

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

JOSÉ LEANDRO DE LIMA

CONFIABILIDADE HUMANA
Gestão de Alarmes na Prevenção de Acidentes de Processo

São Leopoldo

2015

José Leandro de Lima

CONFIABILIDADE HUMANA:

Gerenciamento de Alarmes na Prevenção de Acidentes de Processo

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador(a): Prof(a). Clarissa Sossmeier da Silva

São Leopoldo

2015

**CONFIABILIDADE HUMANA –
Gerenciamento de Alarmes na Prevenção de Acidentes de Processo**

Aluno: José Leandro de Lima, Engenheiro Civil, Gerente de Segurança, Meio Ambiente e Saúde com experiência em produção e programação de operações unitárias em refinaria de petróleo.

joseleandrolima@petrobras.com.br*

Orientadora Clarissa Sossmeier da Silva Engenheira Química, com experiência em processos petroquímicos, gestão ambiental e coordenação de segurança de processo em indústria petroquímica.

clarissa.silva@braskem.com

CONFIABILIDADE HUMANA – Gerenciamento de Alarmes na Prevenção de Acidentes

RESUMO

Esse artigo aborda a prática de gerenciamento de alarmes, seus efeitos positivos na prevenção de acidentes de processo, bem como o papel decisivo da figura humana do operador de console (painel de controle) e sua importância para continuidade operacional, agregando segurança nas tomadas de decisão em situações rotineiras ou em emergências operacionais.

Descreve a evolução das tecnologias voltadas para a geração de alarmes, seus efeitos sobre o comportamento humano e suas influências na prevenção de acidentes industriais.

O gerenciamento de alarmes, implementado adequadamente vem de encontro com as expectativas de agregar maior confiabilidade humana nos processos industriais através de comandos e decisões organizadas e eficientes a partir da console de operação.

As metodologias aplicadas nesse artigo estão apresentadas nas formas de pesquisas bibliográficas, experiências vividas pelo autor e entrevistas com operadores de console.

Palavras-chave: Confiabilidade. Gestão. Prevenção. Segurança. Humano. Alarmes.

HUMAN RELIABILITY - Alarm Management in Process Incident Prevention

ABSTRACT

This article discusses the practice of alarm management, its positive effects on process safety incidents prevention, as well as the decisive role of the console operator and its importance to business continuity, adding security in decision-making in routine situations or operational emergencies.

It describes the evolution of technologies for the generation of alarms, their effects on human behavior and its influences on accident prevention.

The alarm management, implemented properly, is in line with expectations to add greater human reliability in industrial processes through commands and organized and efficient decisions from the operator console.

The methodologies used in this article are presented in the forms of literatures searches, experiences of the author and field interviews with console operators.

Keywords: Reliability. Management. Prevention. Safety. Human. Alarms.

1. INTRODUÇÃO

Nos processos químicos e petroquímicos, mesmo auxiliados por tecnologias voltadas para aumento da segurança, ainda se faz necessária à intervenção humana. É nesse contexto que a confiabilidade humana passa a ser requisito estratégico para consolidar segurança nas instalações industriais.

O objetivo desse artigo é evidenciar a importância do gerenciamento de alarmes como ferramenta estratégica para fortalecer a confiabilidade humana nas tomadas de decisões a partir de consoles de operação em processos industriais de médio e alto risco.

O gerenciamento de alarmes está diretamente ligado à capacidade de decisão do ser humano, no caso o operador de console em circunstâncias rotineiras e emergenciais.

Visando contribuir com subsídios para essa pesquisa, foram realizadas entrevistas com operadores de consoles de plantas industriais com sistema de gerenciamento de alarme em funcionamento. A tabulação das entrevistas evidenciou boa eficiência do gerenciamento de alarmes e identificou outras boas práticas complementares que contribuem para o aumento da confiabilidade humana.

2. CONCEITOS

2.1 Confiabilidade humana

Conforme PALLEROSI ⁽¹⁾, Confiabilidade Humana é a qualidade ou estado de quem se pode confiar. Probabilidade de que uma pessoa não falhe no cumprimento de uma tarefa (ação) requerida, quando exigida, em um determinado período de tempo, em condições ambientais apropriadas e com recursos disponíveis para executá-las.

Esse conceito de confiabilidade associado às pessoas vem atender à demanda das indústrias, que buscam a um complemento do conceito associado a equipamentos, tentando minimizar o efeito do erro humano na execução de suas atividades.

2.2 Erro Humano

ILDA ⁽²⁾ afirma que a existência do erro está associada ao estabelecimento prévio de padrões. O erro resulta da oscilação natural do comportamento humano, produzindo resultados fora dos limites esperados, influência positiva ou negativa na produtividade da organização. Entretanto, a responsabilidade pela implementação da estratégia concede à organização o ônus pela dissociação dos resultados daquilo que foi planejado.

2.3 Alarme

Um meio sonoro e / ou visível, indicando ao operador um mau funcionamento do equipamento, ou desvio do processo, ou condição anormal que requer uma resposta (ação) em um determinado tempo restrito.

2.4 Sistema de Alarme

A ANSI/ISA 18.2 ⁽³⁾ descreve que o sistema de alarme serve para notificar os operadores de condições do processo anormais ou mau funcionamento do equipamento. Ele pode incluir tanto o Sistema Básico de Controle do Processo (BPCS)

como o Sistema Instrumentado de Segurança (SIS). O sistema de alarme também inclui um registro de alarme e um mecanismo para comunicar as informações de alarme para o operador através de uma console (interface homem máquina), geralmente uma tela de computador ou um painel anunciador.

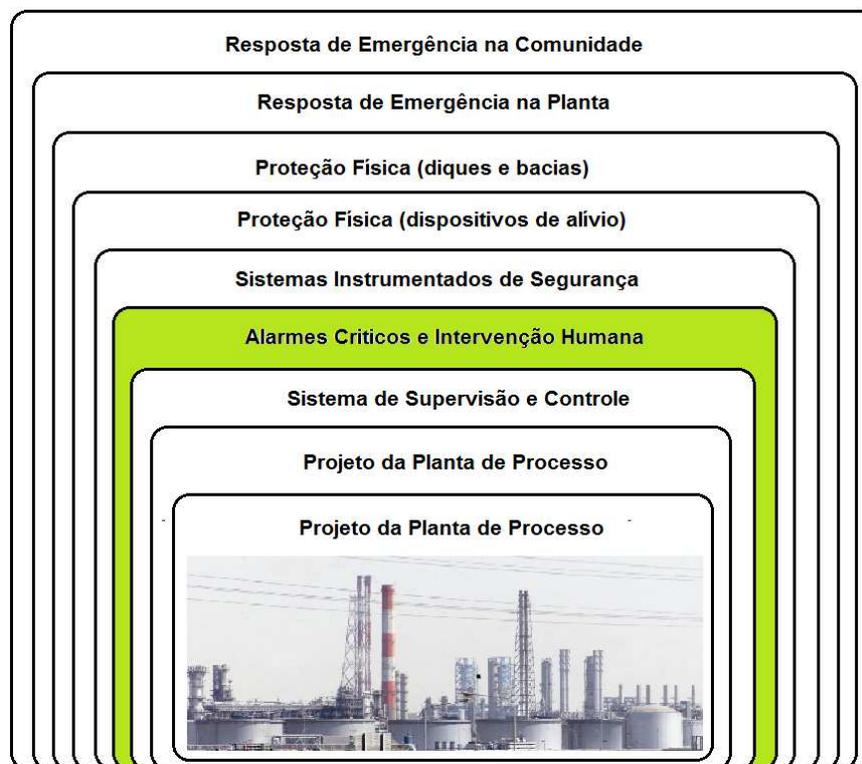
2.5 Gerenciamento de Alarmes

Processo e as práticas para conceber, projetar, documentar, operar, monitorar e manter um sistema de alarmes conforme preconiza a N-2900/PETROBRAS ⁽⁴⁾.

3. AS CIRCUNSTÂNCIAS

Na indústria de processamento de petróleo e geração de energia, os acidentes mais significativos, isto é, com potencial de perdas de vida, lesões permanentes, impactos ambientais e interrupção da capacidade de produção são chamados de acidentes de segurança de processo. Estes acidentes ocorrem normalmente devido falhas ou violações em uma ou mais camadas de proteção dos processos (figura 1).

Figura 1: Camadas de proteção para prevenção de acidentes de segurança de processo



Fonte: BOLLINGER ⁽⁵⁾

Dentre as camadas de proteção, vamos nos deter na camada referente a “Alarmes Críticos e Intervenção Humana”. Essa camada corresponde à decisão do ser humano em resposta ao aviso do alarme. E é nesse contexto que o alarme passa a ser o centro das decisões corretas ou equivocadas.

3.2 Evolução

No Brasil, até o final da década de 70 e início de 80, a grande maioria dos sistemas de controle das indústrias de processos de refino tinham como equipamentos primários, sistemas pneumáticos com restrições de informações e limitações para criar novas informações e novos alarmes. Cada planta possuía uma casa de controle onde alojava grandes painéis analógicos (Figura 2) e ali se concentravam as principais informações das variáveis mais importantes com recursos restritos.

Figura 2: Painel analógico com estrutura primária pneumática



Fonte: CONTROL ⁽⁶⁾

Com a entrada da era digital nas indústrias, as informações passaram a ser ilimitadas e a criação de alarmes também. Essa virada tecnológica proporcionou inúmeras informações numa rápida transformação. Os painéis gigantes foram desativados e os controles e monitoramentos passaram a ser centralizados em salas de controle climatizadas com monitores e telões, informando em tempo real todas as variáveis distribuídas por inúmeras telas (Figura 3).

Figura 3: Painel digital com estrutura primária eletrônica



Fonte: IOKOGAWA ⁽⁷⁾

3.3 O Crescimento das Quantidades de Alarmes

HOLLIFIELD-HABIBI ⁽⁸⁾ afirmava que as possibilidades de obter informações eram tantas que todos os anseios e desejos dos operadores eram realizados a partir de simples comandos de configuração.

Com isso, as informações tão restritas da era pneumática, que por muitas vezes eram citadas como causas de acidentes, passaram a ser disponibilizadas em larga escala.

Uma das consequências imediatas deste processo de automatização foi o elevado número de alarmes gerados.

Mas os anseios e os sonhos por maior segurança através da implementação de mais alarmes para cada nova variável gerada, rapidamente se transformou numa lista imensa de alarmes acionados ao mesmo tempo e sem distinção de criticidade, dificultando a tomada de decisão.

4. ALARMES COMO CONTRIBUINTES NA DEFICIÊNCIA DE FATORES HUMANOS

RASMUSSEN E ROUSE ⁽⁹⁾ concluíram que “Num processo com um grande número de malhas e alarmes não há nenhuma maneira em que o operador pode obter rapidamente uma decisão correta. Infelizmente uma proliferação de luzes vermelhas piscando irá confundir ao invés de ajudar.”.

Percebe-se que as quantidades de alarmes não significam mais “solução dos problemas” e sim, “geração de problemas”, pois essa quantidade de informações ultrapassa a capacidade de gerenciamento do ser humano e isso por muitas vezes faz com que o operador de console tome decisões equivocadas provocadas pelo excesso de informação.

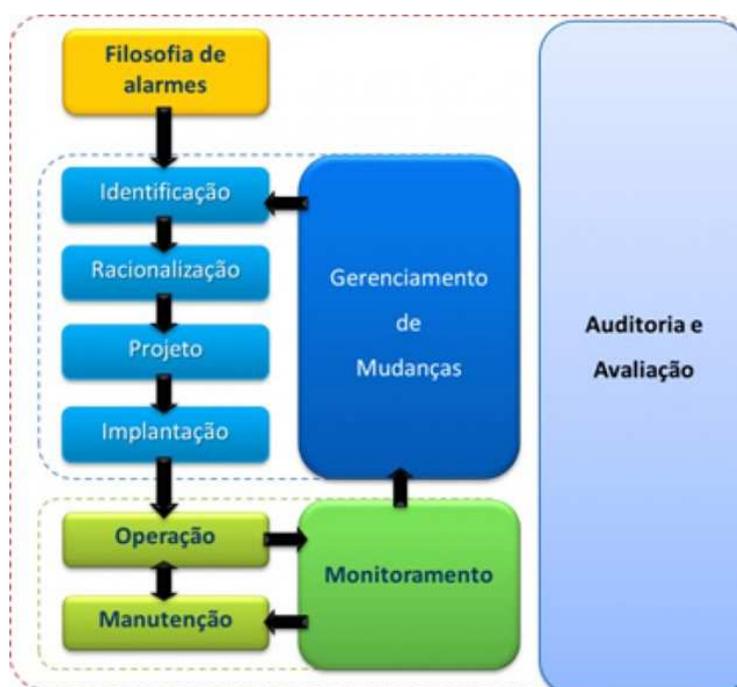
O Chemical Safety Board (CSB) dos Estados Unidos citou deficiências de fatores humanos como um dos principais contribuintes do acidente catastrófico da refinaria da BP em Texas City em março de 2005. Na literatura temos registros de acidentes iniciados num contexto de sistema de alarmes falho, como, por exemplo, a catástrofe nuclear de Three Mile Island em 1979, onde relatos descreviam situação de saturação de 110 alarmes que trouxeram desconforto e decisões equivocadas pelos operadores por 2,5 horas antes que eles entendessem o problema.

Também podemos citar a ocorrência de explosão da refinaria da Texaco em Milford Haven, em julho de 1994, onde nos últimos 11 minutos antes da explosão, os dois operadores tiveram que reconhecer aceitar e responder a 275 alarmes. Essa ocorrência mostra como um sistema de alarmes mal dimensionado causa um grande prejuízo, pois a causa raiz estava relacionada à queda de um raio na refinaria horas antes da explosão. A queda do raio gerou uma inundação de alarmes, cuja cada dois segundos um novo alarme surgia e os operadores não conseguiram identificar a causa a tempo de evitar a catástrofe.

5. CICLO DO PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE ALARMES

As normas ANSI/ISA 18.2 e PETROBRAS N-2900, são formadas por quatro envoltórias estruturadas (Figura 4), são elas:

Figura 4: Esquema Processo de Gerenciamento de Alarmes



Fonte: Adaptação ANSI/ISA 18.2 ⁽³⁾

5.1 Filosofia de alarmes: Conjunto de documentos básicos que definem a racionalização através dos princípios e procedimentos para projetar, programar e manter o sistema de alarmes através de criticidades, regularidades e tempos de respostas.

5.2 Gerenciamento de Mudanças: Toda alteração requerida em valores de ajuste, supressão do alarme, cancelamento ou inclusão de alarme e estratégias de configuração devem ser controladas.

5.3 Monitoramento: Análise estatística da quantidade, frequência, prioridades, distribuições e planos de ações para atingir as métricas recomendáveis pelas normas.

Nota: Os acompanhamentos das métricas através de indicadores são essenciais para a sustentação de um bom sistema de gerenciamento de alarmes, como, por exemplo,

frequências e quantidades de alarmes Advisory (Consultivo), Warning (Aviso) e Critical (Crítico).

5.4 Auditoria e Avaliação: Auditorias periódicas devem ser conduzidas de modo a verificar as filosofias e procedimentos vigentes ou mesmo identificar a necessidade de revisá-las diante de “feedbacks” das áreas de projeto, operação e manutenção.

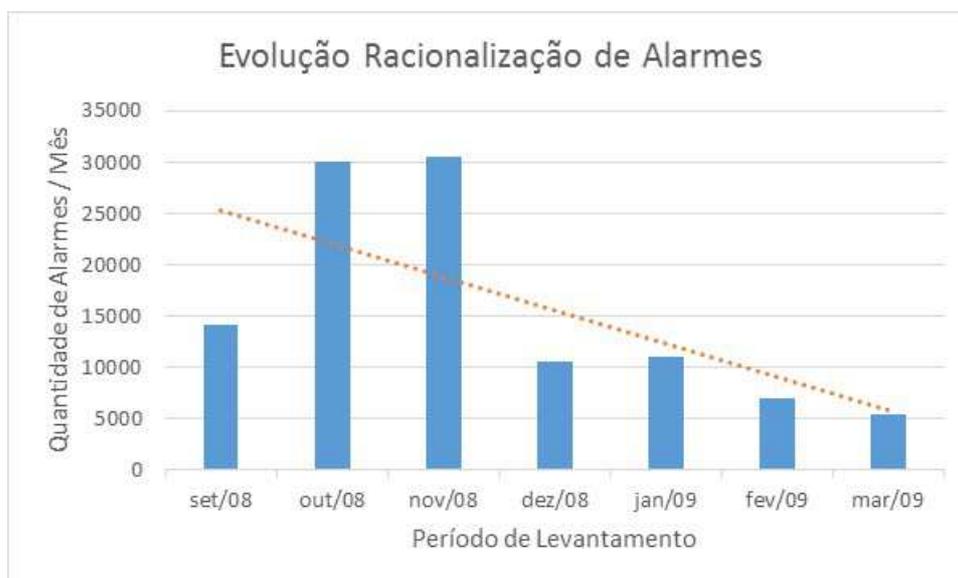
6. RESULTADOS OBTIDOS EM APLICAÇÃO PRÁTICA

Em 2008 foi realizado um protótipo para implantação do sistema de gerenciamento de alarmes em uma planta de coqueamento em refinaria de petróleo.

O início das etapas de identificação e racionalização dos alarmes ocorreu em julho de 2008 e a implantação do sistema (download) destas primeiras modificações, ocorreu no período de dezembro de 2008 a janeiro de 2009.

Quando essa planta partiu, em 2006 sem a aplicação do gerenciamento de alarmes, registrava 30000 alarmes por mês, após a implantação do sistema de gerenciamento de alarmes, esse número foi reduzido para uma média de 3000 registros de alarmes por mês (figura 5).

Figura 5: Status número de alarmes acionados



Fonte: APOENA - Métricas do Gerenciamento de Alarmes ⁽¹⁰⁾

6.1 Acompanhamento das métricas (KPI) da mesma planta em 2014 e 2015

Para efeito de acompanhamento, destacam-se algumas métricas de avaliação grifadas na tabela extraída da N-2900 (tabela 1). Observa-se que a quantidade de alarmes (tabela 2) atende as métricas estabelecidas por operador, isto é, a quantidade de alarmes tratados pelo operador de console. Porém a distribuição requer uma avaliação na próxima auditoria, buscando soluções para adequar a distribuição do Advisory (Consultivo), e Warning (Aviso). Com relação aos Criticals (Críticos), observa-se uma boa aderência à norma.

Tabela 1: Métricas de quantidades e distribuição de alarmes N-2900

Métricas de Desempenho de Alarmes baseadas em um período de 30 dias		
Métricas	Meta	
Alarmes Anunciados por dia	~ 144	~ 288
Alarmes Anunciados por hora	~ 6 (média)	~ 12 (média)
Distribuição de prioridades dos alarmes anunciados	~80 % Baixa, ~15 % Média, ~5 % Alta, ~1 % Crítica	

Tabela 2: Acompanhamento indicador KPIs

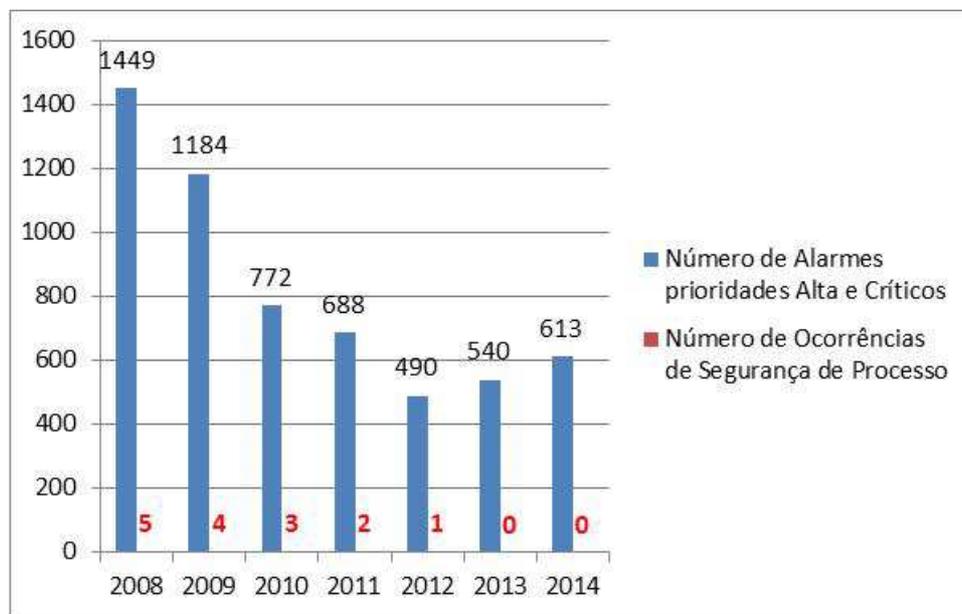
KPIs 2014		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Quantidade	Alarmes/dia	107	174	155	147	120	127	126	118	121	221	154	107
	Alarmes/hora	4	7	6	6	5	5	5	5	5	9	6	4
Distribuição	Critical	4%	8%	5%	6%	3%	4%	4%	4%	5%	9%	4%	3%
	Warning	36%	39%	41%	42%	47%	48%	43%	38%	39%	46%	49%	43%
	Advisory	61%	53%	52%	52%	50%	48%	54%	57%	57%	46%	48%	54%

6.2 Acompanhamento das ocorrências de processo x N^o de alarmes de prioridades alta e críticos

Como forma de relacionar número de alarmes de prioridade alta e críticos com ocorrências de segurança de processo (acidentes e incidentes) sem considerar a classe dos mesmos, verificou-se que na medida em que o gerenciamento de alarmes é aplicado através de suas envoltórias (filosofia, gerenciamento de mudanças,

monitoramento e auditorias), o número de acidentes e incidentes de segurança de processo reduziu significativamente (figura 6).

Figura 6: Número de alarmes de prioridade alta e críticos x ocorrências de segurança de processo



Fonte: APOENA - Métricas do Gerenciamento de Alarmes ⁽¹⁰⁾

7. ENTREVISTA COM OPERADORES DE CONSOLE

Com o objetivo de verificar itens relacionados à percepção, disciplina, eficiência e sugestões de melhorias, foram realizadas entrevistas com operadores de console.

Dos 50 operadores de console distribuídos em cinco equipes de turno, 17 responderam um questionário formado por quatro perguntas (Tabela 3).

Tabela 3: Questionário verificação da aderência

1. A percepção do operador. Na sua opinião, qual a resposta de maior relevância para a seguinte pergunta: A implementação do gerenciamento de alarmes trouxe:			
a) Conforto ao trabalho	b) Segurança às instalações	c) Gerenciam. do tempo	d) Segurança na tomada de decisão
2. A disciplina do operador. Qual a sua ação quando um alarme é gerado na console?			
a) Identificar	b) Calar	c) Suprimir	d) Não reagir. Só mais um alarme,
3. A eficiência. Você identificou situações em que o gerenciamento de alarmes falhou ou se mostrou inadequado.		4. A segurança como um todo. No seu ponto de vista, o que, se melhorado, pode agregar maior segurança nas decisões a partir do console?	
a) Sim	b) Não		

7.2 Tabulações das respostas

Pergunta 1: Verifica-se que 60% dos operadores de console identificaram que a implementação de gerenciamento de alarmes trouxe segurança nas tomadas de decisão, 30 %, acredita que a implementação colaborou no gerenciamento do tempo e 10% no conforto e segurança das instalações.

Pergunta 2: Conforme SATUF ⁽¹¹⁾, o objetivo é identificar se os critérios de priorização dos alarmes são adequados, se não há uma tendência em banalizar o

alarme. Positivamente verifica-se que 90% dos entrevistados identificam o alarme para executar ação de correção que é a forma mais adequada de evitar a banalização.

Pergunta 3: Essa pergunta identifica eficiência do gerenciamento de alarmes em momentos de emergências e rotinas, em ambos os casos os operadores identificam como eficiente devido à priorização dos alarmes.

Pergunta 4: Essa pergunta identifica constatações significativas através de sugestões resultantes do acúmulo de experiências dos operadores de console. Nesse contexto identificam-se quatro pontos de melhorias essenciais para o bom funcionamento do gerenciamento de alarmes, são eles:

- Aumentar a confiabilidade dos instrumentos primários, através de manutenções preventivas;
- Reduzir excesso de carga horária provocado por dobras de turno;
- Intensificar os treinamentos e simulados de sistemas críticos;
- Reduzir operações com camadas de proteção e sistemas de segurança instrumentados desviados temporariamente.

CONCLUSÃO

Os níveis de prioridade de alarmes divididos em alta (critical), média (warning) e baixa (advisory), bem como distribuídos conforme métricas recomendáveis oferecem ao operador, condições seguras de comandos e controles a partir dos consoles.

O sistema de alarmes sem um estudo adequado de prioridades perde sua função de auxílio ao operador de console e esse passa a operar por extintos, perdendo o senso de prioridade, causando desvios que em determinadas situações críticas de controle, podem gerar resultados catastróficos.

Em pesquisa de campo realizada com 17 operadores de painel (35 % do número total de postos de operador de console), verificou-se a importância estratégica do gerenciamento de alarmes como contribuinte para agregar maior confiabilidade na tomada de decisão, evitando ocorrências relevantes como acidentes de segurança de processo. Essa percepção dos operadores pode ser confirmada pelos resultados apresentados na Figura 6.

Uma vez implantado o Gerenciamento de Alarmes, é necessário acompanhamento integral das métricas e realização de avaliações contínuas com o objetivo de tornar os alarmes, fontes seguras de informação.

Por fim, o gerenciamento de alarmes comprovadamente trouxe o equilíbrio às tomadas de decisões a partir de informações priorizadas, objetivando foco e agregando valor à confiabilidade humana, fator essencial para redução ou eliminação de equívocos com potencial de provocar acidentes de processo.

REFERÊNCIAS

- (1) PALLEROSI, C; MAZZOLINI, B; MAZZOLINI, L, Confiabilidade Humana, conceitos, análises, avaliação e desafios. São Paulo: All Print Editora, 2011.
- (2) ILDA, I. Novas Abordagens em Segurança do Trabalho. Produção. Rio de Janeiro. v. 1, n. 2, mar, 1991.
- (3) ANSI/ISA–18.2– Management of Alarm Systems for the Process, 2009.
- (4) PETROBRAS N-2900 Gerenciamento de Alarmes – NORTEC PETROBRAS, 2010.
- (5) BOLLINGER, R.; CLARK, D.; DOWELL, A., Et. Al. Inherently Safer Chemical Process, A life Cycle Approach. Center for chemical process safety (CCPS), 1996.
- (6) SITE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS - www.controlglobal.com, 2015.
- (7) SITE EMPRESA DE ENERGIA - www.yokogawa.com, 2015.
- (8) HOLLIFIELD, B.; E. HABIBI. The Alarm Management Handbook: A Comprehensive Guide. PAS, Houston, 2006.
- (9) RASMUSSEN, J and W. B. Rouse (Eds) (1981). Human Detection and Diagnostics of System. Computing Surveys 13, 71.
- (10) APOENA - Métricas de Gerenciamento de Alarmes, Prêmio APOENA PETROBRAS 2014, etapa sul, 2014.
- (11) SATUF, E. N. - Proposta de Desenvolvimento e Avaliação de Interface Inteligente de Alarmes. Proposta de Tese de Doutorado. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.