativos), iniciando pelos não reconhecidos e por ordem cronológica. Outras informações devem ser apresentadas na tela “Histórico” (ativação, desativação e reconhecimento dos alarmes e o registro dos eventos). Deve existir a possibilidade de filtragem ou ordenação por prioridade, estado, grupo e tipo de alarme. Os textos destas mensagens devem possuir, em função da prioridade do alarme, cores diferenciadas seguindo a Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Cor da mensagem de alarme por prioridade.

PRIORIDADE	COR DA MENSAGEM
Alta / Crítica	Vermelha
Média	Laranja
Baixa	Amarela
Evento	Branca

A descrição que aparece na mensagem dos alarmes e dos eventos também deve ser padronizada, facilitando o entendimento da informação. A Tabela 3.6 explicita o padrão do formato que será utilizado nesta metodologia.

Tabela 3.6 - Padronização do formato da mensagem dos alarmes e eventos.

TAG (SEGUINDO NORMA ISA 5.1)	OCORRÊNCIA / FUNÇÃO	LOCALIZAÇÃO (PREFERÊNCIA O NOME DA TELA)	SISTEMA / EQUIPAMENTO
PAL_151	PAL	Vaso Teste V150	EMED Gás
BYP_PALL_151	Bypass PALL	Vaso Teste V150	EMED Gás
OV0/OV1	Override	Vaso Teste V150	XY-215

Em relação à Tabela 3.6, é importante notar os seguintes aspectos:

1. Não é necessária a descrição completa do TAG no campo ocorrência/função, visto que o mesmo será apresentado na coluna TAG das telas de Sumário/Histórico.
2. A composição da descrição deve ser separada por um traço “-“:
Exemplo: PAL - Vaso Teste V150 - EMED Gás.
3. As preposições ou conjunções devem ser suprimidas devido à limitação ao número de caracteres, a não ser que dificulte o entendimento:
Exemplo1: Vaso de Teste = Vaso Teste.
Exemplo2: Descarga da Bomba de Água Industrial = Descarga Bomba Água Industrial.

Alteração de cor de objetos de tela

As alterações de cor devem estar presentes no mínimo nas telas “Tela Inicial” e “Tela Específica”. Definições e exemplos dessas telas são apresentadas a seguir.

Tela Inicial

A ocorrência de alarmes deve ser anunciada primeiramente na “Tela Inicial” da IHM, através da alteração da cor dos objetos retangulares, conforme é visualizado no exemplo da Figura 3.9. Os objetos retangulares, além da animação de cor, apresentam a função de paginação para a “Tela Específica”, onde esta ocorrendo a anormalidade, auxiliando a identificação do problema pelo Técnico de Operação.

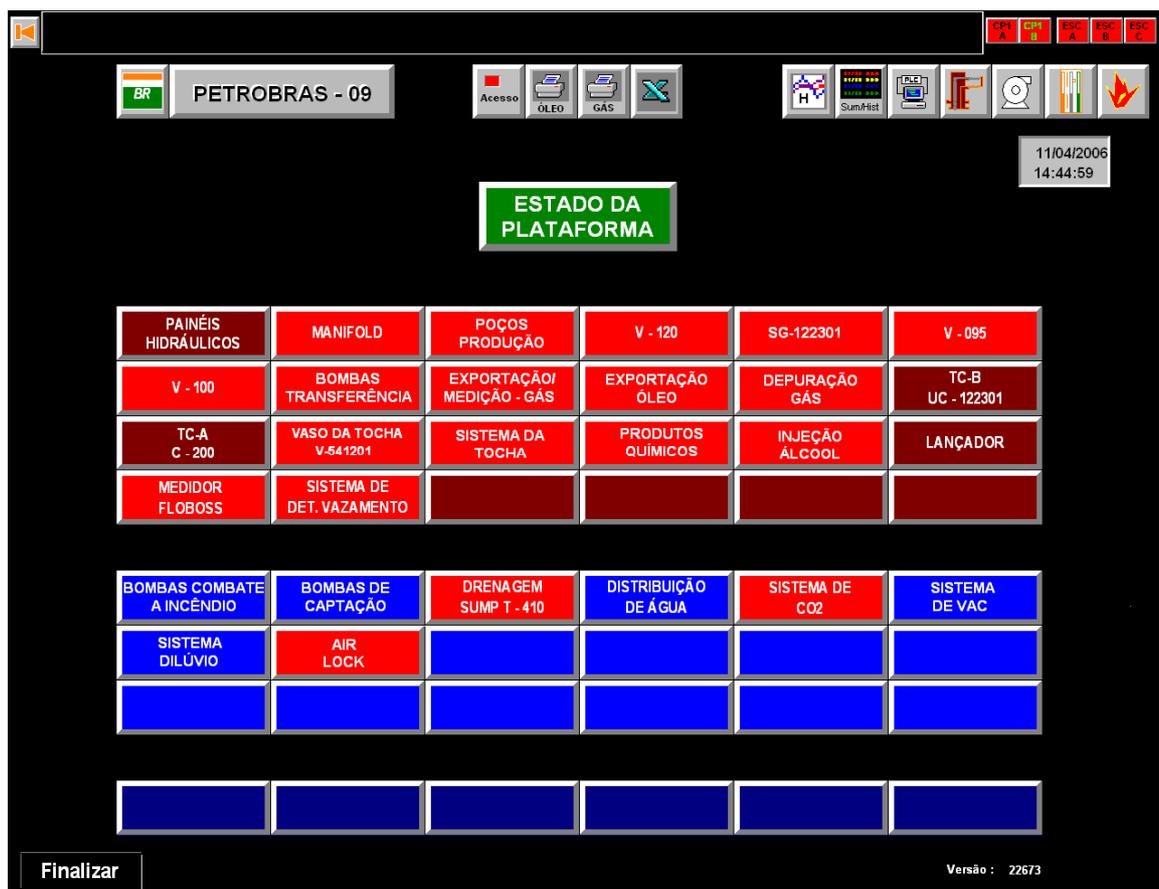


Figura 3-9 - Aspecto da Tela Inicial.

Fonte: Petrobras MA (2006).

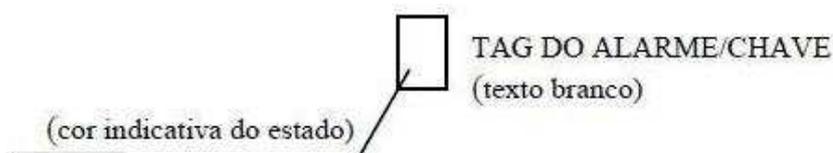
É possível observar na Figura 3.9 que existe também uma diferenciação por cor das pastilhas. São formatados grupos onde cada área de operação é indicada por uma cor diferente, conforme a Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Identificação da área de operação.

TELA ESPECÍFICA	COR DO OBJETO
Produção e Facilidades	Marrom
Elétrica	Cinza
Facilidades	Azul
Segurança	Verde

Tela Específica

A ocorrência de alarmes também deve ser anunciada através da alteração de cor dos objetos relacionados à ocorrência na tela específica. A indicação dos objetos que exibem a dinâmica de alarme será apresentada em especificação técnica apropriada. Além das situações específicas, a alteração de cor de objetos indicando a ocorrência de um alarme deve seguir o padrão da Figura 3.10, que exemplifica o objeto a ser utilizado na representação gráfica dos alarmes.



ESTADO	COR DO OBJETO
Normal	Verde
Alarme	Não reconhecido: vermelho piscante Reconhecido: vermelho fixo

Figura 3-10 Representação gráfica de alarmes nas telas específicas

Fonte: Petrobras ET (2005).

Nesse caso, é importante observar os seguintes aspectos:

1. Utilizar apenas verde/vermelho/vermelho piscante para animação dos objetos de tela. A utilização de cores para identificação de prioridades fica restrita às mensagens de alarmes.
2. Quando o dispositivo indicativo de alarme estiver em *bypass*, a cor do objeto deverá acompanhar o estado real da chave, sem indicação de cor piscante. Adicionalmente, se o dispositivo indicativo de alarme estiver em *bypass*, seu *tag* deverá ter a cor laranja.

Anúnciação sonora

A partir da prioridade do alarme (Alta, Média e Baixa) tem-se 3 anunciadores sonoros diferentes (buzinas com tons ajustáveis) de forma a garantir a rápida diferenciação do grau de importância do alarme. Na ocorrência de um alarme “crítico” uma buzina com o volume mais alto e diferenciado deve ser acionada.

Tela de Detecção de 1º Trip

A implantação de uma estratégia para a de Detecção de 1º *trip* também é definida na filosofia visto sua importância no futuro tanto para a operação como para a manutenção. Ela tem a finalidade de determinar qual o alarme foi o inicializador de *shutt-down* do sistema. O fato é que, quando o primeiro alarme atua ele é gravado em um *buffer* (área de memória), depois de gravado, este mesmo endereço bloqueia os demais alarmes de atuarem os seus respectivos *bits* no *buffer*. A lógica funciona como uma porta AND, com o sinal do primeiro alarme em paralelo com os sinais negados dos demais alarmes, o resultado sempre é o próprio alarme. Essa informação é apresentada numa tela específica do SSC que é dividida pelos equipamentos/sistemas e seus níveis de atuação do SIS (Sistema de Intertravamento de Segurança). Uma estratégia simples mais bastante eficiente. É possível visualizar um exemplo da tela de detecção de *trip* na Figura 3.11.

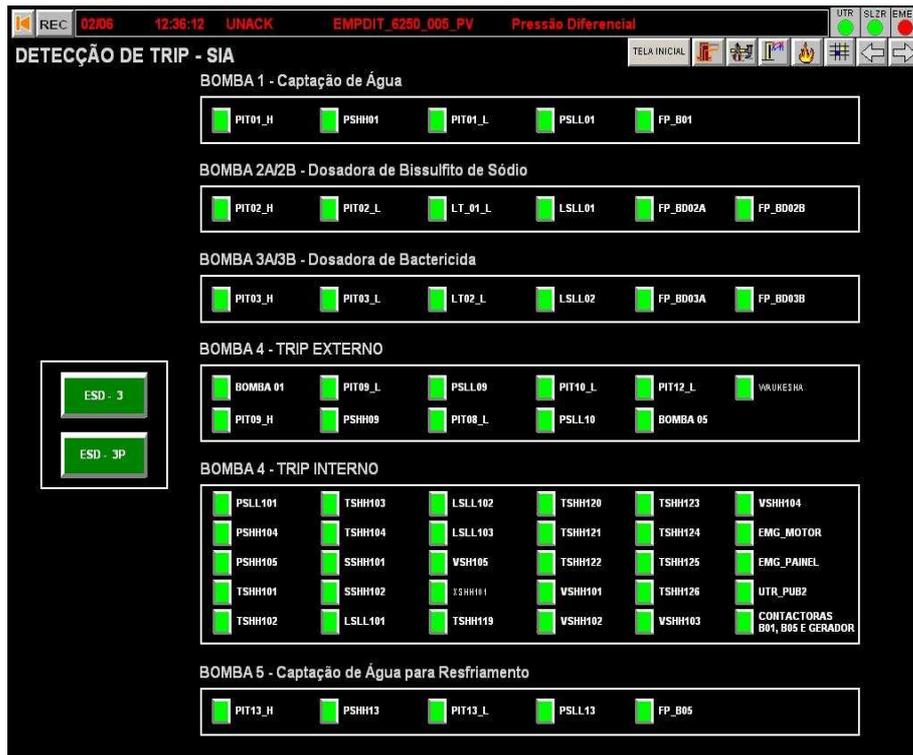


Figura 3-11 - Tela de detecção de 1º *trip* do sistema de injeção de água S.I.A.

Fonte: Lucena, Guedes, Lima (2010).

Para o desenvolvimento dessa tela também são muito importantes as análises das interações entre equipamentos dos mesmo sistema e entre os diversos sistemas da unidade.

Por exemplo, temos a parada de uma bomba por pressão muito baixa na descarga, que iremos chamar de B-01, ocorre que essa dita bomba trabalha como *booster* (fornece uma pressão inicial na sucção de outra bomba para que a mesma possa incrementar ainda mais a pressão de descarga) essa segunda bomba iremos denominada B-02. Analisando essa interação é fato que quando B-01 parar, por conseqüência, B-02 também irá parar, devido a pressão muito baixa na sucção. Porém, se essa interação não for analisada durante o desenvolvimento da tela de detecção de trip, pode ocorrer de ambas as bombas acusarem que o motivo da parada foi pressão muito baixa. Logo, além dos instrumentos que são responsáveis pela proteção do equipamento (neste caso pressão muito baixa) também é necessário colocar como inicializador da parada da B-02 a parada da B-01.

Capítulo 4

Estudo de Caso

4 Estudo de Caso

Este capítulo tem como objetivo apresentar o cenário do estudo, ou seja, onde está inserido o problema que será resolvido e quais fatores que contribuíram para a causa e agravamento desse quadro. Será, então, revelado como a definição de uma metodologia e a sua aplicação pode obter resultados significativos. Serão focados os resultados pois são eles que comprovam a eficácia do processo.

4.1 Cenário do Estudo

Aqui serão apresentados o cenário de aplicação do estudo de caso real para propósito de validação da metodologia apresentada no capítulo anterior, em conjunto com alguns resultados preliminares.

As plataformas da Petrobras no Rio Grande no Norte utilizam Estações de Supervisão e Controle (ESC) numa arquitetura de comunicação SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Cada unidade é controlada por um CLP, denominado de Unidade Terminal Remota (UTR). Esses se comunicam via VHF com um CLP central, a Unidade Terminal Central (UTC), que por sua vez comunica-se com o SSC via rede industrial no padrão DH+ *Rockwell Automation*. A CCI (Casa de Controle Integrada) onde está todo o sistema de supervisão e controle está localizada na PUB-02 (Plataforma de Ubarana 02).

O *InTouch*TM é o sistema supervisório utilizado no SSC de PUB-02, é um componente do *FactorySuite*TM da *Wonderware*. De acordo com o próprio fabricante este sistema é o líder mundial em IHMs e suas aplicações estão instaladas nos mais diferentes ramos da indústria (WONDERWARE, 2007), sendo muito utilizado na indústria de Petróleo e Gás. O *InTouch* é composto por dois programas básicos, o *WindowMaker* onde são desenvolvidas as aplicações com os sinópticos do processo, visualização de variáveis, botões de comandos e realizada toda a programação específica daquele sistema. E o *WindowViewe*, que possibilita a operação das aplicações desenvolvidas no *Maker*, é onde realmente a equipe de operação pode interagir com o processo. Uma descrição mais detalhada do funcionamento desses *softwares* foge do foco deste trabalho.

No início da década de 1990, as plataformas passaram por um processo de automação de suas facilidades de produção. Esse processo permitiu que todas elas fossem controladas

remotamente por uma sala de supervisão e controle, localizada na plataforma PUB-02. Uma das consequências negativas desse processo de centralização foi o aumento da ocorrência de alarmes durante a operação dessas plataformas.

Na Figura 4.1, pode-se visualizar algumas das unidades que são supervisionadas pela CCI de PUB-02. Através dela são supervisionadas e controladas 27 plataformas, mais de 196km de dutos e 139 poços operacionais. Tudo isso demonstra o universo de complexidade do cenário do estudo.

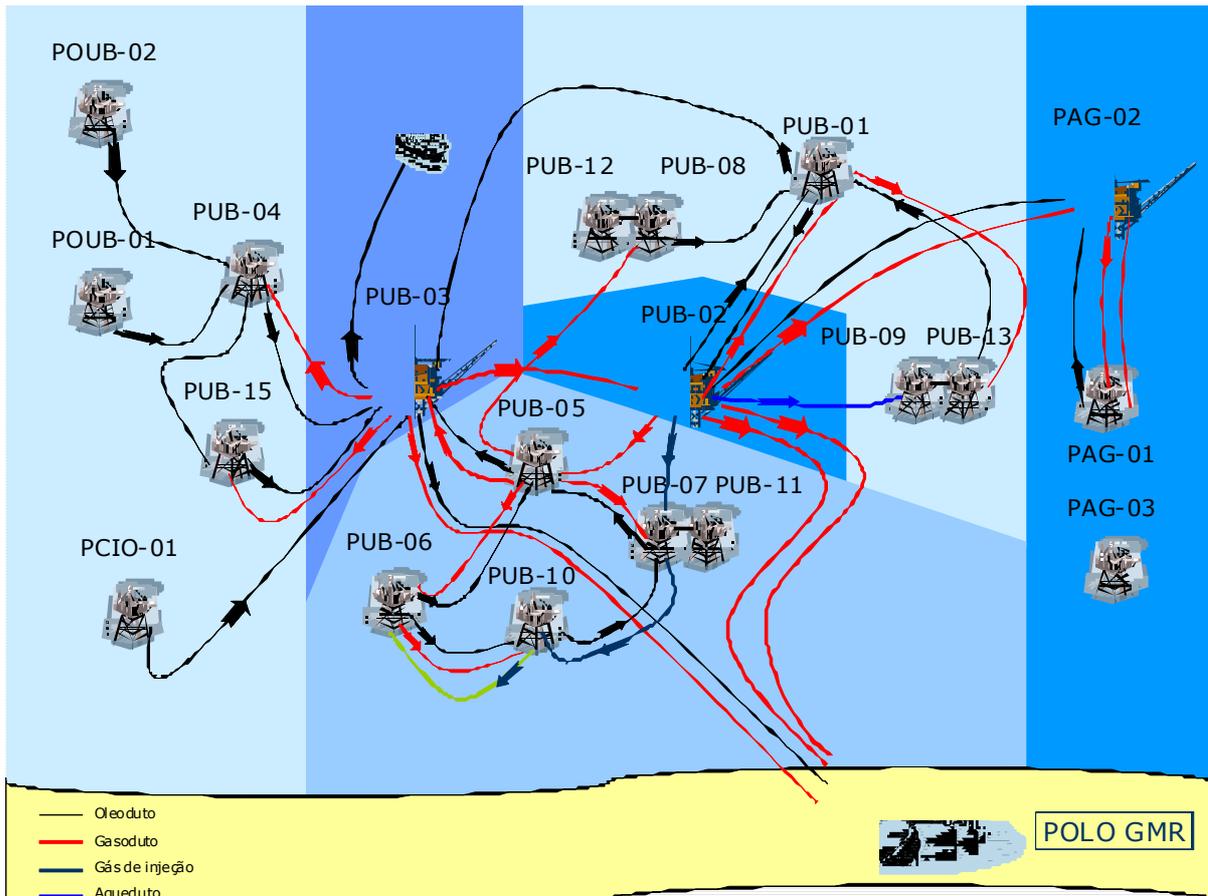


Figura 4-1 - Fluxograma do escoamento da produção das plataformas do RN.

Fonte: Petrobras (2010)

A quantidade diária de alarmes ativados tem sido um dos principais entraves para a melhoria da eficiência operacional das instalações, isto porque o número elevado de ocorrência de alarmes dificulta a rápida identificação de problemas operacionais, aumentando o tempo de resposta às anormalidades, e, conseqüentemente, aumentando as perdas de produção. Além disso, eleva o estresse da equipe responsável pela operação.

As primeiras análises realizadas apontaram como causa do problema a instabilidade do processo, porém após um estudo em conjunto com os Técnicos de Operação do SSC, percebeu-se que a maioria dos alarmes gerados não era consequência do processo de produção, mas sim de problemas na concepção do sistema de alarme.

4.2 Aplicação da Metodologia

Inicialmente, ocorreu a formação de um grupo de técnicos, o objetivo, realizar uma análise crítica dos alarmes e proporcionar um decréscimo no número atual de ocorrências.

Esse grupo foi composto por 01 engenheiro de petróleo, 01 engenheiro de automação, 01 técnico de operação, 01 técnico de automação e 01 técnico de instrumentação.

Terminadas as tarefas de classificação e agrupamento dos alarmes, foi iniciado o processo de implantação do novo sistema de alarmes no Supervisório. Para isso, foi necessário realizar alterações nas telas de alarmes do supervisório. No processo de alteração das telas, foi detectado que as telas existentes não possuíam padronização, e que os modelos existentes não atendiam às novas demandas. Todas as telas foram substituídas por novas, que além de seguirem a filosofia para apresentação dos alarmes, também satisfazem uma especificação interna da Petrobras (PETROBRAS, 2005) que padroniza todos os equipamentos, objetos, linhas, botões, layout e animação do SSC.

Para contornar o problema, foi proposto a filosofia definida no item 3.2.4 do Capítulo 3, sendo necessário alterar os aplicativos existentes.

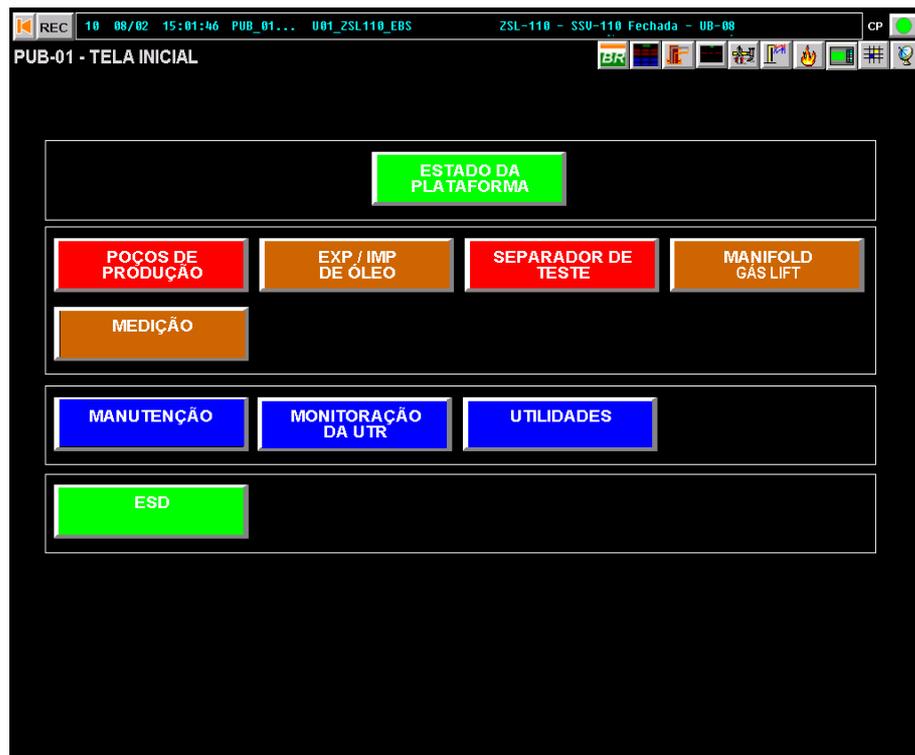


Figura 4-2 - Tela inicial de supervisão da PUB-01

Fonte: Petrobras (2010)

Através da Figura 4.2, que apresenta como exemplo a tela inicial de supervisão da PUB-01 após implantação das melhorias, podemos verificar que os alarmes estão distribuídos em subsistemas (grupos) que trabalham como uma espécie de índice, onde cada pastilha é um *link* para um determinado equipamento ou sistema.

A tela inicial é também onde ocorre o primeiro filtro para uma análise dos alarmes, pois se determinado subsistema possuir algum alarme, a pastilha se apresentará na cor vermelho piscante; após reconhecimento, vermelho fixo; e quando não houver mais alarmes ativos na respectiva tela, voltará à cor original. Essa é uma estratégia que facilita a identificação pelo técnico de operação de quais os sistemas estão apresentando algum tipo de problema.

Na Figura 4.3, temos o exemplo de uma tela específica, no caso a tela de supervisão e controle de um vaso separador vertical, em que os principais alarmes que podem atuar durante a sua operação estão representados através do objeto retangular com a animação descrita na filosofia apresentada no Capítulo 3.

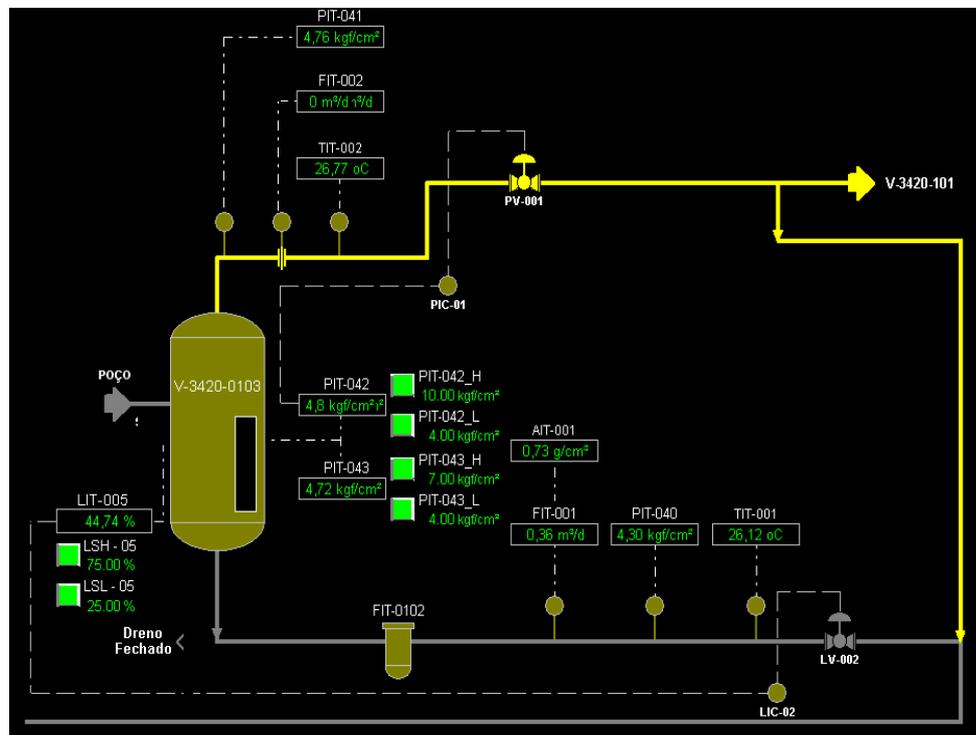


Figura 4-3 - Exemplo de tela específica de supervisão.

Fonte: Petrobras (2010)

No exemplo que temos na Figura 4.4 é possível visualizar o sumário com todos os alarmes ativos da unidade. Outra forma de visualização é através do histórico onde são apresentados todas as ocorrências da plataforma, isso inclui os eventos, as ativações, desativações e reconhecimento dos alarmes. Através dos botões de filtros, podem ser visualizados também o sumário ou histórico seguindo a subdivisão dos subgrupos, facilitando os diagnóstico das ocorrências.

GERENCIAMENTO DE ALARMES - PUB_01 ALARME GERAL

Prior	Data	Horário	Grupo	Tag	Descrição	Valor
30	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_UB07_AHRT_ALM	UB-07 - Poço Amortecido	Fora de ...
30	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_UB09_AHRT_ALM	UB-09 - Poço Amortecido	Fora de ...
30	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_UB08_AHRT_ALM	UB-08 - Poço Amortecido	Fora de ...
10	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_PSL122_EDS	PSL-122 - Pressão Baixa - Gás/Ar de Instrumentação	En Alarme
30	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_UB06_AHRT_ALM	UB-06 - Poço Amortecido	Fora de ...
10	05/10	09:46:26	PUB_01_PROD	U01_PALL147_EDS	PALL-147 - Pressão Muito Baixa - Recebedor de Óil...	En Alarme
1	05/10	09:46:26	Pub_01	U01_ET101	Tensão no Banco de baterias	0

FILTROS							PRIORIDADE	ATUALIZAÇÃO	PAGINAÇÃO
SUMÁRIO	SUM_BYB	SUM_OVR	SUM_ESD	SUM_PROD	SUM_FAC	SUM_MANUT	ALTA	CONGELA	INÍCIO
HISTÓRICO	HIST_BYB	HIST_OVR	HIST_ESD	HIST_PROD	HIST_FAC	HIST_MANUT	TODOS	AUTOMÁTICA	FIM

RECONHECER TODOS DA PLATAFORMA

VERSÃO: UBARANA-V44 /1087 OPERADOR: n2h Mon Oct 05 09:48:07 2009

Figura 4-4 - Exemplo de tela de gerenciamento de alarmes de uma plataforma.

Fonte: Petrobras (2010)

4.3 Resultados

Até a presente data, a metodologia foi implantada em quatro plataformas marítimas: Plataformas de Oeste de Ubarana 01 e 02 (POUB-01/02), Plataforma de Cioba 01 (PCIO-01), Plataforma de Ubarana 01 (PUB-01), localizadas nos campos de mesma denominação das unidades no município de Guamaré, Rio Grande do Norte.

Após a implantação da metodologia, verificou-se uma redução significativa no número de ocorrência de alarmes, o que comprovou a hipótese levantada no planejamento inicial, de que a grande maioria dos alarmes não deveria ser classificada com tal. Como podemos verificar na Figura 4.5, inicialmente havia 361 tags que geravam alarmes na PUB-01, após a implantação da metodologia esse número foi reduzido para 42 tags, que corresponde a uma diminuição de 88,3% do número de alarmes configurados. A diminuição do número de alarmes configurados levou à diminuição de ocorrência de alarmes, fato que pode ser comprovado pelo acompanhamento do número mensal de ocorrência de alarmes.

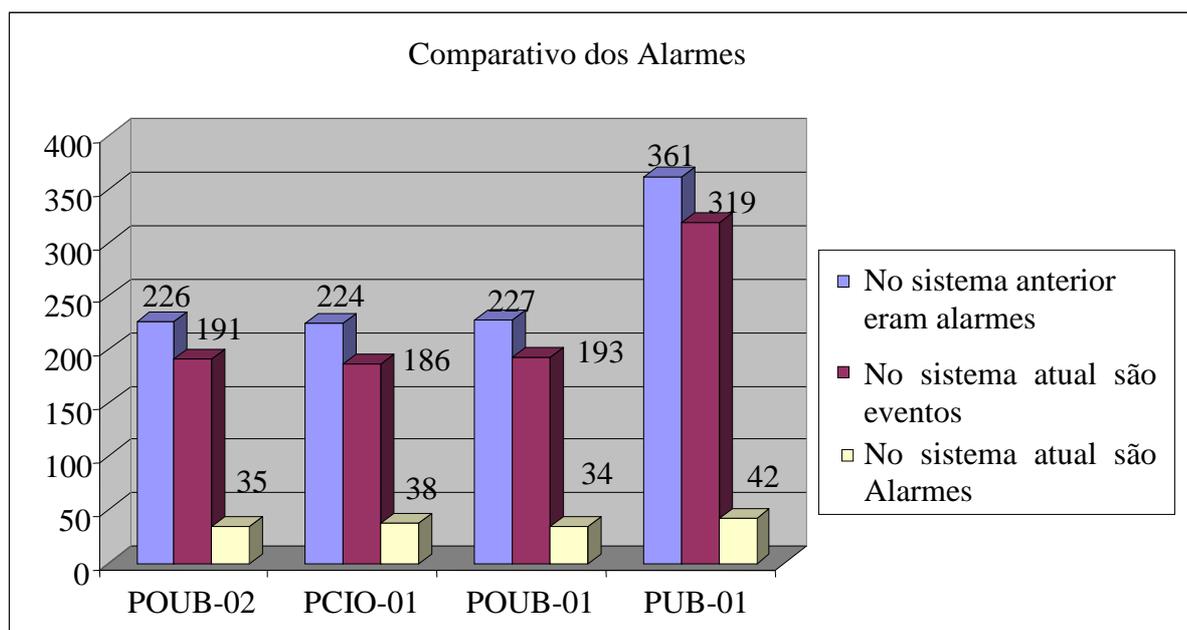


Figura 4-5 - Comparativo alarmes antes e após a implantação da metodologia proposta.

Fonte: Lucena, Guedes, Lima (2010).

4.3.1 Resultados na PUB-01

A diminuição significativa do número de ocorrência de alarmes é um dado que comprova a eficácia do sistema, pois o acompanhamento do número de alarmes mensais gerados na PUB-01 antes e depois de implantadas as melhorias nesta unidade é um fato relevante.

Na Figura 4.6 é apresentada a situação dos alarmes antes e depois da implantação da metodologia na PUB-01. Retirados os dados de novembro, mês da implantação do software BR-AlarmExpert, pode-se afirmar que a média mensal de ocorrência de alarmes na plataforma era de mais de 1000, e após a implantação da metodologia em fevereiro de 2009, esta média caiu para patamares de 150 alarmes ao mês. Assim, pode-se perceber que a redução na ocorrência do número de alarmes foi da ordem de 85%.

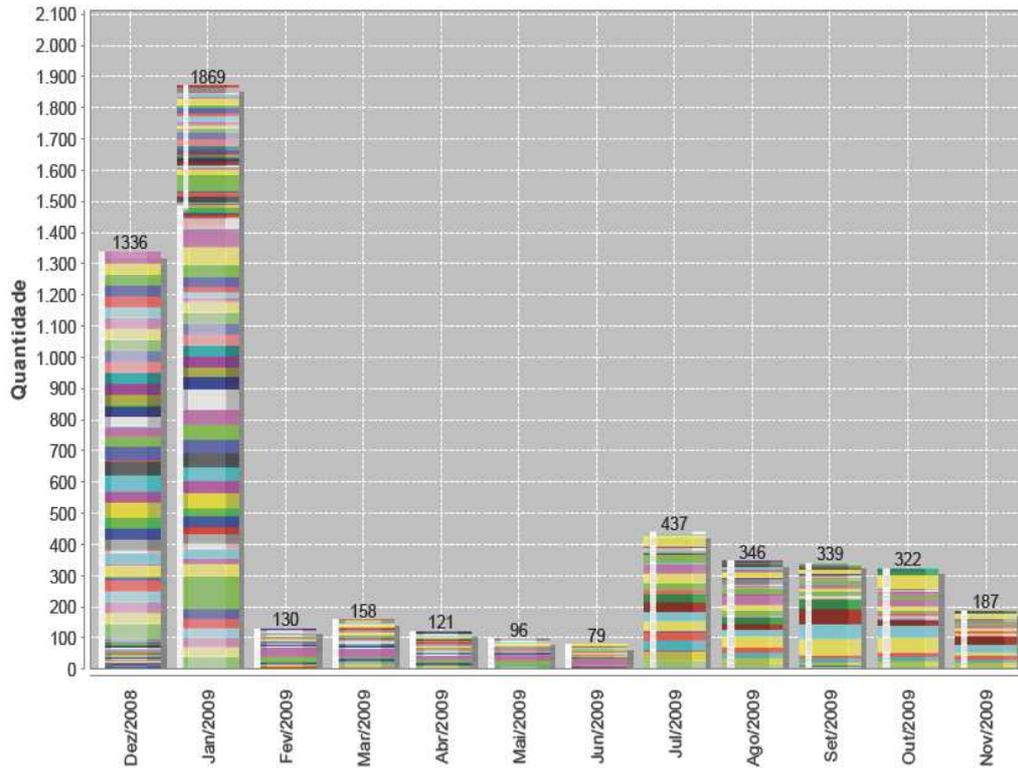


Figura 4-6 - Quantidade de ocorrência de alarmes mês a mês (PUB-01).

Fonte: Lucena, Guedes, Lima (2010).

Outro ponto interessante que foi possível detectar, é que nos meses de julho, agosto e setembro de 2009, ocorreu um aumento significativo de alarmes na PUB-01. Analisando-se esses meses com mais detalhes na Figura 4.6 percebe-se que o motivo para este aumento está associado aos alarmes gerados pelos poços UB-06 e UB-08 que se encontravam em intervenção nesse período. No caso, parte do sistema de automação continuou a alarmar, mesmo os poços fora de operação e em *by-pass* temporariamente, indicando que os *by-passes* não estavam funcionando corretamente. Com isto, foi possível proceder à modificação na configuração do sistema de supervisão de modo a evitar essa ocorrência inadequada.

4.3.2 Resultados das Análises dos *Bad Actors*

Outra questão positiva que a implantação da metodologia possibilitou foi a análise periódica dos principais alarmes do supervísório, isto é, os alarmes que mais são acionados (*bad-actors*). Um exemplo do impacto dessas ações foi a análise realizada em janeiro de 2009, que detectou problemas nos pontos de operação (*set-points*) dos PSL's (Chaves de Pressão Baixa) das linhas de surgências (duto por onde escoa a produção de um poço) de alguns poços do Campo de Pescada.

Na figura 4.7 o gráfico em barra representa a quantidade de cada alarme individualmente. Os gráficos em linha representam os acumulados percentuais, ou seja, a soma dos percentuais de cada alarme até o alarme em questão, a linha vermelha considera apenas os 20 TAG's apresentados, alinha azul avalia todos os alarmes. Através da linha azul podemos observar que os 20 alarmes mais freqüentes são responsáveis por uma grande parcela do total de ocorrências, este valor chega a aproximadamente de 80% reforçando a idéia de focar o trabalho de racionalização nestes alarmes.

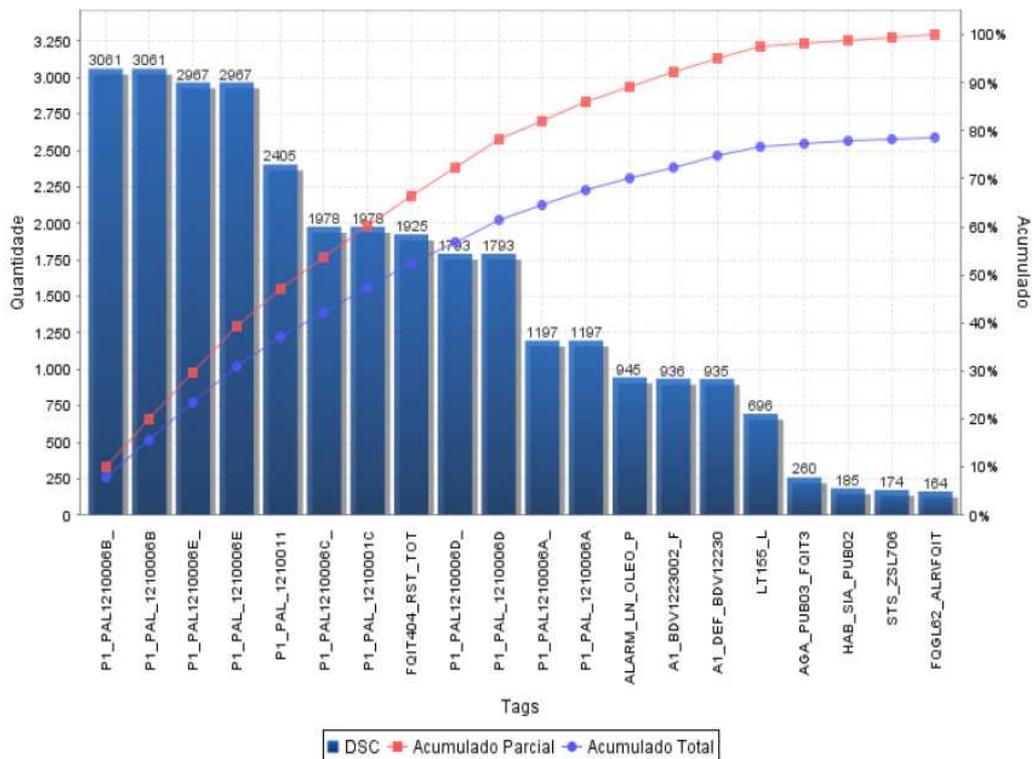


Figura 4-7 - Análise dos *bad-actores* no mês de janeiro de 2009, (Top 20)

Como podemos verificar na Figura 4.7 os principais *bad-actors*, além de apresentarem um comportamento de alarmes incômodos devido estarem com *set-points* mal ajustados, em sua maioria também estavam duplicados. Como exemplo, temos o alarme que mais atuou, 3.061 vezes, o P1_PAL1210006B, que estava sendo replicado com um TAG quase idêntico P1_PAL_1210006B.

Constatado o problema e identificado a causa, foram realizados os procedimentos de gestão de mudança e decidido pela alteração dos *set-points* desses PSL's, além da eliminação dos pontos duplicados no sistema. Após a modificação, a média mensal de ocorrência de alarmes, somados todos os alarmes de todas as unidades, também sofreu influência dessa alteração.

4.3.3 Resultados dos KPI's

A seguir serão apresentados resultados relacionados aos KPI's. Suas funções e suas metas foram definidas na filosofia do capítulo 3.2.3. Os indicadores de desempenho são hoje a melhor forma de se aferir os resultados alcançados. A definição para o indicador adotado é:

Taxa média de ocorrência de alarmes é a razão entre o número total de alarmes anunciados ao Operador e o total de períodos de tempo. O modelo matemático utilizado que determina nosso KPI é dado da seguinte forma:

$$\text{Taxa média de ocorrências (Alarme/Hora)} = \left\{ \frac{\text{Alarmes Totalizado no mês}}{\text{Numero de dias no mês}} / 24 \text{ horas} \right\} \quad (2)$$

1º KPI: Taxa média de ocorrências nas plataformas que passaram pelo processo de gestão de alarmes (Máximo de 10 por hora).

A análise deste KPI faz referência a situação específica das quatro plataformas que passaram pelo processo de melhoria no sistema de alarmes. A tendência na melhora desse indicador é bem observada na Figura 4.8. Observa-se que anteriormente à implantação da metodologia, esse indicador apresentava um comportamento muito próximo do limite especificado em norma, como é o caso do mês de dezembro de 2008, ou oscilando acima do limite, como no mês de janeiro de 2009. No início de fevereiro de 2009, foram realizadas

melhorias no SSC, contemplando a aplicação da filosofia proposta neste estudo, o que levou esse índice a patamares aceitáveis, com a média inferior a 2 alarmes por hora, representando uma queda aproximada de 80% em relação aos níveis apresentados antes do emprego da nossa metodologia.

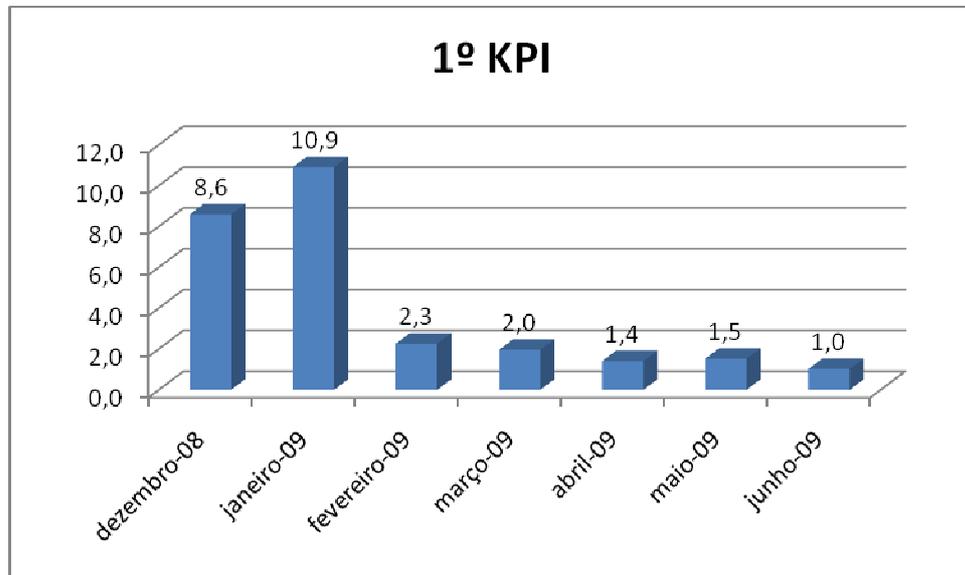


Figura 4-8 - Acompanhamento do 1º KPI (média de alarmes/hora).

2º KPI: Taxa média de ocorrências de todas as plataformas (Máximo de 20 por hora)

O segundo KPI faz uma análise não apenas das plataformas que passaram por melhorias. Esse indicador engloba todas as unidades que são controladas a partir da CCI de Pub-02. Essa análise é de suma importância, pois apresenta uma visão geral dos resultados, demonstrando que apesar das melhorias apresentadas ainda possui margem para ganhos.

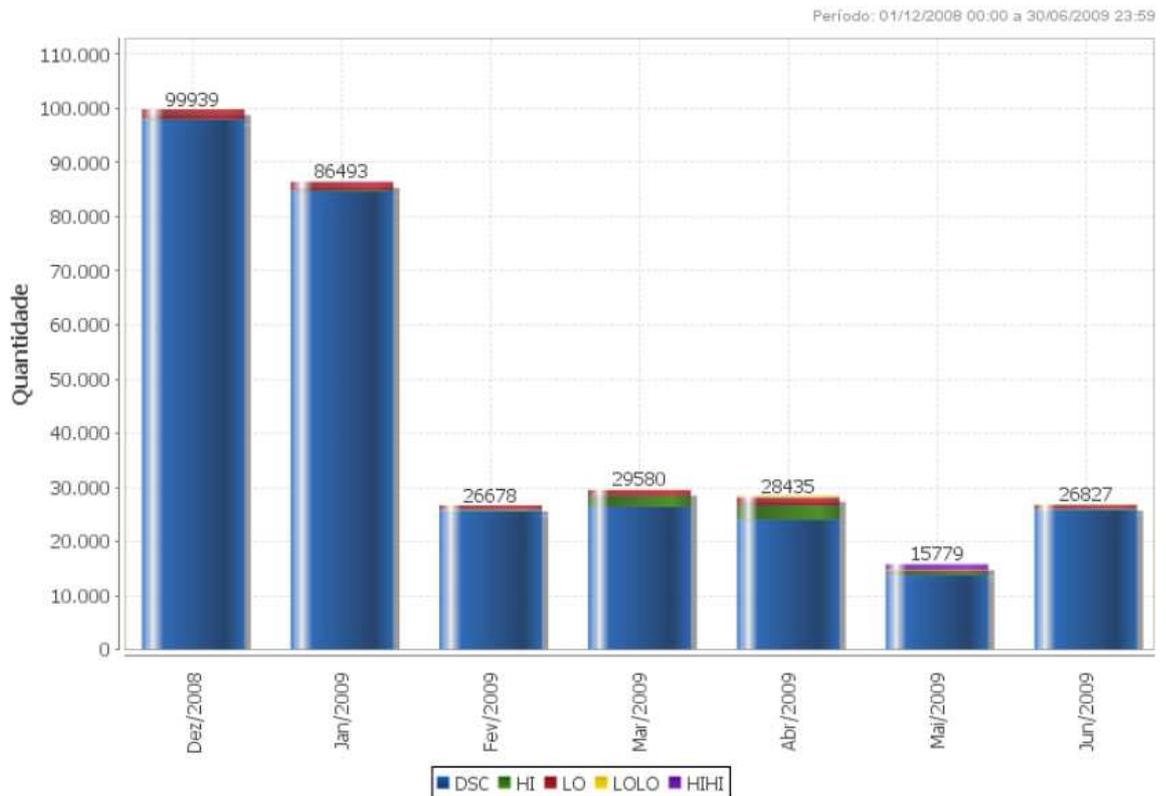


Figura 4-9 - Quantidades de ocorrência de alarmes mês a mês (todas as plataformas).

Analisando-se a Figura 4.9 é possível afirmar que houve melhoras significativas na quantidade de alarmes. No cenário anterior, tendo como parâmetro os meses de dezembro/2008 e janeiro/2009, temos uma média de 93.216 alarmes por mês, enquanto que na situação posterior ao emprego da metodologia (meses de fevereiro/março/abril/maio/junho de 2009), temos média de 25,660 alarmes por mês. Essa diminuição corresponde a uma queda de 72,5%.

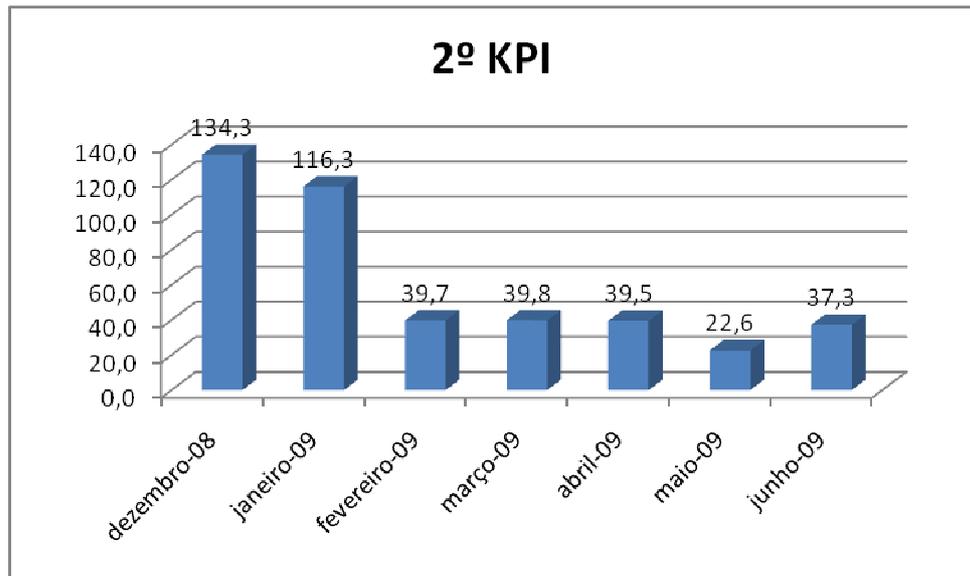


Figura 4-10 - Acompanhamento do 2º KPI (média de alarmes/hora).

A Figura 4.10 é resultado dos dados da Figura 4.10 após aplicada a formula (2) para chegarmos ao 2º KPI, logo, a grande diferença é que uma representa um contador e tem como período de tempo um mês, enquanto que a outra é uma reprodução das médias de atuação dos alarmes e tem como período uma hora, por tanto, temos as unidades (Alarmes/mês) e (média de alarmes/hora).

Apesar dos ganhos visíveis no número observado na Figura 4.10, quando analisamos os mesmos dados representados como KPI observa-se que a meta não foi atingida (20 alarmes por hora). Esse fato demonstra que existe a necessidade de continuidade e ampliação do projeto, essa comparação demonstra também que os bons resultados são muito animadores e podem ser ampliados.

Capítulo 5

Considerações Finais

5 Considerações Finais

Conforme demonstrado no capítulo anterior, após a implantação da metodologia proposta nesta dissertação, ocorreu uma redução significativa do número de alarmes do SSC estudado. Com isto, foi possível melhorar o gerenciamento dos alarmes das plataformas onde o sistema foi instalado.

A proposta de uma filosofia formal para o funcionamento dos sistemas de alarmes demonstrou ser parte fundamental nos processos automatizados da atualidade, não apenas com a finalidade de combater os problemas de grande quantidade de ocorrência de alarmes em operação normal da planta ou avalanches de alarmes durante eventos de emergência e distúrbios, mas como ferramenta de otimização da operação da produção de hidrocarbonetos, o que inclui ganhos na área econômica e sobretudo ambiental.

A melhora no gerenciamento dos alarmes permitiu uma melhor identificação das paradas de produção de poços e plataformas pelo Técnico de Operação do SSC, bem como está permitindo um diagnóstico mais rápido dos motivos desse fechamento, além de aumentar a credibilidade das informações fornecidas pelo sistema de alarme.

Outro ponto de melhora não mensurável foi a diminuição do estresse das equipes de operação, devido à redução dos números de ocorrência de alarmes. Baseado nesses fatos, é possível afirmar que a metodologia e a implantação da metodologia obtiveram os resultados esperados, uma vez que estão permitindo uma melhora na eficiência operacional, bem como melhorias ligadas à segurança da plataforma e à saúde ocupacional dos empregados.

É importante frisar que existe em desenvolvimento novas intervenções nas configurações do SSC estudado com a finalidade de ampliação e melhoria dos ganhos alcançados.

Após comprovada eficácia do estudo, a filosofia e os resultados foram utilizados como contribuição no desenvolvimento de uma Norma Técnica da Petrobras, que terá a finalidade de nortear a execução da tarefa de configuração de novos alarmes e manutenção dos existentes em todas as plantas da companhia.

Como sugestão de trabalhos futuros podemos citar a análise e comparação dos resultados encontrados nesse trabalho com implementações semelhantes na indústria, com a finalidade de minimizar ao máximo a taxa de ocorrências indevidas e a melhora na identificação da causa-raiz da anormalidade da planta.

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

BRASIL. Ministério de Minas e Energia & Empresa de Pesquisa Energética. Brasil Matriz Energética Nacional 2030. Brasília: MME : EPE, 2007.

CABEÇA de produção (verbeta). In: FERNÁNDEZ Y FERNÁNDEZ, Eloi; PEDROSA JUNIOR, Oswaldo A.; PINHO, António Correia de. **Dicionário do petróleo em língua portuguesa**: exploração e produção de petróleo e gás; uma colaboração Brasil, Portugal e Angola. Rio de Janeiro: Lexikon, 2009. p.68.

CHIESSE, Alcio Rodrigues, GONÇALVES, Pedro Benoni Santos, ARAÚJO, Paulo Bento de. Gerenciamento de Alarmes. In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE (12. : 2004, Rio de Janeiro). Trabalhos técnicos do... Rio de Janeiro: IBP, 2004. (IBP 5204).

ENGINEERING EQUIPMENT AND MATERIALS USERS ASSOCIATION. Alarm systems: a guide to design, management and procurement. London: EEMUA, 1999. Relatório Técnico, 191.

GRUPO SIGA. BR-AlarmExpert– Gerenciamento de Alarmes, Manual do Usuário. Versão: Esboço 2. [S.l.: s.n], 2008.

INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION. Management of Alarm Systems for the Process Industries Alarm Systems. North Carolina: ANSI/ISA, 2009. Norma, 18.2.

INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION. Instrumentation Symbols and Identification. North Carolina: ANSI/ISA, 1992. Norma, 5.1.

LEITÃO¹, Gustavo Bezerra Paz. Algoritmos para análise de alarmes em processos petroquímicos. Dissertação (Mestrado em Ciências e engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2008.

LEITÃO², Gustavo Bezerra Paz. Sistema para Gerenciamento de Alarmes em Processos Petroquímicos. In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE (14. : 2008, Rio de Janeiro). Trabalhos técnicos do... Rio de Janeiro: IBP, 2008. (IBP 1977)

LUCENA, André; GUEDES, Luiz Affonso; LIMA, Annibal et al. Gerenciamento de alarmes em plataformas marítima de produção de hidrocarbonetos: metodologia e estudo de caso. In: RIO OIL & GAS EXPO AND CONFERENCE (15. : 2010, Rio de Janeiro). Trabalhos técnicos do... Rio de Janeiro: IBP, 2010. (IBP 3159)

MACHADO, José Itamar. Mesa Redonda – Gerenciamento de Alarmes – Refino. In: CONGRESSO DE INSTRUMENTAÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO DA PETROBRAS (1. : 2008, Rio de Janeiro.)

PEREIRA, Mariana da Fonseca. Cálculo da Incerteza de Medição na Calibração de uma Balança de Pressão. Monografia (Departamento de Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2006.

PETROBRAS/E&P. Especificação Técnica ET-3500.00.5520-850-PCI-002: Funções do módulo de operação e supervisão da ECOS. [Rio de Janeiro]: PETROBRAS, 2005.

PETROBRAS/E&P/UN-BC. Especificação Técnica ET-3500.00-5520-860-PSE-001: Estratégia para gerenciamento de alarmes. [Rio de Janeiro] : PETROBRAS, 2006.

PETROBRAS/E&P/UN-BC/ST/AUT. Manual MA-3500.00-5520-860-PSE-002: Manual de configuração de alarmes para intouch. [Rio de Janeiro] : PETROBRAS, 2006.

PIRES, Paulo Sérgio Motta; OLIVEIRA, Luiz Affonso H. Guedes de; BARROS, Diogo Nascimento. Aspectos de segurança em sistemas SCADA: uma visão geral. Disponível em: <//users.dca.ufrn.br/artigos/2004/isa_scada_2004.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2009.

RIBEIRO, Marco Antonio. Automação Industrial. 4. Ed. Salvador: Tek Treinamento e Consultoria Ltda, 1999.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

THOMAS, Jose Eduardo. Fundamentos de Engenharia de Petróleo. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

WONDERWARE CORPORATION. Wonderware FactorySuite™ InTouch, User's Guide. Versão A. Dec. 1997.

Anexos

ANEXOS

ANEXO I – PÁGINAS DA ET-3000.00.5520-850-PCI-002C

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA Nº	ET-3000.00-5520-850-PCI-002	REV.:	C
			POL. Nº	5 de 56
TÍTULO: FUNÇÕES DO MÓDULO DE OPERAÇÃO E SUPERVISÃO DA ECOS				
<h3>1 INTRODUÇÃO</h3> <p>Esta especificação tem por finalidade estabelecer diretrizes para o projeto do Sistema de Operação e Supervisão, mediante a descrição de suas funções, que deverão ser seguidos na elaboração das Bases de Projetos ou qualquer outra fase posterior do projeto.</p>				
<h3>2 OBJETIVO</h3> <p>O objetivo deste sistema é permitir ao operador, a partir de uma estação de trabalho, executar a maioria das funções necessárias à operação e supervisão de um processo. Por tratar-se de uma ferramenta computacional gráfica, a estação de trabalho utilizada em sua implementação deve disponibilizar a interação com o usuário através de monitor de alta resolução, teclado e dispositivo de indicação (<i>mouse</i> ou <i>track-ball</i>).</p>				
<h3>3 FUNÇÕES</h3> <p>As funções mínimas implementadas no Sistema de Operação e Supervisão são listadas a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none">• Apresentação de valores de variáveis de processo em tempo real• Geração de gráficos de tendência de variáveis de processo• Anunciação de alarmes através de: emissão de mensagens, alteração de cor de objetos e/ou anunciação sonora;• Reconhecimento de alarmes;• Sinalização de estado operacional de equipamentos (ligado, desligado, falha e manutenção);• Acionamento e desligamento de equipamentos e detecção de falha (se aplicável);• Colocação de equipamentos na condição de falha e na condição de manutenção, se aplicável;• Atuação manual de ESD e Combate a Incêndio (válvulas de diâmetro inclusive);• Abertura e fechamento de Válvulas;• Abertura e fechamento de dispositivos Elétricos;• Alteração de parâmetros de operação: <i>bypass</i> de pontos de entrada, <i>override</i> de pontos de saída, parametrização de controladores e totalizadores.• Registro de eventos;• Registro histórico de variáveis de processo, de alarmes e de eventos;• Armazenamento, recuperação e alteração <i>on-line</i> de dados de equipamentos;• Recuperação e histórico dos horímetros de operação, falha e manutenção dos equipamentos;• Emissão de relatórios.				
<h3>4 TELAS</h3> <h4>4.1 Definições Gerais</h4>				
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-3811 - REV. F				

 PETROBRAS	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	ET-3000.00-5520-850-PCI-002	REV. C						
	TÍTULO:		FOLHA: 46 de 56						
FUNÇÕES DO MÓDULO DE OPERAÇÃO E SUPERVISÃO DA ECOS									
<p>A ocorrência de alarmes também deve ser anunciada através da alteração de cor dos objetos relacionados à ocorrência. A indicação dos objetos que exibem esta dinâmica de alarme está apresentada na descrição do conteúdo de cada tela ou janela. A menos de situações específicas, a alteração de cor de objetos indicando a ocorrência de um alarme deve seguir o seguinte padrão:</p> <p>A representação gráfica de alarmes é feita através do objeto abaixo:</p>									
									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ESTADO</th> <th>COR DO OBJETO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Normal</td> <td>Verde</td> </tr> <tr> <td>Alarme</td> <td>Não reconhecido: vermelho piscante Reconhecido: vermelho fixo</td> </tr> </tbody> </table>				ESTADO	COR DO OBJETO	Normal	Verde	Alarme	Não reconhecido: vermelho piscante Reconhecido: vermelho fixo
ESTADO	COR DO OBJETO								
Normal	Verde								
Alarme	Não reconhecido: vermelho piscante Reconhecido: vermelho fixo								
<p>Tabela 5.3 – Objeto de tela (alarme)</p>									
<p>Obs.:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utilizar apenas verde/vermelho/vermelho piscante para animação dos objetos de tela. A utilização de cores para identificação de prioridades fica restrita às mensagens de alarmes. Quando o dispositivo indicativo de alarme estiver em <i>bypass</i>, a cor do objeto deverá acompanhar o estado real da chave, sem indicação de cor piscante. Adicionalmente, se o dispositivo indicativo de alarme estiver em <i>bypass</i>, seu <i>tag</i> deverá ter a cor laranja. 									
<p>6.6.3 Anunciação sonora A partir dos Grupos PROD, FAC e EMB, tem-se 3 anunciadores sonoros diferentes (buzinas com tons ajustáveis) de forma a garantir rápida diferenciação da procedência do alarme. Na ocorrência de um alarme de Segurança (FeG), as três buzinas devem ser acionadas simultaneamente.</p>									
<p>6.7 Resumo de alarmes A ocorrência de alarmes em uma determinada tela pode também ser anunciada em outras telas na forma de resumo de alarmes. A lógica a ser aplicada deve ser a seguinte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se não houver alarmes ativos na tela correspondente, o resumo é apresentado na cor normal do objeto; Se houver pelo menos um alarme ativo e não reconhecido na tela correspondente, o resumo é apresentado na cor vermelho piscante; Se houver alarmes ativos porém reconhecidos na tela correspondente, o resumo é apresentado na cor vermelho fixo. <p>Esta dinâmica vale para os botões da Tela Inicial.</p> <p>Para indicadores de alarmes provenientes de Unidades Pacote.</p>									
<p>6.8 Alarmes de discrepância</p>									
<p>AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-3811 - REV. F</p>									

ANEXO II – PÁGINAS DO MA-3500.00.5520-860-PSE-002

	MANUAL	Nº MA-3500.00-5520-860-PSE-002	REV. 0
			FOLHA: 6 de 31
	TÍTULO MANUAL DE CONFIGURAÇÃO DE ALARMES PARA IN TOUCH		

2 ANUNCIAÇÃO DE ALARMES

Pela ESC existem diversas maneiras de chamar a atenção do operador para alguma anomalia na unidade e dizer que alguma ação necessita ser tomada.

Esse procedimento de precaução, anúncio de alarmes, pode ser notado das seguintes formas:

2.1 Tela Inicial

Tela apresentada após a inicialização do sistema. É uma tela do tipo índice, com funções de paginação e também de resumo de alarmes através da alteração de cores dos botões (pastilhas).



Fig.1: Tela Inicial

Seus Botões de paginação são objetos de tela que possuem configuração dinâmica de cores e estilo diretamente relacionados ao estado de alarme do grupo que o compõe, quando um ou mais alarmes dentro desse grupo atuar, a pastilha mudará de cor.

AS INFORMAÇÕES DESTA DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.
FORMULÁRIO PADRONIZADO PELA NORMA PETROBRAS N-301 V.11 F.1.