

Gaspar, D., Ferreira, D., Coutinho, J., Correia, J., Albuquerque, P. (2010). A Política de Alarmes na Gestão da Manutenção de uma Indústria Farmacêutica. *Millenium*, 39: 135-151.

A POLÍTICA DE ALARMES NA GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

DANIEL GASPAR ¹

DIOGO FERREIRA ²

JOANA COUTINHO ²

JOSÉ CORREIA ²

PEDRO ALBUQUERQUE ²

¹ Docente na Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu do Instituto Politécnico de Viseu – Portugal.

(e-mail: danigaspar@demgi.estv.pt)

² Alunos do Curso de Engenharia e Gestão Industrial da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Viseu do Instituto Politécnico de Viseu – Portugal. (e-mail: diogoasasf@hotmail.com, joanacoutinho9@hotmail.com, zejoacorreia@hotmail.com, pedromigueldealbuquerque@gmail.com)

Resumo

Numa organização, é comum a existência de uma estratégia definida para as mais diversas áreas e departamentos. No entanto, é raro encontrar uma política integrada de gestão de alarmes.

Os alarmes são vitais para identificação de perigos, riscos, alertas de qualidade e segurança, devendo, por isto mesmo, a sua importância ser valorizada desde o design até à entrada em serviço.

Uma política uniformizada de gestão de alarmes permite desde logo que a resposta aos acontecimentos seja adequada. Permite igualmente diminuir o tempo de resposta dos acontecimentos, incrementar a qualidade do produto e do meio, segurança das pessoas, equipamentos e instalações. A análise integrada desta informação, permite também identificar oportunidades de melhoria com reflexo na disponibilidade do equipamento e redução de custos de produção e manutenção.

Os equipamentos e sistemas actuais dispõem de avançadas tecnologias de informação, comunicação e geração de alarmes, no entanto, são idealizados para a produção de bens, não contemplando, em geral, operações nem aplicações específicas para tratamento de dados, gestão da manutenção e análise de alarmes.

O estudo foi desenvolvido numa empresa da indústria farmacêutica, que é composta por vários sectores, sendo um dos

mais importantes o da produção de água pura e destilada. A sala de águas é um dos pontos mais importantes da empresa, nela é produzida uma das principais matérias que são incluídas no produto. Foi nesse sector que fizemos uma análise mais detalhada, podendo o resto do trabalho ser aplicado nos outros sectores da empresa.

Palavras-chave: alarme, manutenção, gestão de alarmes, indicadores.

Abstract

In an organization, it is common the existence of a defined strategy for many different areas and departments. However it is rare to find an integrated alarm management policy.

Alarms are vital for identifying hazards, risks, quality and safety warnings, and their importance should, because of this, be enhanced from design to commissioning.

A uniform policy of management of alarms makes it immediately apparent if the response to events is adequate. It also allows to decrease the response time of the events, increase product quality and environment, personal, equipment and facilities safety. The integrated analysis of this information, also identifies opportunities for improvement with reflection on the availability of equipment and reduction of production costs and maintenance.

The current systems and equipment have advanced information technologies, communication and alarm generation, however, they are idealized for the production of goods not taking, in general, operations or specific applications for data processing, management, maintenance and analysis of alarms.

This study was developed in a pharmaceutical company that is comprised of various sectors, the major one being that of production of pure and distilled water. The water room is one of the most important points of the company, in it is produced one of the main subjects that are included in the product. It was in this sector we have made a more detailed analysis, the rest of the work can be applied in other sectors of the company.

Keywords: alarm, maintenance, alarm management, performance indicators.

1. A importância dos alarmes em ambiente industrial

A evolução tecnológica tem inevitavelmente impacto nas organizações. O desenvolvimento raramente é directo e sem problemas, enfrentando com frequência consequências inesperadas que devem ser tratadas e resolvidas. Os sistemas de controlo têm evoluído, obrigando o “*staff*” de gestão ou de operação a adaptar-se e a aprender novos conceitos, abordagens ou tecnologias.

Existe um novo paradigma de trabalho com os sistemas de supervisão e controlo necessários para gerir o elevado nível de automação e tecnologia, aumentando, em consequência, as situações de tomada de decisão em situações anormais.

A adopção consistente de uma filosofia de gestão de alarmes é a chave para uma gestão eficaz dos equipamentos que recorrem aos mais modernos sistemas de automação e supervisão. Uma ineficaz estratégia de alarmes gera frequentemente uma quantidade excessiva de alarmes, comprometendo o equilíbrio homem-máquina. A gestão em tempo real de ambientes complexos e dinâmicos é o palco ideal de aplicação de uma boa gestão de alarmes. Deve fornecer informação crucial e intuitiva para identificar a causa da anomalia e recolocar os equipamentos, no mais curto espaço de tempo, no estado de operação normal.

O propósito do alarme é permitir ao operador a resposta adequada e rápida, evitando ou alertando a passagem do processo do estado normal para um estado inseguro e instável. A par dos dados históricos e tendências, os alarmes e eventos gerados num processo são indicadores fulcrais na optimização e análise do processo. Quando os parâmetros do processo ultrapassam os limites normais, a capacidade de resposta adequada pode significar a diferença entre operações normais e paragens não planeadas ou falhas catastróficas.

A definição de políticas de gestão de alarmes é fundamental para alcançar todos estes objectivos. A falta de um sistema e de políticas eficazes de gestão de alarmes tem um impacto negativo e directo nas operações, no desempenho, na rentabilidade e na segurança das empresas industriais.

2. Classificação de alarmes

Um alarme é um acontecimento que requer a atenção do operador/técnico, alertando-o para uma ocorrência que precisa de intervenção imediata ou apenas chamando a sua atenção para a aproximação de um valor indesejável ou potencialmente perigoso.

Uma condição de alarme é uma alteração das condições entendidas como normais ou uma situação que requer notificação ou mesmo a resposta imediata de uma pessoa qualificada. Os alarmes podem/devem fornecer os seguintes tipos de informação:

Alerta – chamar a atenção para situações anormais que requerem resposta célere.

Warning – Fornecer informação sobre uma situação anormal.

Instruções – sugerir a resposta adequada para uma situação anormal

O espectro de abrangência e o propósito das diversas funções dos alarmes numa empresa industrial é alargado. Alguns alarmes servem, de uma forma generalista, para avisar os operadores ou os técnicos que um processo está no limite de uma gama de operação normal.

Um alarme de hierarquia mais elevada pode assinalar que determinado processo ultrapassou o limite das suas especificações, podendo colocar em causa a qualidade do produto, requerendo uma atenta investigação das causas e possíveis impactos na qualidade final. Em igual patamar de importância estão os alarmes relacionados com a segurança, podendo colocar em causa as pessoas e a integridade dos equipamentos.

É por isto importante classificar o tipo de alarmes, e assim estudar a melhor forma de notificação. É aconselhável mensurar a relevância do alarme de acordo com a respectiva classe de risco. Desta forma é útil, para cada sistema, classificar cada um dos alarmes segundo uma tabela, na sua versão simplificada, com a seguinte configuração:

Tabela 1 – Exemplo de determinação do grau de relevância de um alarme

Alarme	Descrição do alarme	Causa	Alarm Class (1-5)			Grau de Relevância
			Segurança	Qualidade	Processo	
CDI1501	Falha térmico CDI1501	Falha na alimentação no CDI	3	3	3	3
CDI1520	Má qualidade de água de saída do CDI1501	O CDI está sujo O medidor de condutividade não funciona correctamente Pressão e caudais fora do intervalo	5	5	3	5
FS1501	Baixo caudal de diluído FS1501	Falta de caudal na entrada do diluído no CDI	4	3	3	4
FS1502	Baixo caudal de diluído FS1502	Falta de caudal na entrada do concentrado no CDI	3	3	4	3
UV1601	Baixa radiação ultravioleta uv 1501	Falha no sensor de radiação (RI1501) Radiação menor a 60%	4	4		4

a. Métodos de identificação de alarmes

Não existe nenhum método ou regra para a identificação dos alarmes. Os alarmes podem ter origens diversas, desde particularidades do processo, boas práticas de engenharia, exigências legais ou outros *guidelines*. Algumas combinações de métodos de identificação, conhecimento do processo e particularidades da indústria em causa devem ser tomados em conta para determinar as situações dignas de serem estudadas/realçadas. A selecção e identificação dos alarmes deve ser feita durante a optimização e reengenharia dos processos. É, no entanto, ideal iniciar este processo imediatamente no desenho do processo.

Alguns métodos comuns da identificação dos alarmes são:

- Atribuição de níveis de segurança
- Análises dos perigos do processo (PHA)
- Análise dos níveis de protecção (LOPA)
- Investigação de incidentes
- Licenças ambientais
- Análise dos modos de falha e sua criticidade (FMEA)
- Boas práticas de fabrico (cGMP)
- Ferramentas de controlo da qualidade
- Revisões P&ID
- Revisões dos procedimentos de operação
- Recomendações do fabricante

b. Tipos de alarmes

Os tipos de alarme devem ser seleccionados com a maior das atenções, tomando por base a análise e compromissos da engenharia, da qualidade e da produção. Há alarmes desenhados para detecção de desvios, medidas incorrectas, alarmes da saída de controladores, ou mesmo equipamentos geradores de alarme. As fontes comuns de (falsos) alarmes, durante o arranque, paragem ou alterações no processo, devem ser tidas em conta quer no desenho, quer no sistema de gestão de alarmes.

Os tipos comuns de alarme a ser considerados, segundo a norma ISA, incluem:

- Alarmes absolutos
- Alarmes de desvios
- Alarmes de taxa de mudança
- Alarmes de discrepância
- Alarmes calculados
- Alarmes de saída do controlador
- Alarmes de diagnóstico de instrumentos
- Alarmes ajustáveis
- Alarmes adaptáveis
- Alarmes estatísticos
- Alarmes de arranque
- Alarmes de medição incorrecta

c. Estados do alarme

O alarme ocorre quando o processo saiu dos valores referência ou normais/padrão e ultrapassou os limites definidos (*setpoint*) e permaneceu neste estado o tempo suficiente para o alarme ser gerado. As suas transições e possíveis evoluções

devem ser analisadas e bem especificadas quando se está a desenhar e otimizar um sistema integrado de gestão de alarmes. Após a saída do estado de alarme pode ser exigido o reconhecimento do operador. Os mais relevantes estados de alarmes são:

Normal – O estado normal do alarme é definido como o estado em que o processo está a operar dentro das especificações normais.

Alarme não reconhecido – O estado não reconhecido do alarme é o estado inicial de um alarme que ainda não teve nenhuma intervenção externa, nomeadamente do operador/responsável do processo/equipamento.

Alarme reconhecido – O estado reconhecido do alarme é alcançado quando um alarme continua activo, mas a sua condição é reconhecida pelo operador.

Não reconhecimento RTN – O retorno ao normal do estado do alarme está alcançado quando o processo retorna dentro dos limites normais e o alarme fica inactivo (*auto-reset*) prévio ao reconhecimento da condição de alarme.

Arquivado – Um alarme é suprimido temporariamente usando uma metodologia controlada geralmente por um supervisor do processo. Um alarme no estado arquivado está sob o controle do operador. O sistema de arquivamento pode ser gerado automaticamente ou através de um supervisor.

Fora de serviço – O estado fora de serviço do alarme é usado para suprimir manualmente os alarmes, (por exemplo, funcionalidade do sistema de controlo do uso para remover o alarme do serviço, manutenção, calibrações, etc.), quando são removidos (temporariamente) do serviço. Um alarme no estado fora de serviço está, geralmente, sob o controle do departamento técnico.

Um sistema de gestão de alarmes otimizado no processo fornece uma capacidade adicional de protecção, contribuindo para a redução de risco global. Um sistema de alarme deve ainda fornecer informações de diagnóstico suficientes para o operador compreender as condições de um processo complexo.

3. A importância dos alarmes desde o design até à entrada em serviço

Os problemas geralmente identificados como alvo de melhoria no design de alarmes são:

- Compreensão reduzida da fonte dos problemas e dos seus impactos
- Falha na integração sistema operador-técnico
- Tendência para desenhar o sistema para o normal funcionamento
- Inadequado método de treino
- Alarmes sem instruções de trabalho
- Falsos positivos ou informação redundante

Uma informação de alarme deverá ser:

- Relevante: Deverá ter significado operacional e intuitivo
- Única: Eliminar alarmes redundantes
- Atempada: A notificação deverá ser atempada de forma a permitir ao operador uma adequada resposta ao problema
- Prioridade: cada alarme deverá ter uma prioridade associada de acordo com o risco e com o tempo de intervenção.
- Directa: As mensagens de alarme devem ser claras e intuitivas.

4. Como permitir uma resposta atempada a acontecimentos críticos?

A frequência e a repetição de alarmes pode chegar a um ponto que pode parecer que o processo está fora de controlo ou incapaz. Uma frequência elevada de alarmes geralmente não gera valor acrescentado ao trabalho, devendo ser o trabalho de engenharia concentrado na melhoria do processo, havendo, para isso, necessidade de dispor de ferramentas para ajudar a análise.

Além de critérios de qualidade, a notificação em tempo real procura a diminuição drástica do tempo médio de resposta a um alarme crítico. Uma intervenção atempada reduz ainda a dimensão e gravidade do dano, assim como o seu alastrar a outras zonas do equipamento e/ou a outros sistemas. Contribui assim para um aumento da disponibilidade dos equipamentos.

Por isto, é preciso conhecer e analisar, sistema a sistema, alarme a alarme, e classificar o grau de urgência, de acordo com o tipo de notificação idealmente necessária para uma resposta atempada. Por princípio, e tendo uma abordagem prática do problema, conhecendo o grau de relevância do alarme (ver Tabela 1) e o tipo de notificação ideal ou projectada para determinado alarme é possível classificar determinado alarme de acordo com a sua urgência na resposta.

Um exemplo da estrutura da tabela que determina o grau de urgência deverá ser a seguinte:

Tabela 2 – Exemplo de determinação do grau de urgência de um alarme

Alarme	Descrição do alarme	Type of notification						Grau de Urgência
		Sonoro	Visual	Telephone	HMI	SMS	Others	
DP 1301	Depósito de ruptura vazio						x	Muito Urgente
CDI0301	Falha no equipamento de osmose inversa	x						Muito Urgente
BC1301	Falha térmico da bomba de impulsão	x						Muito Urgente
BC1302	Falha térmico da bomba de impulsão	x						Muito Urgente

Uma análise cuidada de cada alarme deve ser parte integrante da política de alarmes. A abordagem proposta permite conhecer e avaliar a melhor forma de notificação de alarmes, quer na especificação de novos equipamentos e/ou sistemas, quer para processos de reengenharia.

5. Indicadores na gestão de alarmes

A avaliação do desempenho do sistema é fundamental para o controlo e melhoria do processo. O desempenho de um sistema de alarme pode deteriorar-se ao longo do tempo, à medida que o processo, sensores e demais componentes perdem propriedades, ou as condições de uso são alteradas. Por isto é imprescindível avaliar periodicamente, ao longo do ciclo de vida, e determinar se existe alguma acção de melhoria a ser tomada.

a. Métricas de sistema de alarme

$$\frac{N_{unack.T}}{N_{active.T}}$$

Fracção de alarmes não reconhecidos num intervalo de tempo t. É o limite inferior de alarmes perdidos. Se esse número for alto, é motivo de preocupação, mas se for baixo não se pode fazer nenhuma dedução imediata. Um valor alto também é

indicativo que o operador não está preocupado (*flood alarms*) com os alarmes que estão a ser gerados.

$$\frac{N_{active,\Delta T}}{\Delta T}$$

Número médio de alarmes num dado intervalo de tempo. Indica a carga de trabalho do operador, como resultado do sistema de alarmes. Se este for superior a 5 alarmes/minuto, em sistemas com supervisão contínua, pode deduzir-se que existe uma sobrecarga de alarmes (*flood condition*).

$$\frac{\sum_{i=1}^{N_{ack,\Delta T}} \Delta T_{ack-active,i}}{N_{ack,\Delta T}}$$

Tempo médio de reconhecimento de um alarme num determinado intervalo de tempo. Um valor elevado indica possíveis dificuldades de compreensão ou falta de preocupação do operador para os alarmes gerados. Pode também indicar que o método e meio de notificação deverá ser analisado. Um valor baixo deste indicador e com um número elevado de alarmes gerados, medido pela equação 2, indicaria que o operador está a reconhecer os alarmes sem os compreender.

$$\frac{\sum_{j=1}^{N_{return,\Delta T}} (\Delta T_{return-active,j})}{N_{return,\Delta T}}$$

Tempo médio de regresso ao estado normal num dado período de tempo. Um valor elevado indica que o operador não tem capacidade de tomar as medidas necessárias, como resultado de uma sobrecarga de alarmes. Esta informação categoriza-se de acordo com a prioridade dos alarmes, podendo ser uma estimativa do tempo útil de resposta a eventos críticos, eliminando da análise os alarmes de alerta.

$$\frac{N_{inack,return,\Delta T} + N_{return,ack,\Delta T}}{N_{return,\Delta T}}$$

Fracção de alarmes não reconhecidos antes de retornar ao normal durante um intervalo de tempo dt. Indica a proporção de alarmes que provavelmente não chamaram a atenção do operador. Permite identificar situações com um número elevado de alarmes sem terem sido tomadas as medidas necessárias.

Tabela 3 – Nomenclatura da métrica de alarmes

$N_{unack, T}$	nº de alarmes não reconhecidos num dado período de tempo
$N_{ack, T}$	nº de alarmes reconhecidos num dado período de tempo
$N_{active, \Delta T}$	nº de alarmes activos num dado período de tempo
$N_{ack, \Delta T}$	nº de alarmes reconhecidos num dado período de tempo
$N_{return, \Delta T}$	nº de alarmes que regressaram ao estado normal num período de tempo
$N_{unack, return, \Delta T}$	nº de alarmes após o regresso ao estado normal sem reconhecimento num dado período de tempo
$N_{return, ack, \Delta T}$	nº de alarmes reconhecidos após o regresso ao estado normal num dado período de tempo
ΔT	$\Delta T =$ intervalo de tempo (dt)
$\Delta T_{ack-active, i}$	Intervalo de tempo do reconhecimento do alarme i.
$\Delta T_{return-ack, j}$	Intervalo de tempo do alarme j, decorrido entre o regresso ao estado normal e o reconhecimento.

Após a definição da métrica a implementar na empresa em estudo, fizemos um quadro resumo de alguns dos indicadores que são mais importantes para a gestão da manutenção. No quadro em baixo só colocamos, a título de exemplo, alguns dos tipos de alarmes que os equipamentos fornecem e que são mais frequentes. O período de análise é de 30 dias de produção.

Tabela 4 – Resumo de indicadores por tipo de alarme

Resumo de métrica de alarmes						
Descrição do tipo de alarme	Frequência	Freq. relat	Tempo de reconhecimento total	Tempo médio de reconhecimento	Tempo total de saída	Tempo médio de saída
Pressão baixa de vapor	12	2,6%	04:29:58	00:22:30	02:30:43	00:12:34
Alarma Caudal Bajo [FI1601-1] en loop WP	6	1,3%	06:01:25	01:00:14	00:03:19	00:00:33
Alta Concentración Cloro Depósito	1	0,2%	01:56:17	01:56:17	01:56:17	01:56:17
Alta Concentración Cloro Aljibe	23	4,9%	05:45:48	02:20:15	08:17:01	00:21:37

Descrição do tipo de alarme	Frequência	Freq. relat	Tempo de reconhecimento total	Tempo médio de reconhecimento	Tempo total de saída	Tempo médio de saída
Alta Concentración Cloro Depósito	7	1,5%	00:50:06	03:32:52	13:29:27	05:21:21
Baja Concentración Cloro Aljibe	8	1,7%	03:47:36	00:28:27	22:02:40	20:45:20
Baja Concentración Cloro Depósito	52	11,1%	13:03:29	12:15:04	14:00:46	11:48:29
Bomba llenado aljibe pretratam. Parada	3	0,6%	10:14:58	03:24:59	06:46:13	02:15:24
Conductividade alta	12	2,6%	04:29:58	00:22:30	02:30:43	00:12:34
Disparo térmico bomba de água	12	2,6%	04:29:58	00:22:30	02:30:43	00:12:34

b. Como mensurar e melhorar o desempenho da minha política de alarmes?

Ao definir uma política de alarmes adequada à organização é inevitável a análise dos sistemas existentes e encontrar a melhor forma de os adequar à política definida. Na definição da política é necessário também definir desde logo os indicadores a calcular e analisar de acordo com os níveis de controlo do sistema e parâmetros de qualidade desejados para o processo.

Ao desenhar e implementar um sistema de gestão de alarmes deve-se garantir que o número total de alarmes relacionados com segurança e a sua taxa máxima de ocorrência não é, em nenhuma situação, uma sobrecarga para o operador. Ou seja, deverá ser garantido que a taxa máxima de alarmes relacionados com segurança, sejam parametrizados de forma que ocorram num intervalo entendido como adequado.

A avaliação de desempenho do sistema de alarmes e os valores de referência a obter em sistemas complexos e monitorizados continuamente, com recursos devidamente treinados, são descritos na tabela seguinte:

Tabela 5 – Análise de fluxos de alarmes

Análise de fluxos de alarmes		
Alarmes	Valor desejável	Valor limite aceitável
Nº de alarmes por dia e por área/processo	150 por dia	300 por dia
Alarmes por hora por área/processo	6 (média)	12 (média)
Alarmes por 10 min. por área/processo	1(média)	2(média)
Métrica	Valor objectivo	
Percentagem de horas que contêm mais de 30 alarmes	< 1%	
Percentagem de períodos de 10 min que contêm mais de 5 alarmes	< 1%	
Número máximo de alarmes num período de 10 minutos	< 10	
Percentagem de tempo que o sistema de alarme está em sobrecarga (<i>flood condition</i>)	< 1%	
Percentagem de contribuição que os 10 alarmes mais frequentes contribuem para a carga total do sistema	Dependente do processo	

É importante salientar que cada processo, por ter as suas características próprias, complexidade, risco e recursos alocados, deve ser analisado individualmente. Em função dessas particularidades deverão ser estabelecidos os seus próprios objectivos e metas a atingir.

Analisar as taxas de alarmes é um bom princípio para avaliar a performance de um sistema de alarmes, ou mesmo a política implementada. A taxa média de alarmes por área/processo (traduzindo o desempenho de uma equipa/operador pelo controlo e resolução das ocorrências que despoletaram os alarmes), com base num mês de dados, deve ser menor ou igual que os valores definidos como meta na tabela-tipo anterior. Estas taxas são baseadas na capacidade do operador e no tempo necessário para executar as acções operacionais necessárias para repor o alarme, tais como: localização do alarme, verificação do sistema de controlo, análise da situação, determinação da acção correctiva apropriada e acompanhamento da situação para garantir que a condição de alarme é resolvida com sucesso.

A solução para uma taxa de alarmes elevada pode incluir melhorias no sistema de controlo, ajustamento no sistema de alarmes, parameterização de *setpoints*, revisão dos meios de comunicação ou a utilização de outras técnicas avançadas para resolver o problema.

Os fluxos de alarmes são variáveis. A duração de períodos de actividade de alarmes com taxas de ocorrência provável pode exceder a capacidade de resposta do operador. Numa sobrecarga (*flood condition*) de alarmes, o sistema de alarme é susceptível de ser ineficaz em auxiliar o operador. Os cálculos do fluxo de alarmes envolvem a determinação dos períodos de tempo adjacente, onde a taxa de geração de alarmes é alta, produzindo assim uma sobrecarga (*flood condition*) global. O início de uma sobrecarga de alarmes é indicado pelo primeiro intervalo regular de 10 minutos com uma taxa de alarmes que excede 10 alarmes por 10 minutos, no caso de um sistema monitorizado continuamente. O fim de uma sobrecarga de alarmes é indicado pelos primeiros 10 minutos de intervalo regulares, com uma taxa de alarmes menor que 5 alarmes por 10 minutos.

Tabela 6 – Resumo de fluxo de alarmes por dia

Alarmes	Valor desejável	Valor limite aceitável	14-Set	15-Set	16-Set	17-Set	18-Set	19-Set	20-Set	21-Set	22-Set
Nº de alarmes por dia e por área/processo	150 por dia	300 por dia	17,00	18,00	2,00	20,00	0,00	2,00	0,00	17,00	8,00
Alarmes por hora por área/processo	6 (média)	12 (média)	0,71	0,75	0,08	0,83	0,00	0,08	0,00	0,71	0,33
Alarmes por 10 min. por área/processo	1(média)	2(média)	0,12	0,13	0,01	0,14	0,00	0,01	0,00	0,12	0,06
Percentagem de períodos de 10 min que contém mais de 5 alarmes	< 1%	>5	1,00	2,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00
Máximo número de alarmes num período de 10 min.	< 5	< 10	6,00	7,00	1,00	6,00	0,00	1,00	0,00	7,00	6,00

6. A codificação de alarmes

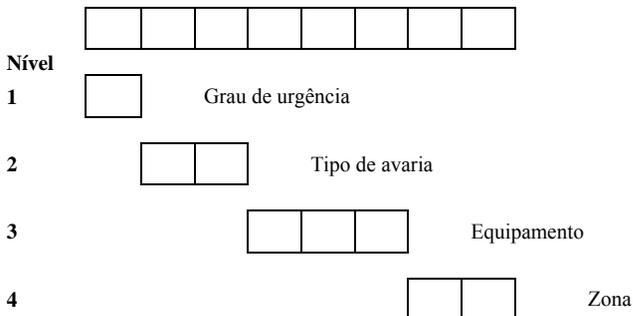
A codificação de alarmes é uma necessidade de organização e tem como objectivo a identificação clara e precisa de todos os alarmes existentes numa instalação, fábrica ou área de produção.

A implantação de um sistema de codificação dá a possibilidade de identificar um alarme, os dados relativos às avarias e acções de manutenção efectuadas. A empresa

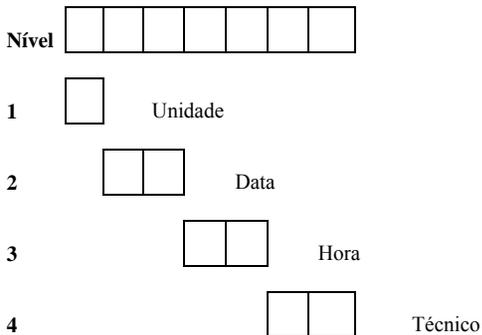
pode optar por adoptar o mesmo código, para efeitos de estatística, para contabilizar as avarias e custos nos seus diferentes níveis de apuramento (equipamento, área de produção, fábrica, conjunto de fábricas, empresas).

Após uma análise aos sistemas de codificação da empresa, a nossa proposta de codificação dos alarmes tem um código com duas partes: uma parte externa e uma parte interna. De seguida, descrevemos o tipo de código e os seus elementos:

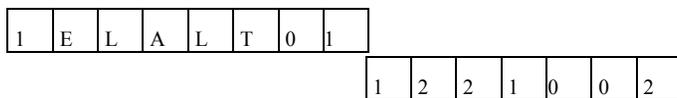
Código externo



Código interno



Exemplo de um alarme completo (interno+externo) onde podemos obter toda a informação necessária:



A descrição do alarme, em cima referido é: Alarme de urgência (muito urgente), avaria do tipo eléctrica no alternador na zona 1 (sala de águas), o alarme ocorreu na Unidade de Produção Antibióticos no intervalo das 22 horas do dia 10. O técnico responsável notificado foi o técnico 2.

7. Resultados

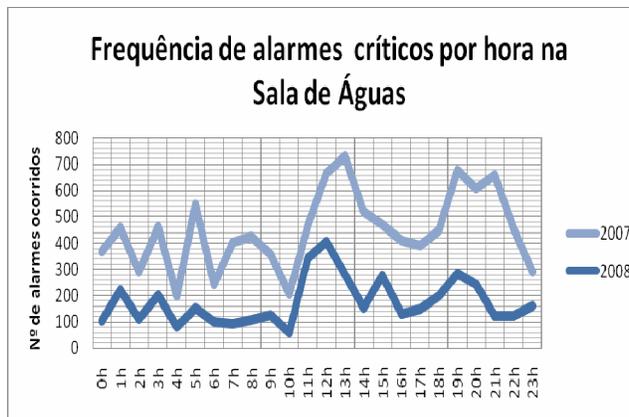
Foram desenvolvidas aplicações de notificação por SMS de alarmes críticos e implementada a gestão centralizada de alarmes, com o fim primário de redução do tempo de resposta a acontecimentos críticos e com um fim secundário de disponibilização e registo de informação destes acontecimentos.

Os primeiros sistemas integrados na gestão e encaminhamento em tempo real de alarmes críticos foram o pré-tratamento e tratamento de águas, um sistema crítico em termos de qualidade e de disponibilidade produtiva. Porque os resultados são positivos, foi generalizado o projecto, concretizando o alargamento a outros sistemas e ainda a outros em fase de desenvolvimento.

As aplicações desenvolvidas funcionam em rede, centralizando num servidor o envio de SMS's, o que evita, só por si, a sobrecarga de i/o's e de processamento nos equipamentos de controlo e supervisão. Centralizar o envio de SMS's num servidor contribui também para a uniformização, criando pontes entre ilhas de automação. Nesta filosofia existe apenas uma aplicação que gere o envio de SMS's (*SMS server*) com vantagens várias do ponto de vista de gestão, administração e manutenção do sistema.

Além disso, e tendo em conta as normas que regem a indústria farmacêutica, os sistemas críticos, dos quais depende directamente a qualidade do produto final são sujeitos a rigorosos testes de desempenho e integridade – a qualificação do equipamento/sistema. Uma vez qualificado, qualquer alteração deverá ser sujeita a morosos testes de acordo com as normas *GMP (Good Manufacturing Procedures*, também conhecido no meio como acrónimo de *Giv'Me More Paper*). Com a arquitectura de comunicação seguida, como não tem qualquer interferência directa com o desempenho dos sistemas, não carece de qualquer *Change Control*.

Figura 1 – Frequência da distribuição horária dos alarmes críticos da Sala de Águas



Podemos ver na figura 1 que existe um padrão de comportamento uniforme na geração de alarmes críticos, sendo semelhante a distribuição em 2007 e em 2008. Esta análise tem uma primeira interpretação associada às horas de maior actividade produtiva que potenciam uma maior frequência de alarmes. No entanto, o estudo deverá ser mais detalhado, devendo ser avaliada a correlação com outros factores, nomeadamente rotinas produtivas de alguns sectores da fábrica, ou mesmo alguma relação com a qualidade da energia fornecida pelo distribuidor. Esta análise será detalhada em estudos posteriores.

8. Conclusão

A necessidade de uma maior eficiência operacional e a obtenção da excelência no processo industrial abre caminho à necessidade de otimizar os sistemas de gestão de alarmes.

A adopção consistente de uma filosofia de gestão de alarmes é a chave para a gestão de ocorrências, porque essas mesmas anomalias, frequentemente, geram uma quantidade enorme de alarmes que complicam a vida aos técnicos. Os técnicos devem gerir em tempo real ambientes complexos e dinâmicos e uma boa gestão de alarmes consegue fornecer informação crucial para identificar a causa da anomalia e recolocar a fábrica no estado de operação normal.

Como conclusão do trabalho desenvolvido e na busca contínua de melhoria e optimização dos processos, foram identificados alguns factores de melhoria na gestão de alarmes:

- Elaboração de um manual de instruções detalhada para cada alarme crítico.

- Verificação dos equipamentos e dos sistemas de supervisão e controlo com base nos *guidelines* aplicáveis.
- Na aquisição de novos equipamentos, acrescentar requisitos, de acordo com os *guidelines*, sobre codificação de alarmes e sobre a sua classificação.
- Melhorar as qualificações dos técnicos e sensibilizar para as boas práticas de gestão de alarmes.
- Acompanhamento e monitorização sistemática da gestão de alarmes de acordo com os indicadores definidos neste trabalho.

Com este trabalho e com os resultados obtidos com as ferramentas avançadas desenvolvidas para o efeito, conseguimos uma maior eficiência na organização e alocação de recursos, melhor comunicação, e um método de mensurar e avaliar a política de gestão de alarmes seguida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Good Practices For Computerised Systems in Regulated "GXP" Environments*, (2004). Pharmaceutical Inspection Convention.
- Levitt, Joel. (1996). *Managing Factory Maintenance*, Industrial Press.
- Lingfeng, Wang. (2006). *Modern Industrial Automation Software Design*, IEEE Publication.
- *Management of Alarm Systems for the Process Industries - Draft ISA – 18.02*, Abril de 2009.
- Nochur, A.; Vedam, H.; Koene, J. (2001) *Alarm Performance Metrics*. Honeywell Singapore Laboratory, IFAC.
- Polónio, Nuno; Gaspar, Daniel. (2008). *Real Time Notifications for Critical Parameters in Operations and Maintenance*, 6th International Conference on Software Engineering Research and Applications, IEEE.
- P, Nuno; Gaspar, Daniel; Regalo, Carlos. (2007). *Integração de Sistemas Informáticos na Gestão da Manutenção na Indústria Farmacêutica*, IX Congresso de Manutenção, APMI.
- The Good Automated Manufacturing Practice (GAMP), *Guide for Validation of Automated Systems*, GAMP5 (ISPE/GAMP Forum), 2008.

Recebido: 23 de Julho de 2010.

Aceite: 2 de Setembro de 2010.