**GERENCIAMENTO DE ALARMES**

Antonio Luis Silva Costa, Tronox Pigmentos do Brasil SA

Raquel Fioresi Gama, Tronox Pigmentos do Brasil SA

**ABSTRACT**

Alarm Management has become an ever-increasing topic of discussion in the industries with the advancement of computational methods for resolution of problems in the chemical industries it is necessary the creation of a project aimed at assisting the operation of a plant in order to inform the operator about the industry situations requiring timely evaluation and corrective actions, to maintain internal security goals, productivity, environmental impact and efficiency of the process/plant.

1. **INTRODUCTION**

Todo o setor industrial, assim como as áreas sociais de política, comércio e comunicação foram afetados com a globalização. O Gerenciamento de alarmes se tornou um tópico de discussão mais relevante nas indústrias de energia e processamento. Como Martins (2015) e Lincoln (2014) citam, com o desenvolvimento da tecnologia, veio à automatização e as indústrias se viram pressionadas a aperfeiçoar sua forma operacional, visando maior eficiência, qualidade, confiabilidade, segurança e meio ambiente e diante disso os alarmes ganharam destaque na estabilização de processos industriais.. [1]

Em uma unidade industrial existem centenas de variáveis que necessitam de acompanhamento, pois são fundamentais para o processo,Leitão et al (2014) e Araújo (2010), esclarecem que, antigamente, como os alarmes eram representadosfisicamente em painéis, como: lâmpadas; a configuração de um novo alarme dentro na planta era seguida de uma resistência, devido grande custo monetário, para implementação. [2,3]

Com a globalização, a automação tornou-se uma peça chave nas plantas industriais, logo comesse avanço da tecnologia, a adição e manipulação de novos alarmes tornaram-se financeiramente barata e de fácil implementação, no quesito mão-de-obra, fazendo com que a resistência em limitar ou racionalizar a quantidade de alarmesdiminuísse. Diante da facilidade na configuração de novos alarmes, sem critérios de implementação, o sistema que deveria fornecer informações adicionais e funcionalidades úteis para auxiliar o operador em suas tarefas, acabou por dificultar as avaliações dos problemas, o que deturpou o conceito e a importância dos alarmes pelo operador. (LEITÃO et al, 2014, ARAÚJO,2010)[2,3]

Todo sistema de alarmes é uma ferramenta vital e produtiva para a gestão de controle de processos industriais e devido a perda de credibilidade do sistema, tornou-se evidente a necessidade de um gerenciamento dos alarmes sendo levado em conta as capacidades e limitações humanas, visando a manutenção das metas internas de segurança, produtividade, impacto ambiental e eficiência da planta como um todo. (LIMA, 2015, SILVA; SANTOS, 2012) [4-6]

Como o sistema precisa estar sempre disiponível para o operador em quaisquer situações, seu controle é feito por meio de: equipamentos de campo, transmissão de sinal, processamento e tela de visualização, dessa forma o sistema de controle monitora automaticamente as condições do processo em tempo real, atraindo a atenção do operador quando existir alguma situação anormal, mas para que seja um alerta efetivo todo o sistema precisa ser integro, deve ser relevante para o usuário, ou seja, fácil de ser compreendido, e deve indicar claramente a resposta requerida. O alarme deve apresentar-se em uma taxa com a qual o usuário possa lidar.[4-6]

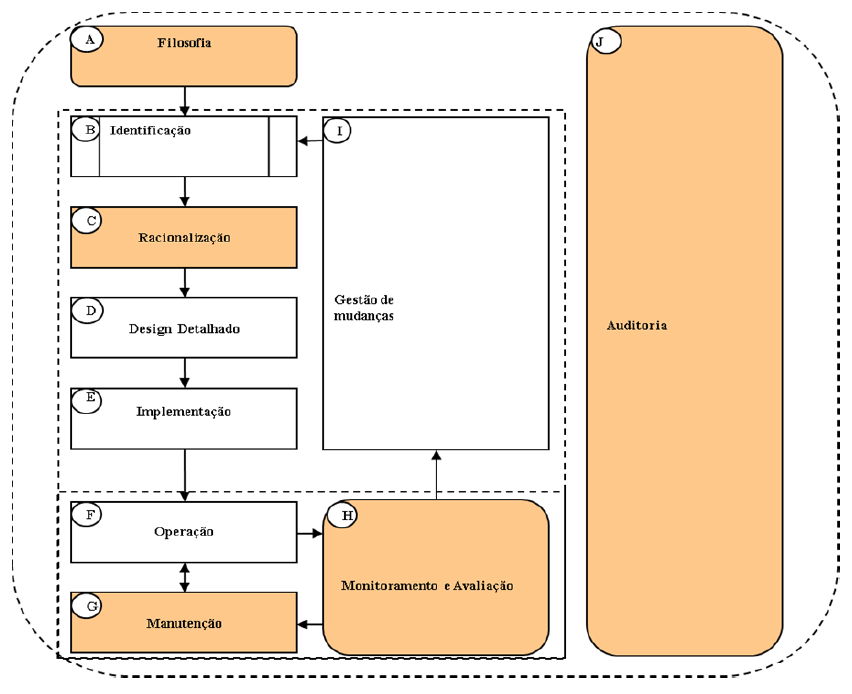
Os alarmes são barreiras que fazem parte da segurança de processo, onde são independentes das outras, porém trabalham juntas para manterem o nível de segurança e diminuírem a possibilidade de ocorrer um acidente/incidente industrial. (SILVA; SANTOS, 2012).[5,6]

1. **DESCRIPTION**

A finalidade do gerenciamento de alarmes é melhorar a confiabilidade e segurança do processo e diversos são os problemas encontrados no gerenciamento de alarmes, alguns deles são: alarmes duplicados, obsoletos, inadequados, alarmes pouco claros que podem gerar inundações de alarme.[7]

As soluções para estes problemas levam a dedicação e disciplina, pois o gerenciamento de alarmes versa sobre processos de trabalho,mudança de comportamentoe não sobre software ou hardware. [7]

Todo o processo de gerenciamento aplicado seguiu estrutura de ciclo de vida que a ANSI/ISA-18.2 (2016) descreve, sendo dividido por dez etapas que não precisam seguir uma ordem de execução sendo elas representadas pela Fig.1. [7]



**Figura 1** – Ciclo de vida de gerenciamento de alarmes

* 1. **Filosofia**

O trabalho no gerenciamento de alarmes teve início com a filosofia a ser aplicada como basenas normas listadas abaixo

* EEMUA 191 (2007): Sistemas de Alarme: Guia de Projeto, Gerenciamento e Aquisição. 2ª. Edição;
* ISA-84.00.01-2004: Sistemas de Segurança para o Setor das Indústrias de Processo;
* ISA 18.2: Gestão de Sistema de Alarme para as Indústrias de Processo;
* IEC 61511: Sistemas Instrumentados de Segurança para o Setor das Indústrias de Processo;

Onde foi possível desenvolver uma norma interna, para garantir um sistema de alarmes efetivo, onde o operador possa dispor de uma ferramenta que o auxilie na identificação, tomada de decisões corretas e em tempo hábil.

O primeiro passo foi o nivelamento de todos os envolvidos nos conceitos e princípios de gerenciamento de alarme, visto que, ao terem um conhecimento bem embasado do funcionamento do sistema, toda a filosofia desenvolvida seria sólida. A equipe contou com: o facilitador do programa, com pelo menos um operador de painel, engenheiros de processos e produção, técnicos de operação (T.O) de cada área, da equipe de SSMA e especialistas de controle de processo da planta.

* 1. **Identificação**

Antes de dar início, de fato, ao gerenciamento de alarmes foi preciso reunir os dados necessários e realizar um levantamento do estado do sistema de alarmes da planta se encontrava, reunindo todas as informações em um documento.

Através de dados exportados do sistema DeltaV® version 12.3.1 e do sistema de acompanhamento de processo, o Process Book- PI® version 6.1.7601, que continham todas as configurações e históricos de atuação dos pontos existentes no sistema, foi criada uma planilha com todas informações mínimas necessárias

* Nome e descrição da variável;
* Área e seção da planta que variável está configurada;
* Alarmes configurados;
* Ponto de atuação e unidades do alarme;
* Prioridade atual;
* Modo de operação;

Nesta etapa foram identificados os alarmes existentes e necessários para a operação da planta, através dos dados da planilha de trabalho, comparando-os com a filosofia adotada.

Alarmes existentes, que não atendiam aos critérios estabelecidos na filosofia de alarmes adotada, foram documentados e submetidos à revisão adicional, pelo processo de gerenciamento de mudanças, para serem removidos.

Com base nessa informação, foram então discutidas e traçadas estratégias do que seria feito em cada ponto configurado, visando o objetivo de reduzir o número de alarmes, seguindo os indicadores abaixo propostos pela EEMUA 191 (2007), para avaliação e identificação de problemas do sistema:

* Percentual de instabilidade;
* Distribuição de prioridades;
* Alarmes contínuos (permanece em atuação por mais de 24 horas);
* Número de alarmes por dia;
* Taxa de picos de alarmes;
* Quantidade de alarmes mais frequentes;
* Quantidade de alarmes intermitentes (ruidosos);
* Quantidades de enxurrada de alarmes

Uma vez que a base de trabalho a seguir foi determinada, foram aplicados os passos e procedimentos definidos pela equipe para realizar a atualização do sistema de alarme.

* 1. **Racionalização**

Ao término da identificação, foi possível destacar os alarmes necessários para operação segura e eficiente da planta e determinar certas melhorias a serem aplicadas na etapa de racionalização, tais como:

* Configuração padrão disponível das prioridades no DeltaV;
* Priorização de alarmes;
* Alarmes inadequados;
* Alarmes dinâmicos.
  1. **Design detalhado**

Para que todos os alarmes fossem reconhecidos e identificados facilmente pelo operador, um projeto quanto ao design na tela do DeltaV foi realizado. Os alarmes foram divididos por três cores, sendo elas: roxo, amarelo e vermelho para LOW, HIGH e CRITICAL respectivamente.

* 1. **Implementação**

A implementação foi realizada em 3 etapas devido a existência de riscos diferentes para cada tipo de configuração de ponto implementado. Seguindo a seguinte ordem:

1. Indicações analógicas (AI), visto que o download das alterações no DeltaV, para esse tipo de variável, não interfere na segurança da operação.
2. Indicações de elementos discretos, motores e válvulas on/off, onde a única preocupação ao realizar o download, seria verificar o modo de operação atual (AUTO, MANUAL, CASCATA) que se encontra o equipamento.
3. Variáveis de controle, que possuem lógicas de intertravamentos configuradas, e só puderam ser implementadas quando a seção estava parada, ou em uma etapa que não prejudicaria a produção e qualidade do processo.

Devido a essas restrições e ao grande número de motores e válvulas on/off existentes na planta, a implementação acabou sendo uma etapa mais difícil.

* 1. **Operação**

As mudanças realizadas na racionalização foram implementadas e estão em operação, sendo o momento a serem analisadas e colocadas em teste quanto a sua funcionalidade. Nessa etapa os operadores tiveram um treinamento das modificações realizadas no sistema de alarmes da planta.

* 1. **Manutenção**

Na etapa de manutenção, foram verificados alarmes que não estavam funcionando adequadamente, não necessariamente por estarem mal configurados. Foram efetuados testes e/ou atividades de reparação, análises, reconfigurações de lógicas em conjunto com as equipes de Instrumentação e Elétrica, Processos e Controle de Processos.

* 1. **Monitoramento e Avaliação**

Após a configuração ser implementada e disponibilizada para operação, os alarmes incorretos que passam despercebidos no momento da racionalização, são identificados através do monitoramento diário e aplicado melhorias continuas no sistema, utilizando como ferramenta os de controle, os indicadores de melhoria e desempenho (KPI) propostos pela EEMUA 191, demonstrado na Tab.1.

**Tabela1**– KPI (Indicadores-Chave de Desempenho) para gerenciamento de alarmes

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Medida de Desempenho** | **Valor de Referência** | **Unidade de Medida** |
| Taxa Média de Alarmes por Operador | < 1.0 \* | Alarmes/ 10 minutos |
| Taxa de Pico de Alarmes | < 50 \*\* | Alarmes / 10 minutos |
| Enxurrada de Alarmes | < 1% | % do tempo |
| Alarmes intermitentes / repetitivos | 0 | Alarmes por dia |
| 10 Alarmes mais frequentes | < 5% | % do total de alarmes |
| Alarme contínuo por Operador de painel (prolongado): | < 5 | N.º de alarmes |
| Distribuição das prioridades | Crítica ~ 5%  Alta ~ 15%  Baixa ~ 80% | % de alarmes sinalizados para cada prioridade |
| Supressão de alarme não autorizada | 0 | N.º de supressões realizadas s/ registro |
| Alteração de atributo de alarme não autorizada | 0 | N.º de mudanças |
| \* Considerado para a implementação em 2015 valor de referência < 1,5, em 2017 valor < 1,0  \*\* Considerado para a implementação em 2015 valor de referência < 100, em 2019 valor < 50 | | |

Onde por definição temos:

* Taxa média de alarmes por operador: a frequência média dos alarmes é a média do número de alarmes requerendo a aceitação do Operador em cada período de 10 minutos de um turno, dia, semana ou mês. Isto deve ser medido para cada estação de operação.
* Taxa de pico de alarmes por operador: taxas superiores a 50 alarmes por período de 10 minutos que ultrapassam a capacidade de resposta do Operador e / ou resultar em alarmes não atendidos. Para a análise da taxa de pico de alarmes, os alarmes sinalizados são contados em intervalos regulares de 10 minutos (por exemplo, de 01h00 a 01h09). Além do número máximo de alarmes contados por período, deve ser registrada também a contagem dos períodos > 50 alarmes / 10 minutos. Essas medições devem ser efetuadas para cada estação de operação.
* Enxurrada de alarmes: condição durante a quantidade de alarmes é maior do que o operador pode efetivamente gerenciar. Uma enxurrada de alarmes é definida pela primeira janela de 10 minutos em que a contagem de alarmes for maior que 10, terminando na primeira janela de 10 minutos em que a contagem for menor que 5. A enxurrada é o % de tempo em que o sistema de alarme se encontra em condição de enxurrada dentro do período reportado.
* Alarmes intermitentes / repetitivos: um alarme intermitente alterna repetidamente o estado de alarme normal, entre ativo e inativo, em curtos intervalos. Alarmes repetitivos são semelhantes, mas a alternância não é imediata. Em ambos os casos, a oscilação não é devida à ação do Operador.
* 10 alarmes mais frequentes: é comum acontecer que um número relativamente pequeno de alarmes gere a maior porcentagem de sinalizações de alarme. Frequentemente, os melhoramentos das taxas dos indicadores são obtidos se intervindo sobre os alarmes mais frequentes. Os relatórios periódicos devem indicar os 10 alarmes mais frequentes para cada console de operação.
* Alarme contínuo por Operador de painel (prolongado): alarme que permanece em estado de atuação por mais de 24 horas.
* Distribuição de Prioridade do alarme: A Tronox utiliza três níveis de prioridade: crítica, alta e baixa, e a quantidade de alarmes configurados devem estar dentro da faixa estabelecida na Tabela 1
* Suspensão de alarmes não autorizada: mecanismo, normalmente ativado pelo Operador, para suprimir temporariamente um alarme. O alarme estará assim impedido de atuar até ser retirado da suspensão. Toda suspensão de alarmes deve ser registrada e comunicada
* Alteração de atributo de alarme não autorizada: Alterações da configuração de um alarme sem aprovação e/ou registro de solicitação mudança.
  1. **Gestão de mudanças**

Na gestão de mudança, leva-se em conta as modificações do alarme com impacto na visão do processo pelo operador. Toda inclusão e remoção de alarmes devem passar pelo processo de gestão de mudança, deve seguir um procedimento, onde cada mudança deve ser atentamente estudada e planejada antes de ser implementada.

Para auxiliar o fluxo do gerenciamento de mudanças, existe um sistema interno chamado SMP- Solicitação de Mudança de Processo e SCP-Solicitação de Controle de Processo, que facilita oacompanhamento das etapas requeridas de uma mudança.

* 1. **Auditoria**

A auditoria do gerenciamento de alarmes diz respeito às práticas gerenciais e de trabalho referentes ao sistema de alarme, determina se essas práticas forem suficientes para uma administração adequada do sistema, analisando-as com relação aos procedimentos e estes últimos com relação às políticas ou requisitos.

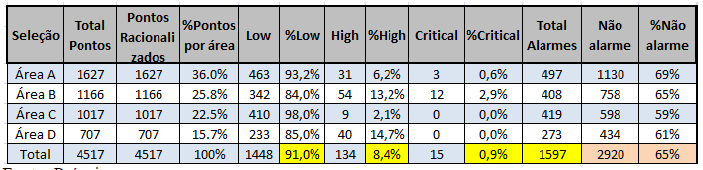
A auditoria do desempenho do sistema pode revelar lacunas que não aparecem no monitoramento.

1. **DISCUSSION**

O sistema de operação da planta, DeltaV, possuía em torno de 4700 pontos (TAG’s) do tipo I/O (Input/Output) configurados onde se dividiam em variáveis discretas e analógicos, sendo que a quantidade de alarme configurado chegava a 4520 aproximadamente, visto que um único ponto analógico, diferentemente do discreto, pode chegar a ter até 7 limites alarmes, sendo eles: HIHI,HI, LO, LOLO,DV\_HI, DV\_LO e PVBAD.

No período de abril a outubro de 2015 foram realizadas reuniões, que ocorriam em média duas vezes na semana, com o grupo multidisciplinar responsável pela racionalização do sistema de alarmes, reavaliando todos os pontos da fábrica, identificando os alarmes configurados erroneamente para as quatro áreas que dividiam a planta, A, B, C e D.

Na tabela seguinte, visualiza-se o número de alarmes inicial e final por área, além da sua porcentagem correspondente por área e prioridade.



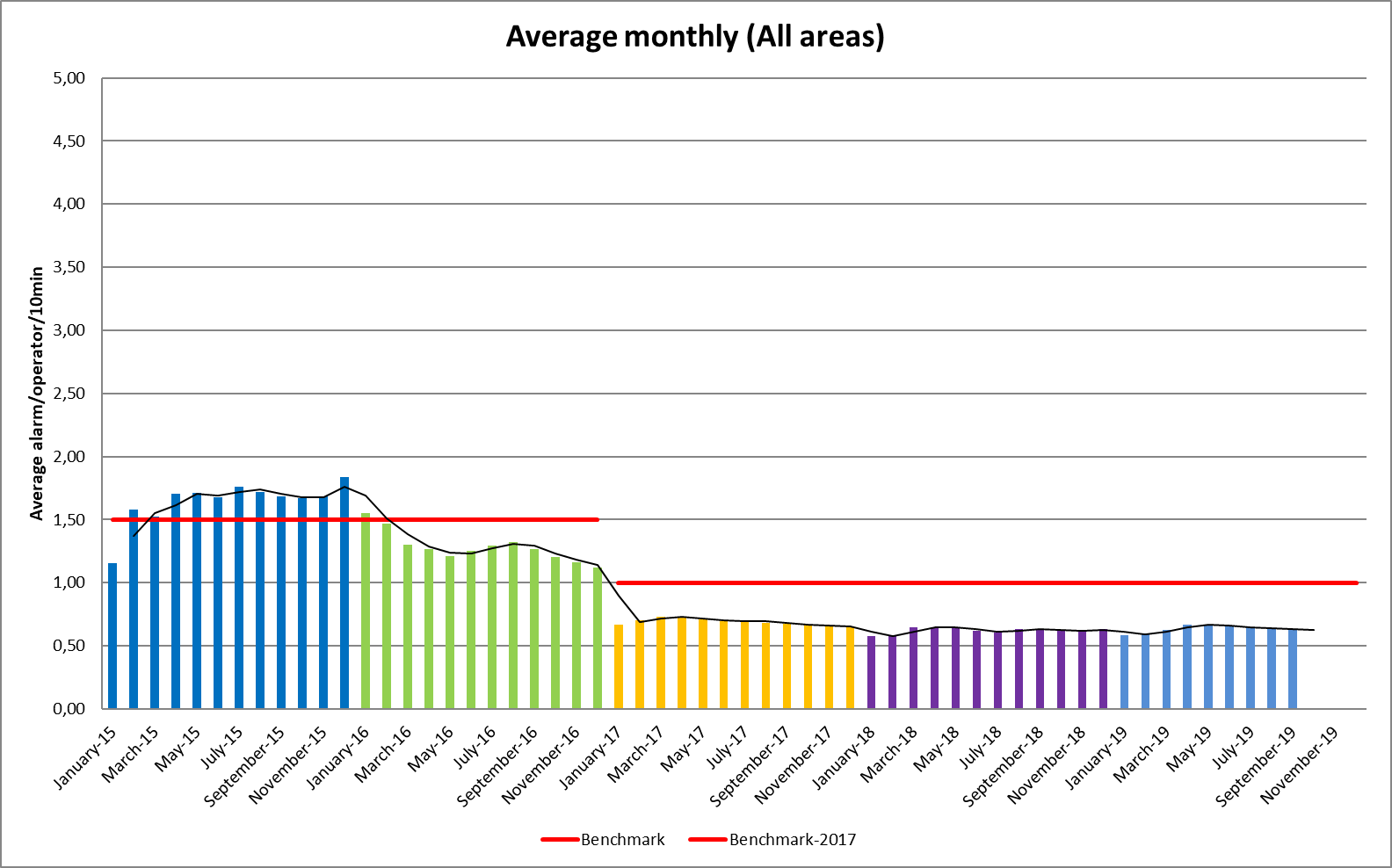
**Tabela2** – Acompanhamento do número total de alarmes antes e depois da racionalização

Diante do sistema operacional da planta em estudo, algumas mudanças realizadas na racionalização dos alarmes, podem ser destacadas:

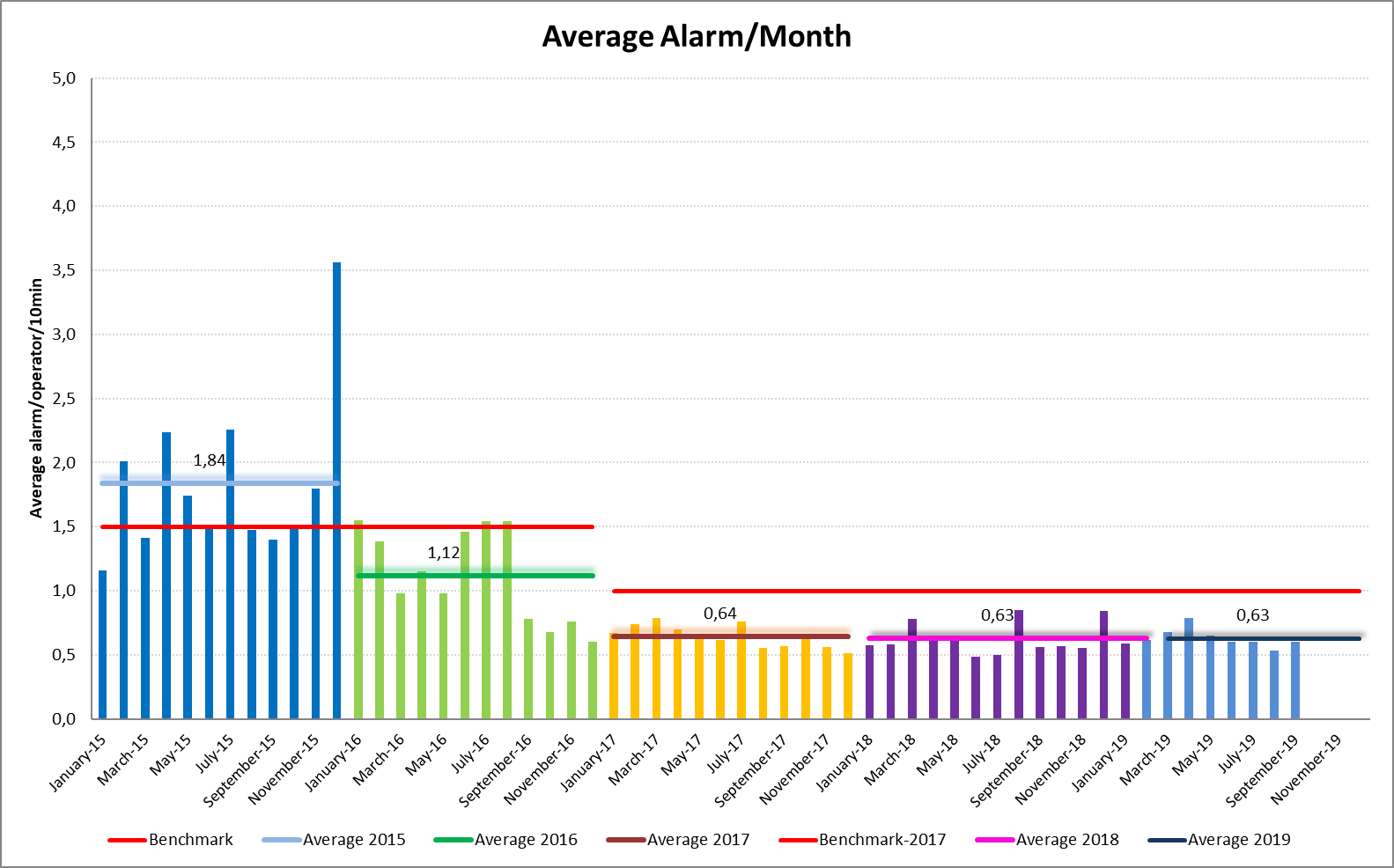
* Tratativa para Moagem Raymond;
* Tratativa para as variáveis da Caldeira;
* Mudanças na configuração dos alarmes de motores e válvulas on/off.
* Monitoramento do sistema de alarmes
* Implementaçao de sistema para registro de suspensão e alterações nas configurações de alarmes

Todos os indicadores vistos na Tabela 1, são divulgados para a empresa, e existem relatórios, diários, semanais e mensais. Porém dentro desses nove indicadores, apenas os três primeiros são tratados e julgados com maior frequência.

As figuras 3 a 6 exemplificam gaficamentea melhora do sistema ao comparar os anos de 2015 a 2019 através do monitoramento dos indicadores de desenpenho do sistema de alarme citados acima.

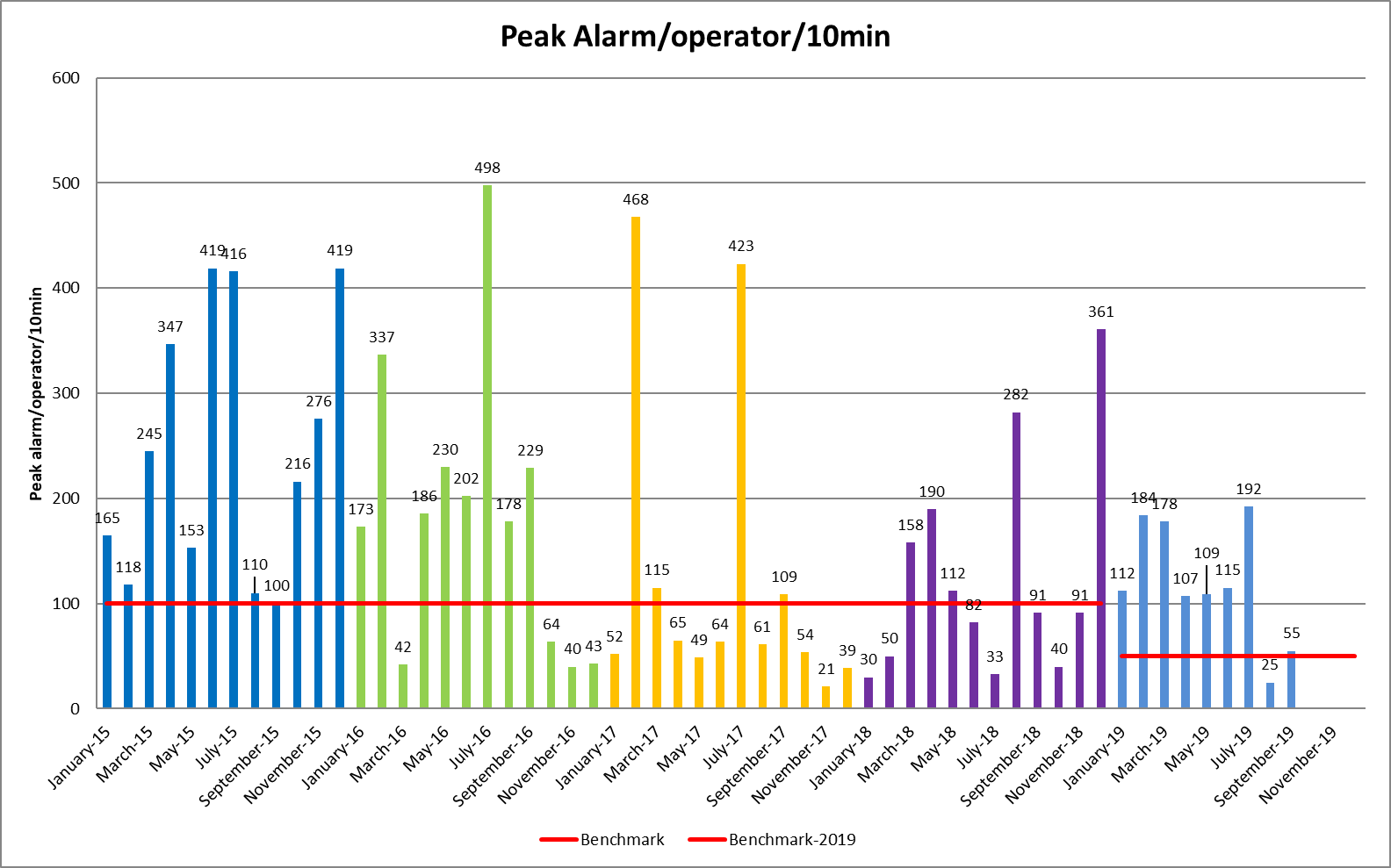


**Figura2**– Gráfico de comparação da média acumulada, da taxa de alarme/10 min, no ano de 2015 a 2019.

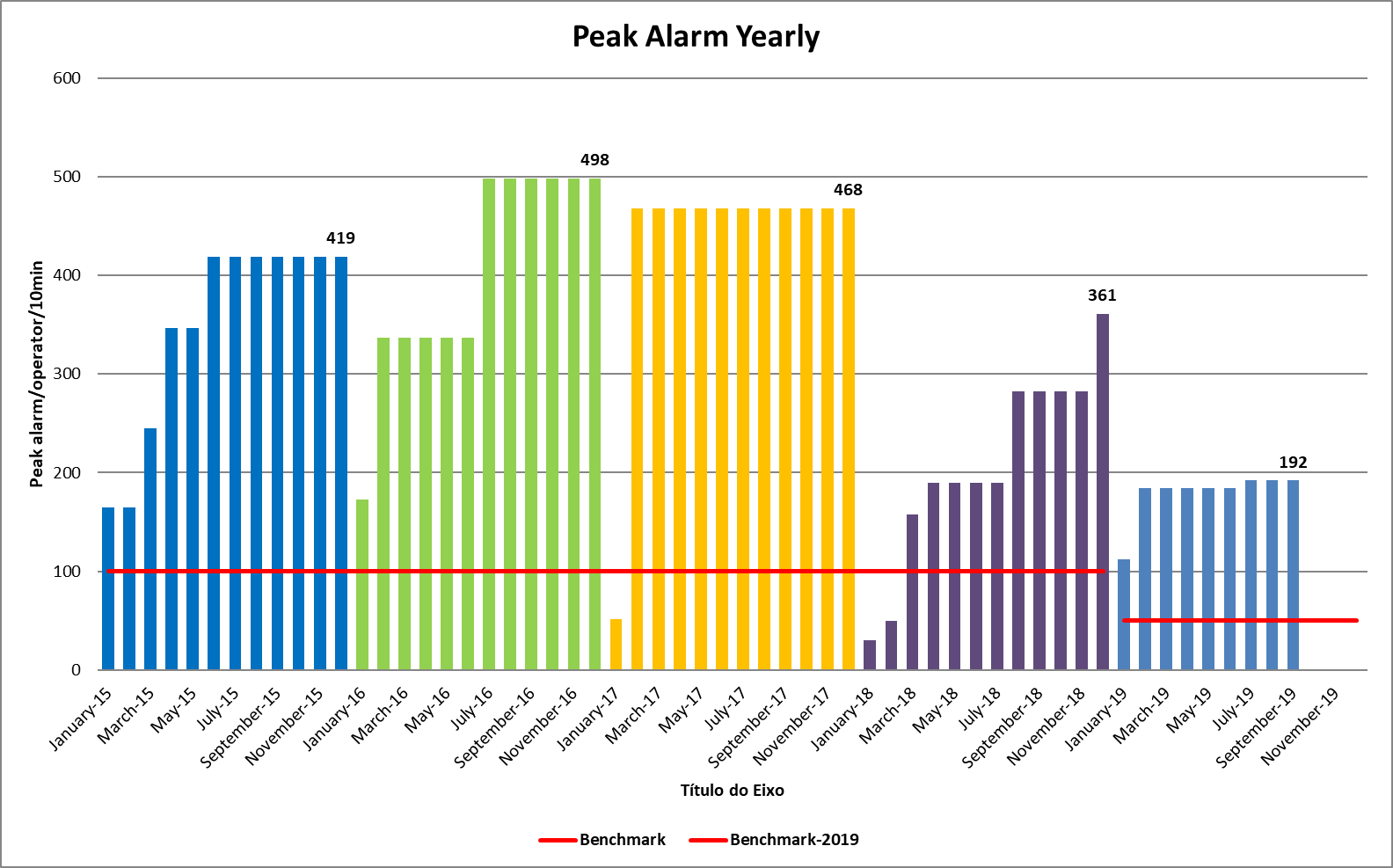


**Figura 3**– Gráfico de comparação, mês a mês da taxa de alarme/10 min, no ano de 2015 a 2019.

A média da taxa de alarmes por operador diminuiu significativamente em 2017, após todo o processo de racionalização estar completo, se mantendo estável, nesses últimos anos de monitoramento, em aproximadamente 0,63 alarmes/operador/10min.



**Figura 4**– Gráfico de comparação do valor máximo do Pico de alarmes / 10 min,mês a mês, no ano de 2015 a 2019.



**Figura5** – Comparação do valor máximo anual do Pico de alarmes / 10 min do site, no ano de 2015 a 2019.

Ao observar as Figuras 5 e 6, nota-se a queda da frequência de picos ocorridos na planta como também os valores alcançados foramdiminuindo ao longo dos anos. Todos os picos ocorridos inteferiram nos valores de média, sendo analisado os motivos do ocorrido e aplicado tratativas para os mesmos.

Além disso os graficos mostram que a reação do operador ao solucionar um problema, reconhecer e suspender um alarme se tornou mais eficaz.

1. **CONCLUSION**

Um sistema de alarmes sem o estudo adequado das prioridades e necessidade de existência de cada alarme na planta perde sua essência, a de auxiliar o operador de painel, que acaba operando por instinto, onde esse senso comum dentro de uma planta química pode rapidamente levar a incidentes catastróficos. Conclui-se ao analisar as figuras de 3 a 6, contidos neste trabalho, que a racionalização e monitoramento tiveram um bom resultado.

Com essa redução de alarmes, o monitoramento se tornou mais eficaz, conseguindo focar melhor nos alarmes ditos necessários, podendo aplicar melhorias e técnicas avançadas de configuração, ou até mesmo realizar novas exclusões de alarmes, levando melhoria na operação, qualidade do produto final e também agregando confiabilidade humana na planta.

Porém com o monitoramento constante, pode se perceber a dificuldade de correta aplicabilidade diante problemas na assimilação do conceito de gerenciamento de alarmes e independente de implementar todas as possíveis técnicas avançadas, um sistema de alarmes não haverá sucesso pleno caso o conjunto de pessoas envolvidas, desde a instrumentação, operação e liderança, não possuam um conhecimento sólidono assunto, podendo assim, perder sua consistência.

Sendo assim, uma vez iniciado o gerenciamento de alarme, o mesmo nunca termina, é necessário acompanhamento integral pelos interessados, para que o sistema de alarmes não se perca novamente, mantendo os operadores treinados, a equipe responsável sempre atualizada, a continuidade de análises e discussões realizadas no monitoramento, para serem discutidas possíveis melhorias através dos três pontos de entrada para o ciclo de vida de gerenciamento de alarmes, filosofia, monitoramento e auditoria de modo a manter o sistema de alarmes sempre uma fonte segura de informações.

1. **REFERENCES:**

[1] MARTINS, R; **Implementação em malhas de controle e m SDCD** - Yokogawa. Universidade de Uberlândia. 2015;

[2] LEITÃO, L. et al. **GERENCIAMENTO DE ALARMES: EXPERIÊNCIAS E RESULTADOS NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO.** In: XX Congresso Brasileiro de Automática, 20., Belo Horizonte, 2014. Anais... Belo Horizonte: Laboratório de Informática Industrial, Departamento de Engenharia da Computação e Automação. 2014. v. 1, p. 3822- 3823;

[3] ARAÚJO, Estevão Veloso. **GERENCIAMENTO DE ALARMES EM PLANTAS INDUSTRIAIS: CONCEITOS, NORMAS E ESTUDO DE CASO EM UM FORNO DE REAQUECIMENTO DE BLOCOS.** 2010. 101 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola de Engenharia Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 03122010. Disponível em:<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUBD8GQFV7/dissertacao\_mestrado\_estevao.pdf?sequence=1>. Acessoem: 01/09/2019;

[4] SILVA, J. L; Confiabilidade humana: Gerenciamento de alarmes na prevenção de acidentes de Processo. Universidade do Vale do Rio dos Sinos ,UNISINOS. São Leopoldo. 2015;

[5] SILVA, Karina Marques de Morais; SANTOS, Thaís Cristina. GERENCIAMENTO DE ALARMES DE PROCESSO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA. 2012. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2012;

[6] [EEMUA, 2007] Engineering Equipment Materials Users’ Association. Alarm Systems A Guide to Design, Management and Procurement. EEMUA Publication 191, second edition, London, 2007;

[7] [ISA-18] ISA-18, Instrument Signals and Alarms. The International Society of Automation. Último acesso em: 12/02/2017. Disponível em: http://www.isa.org.