

GESTÃO DE ALARMES NA INDÚSTRIA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, ÓLEO E GÁS

Autor: Elísio Carvalho Silva

Data: 05/09/2013

1. Introdução

Em operações críticas que necessitam a intervenção do homem como camada de proteção para evitar um acidente, há a necessidade de alarmes a fim de informá-lo que algo está errado e urge a sua intervenção. Daí a relevância dos alarmes como fontes importantes de informações para os operadores manterem a planta em condições seguras.

Alarmes são fundamentais para o segmento industrial, assim como as indústrias são importantes para a sociedade. Contudo, elas são bem aceitas porque possuem uma frequência de falha baixa, ou seja, baixa possibilidade de eventos que afetem a comunidade. Os alarmes e ação humana são partes cruciais dessa redução de risco. Por isso, uma boa gestão dos alarmes irá reduzir a possibilidade de falha humana e assim melhorar a prevenção de grandes acidentes.

Para a sua preservação, a sociedade tem o interesse em manter esse segmento de indústria no alto padrão de segurança. Daí a importância deste artigo que tem o objetivo de discutir pontos importantes da gestão de alarme em plantas química, petroquímica, óleo e gás e nuclear, por meio de revisão bibliográfica. Espera-se que as pessoas que lidam com alarmes nesse segmento industrial sejam beneficiadas.

2. Históricos do sistema de alarmes

Alguns acidentes já ocorreram devido a má gestão de alarmes. Um dos primeiros grandes acidentes ocorreu em 1979 na usina nuclear Three Mile Island, nos Estados Unidos, que teve um custo de cerca de um bilhão de dólares conforme mencionam Bransby (1999) e EEMUA 191 (2007). Como esse acidente teve uma grande repercussão mundial e os fatores humanos e a má gestão de alarme foram fortes contribuintes para o acidente, houve um aumento de atenção principalmente nos sistemas de alarmes. Devido a esse acidente, o segmento industrial passou a dar um maior foco nos alarmes.

Outro acidente que teve grande repercussão foi o ocorrido em 1994 na refinaria de óleo de Milford Haven, na Inglaterra. Houve 26 pessoas com pequenos ferimentos e um dano de cerca de 48 milhões de libra esterlina (BRANSBY, 1999; EEMUA 191, 2007). Nesse acidente o operador estava tentando estabilizar a planta, após uma parada por falta de energia elétrica, quando foi sobrecarregado por alarmes, cerca de um alarme em 2 a 3 segundos, sendo que 87% eram de alta prioridade.

A partir daí algumas organizações tomaram ações no intuito de melhorar a gestão de alarmes. A Health, Safety and Executive (HSE), em 1999, publicou o regulamento Control of Major Accident Hazard (COMAH) para suportar a diretiva de Seveso. Esse regulamento incluiu a necessidade de prevenir a sobrecarga do operador por excesso de alarme.

Algumas indústrias também tomaram ações em função da necessidade de melhorar a gestão de alarmes. Estas ações não estão publicadas, no entanto, foram apresentados artigos

em vários seminários e conferências, como IEE Colloquia nos anos de 1997 e 1998 em Londres, IBC em 1999 também em Londres e IEE People in Control Conference em Bath no ano de 1999 (BRANSBY, 1999).

A EEMUA publicou em 1999 a primeira edição de Alarm Systems Guide, e a segunda publicada no ano de 2007.

Em 2009, a International Society of Automation publicou o Management of Alarm Systems for the Process Industries (ANSI/ISA 18.2), que forneceu grandes contribuições para a gestão de alarmes.

3. Alarmes e resposta do operador

O tempo de segurança de processo é o intervalo de tempo entre o evento iniciador e as suas consequências, caso não haja interrupção por camadas de proteção eficazes. O tempo necessário para a tomada de ação deve ser a metade do tempo de segurança de processo como enfatiza a Center for Chemical Process Safety - CCPS (2007). Uma camada de proteção normalmente utilizada é alarme e ação humana. O alarme alertará o ser humano para tomar ação e evitar a consequência indesejada de um determinado evento. No entanto, para uma ação adequada do ser humano, o tempo disponível para ele agir em situações de emergência não deverá ser menor que 10 minutos, conforme pesquisas e confirmadas por experiência na área industrial (ANSI/ISA-TR 84.00.04, 2005; CCPS, 2007).

A Figura 1 mostra a probabilidade de falha humana em função do tempo disponível para tomar a ação, conforme Swain e Guttman (1983). Observa-se que a probabilidade de erro é inversamente proporcional ao tempo disponível para tomar ação. Isso é, quanto menos tempo o homem tiver para tomar ação, maior será a probabilidade de erro. Quando próximo de dez minutos, a probabilidade de erro se aproxima de um.

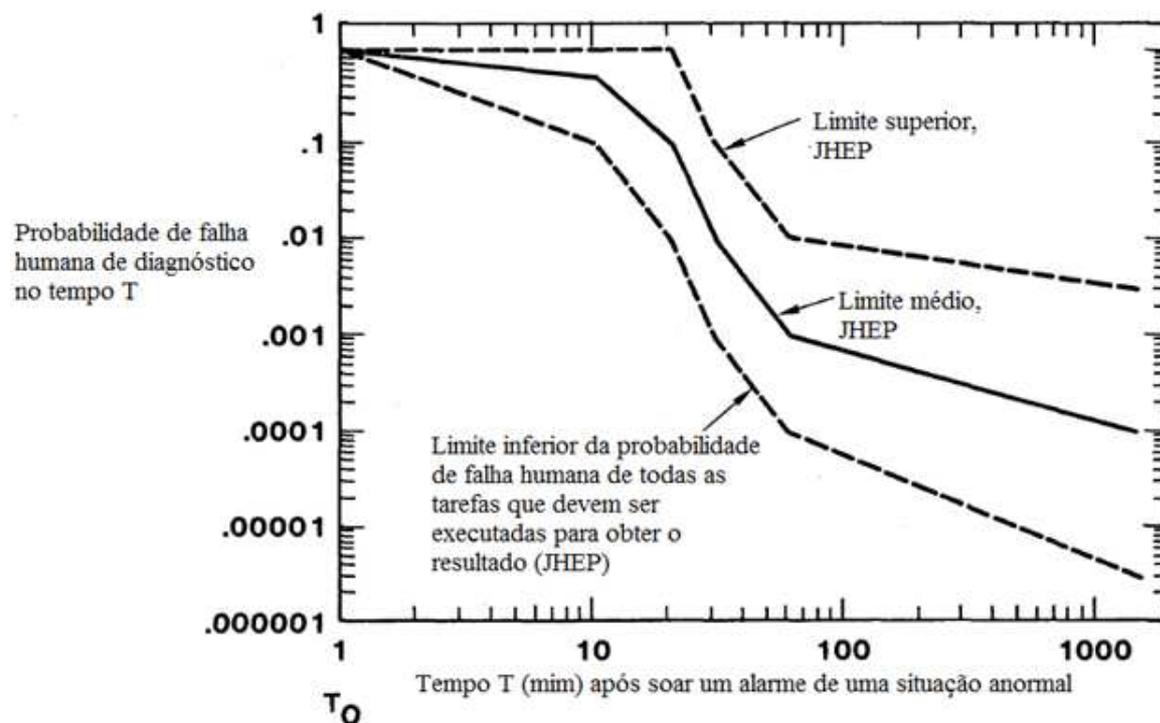


Figura 1 – Probabilidade de falha em função do tempo. Fonte: Swain e Guttman (1983).

Contudo, mesmo com tempo de resposta maior que dez minutos é preciso que haja

uma boa confiabilidade na resposta ao alarme. Para isso, é preciso que ele funcione de forma adequada para passar informações confiáveis para o ser humano e esse esteja preparado para agir. Daí a necessidade de implantar um sistema de gestão para toda a sua vida. O sistema de gestão do ciclo de vida do alarme deve ser composto dos seguintes estágios, tal como menciona a ANSI/ISA 18.02 (2009): filosofia; identificação; racionalização, projeto detalhado; implementação; operação; manutenção; gerenciamento de mudança, monitoramento e avaliação; e auditoria.

4. Gerenciamento dos alarmes

Como já destacado anteriormente, os acidentes da usina nuclear de Three Mile Island e da refinaria de óleo de Milford Haven custaram caro para as empresas. O acidente da British Petroleum em 2005, na cidade do Texas, teve como um dos fatores contribuintes a falha do transmissor de nível da coluna de destilação e, conseqüentemente, o alarme também não funcionou. Como consequência, não foi possível informar o operador que a coluna estava com nível elevado. Esse acidente custou a vida de 15 pessoas além de 149 feridos (BAKER, 2007). O acidente de Bhopal, no qual perderam a vida mais de 2000 pessoas, também teve um dos fatores contribuintes a falha do alarme de alta temperatura do metilisocinato. Nesse evento, o set de alarme foi alterado de 5°C para 20°C a fim de permitir a parada do sistema de refrigeração, conforme o programa de redução de custo da empresa. Isso causou o agravamento do acidente porque aumentou consideravelmente a formação de vapores orgânicos (LEVESON, 2011).

4.1. Alarmes como camadas de proteção

Alarme e ação humana é uma das camadas de proteção normalmente utilizada no segmento industrial, como mostra a Figura 2. Porém, o fator de redução de risco é limitado pela probabilidade de falha humana em demanda. O fator de redução de risco humano como camada de proteção é de 10, como salienta CCPS (2001). ANSI/ISA-TR 84.00.04 (2005) e CCPS (2007) confirmam a redução de risco de um fator de 10, porém destacam que pode aumentar até 100, se o tempo de segurança de processo for maior que 24 horas e o alarme ficar atuando por esse tempo, assumindo que vários operadores terão a oportunidade de detectar o alarme e tomar ação. Obviamente o sistema de alarme também deverá possuir essa confiabilidade e, certamente, não será parte de um sistema básico de controle de processo e sim de um sistema instrumentado de segurança.

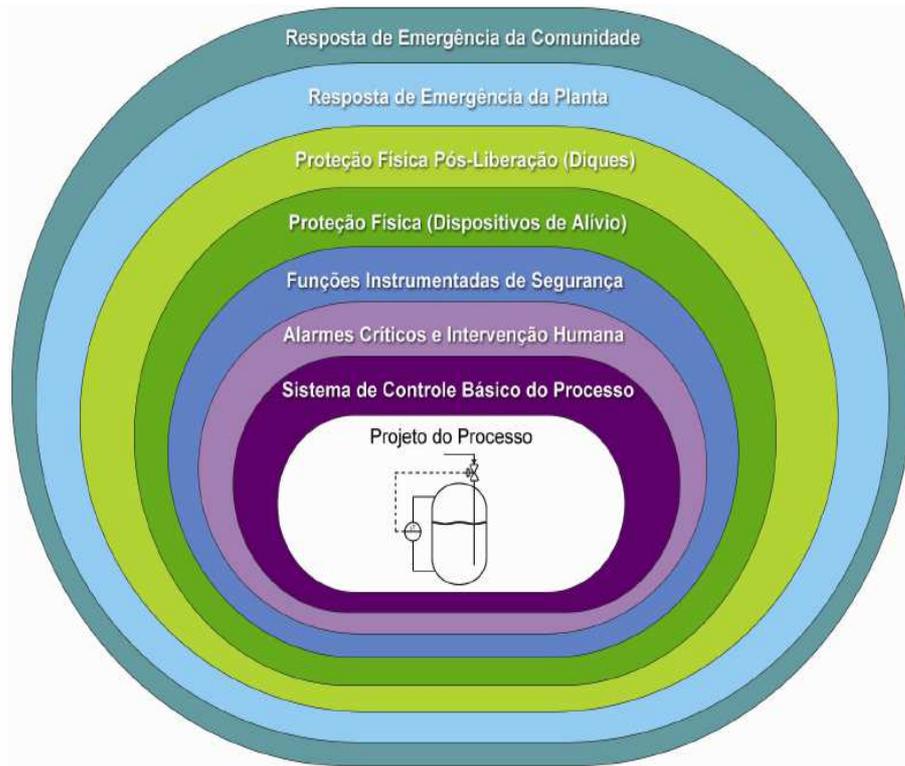


FIGURA 2 – Camadas de proteção no segmento industrial. Fonte: Alves (2007).

Além da necessidade do tempo maior que 10 minutos para uma resposta a um alarme de emergência, também o operador deverá estar preparado para agir no tempo disponível. Para melhorar o desempenho global da SIF, é preciso prover um foco especial ao operador, por meio de procedimento, treinamento e utilizar simulado, de preferência num simulador que interprete bem as condições reais. Dessa forma o treinamento será bem realístico tanto para as condições normais como anormais. Adicionalmente, devem ser simulados alarmes espúrios e excesso de alarme para entender como o operador reage (EEMUA 191, 2007).

Swain e Guttman (1983) mostram graficamente, conforme Figura 3, o resultado do desempenho humano com simulados de emergência e sem o simulado. Nota-se que sem o simulado, a eficácia da emergência reduz à proporção que aumenta o intervalo de realização do simulado.

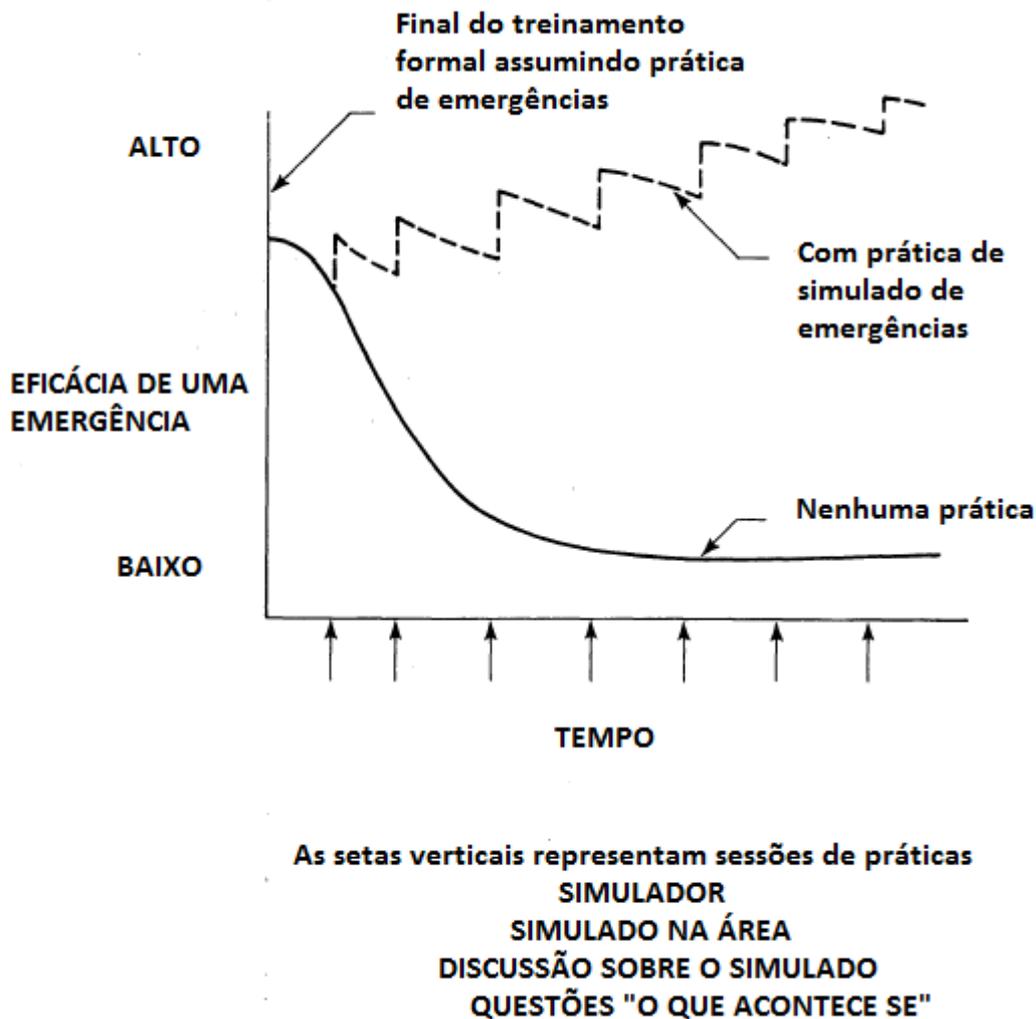


FIGURA 3 - Efeitos hipotéticos da prática e não prática para manter a habilidade em emergências. Fonte: Swain e Guttman (1983).

4.2. Definição do alarme

Num sistema de alarme é muito importante a definição do ponto no qual será acionado. Os alarmes terão os seus pontos de acionamento ajustados para que o operador tome a ação no tempo adequado da segurança de processo. Esse ajuste deve ser realizado conforme a avaliação feita na análise de risco e operabilidade do processo. A metodologia mais adequada para encontrar o ajuste ideal é por meio do Hazard Operability Analysis (HAZOP), onde será possível analisar os perigos de segurança e condições operacionais.

Uma vez realizado HAZOP, se confirmará se o alarme será uma salvaguarda para o processo. Se o cenário for considerado de risco que desafie a tolerabilidade de risco aceita pela organização, será necessária uma avaliação mais profunda. Normalmente essa avaliação é feita por uma análise semiquantitativa denominada de análise de camada de proteção (Layer of Protection Analysis – LOPA). A análise será determinante para confirmar se o alarme atuará como uma camada independente de proteção. Se for definido que será uma camada independente de proteção, juntamente com a ação humana, então passará a ser um alarme crítico assim como o procedimento que regerá a ação humana.

4.3. Gerenciamento da eficácia do alarme

Conforme a EEMUA 191 (2007), os alarmes são elementos fundamentais nas

indústrias química, petroquímica, óleo e gás, energia, entre outras. Atualmente são mais apresentados diretamente em telas de computador e podem também ser vistos em representação gráfica ou listas de alarme. Nessa lista devem constar todos os alarmes, quer sejam críticos ou não. Gill (2013) destaca a importância de agrupar alarmes críticos para o operador identificá-los com maior facilidade num gráfico ou display. Eles devem ser cuidadosamente projetados e mensurados para que não se tornem um problema para o processo operacional. De acordo com a ANSI/ISA-18.2 (2009) mais de 10 alarmes por 10 minutos para cada operador já pode ser considerado excesso de alarme, e pode tirar a atenção do operador para aqueles críticos e potencializar um acidente de processo. Por outro lado, a HSE (1999) destaca que alarmes críticos precisam ter som com cerca de 10 dB(A) acima do som ambiente e cor diferenciada para que o operador possa distingui-los no ambiente.

A EEMUA 191 (2007) destaca quatro princípios básicos para uma boa eficácia numa gestão de alarmes:

- a) Usabilidade – os alarmes serão projetados para cumprir com as necessidades dos usuários. Significa que terão as seguintes características: relevantes para o operador desempenhar o seu papel quando requisitado; indicar claramente qual a resposta necessária do operador; ser acionados em quantidade suficiente que o operador possa atender; fáceis para interpretar.
- b) Segurança – a contribuição do sistema de alarme para proteger a segurança das pessoas, o meio ambiente e a propriedade será claramente identificada. Qualquer ação do operador para responder ao alarme será baseada em princípios e dados conhecidos de desempenho humano.
- c) Monitoramento de desempenho – será avaliado o desempenho do sistema de alarme na fase de projeto e comissionamento para assegurar que será eficaz nas condições operacionais. Terá um programa de auditoria regular para confirmar se o seu bom desempenho está sendo mantido. É necessário o comprometimento contínuo da liderança máxima da planta.
- d) Engenharia e investimento – os alarmes serão projetados conforme padrões reconhecidos mundialmente. Quando for projetado novo alarme ou houver modificações naqueles já existentes, existirá uma gestão para certificar que um novo alarme é realmente necessário e que será bem projetado. O investimento inicial será suficiente para evitar problemas operacionais, riscos de segurança, meio ambiente e, assim, controlar o custo no decorrer do seu tempo de vida.

Para se antecipar a problemas de gestão de alarme, deve-se ficar atento a alguns pontos essenciais referentes ao projeto, organização e procedimento, conforme menciona a HSE (1993). Por exemplo:

Projeto

- O som do alarme abaixo do nível do som do ambiente e por isso não pode ser ouvido;
- Alarmes acionados acima da capacidade do operador atendê-los;
- Falsos alarmes ou alarmes são acionados quando a planta está parada.

Organização/Procedimento

- Operador não tem tempo suficiente para agir após acionamento do alarme;
- Alarmes não são percebidos porque nem sempre o operador está presente;

- Falta de controle para adicionar novos alarmes conforme sugestões de grupos de análise de risco.

4.4. As ferramentas e elementos de gerenciamento de alarmes

A ANSI/ISA 18.2 (2009) menciona o gerenciamento do ciclo de vida de sistema de alarme para que todo o ciclo de vida do sistema seja mantido um alto nível de confiabilidade. Abaixo estão os elementos do ciclo de vida:

Filosofia – inicia com a definição básica e se estende até a definição operacional, tal como, prioridades, classes, medidas de desempenho, limites do desempenho. A necessidade de relatório é baseada nos objetivos, definições e princípios.

Identificação – a identificação geralmente é feita por análise de risco, especificações de segurança, recomendações de investigação de incidentes, boas práticas de manufatura, desenvolvimento de diagrama de instrumentação e tubulação, etc.

Racionalização - é a junção da identificação e filosofia do alarme. Nesse momento é definida claramente toda a documentação do sistema de alarme, incluindo qualquer técnica avançada de alarme que poderá ser utilizada para completar o projeto.

Implementação – momento da instalação do sistema de alarme até a operação, incluindo os testes. Como o operador é peça importante do sistema de alarme, nesse estágio será considerado o seu treinamento.

Operação – o alarme está ativo e faz a sua função como projetado. Será considerado retreinamento em relação a sua filosofia e objetivo do alarme.

Manutenção – é o estágio do teste e reparo para garantir que o alarme irá funcionar como projetado. Será seguida a programação de manutenção periódica.

Monitoramento e avaliação – monitorar e avaliar o desempenho do sistema em relação às métricas estabelecidas.

Gerenciamento de mudança – qualquer alteração do sistema de alarme passará por aprovação. O processo de mudança seguirá cada estágio do ciclo de vida, desde a identificação até a implementação.

Auditoria – é o estágio que fará avaliação de todo o sistema de gestão do alarme.

5. Considerações Finais

Um gerenciamento de sistema de alarme é fundamental para contribuir que uma planta industrial se mantenha no estado seguro. Alarmes e ação humana são importantes camadas de proteção supervisória de uma unidade fabril, principalmente na indústria química, petroquímica e de energia.

Se um alarme é considerado como uma camada independente de proteção, seguirá a IEC 61511 ou IEC 61508 no intuito de manter o nível de confiabilidade desejado. Também levará em consideração a confiabilidade humana para responder o alarme de forma eficaz. Para isso, é necessário que o operador seja treinado, participe de simulado para a garantia de uma resposta adequada em um momento de estresse. Também é preciso levar em consideração o retreinamento. Wright, Turner e Horbury (2003) sugerem que retreinamento pode ser realizado com frequência de um a três anos ou até seis meses, dependendo dos riscos envolvidos.

Por outro lado, os alarmes de segurança cumprirão os seguintes critérios: serão designados como alarmes críticos; serão independentes do sistema básico de controle de

processo; o operador será treinado na falha específica da planta que o alarme indicar; serão óbvios para o operador e distinguível de outros alarmes; serão classificados como de alta prioridade no sistema; serão mantidos na vista do operador enquanto ele estiver ativo; o operador terá um procedimento escrito de resposta para o alarme; a resposta do operador ao alarme será simples, óbvia e invariante; a interface do operador será projetada para que todas as informações relevantes da falha da planta sejam facilmente acessíveis; o desempenho necessário do operador será auditado.

Aplicando essas técnicas será possível projetar alarmes eficazes e contribuir para a redução de incidentes ou acidentes de processo para manter as plantas industriais ainda mais seguras.

Referências

ALVES, C. L. **Uma Aplicação da técnica de Análise de Camadas de Proteção (LOPA) na Avaliação de Risco de Incêndios nas Rotas de Cabos de Desligamento de Um reator Nuclear.** COPPE/UFRJ, 2007. Disponível em: <http://www.con.ufrj.br/MSc%20Dissertacoes/2007/dissertacao_camille_alves.pdf>. Acesso em 15 jan 2010.

BRANSBY, M. **Best Practices in Alarm System Management.** North Carolina: International Society Automation, 1999.

BRANSBY, M. L.; JENKINSON, J. **The Management of Alarm Systems.** Norwich: Crown, 1998.

BAKER, J. A. **The Report of BP U.S. refineries Independent Safety Review Panel.** Disponível em: <http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/SP/STAGING/local_assets/assets/pdfs/Baker_panel_report.pdf>. Acesso em: 25 de Fev. 2007

CENTER FOR CHEMICAL PROCESS SAFETY. **Guidelines for Safe and Reliable Instrumented Protective Systems.** New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.

GILL. S. Management of Critical Alarms: Connecting the Dots. **Process Safety Progress**, v.32, No.1, Mar. 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **HSE Human Factors Briefing Note No. 9. Alarm Handling.** 1993. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/09alarms.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Better alarm handling.** 1999. Disponível em: <<http://www.hse.gov.uk/pubns/chis6.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE. **Reducing Risks, Protecting People.** 1st Edition. Norwich: Crown, 2001.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61511:** Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the process Industry Sector, Partes 1-3. Geneva 20, Switzerland, 2003

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 61508:** Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-Related Systems, Partes 1-7. Management Centre: Avenue Marnix 17, B - 1000 Brussels: BSI Standards Publication, 2010.

INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION. **ISA-TR84.00.04:** Guidelines for the Implementation of ANSI/ISA-84.00.01-2004. Research Triangle Park, North Carolina 27709, 2005.



SWAIN, A. D.; GUTTMANN, H. E. **Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications – Final Report.** Albuquerque, New Mexico 87185: Sandia National Laboratories, 1983.

THE ENGINEERING EQUIPMENT AND MATERIALS USERS' ASSOCIATION. **EEMUA 191: Alarm Systems, a Guide to Design, Management and Procurement.** London, 2007.

WRIGHT, M.; HORBURY, C.; TURNER, D. **Competence, Assessment and Major Accident Prevention.** In: Institution of Chemical Engineers Symposium Series. Norwich: Crown, 2003.