

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO

DAIANE NOGUEIRA SANTOS

PROPOSTA DE FILOSOFIA DE ALARMES PARA UMA INDÚSTRIA
PETROQUÍMICA

PORTO ALEGRE
2017

Daiane Nogueira Santos

PROPOSTA DE FILOSOFIA DE ALARMES PARA UMA INDÚSTRIA
PERTOQUÍMICA

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, pelo Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

Orientador(a): Prof. Ms. Rogério Bueno de Paiva

Porto Alegre

2017

PROPOSTA DE FILOSOFIA DE ALARMES PARA UMA INDÚSTRIA PERTOQUÍMICA

Daiane Nogueira Santos*

Rogério Bueno de Paiva**

Resumo: O trabalho apresenta uma proposta de filosofia de alarmes para uma indústria petroquímica, visando dar início a implementação de um sistema de gerenciamento de alarmes. A partir de uma pesquisa básica qualitativa, realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema Gerenciamento de Alarmes. A pesquisa utilizou como base publicações internacionais como EMMUA 191 e a ANSI/ISA 18.2 para determinar os itens que se sugere ser utilizados no documento. Como resultado da pesquisa, foi elaborada uma proposta englobando os itens sugeridos pela ANSI/ISA 18.2 de acordo com a realidade da indústria estudada. Este documento é a base para a implementação de um sistema de gerenciamento de alarmes com o qual se espera reduzir o número de alarmes desnecessários e aumentar a segurança do processo.

Palavras-chave: Alarmes, Filosofia de Alarmes, Gerenciamento de Alarmes, Segurança de Processo.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com uma pesquisa realizada nas indústrias petroquímicas dos Estados Unidos pela *Abnormal Situation Management*, citada por Bransby (1998 apud ARAÚJO, 2010), cerca de 20 bilhões de dólares eram gastos por ano em 1998, em função do gerenciamento ineficiente de situações de distúrbios. O acidente na refinaria Milford Haven da Texaco em julho de 1994, envolvendo uma explosão e diversos incêndios, trouxe a tona o componente humano dentro de sistemas de controle e segurança. De acordo com o relatório de investigação do acidente produzido pela *Health & Safety Executive* (1997), durante o distúrbio da planta verificou-se uma inundação de alarmes à taxa de um alarme a cada dois ou três segundos durante as cinco horas que antecederam o acidente, reduzindo a eficácia de resposta do operador e deixando passar despercebido o alarme principal do evento, inviabilizando as ações corretas a serem tomadas.

Indústrias Petroquímicas, normalmente, operam suas unidades através de sistemas remotos, no caso estudado, um Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) do fabricante Yokogawa. A interface desses sistemas é conhecida como Painel de Controle, onde os operadores de painel acompanham leituras de instrumentos *online* e executam manobras de forma remota ou coordenam manobras manuais a serem executadas pelos operadores de área.

Buscando chamar a atenção dos operadores de painel para desvios de processo ou variáveis que impactam em segurança, meio ambiente e qualidade de produto, são inseridos alarmes no sistema. Quando a leitura de um instrumento chegar ao valor estipulado ocorre um alarme sonoro e uma mensagem indicativa aparece no painel anunciador de alarmes. Se a inclusão destes alarmes no sistema é feita sem critérios bem definidos, comumente se observa que o número de alarmes é muito superior ao que a literatura recomenda e ao que os operadores são capazes de acompanhar, especialmente em momentos de distúrbios e emergências na unidade produtiva. Conforme concluíram Rasmussen e Rouse (1981 apud DE LIMA, 2015), em um processo com grande número de malhas e alarmes não há como o operador tomar uma decisão rápida e correta, visto que a proliferação de luzes vermelhas piscando irá confundi-lo ao invés de ajudar. Este número excessivo de alarmes gera uma situação de estresse para os operadores, tornando nula uma ferramenta que foi criada para auxiliar na operação da planta, pois ela falha em mostrar ao operador o que é prioridade de sua atenção naquele momento.

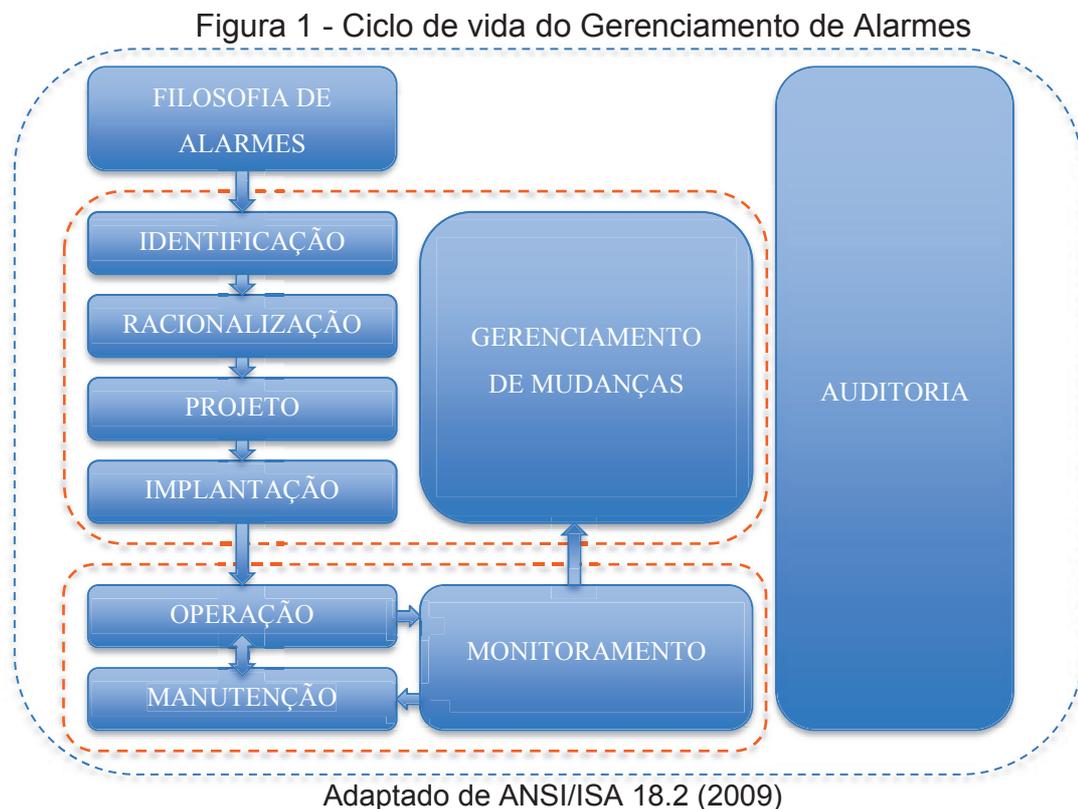
Esse trabalho não irá compreender o projeto dos alarmes e nem as etapas posteriores do ciclo de vida de alarmes. O estudo será limitado à elaboração do documento inicial criado para direcionar todo o sistema de gerenciamento de alarmes. Este documento é chamado de filosofia e define os objetivos do sistema de alarmes, além de especificar os processos usados nos estágios do ciclo de vida de alarmes.

Considerando o exposto, o objetivo do presente artigo é propor uma filosofia de alarmes para uma indústria petroquímica de segunda geração localizada no Polo Petroquímico do Sul para posterior implementação de um sistema de gerenciamento de alarmes. Será utilizada a publicação 191 da EEMUA e a ANSI/ISA 18.2 – *Management of Alarm Systems for the Process Industries* como base para os itens abordados na proposta de filosofia de alarmes apresentada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Araújo (2010), a *Engineering Equipment and Materials Users Association* (EEMUA), em sua publicação 191, produziu um guia para projeto, gerenciamento e aquisição de sistemas de alarmes. A partir dele, algumas outras instituições e sociedades produziram guias e pesquisas nesta área buscando as melhores práticas para sistemas de alarmes de processo industrial.

A ANSI/ISA 18.2 (2009) define um ciclo de vida para os sistemas de alarmes que abrange desde a especificação, projeto e operação, até um eventual descomissionamento. Na Figura 1 estão os passos para a implementação e manutenção de um sistema de gerenciamento de alarmes de processo.



De acordo com a ANSI/ISA 18.2 (2009), a filosofia de alarmes é um dos caminhos para se iniciar a implantação de um sistema de gerenciamento, sendo o primeiro documento que deve ser criado, pois ela define os objetivos do sistema de alarmes. Nela, são especificados os processos usados nos estágios do ciclo de vida, assim como documentados os objetivos do sistema de alarmes e o processo para chegar a estes objetivos. A filosofia serve como uma estrutura para ditar os critérios,

definições e princípios dos estágios do ciclo de vida. O documento deve garantir que as instalações tenham consistência nas metas e objetivos do gerenciamento de risco, estando de acordo com as boas práticas de engenharia e devidamente projetado e gerenciado para levar a uma resposta efetiva do operador.

A ANSI/ISA 18.2 (2009) recomenda componentes mínimos necessários que devem ser abordados nos documentos da filosofia. Por se tratar de componentes que podem ser aplicados para diversas indústrias, com processos e equipamentos diferentes, a publicação apresenta itens obrigatórios e recomendados. Em função das particularidades de cada indústria, a filosofia deve ser elaborada adaptando os itens apresentados de acordo com a realidade do local onde ela está sendo elaborada.

O objetivo do sistema de alarmes é o primeiro item da filosofia e serve como orientação para que se implemente e mantenha um efetivo sistema de alarmes baseando decisões de projetos e implementação de melhorias, conforme define a ANSI/ISA 18.2 (2009). No item de definições, os termos que serão utilizados ao longo da implementação do sistema de gerenciamento de alarmes devem ser definidos para garantir que todos os participantes compreendem os significados. Em referências, uma lista de referências utilizadas deve ser incluída. No item de papéis e responsabilidades do gerenciamento de alarmes, as responsabilidades pelas atividades no ciclo de vida do sistema de gerenciamento de alarmes devem ser definidas. Os princípios de projetos de alarmes definem os critérios de seleção e princípios para quando um alarme for projetado. No item de racionalização, devem ser listados os critérios para os alarmes e a informação adquirida durante a racionalização. As definições de classes de alarmes, são usadas para definir características comuns e requisitos para o gerenciamento de alarmes.

Ainda conforme a ANSI/ISA 18.2 (2009), as alarmes altamente gerenciados (HMA – *Highly Managed Alarms*) são as classes de alarmes que requerem maior administração e documentação em comparação aos demais, sendo que nem todos os processos terão HMA aplicáveis. O guia para projeto de IHM deve documentar o método, formato e codificação - como cores, símbolos, etc. - da apresentação do alarme para o operador, ele estabelece diretrizes para que a exibição e anunciação sejam consistentes em toda a planta. A determinação de *setpoint* de alarmes deve fornecer orientação nos métodos utilizados para a determinação destes *setpoints*. Os métodos de priorização ajudam o operador na decisão da ordem de resposta

durante eventos com muitos alarmes. Em monitoramento da performance do sistema de alarmes são determinadas métricas para avaliar o desempenho do sistema e, a partir do resultado destas métricas, definir se são necessárias melhorias. As manutenções do sistema de alarmes são as atividades necessárias para manter o sistema de alarmes. O teste de alarmes identifica procedimentos para garantir que testes sejam executados nos alarmes de forma consistente e adequada ao longo do ciclo de vida.

A ANSI/ISA 18.2 (2009) também determina técnicas avançadas de gestão de alarmes aprovados não serão utilizadas em todos os sites. Assim sendo, esta seção da filosofia de alarmes deve ser usada para identificar as técnicas a serem implementadas, responsabilidades relacionadas e processos de trabalho. A documentação dos alarmes deve ser definida e mantida, incluindo informações de racionalização e relatórios periódicos de desempenho de alarmes. No item guia de implementação, é definida a abordagem básica para o comissionamento e conferência do sistema de alarmes, garantindo que ele seja implementado de forma efetiva e consistente em toda a planta. Em gestão de mudança, os tipos de alterações e procedimentos aplicáveis para mudanças temporárias nos alarmes são identificados, bem como seus atributos, além de mudanças permanentes no banco de dados mestre dos alarmes. O treinamento deve ser sobre o uso, gerenciamento e projeto do sistema de alarmes. Em preservação do histórico de alarmes se define quais aspectos do histórico de alarmes devem ser preservados e por quanto tempo, em resposta a eventos específicos. Um procedimento em plantas relacionadas é utilizado para evitar inconsistências entre a filosofia de alarmes e outros procedimentos, a filosofia de alarmes deve citar os procedimentos relevantes. Por fim, o item de considerações de projeto para alarmes especiais deve especificar regras e métodos para o projetos de alarmes que cobrem circunstâncias específicas onde a consistência é importante. Nelas, as classes de alarme podem ser a fonte de tais considerações.

Os sistemas de alarmes têm um papel importante na prevenção, controle e mitigação dos efeitos de situações anormais. Se o sistema de alarme não funcionar de forma apropriada, os efeitos podem ser muito severos. (EMMUA, 2013). Assim, uma filosofia que seja robusta e ao mesmo tempo acessível é o grande desafio na elaboração do documento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na pesquisa pode-se utilizar duas metodologias básicas para a abordagem do tema proposto: a qualitativa e a quantitativa. Como descreve OLIVEIRA (1999), a pesquisa quantitativa busca quantificar dados coletados através de tratamentos estatísticos, podendo variar desde média, mediana e moda até o uso de técnicas mais complexas envolvendo coeficiente de correlação, análise de regressão, etc. A análise qualitativa, por sua vez, conforme define Trujillo (2003), é aquela que busca investigar quais são as qualidades presentes, no sentido de identificar o que pertence e o que não pertence ao assunto pesquisado.

Assim sendo, a pesquisa qualitativa é utilizada para se conhecer, com riqueza de detalhes informativos e grande profundidade, o assunto proposto. Ela abrange uma fase exploratória de levantamento dos dados, conforme descreve Roesch (2005), ao afirmar que a pesquisa qualitativa “é apropriada para uma avaliação formativa, quando se trata de melhorar a efetividade de um programa, ou plano, ou mesmo quando é o caso da proposição de planos.”

Tendo em vista as características das duas metodologias, foi utilizada a pesquisa básica qualitativa neste artigo para realizar uma revisão bibliográfica e elaborar uma proposta de filosofia de alarmes.

Como cenário para a filosofia proposta, foi utilizada uma indústria petroquímica de segunda geração localizada no Polo Petroquímico do Sul e produtora de solventes orgânicos. Em seu processo produtivo trabalha-se com pressões e temperaturas elevadas em reatores e vasos de processo, utiliza-se caldeiras e forno, além das características dos produtos e matérias-primas que podem ser inflamáveis e/ou corrosivos. Neste cenário, o controle do processo operacional é de suma importância para a segurança das pessoas, meio ambiente e instalações. Este controle é realizado de forma remota através do SDCC (Sistema Digital de Controle Distribuído), onde os operadores acompanham as leituras de instrumentos que indicam temperaturas, pressões, vazões, entre outros. Os alarmes existentes auxiliam os operadores no controle do processo, mas esta indústria não possui um sistema de gerenciamento de alarmes implementado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Indústria estudada não possui um sistema de gerenciamento de alarmes, desta forma em situações de emergência há uma grande tendência a ocorrer uma avalanche de alarmes, situação de sobrecarga de alarmes imposta ao operador além de sua capacidade de processamento da informação. Na situação atual, os alarmes são utilizados como indicadores de tendência do processo e por diversas vezes é observada a ocorrência de alarmes que não remetem a ações do operador.

Levando em consideração as publicações estudadas e as características da indústria em questão, os itens sugeridos para constar na filosofia de alarmes serão apresentados no Quadro 1, a seguir. Como proposta para o documento de filosofia de alarmes, foram elaborados os itens da ANSI/ISA 18.2 (2009) considerados obrigatórios pela publicação.

Quadro 1: Descrição dos itens propostos para a filosofia de alarmes

PROPOSTA PARA FILOSOFIA DE ALARMES
<p>1. Objetivo do Sistema de Alarmes</p> <p>O sistema de alarmes é essencial para o controle de processo pelo SDCD e contribui com informações fundamentais para o operador de produção, principalmente na tomada de decisão quando ocorrem distúrbios ou desarmes na planta. O objetivo do gerenciamento de um sistema de alarmes é manter um ambiente de reconhecimento e resposta a eventos, o qual indique claramente ao operador que ação deve ser tomada. Com a implantação de uma prática de gerenciamento, torna-se possível a operação consistente das unidades de processo por diferentes operadores. Para isso serão necessárias ações visando:</p> <ul style="list-style-type: none">a) minimizar o tempo em que as interfaces de alarme permanecem em condição que excede a capacidade de resposta do operador,b) minimizar o número de alarmes ativos por períodos prolongados,c) estabelecer critérios de engenharia usados para desenvolver limites e prioridades de alarmes,d) estabelecer métricas para gerenciar e manter o sistema de alarmes,e) definir causas e consequências de alarmes bem como a ação necessária para corrigir a falha. <p>Como a filosofia de alarmes normatiza o gerenciamento de alarmes, todos os projetos e modificações que venham a ser implementados na unidade devem levar em conta os</p>

objetivos descritos na filosofia de alarmes.

2. Definições

- alarme: sinal audível e/ou visível indicativo do mal-funcionamento de um equipamento ou processo ou condição anormal que requer resposta;
- avalanche de alarmes: situação na qual alarmes ocorrem mais rápido do que podem ser percebidos e processados pelo operador;
- *by pass*: desvio manual de uma função a fim de evitar sua ativação;
- filosofia de alarmes: documento de engenharia, gerenciamento, monitoração e tratamento de alarmes visando uma condição de operação confiável e segura;
- gerenciamento de alarmes: processo que visa manutenção e funcionamento adequado do sistema de alarme;
- reconhecimento de alarme: ação do operador indicando que tomou conhecimento de que uma variável excedeu o limite de alarme;
- sistema de alarme: conjunto de software e hardware que em uma situação de alarme transmite uma mensagem para ser mostrada ao operador;
- taxa de alarme: número de alarmes ocorridos por unidade de tempo

3. Papeis e Responsabilidades de Alarmes

3.1 Gerente Industrial

- exige que as políticas e procedimentos de gerenciamento de alarmes promovam segurança às pessoas e confiabilidade à planta;
- garante que os empregados reconheçam suas responsabilidades pessoais com relação às práticas de gerenciamento de alarmes;
- exige a aplicação e revisão da filosofia de gerenciamento de alarme da unidade;
- garante que os empregados sejam treinados nas devidas práticas do sistema de gerenciamento de alarmes;
- define metas de melhoria contínua do sistema de alarmes (KPIs).

3.2 Gerente de Produção

- interpreta os relatórios do sistema de não conformidade e ocorrências relatadas no registro de turno;
- realiza análises periódicas dos alarmes que ocorreram durante os turnos;
- identifica problemas no sistema de alarme e aciona a manutenção e/ou engenharia para a sua solução;
- garante que os funcionários conheçam suas responsabilidades pessoais com relação às práticas de gerenciamento de alarmes.

3.3 Operador

- reconhece, diagnostica e responde aos alarmes;
- caso seja observado um fraco desempenho do sistema, notifica e sugere mudanças;
- identifica *tags* com problemas e apresenta notificações conforme seja necessário;
- registra o bloqueio de alarmes, defeitos ou problemas com equipamentos, etc. no registro do turno;
- garante que as recomendações da análise de incidentes sigam as diretrizes da filosofia de gerenciamento de alarmes da unidade;
- participa do processo decisório de modificação / implementação do sistema de alarmes.

3.4 Engenheiro de Processo Industrial

- garante que projetos e modificações de projeto estejam de acordo com a filosofia de gerenciamento de alarmes da unidade;
- interpreta os relatórios do sistema de gerenciamento de alarmes, do sistema de não conformidade e ocorrências relatadas no registro de turno;
- revisa a filosofia de gerenciamento de alarmes da unidade.

3.5 Gerente de Manutenção

- realiza manutenção e reparo da instrumentação e equipamentos que fornecem os sinais de entrada/saída do SDCD que geram os eventos e alarmes de processo;

3.6 Engenheiro de Manutenção

- participa do grupo de engenharia de alarmes para fornecer informações específicas do equipamento em questão.

3.7 Técnico de Instrumentação

- Implementa alterações resultantes das etapas de racionalização de alarmes no SDCD;
- elabora e mantém a precisão da base mestre de dados de alarmes;
- realiza auditorias nas configurações de alarmes (gerenciador de mudanças);
- realiza atualizações das ferramentas do programa, conforme seja necessário;
- providencia informações de lógica de programa e configuração de alarmes para as análises de incidentes;

- implementa mudanças na configuração de alarmes;
- tem autoridade para inibir alarmes;
- desvia os alarmes (*bypass*), após formulário de contingenciamento aprovado, relacionados aos equipamentos de processo.

3.8 Coordenador do Sistema de Alarmes

- investiga o desempenho dos alarmes após instabilidades e eventos importantes;
- valida as configurações de alarmes nos novos *tags* criados no SDCD;
- realiza auditorias periódicas de desempenho, medidas com relação à filosofia de alarme;
- na ocorrência de problemas com um número pequeno de *tags*, garante que os mesmos sejam resolvidos; se for em escala maior, inicia uma ação corretiva apropriada na área, acionando as disciplinas correspondentes de acordo com as regras vigentes para manutenção;
- providencia treinamento do processo de racionalização de alarmes para os operadores;
- providencia treinamento sobre a filosofia de alarmes e diretrizes de projeto de alarme ao pessoal de engenharia;
- fornece relatórios de sequência de eventos para as análises de incidentes;
- garante que os projetos de alarmes sejam guiados pela filosofia de alarmes da unidade;
- divulga práticas de gerenciamento de alarmes;
- revisa e segue a filosofia de gerenciamento de alarmes da unidade.

4. Princípios de Projetos de Alarmes

Para fins do sistema de gerenciamento de alarmes, são considerados alarmes, sinais que são anunciados aos operadores, tipicamente por som audível, alguma forma de indicação visual, geralmente piscando e pela apresentação de uma mensagem ou algum outro identificador. Um alarme indicará um problema que requer uma ação do operador geralmente iniciada por uma medição de processo passando por uma configuração de alarme definida à medida que se aproxima de um valor indesejável ou potencialmente inseguro. Também pode indicar que o status do equipamento não é saudável (EMMUA 191).

Em situações de normalidade operacional, o operador faz pequenos ajustes no processo para alcançar os objetivos de produção estabelecidos e o sistema automático de controle realiza a maioria das ações de controle. Em situações de anormalidade, o sistema

de alarmes se transforma em uma ferramenta para o operador gerenciar os distúrbios. Neste caso, o operador passa a gerenciar uma situação anormal e espera-se uma ação específica em função do estado da planta. Sendo assim, os critérios para projetos de alarmes devem considerar, além das características da unidade fabril, a capacidade dos operadores em atender às demandas inseridas no sistema. Para isso deve-se seguir as seguintes regras básicas:

- Todo alarme deve ter a função de alertar;
- Todo alarme apresentado ao operador deve ser útil e relevante;
- Todo alarme deve ter uma resposta definida;
- Deve ser assegurado o tempo adequado para o operador realizar sua ação corretiva.

5. Racionalização

As decisões sobre racionalização são tomadas durante reuniões de racionalização de alarmes. Estas reuniões tem papel preponderante no desempenho da otimização do sistema de alarmes. Logo, as pessoas que participam da reunião devem ser aquelas com o melhor conhecimento da unidade de processo (processo, controle e operação).

A avaliação é feita em um *tag* de cada vez e é conduzida por uma sequência lógica através da unidade de processo, desde a alimentação até o produto final. Para facilitar o sucesso da racionalização, é necessário criar uma planilha para tabelar os dados da racionalização, incluindo-se nela os seguintes itens:

- lista de todos os *tags* alarmáveis do SDCD com os valores corretamente configurados;
- parâmetros relevantes de cada *tag* do SDCD;
- relatório e estatística de alarme gerada na última avaliação para confirmar se o *tag* é realmente um alarme ou se pode ser ignorado;
- referências P&ID disponíveis para cada *tag*.

As avaliações também devem ser conduzidas em sequência lógica, através da unidade de processo, desde a alimentação de insumos até o ponto final, revendo as telas sinóticas e/ou o P&ID da unidade.

6. Definição de Classes de Alarmes

Os alarmes devem se enquadrar em Classes, conforme exposto no Quadro 2.

Quadro 2: Categorias de Alarmes

Categoria	Características
Alarme de Processo	São identificados no estágio de projeto, seguidos de uma avaliação de riscos e operacionalidade. São usados para ajudar a manter pressões, temperaturas, fluxos, etc. do processo dentro das especificações de projeto e/ou limites normais de operação.
Alarme de Segurança	São identificados por avaliações de segurança de processo.
Alarme Ambiental	São inseridos para identificar os limites de emissão/poluição requeridos por órgãos regulatórios.
Alarme de Proteção de Equipamentos	São especificados pelo fabricante para ajudar a proteger um equipamento específico de danos ou falhas catastróficas e pode ser uma condição de garantia.
Alarme de Segurança às Pessoas	Tem como objetivo avisar o operador de uma possível perda de contenção ou danos pessoais.

Adaptado de EMMUA (2013, p. 11)

7. Guia para Projetos de IHM

No momento da geração de um alarme, deve haver uma notificação para o operador através de uma indicação visual e sonora. O sinal sonoro deve transmitir um senso de urgência ao operador (Klein, 2012). No Quadro 3 estão apresentadas as prioridades de alarmes e suas respectivas características IHM (Interface Homem-Máquina) configuradas.

Quadro 3: Prioridades de alarmes e características de IHM

Prioridade	Tipo	Cor da IHM	Resumo de alarmes	Buzina	Indicador de Console	Reconhecimento necessário	Configurável pelo operador
Baixa	Alarme	Amarelo	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Média	Alarme	Amarelo	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Alta	Alarme	Laranja	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Evento	Evento	Branco	Não	Não	Não	Não	Não

Fonte: Klein (2012, p.18)

As indicações e navegação de alarmes devem ser exibidos da seguinte forma:

- ícones de alarmes de não reconhecimento serão exibidos com um fundo piscante na cor de prioridade de alarme apropriada;
- ícones de alarmes reconhecidos serão exibidos com fundo não piscante na cor de prioridade de alarme apropriada;
- ícones de alarmes que voltaram ao estado normal ficam piscando em cor de normalidade até serem reconhecidos;
- ícones de alarmes que voltaram ao estado normal e reconhecidos serão removidos da lista;
- ícones de alarmes ativos de prioridade alta serão indicados pela cor laranja;
- ícones de alarmes ativos de prioridade média e baixa serão indicados pela cor amarela;
- ícones de alarmes ativos de erro de sinal serão indicados pela cor vermelha;
- o operador poderá acessar o gráfico de tendências e a tela de processo relevante diretamente da mensagem de alarme através de um clique no botão direito do *mouse* sobre a mensagem.

8. Método de Priorização

Partindo do princípio que quando há somente um alarme no painel, o operador

responderá imediatamente a este, a finalidade de se atribuir prioridade aos alarmes é para que, quando houver alarmes simultâneos, o operador identifique rapidamente qual deve ser respondido primeiro. Assim, o objetivo da prioridade do alarme é fornecer informações ao operador que o auxilie na determinação do que deve ser respondido em primeiro, segundo ou terceiro lugar.

Os critérios utilizados para avaliar a prioridade devem ser os mesmos para todos os consoles de operação. A prioridade, por sua vez, apresenta uma relação entre a consequência e o tempo para responder, sendo determinada através da consideração dos seguintes itens:

- segurança do pessoal e das instalações;
- risco de parada de produção;
- impacto econômico dos assuntos regulatórios;
- dano potencial ao equipamento;
- consciência pública e comunitária;
- tempo disponível para o operador realizar uma ação corretiva;
- impacto ambiental;
- qualidade do produto.

A configuração da prioridade do alarme é uma função de dois fatores: severidade do impacto e tempo de resposta.

A severidade do impacto está relacionada com a consequência potencial e deve ser avaliada de acordo com as categorias abaixo:

- integridade pessoal (funcionários, contratados e público externo);
- integridade ambiental;
- imagem da empresa;
- impactos financeiros (receita, equipamentos e instalações).

Para classificar a severidade, usa-se as seguintes denominações:

- baixa;
- moderada;
- crítica;
- catastrófica (esse nível indica a necessidade de um estudo específico e não deve ser tratado como alarme).

O tempo de resposta está relacionado ao tempo que o operador tem para intervir e evitar que ocorra a consequência. Desta forma, a avaliação enseja uma estimativa do tempo que o operador possui para responder a um alarme a fim de evitar a ocorrência de um incidente. O alarme deve ser agrupado em uma das categorias de tempo de resposta, conforme os itens abaixo, servindo estes tempos como uma referência para a classificação,

não como a representação de um tempo quantitativo.

- a) mais de 10 minutos: o operador pode atrasar, com segurança, um tempo moderado enquanto atende os distúrbios de prioridade mais alta;
- b) de 3 a 8 minutos: o operador pode atrasar a ação, com segurança, por um curto espaço de tempo;
- c) menos de 2 minutos: o operador deve responder imediatamente.

Visando evitar indecisão quanto à classificação e para forçar uma clara decisão entre o período de tempo de resposta, existem lacunas propositais entre os períodos.

Após ter classificado a severidade do impacto e o tempo de resposta, a prioridade do alarme pode ser definida entre baixa, média ou alta, utilizando-se a matriz apresentada no Quadro 4.

Quadro 4: Matriz de Prioridade de Alarmes

Tempo de Resposta	Severidade Baixa	Severidade Moderada	Severidade C
mais de 10 minutos	Baixa	Baixa	Média
de 3 a 8 minutos	Baixa	Média	Alta
menos de 2 minutos	Média	Média	Alta

Fonte: Klein (2012, p.18)

Após a classificação dos alarmes, é recomendado que seja observada a distribuição das prioridades. Conforme a EMMUA 191 (2013), uma distribuição típica de prioridades se dá conforme a Quadro 5, abaixo.

Quadro 5: Distribuição das prioridades

Prioridade Alta	Prioridade Média	Prioridade Baixa
5%	15%	80%

Fonte: Adaptado de EMMUA 191 (2013, p. 98)

Quando a distribuição apresentada não for alcançada, deve-se avaliar quais fatores estão influenciando esta distorção.

9. Monitoramento da Performance do Sistema de Alarme

Para que o nível de performance de um sistema de alarmes seja definido, é necessário que se defina indicadores quantitativos. Conforme a EMMUA 191 (2013), o principal *benchmark* no que diz respeito às taxas de alarmes é dada como “uma taxa de

alarmes média, a longo prazo, em operação estável, de menos de 1 alarme a cada 10 minutos é considerada aceitável". A publicação sugere uma divisão dos indicadores de desempenho para operação estável e operação em distúrbio.

Os dados para os indicadores quantitativos precisam ser extraídos do SDCD por meio de software especializado. Após as publicações das normas sobre gerenciamento de alarmes, foram lançados sistemas computacionais para auxiliar o processo de gestão dos alarmes (ARAUJO, 2011). Em função da unidade não possuir um sistema computacional para a extração dos dados, não é possível obter indicadores quantitativos. No entanto, no Anexo 1 do presente artigo é sugerido um questionário, adaptado da EMMUA 191 que pode ser aplicado aos operadores de painel para se obter a percepção destes quanto ao sistema de gerenciamento de alarmes.

10. Teste dos Alarmes

Os testes de alarmes devem ocorrer conforme um cronograma e coincidir com a calibração do instrumento que gera o alarme. O objetivo dos testes é garantir que o alarme pretendido seja gerado a partir do instrumento de indicação e chegue à tela de resumo de alarmes do operador.

11. Guia de Implementação

A implementação do Sistema de Gerenciamento de Alarmes deve ocorrer a partir de um planejamento formalizado, envolvendo um treinamento inicial, fornecimento de documentações e registros gerados. O treinamento previsto deve respeitar o escopo descrito na seção 13 deste documento e abordar todos os temas relevantes para o correto entendimento dos colaboradores a respeito do sistema de gerenciamento de alarmes e sua importância para a segurança do processo, evitando assim eventos indesejados. Os documentos que serão utilizados ao longo do processo devem estar disponíveis e atualizados para que durante a racionalização se possua as informações corretas e precisas durante as avaliações das reuniões de racionalização. Da mesma forma, a guarda dos documentos gerados ao longo do processo é fundamental para que se mantenha o histórico do que foi realizado e este possa ser consultado sempre que houver necessidade ou dúvida.

12. Gestão de Mudança

Todo alarme relacionado deverá ser armazenado em uma base de dados exclusiva, não devendo ser utilizada a base de dados ativa do SDCD. A base mestre de dados de alarmes será usada para monitorar periodicamente a configuração de alarmes de todos os pontos alarmáveis, bem como as prioridades na base de dados ativa.

As mudanças provisórias de Configuração de Alarmes não poderão ser implementadas na base de Engenharia, mas são necessárias sempre que Alarmes Espúrios começam a mascarar situações anormais, devendo ser tratados imediatamente. Se uma mudança temporária ficar em vigor por um período prolongado, deverá ser emitida uma PMP (Proposta de Modificação de Projeto), conforme procedimento corporativo vigente, para regularizar a situação. Para mudanças permanentes de configuração do sistema de controle, também deve ser utilizado sempre o procedimento de PMP.

13. Treinamento

O treinamento sobre o sistema de gerenciamento de alarmes deve ser aplicado a todos os operadores, instrumentistas e engenheiros de manutenção e processo, sendo o instrutor do treinamento deve ser um colaborador capacitado para tal atividade. A carga horária mínima sugerida é de 4 horas com reciclagem anual ou sempre que o presente documento de filosofia de alarmes sofrer alguma revisão.

O conteúdo mínimo obrigatório está apresentado a seguir:

- resumo da filosofia de alarmes e suas premissas;
- definições sobre alarmes, alarmes de sistema, alertas e mensagens;
- aspectos específicos de IHM relativos à exibição e tratamento de alarmes;
- resposta a alarmes de sistema, alertas e mensagens;
- projeto e configuração de alarmes;
- mudanças permitidas e não permitidas no sistema de alarme pelas respectivas partes;
- procedimento para mudanças temporárias nas configurações de alarme;
- procedimento para mudanças permanentes nas configurações de alarme;
- registros sobre alarmes no relatório de turno;
- gestão de mudança para o sistema de alarmes.

A partir do documento proposto para filosofia de alarmes, seguindo o ciclo de vida do gerenciamento de alarmes sugerido pela ANSI/ISA 18.2 (2009), o próximo passo para a implementação do gerenciamento na empresa estudada seria a identificação, onde são coletados dados dos alarmes. Na sequência vem a etapa de racionalização, onde a necessidade de mudança do sistema de alarmes e os princípios da filosofia convergem. Em seguida, são determinados atributos de alarmes com base nos requisitos da racionalização, caracterizando a etapa de Projeto. Na implementação, as atividades necessárias para criar um alarme

precisam estar em conformidade com os sistema, objetivos e metas descritos na filosofia. Na etapa de operação, o sistema de gerenciamento está ativo e executando a função pretendida. Para que o sistema se mantenha funcionando como esperado, a etapa de manutenção prevê manutenções periódicas no sistema e o monitoramento acompanha sua performance de operação.

O questionário sugerido no item 9 do documento e presente no Anexo 1 deve ser aplicado antes do início do processo e novamente após a racionalização, mantendo uma periodicidade. O objetivo é que, não sendo possível extrair dados quantitativos do sistema, se utilize a percepção dos operadores através do tratamento estatístico das respostas obtidas no questionário para identificar a performance do sistema de gerenciamento de alarmes. A falta de um software para extração de dados quantitativos é a principal limitação encontrada para aplicação da filosofia de alarmes.

O resultado esperado após o sistema de gerenciamento implementado é a redução do número de alarmes desnecessários e conseqüente aumento da segurança do processo, em especial em situações de distúrbio, quando os operadores não serão mais submetidos a números excessivos de alarmes.

6 CONCLUSÃO

O presente artigo foi motivado pela suma importância que um sistema de alarmes de processo bem gerenciado apresenta para a segurança das pessoas, instalações e meio ambiente. Foi apresentada uma proposta para o documento de filosofia de alarmes para uma indústria petroquímica de segunda geração localizada no Polo Petroquímico do Sul, já que este é o primeiro documento a ser elaborado para a implementação do sistema de gerenciamento de alarmes. A indústria em questão utiliza atualmente um Sistema Digital de Controle Distribuído, mas não possui gerenciamento dos alarmes de processo.

Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica utilizando as principais referências mundiais no assunto. As publicações internacionais EMMUA 191 e ANSI/ISA 18.2 tratam do tema gerenciamento de alarmes de processo e trazem propostas para implementação e manutenção do sistema. Com base nestas foram formados conceitos a respeito de cada um dos itens presentes na filosofia de alarmes e suas respectivas importâncias.

Após, foi determinada a metodologia aplicada para o desenvolvimento da pesquisa. Tendo em vista que a indústria em estudo não possui *software* para extração de dados quantitativos, o trabalho se baseou em uma análise exclusivamente qualitativa através da descrição de cada um dos itens presentes na filosofia de alarmes proposta, adaptada a realidade na qual será inserida.

Por fim, foi elaborada a proposta da filosofia de alarmes com a descrição de cada um dos itens que será utilizado no documento. Igualmente, definiu-se o objetivo do sistema de alarmes e, a partir dele, as regras para execução dos demais itens e alcance do objetivo. A partir deste documento é possível dar início à implementação de um sistema de gerenciamento de alarmes, com o qual se espera reduzir o número de alarmes desnecessários e aumentar a segurança do processo.

A dificuldade encontrada na elaboração da pesquisa residiu principalmente na falta dos dados quantitativos. Logo, como sugestão para a empresa, sugere-se a aquisição de um *software* que faça a extração dos dados de alarmes para posterior tratamento estatístico e acompanhamento da eficácia do sistema de gerenciamento de alarmes, quando implementado.

REFERÊNCIAS

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (ANSI); INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION (ISA). **ANSI/ISA 18.2**: management of alarm systems for the process industries. North Carolina, 2009.

ARAÚJO, Estevão Veloso. **Gerenciamento de alarmes em plantas industriais**: conceitos, normas e estudo de caso em um forno de reaquecimento de blocos. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DE ARAÚJO, Juliano Rafael Sena. **Métricas de desempenho para sistema de alarmes de processos industriais**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, 2011.

DE LIMA, José Leandro. **Confiabilidade humana**: gestão de alarmes na prevenção de acidentes de processo. 2015. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2015.

DE OLIVEIRA, Aline Fernanda; SELLITTO, Miguel Afonso. **Análise qualitativa de aspectos influentes em situações de risco observadas no gerador de vapor de uma planta petroquímica**. Revista Produção, São Leopoldo, v. 20, n. 4, p. 677 – 688, 2010.

ENGINEERING EQUIPMENT AND MATERIALS USER`S ASSOCIATION (EMMUA). **EMMUA 191**: a guide to design, management and procurement. 3rd ed. London, 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE). **The explosion and fires at the Texaco Refinery, Milford Haven, 24 July 1994**. Pembroke, 1997. Disponível em: <https://www.icheme.org/~media/Documents/Subject%20Groups/Safety_Loss_Prev

ention/HSE%20Accident%20Reports/The%20Explosion%20and%20Fires%20at%20the%20Texaco%20Refinery%20Milford%20Haven.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.

KLEIN, Ennio. **Gerenciamento de Alarmes: Filosofia de Alarmes**. Documento Restrito. Triunfo: Empresa Estudada, 2011.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses**. São Paulo: Pioneira, 1999.

ROESCH, Azevedo Maria Sylvia. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

SOARES, André Filipe Pinto de Almeida. **O impacto da estrutura de dados operacionais em tempo real no comportamento do indivíduo na tomada da decisão**. 2008. 64 p. Dissertação (Especialização em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

TRUJILLIO, Victor. **Pesquisa de mercado qualitativa e quantitativa**. São Paulo: Scortecci, 2003.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO PROPOSTO AOS OPERADORES

Sistema de Alarmes Questionário do Operador			
Data: ____/____/____			
Nome: _____			
Questionário baseado na EEMUA 191 - tradução livre por Daiane Nogueira Santos			
1. Há aproximadamente quanto tempo você trabalha com o sistemas de controle e alarme?			
<input type="text"/>	anos	<input type="text"/>	meses
2. Quanto você considera que o sistema de alarmes te ajuda na operação em uma situação de operação normal e estável?			
<input type="text"/>	muito bom	<input type="text"/>	muito ruim
3. Quanto você considera que o sistema de alarmes te ajuda durante situações de distúrbio ou desarme da planta?			
<input type="text"/>	muito bom	<input type="text"/>	muito ruim
4. Como você classifica o número total de alarmes do sistema?			
<input type="text"/>	São alarmes demais	<input type="text"/>	Insuficientes
4.1 Você consegue distinguir entre alarmes gerados em partes diferentes do sistema?			
<input type="text"/>	Sim	<input type="text"/>	Parcialmente
4.2 O que gera a maioria dos alarmes? (ordene de 1 a 5, sendo 1 o maior e 5 o menor)			
<input type="text"/>	Processo	<input type="text"/>	Sistema SDCD
<input type="text"/>	Falhas de Equipamentos	<input type="text"/>	Comunicações
5. Com que frequência você encontra alarmes que são acionados pelo mesmo motivo de outro alarme que você já reconheceu nos últimos 5 minutos?			
<input type="text"/>	70 a 100% dos alarmes	<input type="text"/>	menos de 20%
6. Você passa pelos seguintes alarmes com que frequência?			
	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Frequentemente	Algumas vezes	Raramente
Alarmes que foram priorizados de forma errônea			
Alarmes de uma unidade que está desativada			
Dois ou mais alarmes ocorrendo ao mesmo tempo que significam a mesma coisa			
Alarmes ocorrendo em um desarme que só são relevantes em condições estáveis de operação			
7. Qual a proporção dos alarmes que são úteis para você na operação da planta?			
<input type="text"/>	Todos são essenciais	<input type="text"/>	Muito poucos
8. Você compreende completamente o que é a mensagem de cada alarme e sabe que ação tomar?			
<input type="text"/>	Sempre	<input type="text"/>	Algumas vezes
9. Considerando uma situação normal de operação e 10 alarmes típicos. Quantos destes 10 alarmes:			
<input type="text"/>	Requerem que você tome uma ação (ex. Operar uma válvula)	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	Fazem com que você abra um display e monitore algo com maior atenção	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	São informações úteis	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	São reconhecidos, mas rapidamente esquecidos	<input type="text"/>	
10. Quantos alarmes, aproximadamente, são acionados durante um grande distúrbio ou desarme na planta?			
<input type="text"/>	No primeiro minuto	<input type="text"/>	Na próxima hora
11. Você mantém a lista de alarmes constantemente aberta durante um grande distúrbio ou desarme da planta?			
<input type="text"/>	Sim	<input type="text"/>	Não
12. Com que frequência você olha a tela de alarmes durante um grande distúrbio ou desarme da planta?			
<input type="text"/>	Muitas vezes por minuto	<input type="text"/>	Menos de uma vez a cada 10 min
13. Em um grande distúrbio ou desarme da planta, com que frequência os alarmes são rápidos demais para você conseguir acompanhar?			
<input type="text"/>	Na maioria das vezes	<input type="text"/>	Raramente
14. Em um grande distúrbio ou desarme da planta, com que frequência você é forçado a reconhecer os alarmes sem ter tempo de lê-los e compreendê-los?			
<input type="text"/>	Sempre	<input type="text"/>	Nunca
15. O sistema de alarmes ajuda você a acompanhar os principais eventos relacionados à segurança em um grande distúrbio ou desarme da planta?			
<input type="text"/>	Ajuda muito	<input type="text"/>	Atrapalham
16. Qual a sua opinião sobre o procedimento atual de modificações de set de alarmes?			
<input type="text"/>	Muito restritivo e pesado	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	Restritivo, mas seguro	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	Fácil de usar, mas é preciso ter cuidado com o que fazer	<input type="text"/>	
<input type="text"/>	Sem controle e cuidados	<input type="text"/>	

Adaptado de EMMUA 191 (2013)