

GERENCIAMENTO DE ALARMES EM UMA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA: UM ESTUDO DE CASO¹

*Estevão Veloso Araújo²
Alan Rodrigo dos Santos³
Wellington Passos de Paula⁴
Carmela Maria Polito Braga⁵*

Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão dos principais conceitos e técnicas relativos ao gerenciamento de alarmes e um estudo de caso no forno de reaquecimento de blocos de uma indústria siderúrgica localizada em Minas Gerais. São utilizados o ciclo de vida recomendado pela norma ISA SP18 e os indicadores de desempenho e melhorias propostos pela EEMUA 191 para verificação da qualidade do sistema de alarme implementado. Uma redução significativa no número de alarmes gerados é observada após a aplicação da técnica de gerenciamento de alarmes, o que torna o sistema mais confiável e robusto.

Palavras-chave: Gerenciamento de alarmes; Forno de reaquecimento de blocos; Sistema de alarme.

ALARM MANAGEMENT IN A STEEL MAKING INDUSTRY: A CASE STUDY

Abstract

This paper presents a review of the main concepts related to alarm management and a case study in the bloom reheating furnace of a steel making industry located in Minas Gerais. It's use the lifecycle described at ISA SP18 and the performance indicators and improvements proposed by EEMUA 191 for checking the quality of the alarm system implemented. After the application of alarm management there was a significant reduction in the number of alarms generated, what makes the alarm system more reliable and robust.

Key-words: Alarm management; Bloom reheating furnace; Alarm system.

¹ Contribuição técnica ao 14º Seminário de Automação de Processos, 6 a 8 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Engenheiro de Controle e Automação; estevao.veloso@gmail.com

³ Técnico em Eletrônica; arsantos@oi.com.br

⁴ Cientista da Computação, MSc; wpassos@gmail.com

⁵ Profa. Adjunta do Departamento de Engenharia Eletrônica, PhD - UFMG; carmela@cpdee.ufmg.br

1 INTRODUÇÃO

Os alarmes são um sinal para que o operador intervenha no processo a fim de corrigir uma condição indevida, retorná-lo a um estado normal ou impedir que uma condição anormal/insegura seja alcançada. É a primeira camada em uma estratégia multicamada de segurança. Os operadores devem visualizar alarmes no contexto da operação de uma planta como um todo. Não faz nenhum sentido, por exemplo, um operador ter que responder a um alarme de baixa vazão quando a bomba que controla o fluxo é interrompida para a manutenção. Alarmes que funcionam como um alerta de mudança para o operador informam a este a natureza da mudança, e o guiam para uma ação corretiva. As melhores práticas de Gerenciamento de Alarmes (GA) exigem distinções entre alarmes e alertas. Os alertas fornecem um mecanismo de aviso, mas não exigem necessariamente uma ação imediata. Alarmes nunca devem ser usados como avisos, e devem sempre exigir uma ação do operador.⁽¹⁾

As soluções em GA consistem em um pacote das melhores práticas e de ferramentas que aumentam o desempenho operacional melhorando a eficácia dos sistemas de alarme. A busca da padronização com relação ao gerenciamento de alarmes está crescendo, uma vez que as falhas nos sistemas de alarme são frequentemente mencionados como fatores de contribuição em incidentes/acidentes industriais. Organizações trabalham para oferecer uma abordagem padronizada nesta área, dentre elas podem-se citar a Engineering Equipment and Material Users Association (EEMUA), Instrument Society of America (ISA), Health and Safety Executive (HSE), User Association of Process Control Technology in Chemical and Pharmaceutical Industries (NAMUR), dentre outras.

Apresenta-se a implementação do gerenciamento de alarmes no forno de reaquecimento de blocos de uma indústria siderúrgica localizada em Minas Gerais no qual são utilizadas as métricas de desempenho e melhorias propostas na EEMUA 191⁽¹⁾ e o ciclo de vida do GA descrito pela ISA SP18.⁽²⁾ Enquanto a primeira fornece direções quanto às ações devidas, a segunda fornece direções quanto ao alcance das metas.⁽³⁾

Pode-se citar como um diferencial deste trabalho o desenvolvimento de rotinas de software próprias, integradas ao sistema de operação e supervisão do forno, ao invés da utilização de softwares comerciais, recurso este geralmente utilizado na grande maioria dos trabalhos publicados nesta área.

2 METODOLOGIA

Este trabalho é orientado pelas recomendações das normas EEMUA 191,⁽¹⁾ Sistemas de alarme: Um guia para projeto, gerenciamento e aquisição, e ISA SP18,⁽²⁾ Gerenciamento de sistemas de alarme em processos industriais. Uma breve descrição das normas utilizadas é apresentada na subseção 2.1.

2.1 Normas

2.1.1 EEMUA 191

A EEMUA 191,⁽¹⁾ cuja primeira versão foi disponibilizada em 1999, é reconhecida como a melhor prática no assunto e tem sido adotada como padrão para projetos, gerenciamento e aquisição de sistemas de alarme. Ela fornece recomendações práticas para sistemas de alarme baseada em experiências de vários usuários finais e estudos de fatores humanos. Neste guia são citados quatro fundamentos

principais que regem um sistema de alarme: usabilidade, segurança, monitoramento de desempenho e investimento em engenharia. O documento fornece um valioso guia relativo ao papel da operação, princípios de projetos, tipos e priorização de alarmes e aquisição de sistemas de alarme. Em sua segunda edição, lançada em 2007, são apresentados dados de alguns setores industriais com relação aos índices de desempenho estabelecidos como indicativos da qualidade de um sistema de alarme. A Tabela 1 mostra os valores observados na indústria e aqueles recomendados pela EEMUA, que determinam:

- a média deve ser de 144 alarmes por dia, implicando em pelo menos 10 min para o operador avaliar corretamente cada alarme gerado para que não haja perda de desempenho em outras atividades;
- não haja mais de 9 alarmes contínuos, para que a lista de alarme não seja poluída, dificultando a detecção de alarmes pendentes;
- a taxa de pico de alarmes, correspondente ao número máximo de alarmes ocorridos em 10 minutos, não deve ultrapassar 10 registros; e
- haja distribuição de prioridades dos alarmes: 80%, 15% e 5% para prioridade baixa, média e alta, respectivamente.

Tabela 1 – Índices de desempenho EEMUA 191⁽¹⁾

Índices	EEMUA	Óleo e Gás	Petroquímica	Energia	Outras
Média de alarmes por dia	144	1200	1500	2000	900
Média de alarmes constantes	9	50	100	65	35
Pico de alarmes por 10 minutos	10	220	180	350	180
Média de alarmes / 10 minutos	1	6	9	8	5
Distribuição de prioridades (Baixa/Média/Alta)	80/15/5	0/0/100	25/40/35	25/40/35	25/40/35

Outro indicador também citado é o percentual de tempo instável. Com ele determina-se a porcentagem de tempo na qual foram gerados mais de 30 alarmes em um intervalo de uma hora. O valor recomendando é de 1%.

Europeus ligados à produção tem observado uma redução de 20% a 30% nos seguros de risco operacionais devido à implementação de melhorias propostas pela EEMUA nos sistemas de alarme.⁽⁴⁾

2.1.2 ISA SP18

O documento ISA SP18⁽²⁾ define modelos, terminologias e processos para a implementação e gestão eficientes de um sistema de alarme. Ao contrário da EEMUA 191,⁽¹⁾ que considera um sistema de alarme contendo desde a instrumentação até o display de alarme, o escopo do documento é limitado a sistemas de alarme utilizados em computadores. A SP18⁽²⁾ estabelece um sistema holístico para gerenciar um sistema de alarme representado por um modelo de ciclo de vida que, para o gerenciamento de alarmes, é definido da seguinte forma:

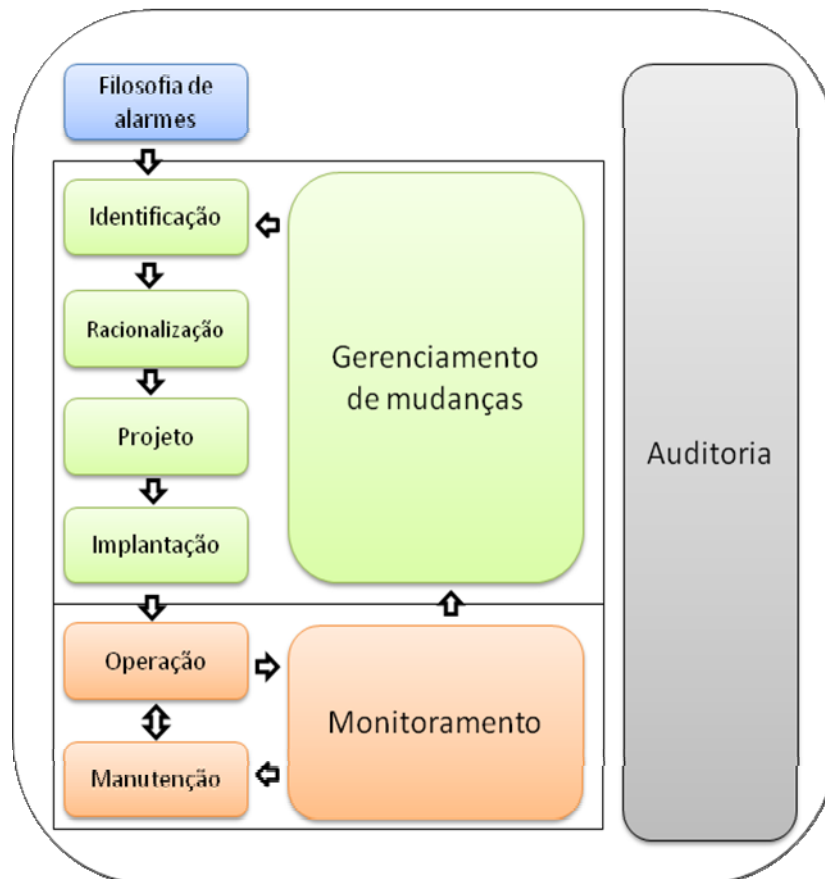


Figura 1 – Ciclo de vida do gerenciamento de alarmes.

A seguir uma breve descrição de cada uma das fases presentes no ciclo:

Filosofia de alarmes: O documento de filosofia de alarmes inclui as definições e princípios para o sistema de alarme, bem como os detalhes das práticas e procedimentos para cada uma das fases restantes do ciclo de vida.

Identificação: A identificação de eventuais alarmes pode ser feita por vários métodos, tais como risco de um processo, análise ou investigação de incidentes. Embora este seja um passo importante no ciclo de vida, os métodos não são detalhados nos trabalhos da comissão SP18,⁽²⁾ exceto a identificação de alarmes problemáticos na rotina de monitoramento.

Racionalização: Adequar sistema de alarme ao documento de filosofia de alarme desenvolvido, resultando, dentre outras coisas, em:

- Priorização;
- Classificação; e
- valores de *setpoint*.

Projeto: A fase do projeto inclui a configuração básica de alarmes, o design de alarmes da HMI, e os métodos avançados de gerenciamento de alarme.

Implantação: É a etapa onde o projeto é colocado em serviço. Este processo inclui o treinamento para o operador e testes iniciais de funcionamento do sistema de alarme.

Operação: É a fase do ciclo de vida quando o alarme está em serviço e sinalizando condições anormais para o operador

Manutenção: É um passo necessário para o ciclo de vida de alarme. O instrumento de medição do processo pode precisar de manutenção ou algum outro componente do sistema de alarme pode necessitar de reparo.

Gerenciamento de mudanças: É o processo estruturado de aprovação e autorização para fazer adições, alterações e exclusões de alarmes do sistema. As mudanças podem ser identificadas por muitos meios, incluindo sugestões do operador e monitoramento. O processo de mudança deve alimentar o estágio de identificação para garantir que cada mudança é consistente com a filosofia de alarmes.

Monitoramento: É a coleta periódica e análise dos dados de alarmes no estágio de operação do ciclo de vida. Sem acompanhamento, é quase impossível manter um efetivo sistema de alarme. Esse processo deve ocorrer com frequência, talvez diariamente ou semanalmente.

Auditoria: Auditoria periódica do sistema de alarme e dos processos detalhados na filosofia de alarmes. A avaliação pode determinar a necessidade de modificar os processos, a filosofia e a orientação de projeto ou ainda melhorar a disciplina da organização para acompanhar os processos.

2.2 Gerenciamento de Alarmes no Forno de Reaquecimento de Blocos

O forno de reaquecimento de blocos, que está localizado na laminação secundária, é responsável por elevar a temperaturas próximas de 1.250°C os blocos vindos do lingotamento contínuo para que os estes passem pelos processos de compressão e corte e atinjam sua forma final de comercialização.

O processo pode ser dividido em quatro grandes áreas: aquecimento (Heating), movimentação (*Handling*), escarfadeira e sistemas auxiliares. Cada um dos grupos possui um controlador lógico programável - modelo RSLOGIX 5000 - dedicado, porém, há apenas dois sistemas de supervisão: um para o conjunto Heating/Handling e outro para Escarfadeira/Sistemas Auxiliares. O primeiro sistema, foco deste trabalho, apresenta cerca de 5100 variáveis de entrada/saída, sendo que deste total, 955 estão configuradas como alarme. A Figura 2 mostra um esquemático resumido da arquitetura descrita.

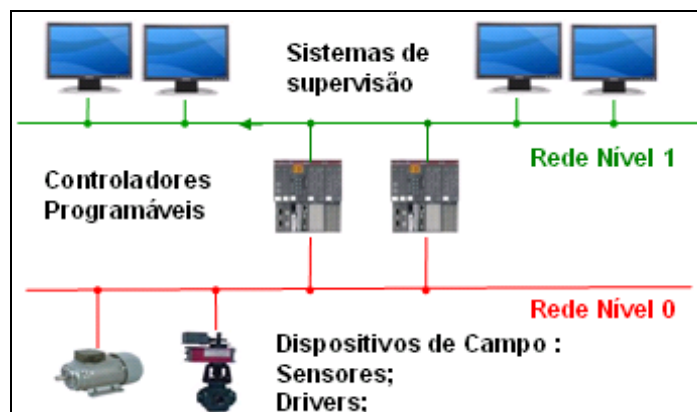


Figura 2 – Arquitetura de automação do forno.

O sistema de alarme do sistema Heating/Handling não é devidamente utilizado, uma vez que é gerado um número de informações muito grande. Este fato impede que ações corretivas sejam devidamente tomadas, não havendo, por exemplo, registro de controle das atuações realizadas pela operação para conter os alarmes ativos.

Na subseção 2.2.1 são descritas as atividades realizadas no sistema de alarmes do Heating/Handling.

2.2.1 Auditoria

Para verificar como se encontra o sistema de alarmes do sistema Heating/Handling do FRB, tendo como base os índices descritos pela EEMUA 191,⁽¹⁾ é necessário realizar o diagnóstico inicial através de levantamentos estatísticos. Para tal foi desenvolvido um programa, GeraEstatistica, em Visual Basic que utiliza como entrada os alarmes diários registrados em formato CSV e retorna em arquivo de texto as características listadas nos itens seguintes.

São utilizados os registros dos alarmes do período de 8/12/2009 até 30/01/2010. Desse total, são considerados apenas aqueles nos quais a produção é maior que 2100 toneladas, o que corresponde a 20 dias.

- **Número de alarmes por dia**

A quantidade de alarmes por dia, representada na Figura 3, é a primeira informação que auxilia na avaliação da “saúde” de um sistema de alarme.

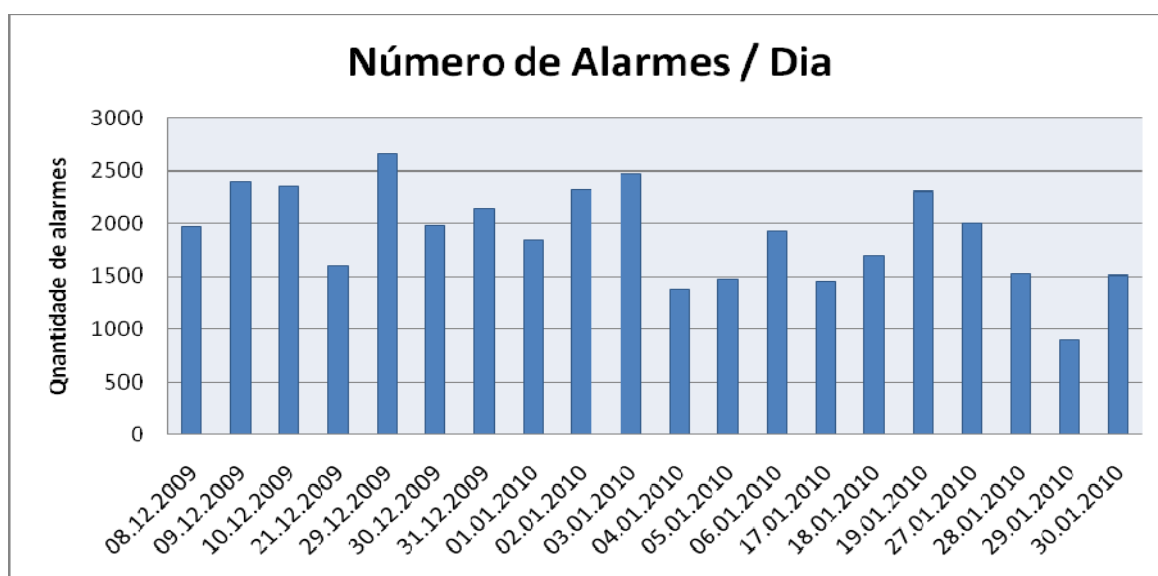


Figura 3 – Quantidade de alarmes por dia.

Verifica-se que a média de alarmes gerada por dia foi de 1894, quantidade muito superior a recomendada pela EEMUA 191,⁽¹⁾ conforme será mostrado no item 2.2.3, diagnóstico do sistema de alarmes.

- **Alarmes mais frequentes**

É muito comum que poucos alarmes sejam responsáveis pela maior parte dos alarmes gerados e que sua distribuição tenha comportamento próximo a uma exponencial decrescente.⁽¹⁾ Esses alarmes são conhecidos como *bad-actors* e seu tratamento adequado pode reduzir consideravelmente o número de ocorrências de alarmes da planta.

A Figura 4 mostra os vinte alarmes mais frequentes levando em consideração os dados analisados.

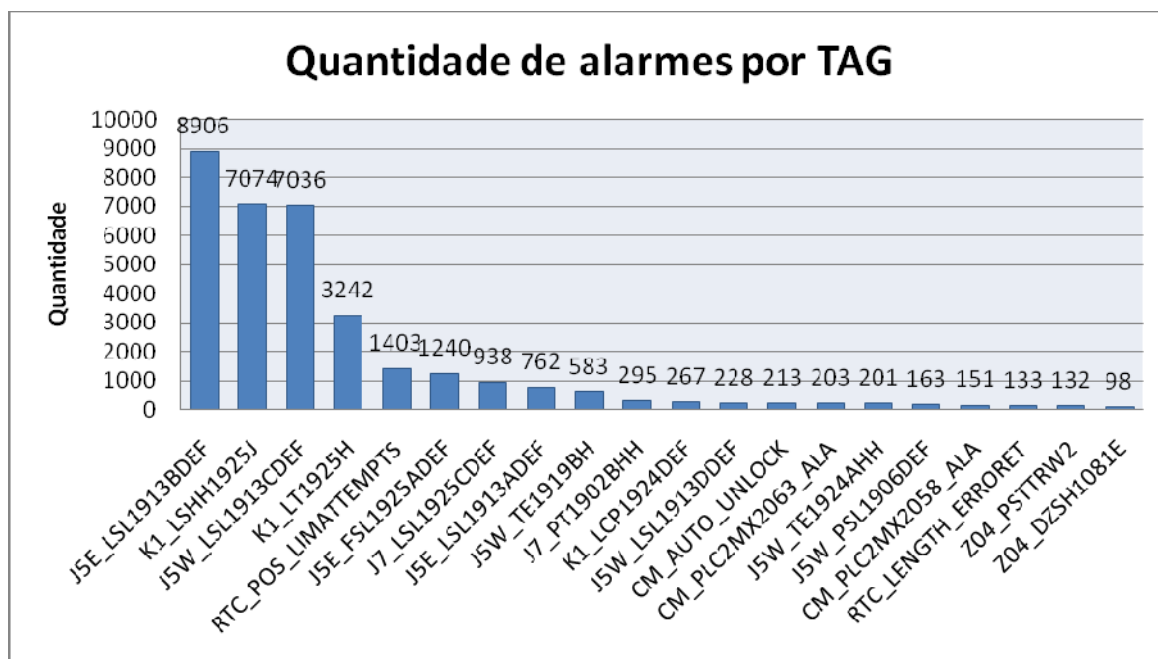


Figura 4 – Alarmes mais frequentes.

Como é possível verificar, os quatro alarmes mais frequentes são responsáveis por 66% do total de alarmes gerados, comprovando a característica descrita pela EEMUA 191.⁽¹⁾ Estes devem ser os primeiros alarmes avaliados.

- **Distribuição de prioridades**

No sistema de alarme presente no FRB não há priorização de alarmes, sendo que todos possuem a mesma classificação – críticos. Desta forma, a atuação correta da operação fica comprometida, já que a não classificação dos alarmes dificulta na priorização de ações corretivas.

- **Percentual de tempo instável**

Representa o percentual de tempo em que a planta operou em condições de instabilidade, sendo classificada como tal sempre que houver mais de 30 alarmes no intervalo de uma hora. Nesta análise são considerados os intervalos fixos de hora, por exemplo: de 00:00am a 01:00am, de 01:00am a 02:00am e assim por diante.

Os resultados são mostrados na Figura 5.

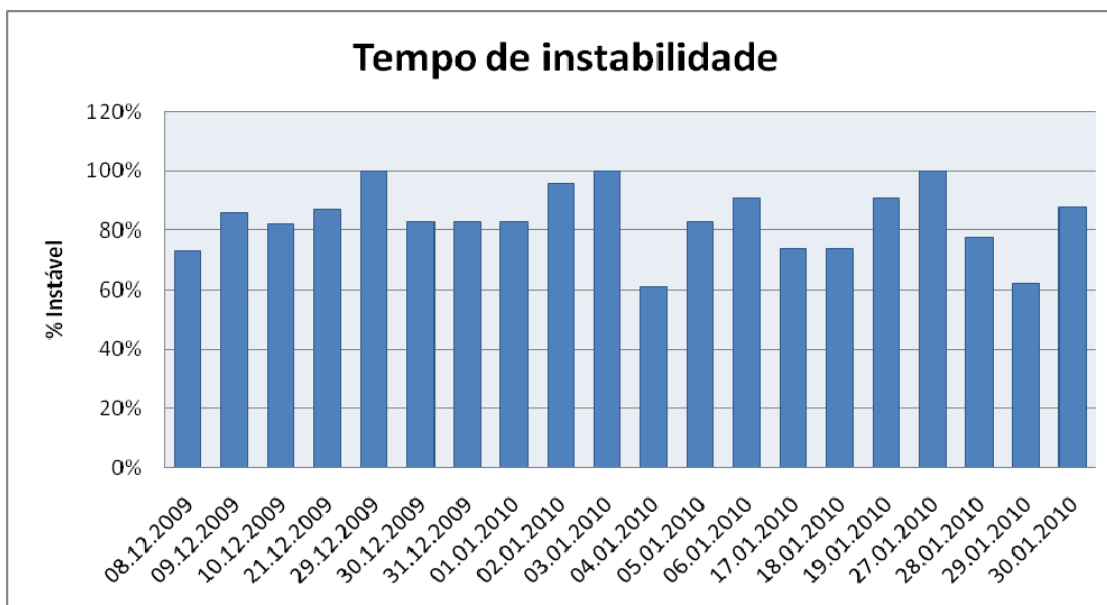


Figura 5 – Tempo de instabilidade.

Observa-se que a planta apresentou comportamento instável durante as 24hrs do dia em quatro oportunidades, sendo que a média do período analisado foi de 84%, um valor extremamente alto e impraticável para um sistema de alarme.

- **Taxa de pico de alarmes**

É a maior quantidade de alarmes que o sistema apresentaria em uma hora considerando o maior número de alarmes ocorrido em uma janela de tempo de 10 minutos. No sistema em estudo o maior número de alarmes gerados no intervalo de 10 minutos foi de 177, o que representaria um pico de alarme de 1062 por hora.

- **Duração de alarmes**

Esta estatística permite avaliar por quanto tempo um determinado alarme ficou ativo. Devido à limitação da análise do histórico diário de alarmes, não há como identificar aqueles alarmes cuja duração supera um dia (situação já prevista em na EEMUA 191),⁽¹⁾ inviabilizando, desta forma, a obtenção do indicador número de alarmes contínuos. O que não impede que seja estudada a duração dos alarmes.

Foram analisados dois tipos de alarmes: aqueles cuja duração é muito pequena, inviabilizando qualquer ação da operação e aqueles cuja duração é superior à uma hora. O resultado obtido pode ser visto na Figura 6.

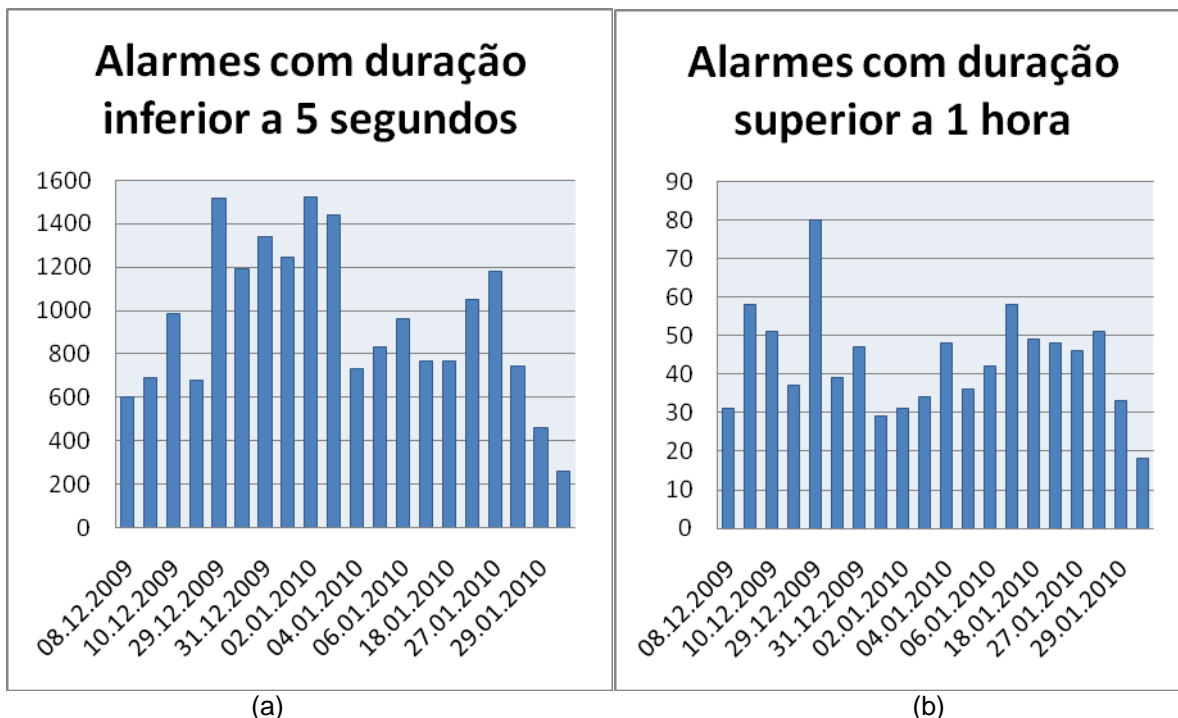


Figura 6- Alarmes com duração (a) inferior a 5 segundos e (b) superior à uma hora.

Existe um grande número de alarmes de curta duração, o que pode caracterizar problemas na configuração de alarmes, como necessidade de banda morta, ajuste nos limite de controle etc.

Alarmes com duração superior a uma hora representam uma porcentagem muito pequena do total de alarmes observados e podem ser reflexo de operação ou manutenção inadequada ou ainda existência de alarmes que não necessitam de ação do operador, estando desta forma, incorretamente classificados.

2.2.2 Diagnóstico do sistema de alarme

A partir dos dados levantados, é possível comparar os índices de desempenho do FRB com aqueles determinados pela EEMUA 191,⁽¹⁾ conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Índices de desempenho FRB

	EEMUA	FRB
Média de alarmes por dia	144	1894
Média de alarmes constantes	9	-
Pico de alarmes por 10 minutos	10	177
Percentual de tempo instável	<1	84
Distribuição de prioridades (Baixa/Média/Alta)	80/15/5	0/0/100

A partir da tabela anterior fica claro que o desempenho do sistema de alarmes Heating/Handling do FRB estava bem inferior ao desejado pela norma EEMUA 191,⁽¹⁾ sendo necessária, desta forma, a reengenharia do sistema.

2.2.3 Racionalização do sistema de alarmes

A etapa de racionalização consiste na investigação sistemática da base de dados de alarmes visando reduzir o número de alarmes configurados e assegurar que seus parâmetros estejam corretamente configurados.

Para tal, foi utilizado o documento de filosofia de alarmes desenvolvido internamente que, dentre outras coisas, define critérios de priorização, projeto de sistemas de supervisão, etc. Tal documento foi desenvolvido levando em conta as práticas descritas nas normas EEMUA 191⁽¹⁾ e ISA SP18.⁽²⁾ As atividades realizadas no sistema de supervisão e no controle lógico executado pelo controlador programável foram:

- Remoção de 125 alarmes (13% do total) que não desempenhavam o papel de alarme - notificar o operador sobre a ocorrência de uma anormalidade que necessita de uma ação a ser tomada, mesmo que mental.⁽¹⁾

O motivo da remoção pode ser classificado como:

Condição de operação: Representa uma condição que um determinado equipamento/sistema está trabalhando, devendo ser registrado como evento e não alarme.

Informativo: Representa um evento

Intertravamento: Representa um elemento de intertravamento da lógica desenvolvida. Sua atuação acarreta ativação/desativação de outro sistema.

Alarme correlacionado: É gerado a partir do disparo de outro alarme, não sendo necessária sua existência.

Alarme Falso: Tag configurada erroneamente como alarme

Sistema removido: Alarme proveniente de um sistema/equipamento já removido.

- Modificação de alarmes para que estes fossem mais representativos e significativos, evitando indicação de condição de anormalidade quando a mesma não existe. Foram realizadas as seguintes modificações:
 - adição de banda morta;
 - mudança de limite de controle;
 - mudança de lógica de intertravamento.
- Adição de alarmes para que fossem indicadas situações que pudessem comprometer a estabilidade/funcionamento do processo.
- Atribuição de prioridades a todos os alarmes baseados no documento de filosofia de alarmes
- Mudança de descrições incorretas de alguns alarmes

2.2.4 Projeto de IHM

Nesta etapa adequa-se o sistema de supervisão utilizado para que os alarmes sejam listados separadamente de acordo com sua prioridade, enfatizando aqueles que devem ter ação prioritária.

Telas de monitoramento estatístico (quantidade de alarmes por dia, taxa de pico de alarmes, tempo de instabilidade, distribuição de prioridade, distribuição de alarmes por área e alarmes mais frequentes) também são propostas, viabilizando a etapa de monitoramento descrita na norma ISA SP18.⁽²⁾ Para tal, foi feita a

integralização dos dados gerados pelo programa GeraEstatistica com o sistema de supervisão InTouch.

Outro importante recurso adicionado, visando o gerenciamento de alarmes, foi a criação de tela para supressão de alarmes. Com esta funcionalidade é possível desabilitar aqueles alarmes que por algum motivo - equipamento aguardando calibração, por exemplo - não necessitam de ser mostrados ao operador. Vale lembrar que este recurso é disponibilizado apenas para o engenheiro responsável pela manutenção do sistema de alarmes.

2.2.5 Implantação

Na implantação as seguintes atividades são realizadas:

- Atualização da base de alarmes
- Treinamento visando à familiarização do operador com as funcionalidades do sistema de alarmes e suas responsabilidades
- Testes no novo sistema de alarme

3 RESULTADOS

Após atualização da base de alarmes e as modificações de intertravamento na lógica no PLC são levantadas as estatísticas do desempenho do sistema de alarmes. São utilizados dados coletados durante 20 dias, onde a produção também foi superior a 2100 toneladas, e os índices de desempenho obtidos podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 – Índices de desempenho obtidos

Índice	EEMUA	FRB Antes	FRB Depois	% Melhoria
Média de alarmes por dia	144	1894	207	89%
Média de alarmes constantes	9	-	-	-
Pico de alarmes por 10 minutos	10	177	16	90%
Percentual de tempo instável	1	84	4	95%
Distribuição de prioridades (Baixa/Média/Alta)	80/15/5	0/0/100	68/24/8	-

É possível ver uma melhora expressiva do sistema de alarmes após sua reengenharia, com redução de 89% da média de alarmes por dia. Vale lembrar que implementar o gerenciamento de alarmes não significa reduzir os alarmes existentes, mas sim tornar o sistema mais confiável, seguro e representativo das reais condições de operação da planta.

Os índices de desempenho obtidos após a reengenharia do sistema de alarme ainda são superiores aos valores considerados ideais pela EEMUA 191,⁽¹⁾ porém, vale destacar que a planta trabalha muitas das vezes sob condições limites de operação e que não existe uma equipe de manutenção exclusiva para a área, fatos que contribuem significativamente para o aumento dos alarmes gerados.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou por meio de uma revisão de conceitos e tecnologias e de um estudo de caso no forno de reaquecimento de blocos de uma indústria siderúrgica o que há de mais relevante na área de gerenciamento de alarmes. No estudo de caso foram implementadas melhorias nos sistemas de supervisão e controle propostos pela EEMUA 191⁽¹⁾ e pelo ciclo de vida definido pela ISA SP18.⁽²⁾ Os resultados obtidos traduzem a eficiência das normas e dos guias utilizados.

A reengenharia é importante para o bom funcionamento do sistema de alarme, porém, somente ela não assegura melhorias no processo, uma vez que é necessário que todas as partes envolvidas – operação, manutenção e equipe de engenharia responsável pelo projeto – desempenhem seus papéis para que o ciclo de vida do gerenciamento de alarmes seja eficiente e proporcione os benefícios que é capaz.

Como forma de avaliar/monitorar o sistema de alarmes, outros indicadores podem ser levantados, tais como análise seqüencial de alarmes, tempo de resposta do operador e correlação de alarmes.

REFERÊNCIAS

- 1 Alarm Systems – A Guide to design, management and procurement, EEMUA. *Engineering Equipment and Material Users Association*). Publicação n° 191, 1999.
- 2 ANSI/ISA–18.2–2009. Management of Alarm Systems for the Process Industries. International Society of Automation. Junho 2009.
- 3 MCTAVISH, M. Alarm Management for Pipelines – Part 2, 2008. Canada.
- 4 ROTHENBERG, D. H. Alarm Management for Process Control – A Best Practice Guide for Design, Implementation, and Use of Industrial Alarm Systems. Momentum Press, New York.