



RACIONALIZAÇÃO DE SISTEMA DE ALARMES BASEADA EM SITUAÇÕES TÍPICAS DE TRABALHO

Anderson Nogueira de Lima

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Francisco José de Castro Moura
Duarte

Rio de Janeiro
Setembro de 2015

RACIONALIZAÇÃO DE SISTEMA DE ALARMES BASEADA EM SITUAÇÕES
TÍPICAS DE TRABALHO

Anderson Nogueira de Lima

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE
ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO.

Examinada por:

Prof. Francisco José de Castro Moura, Duarte, D.Sc.

Prof. Luiz Antonio Meirelles, D.Sc.

Prof. Roberto Schirru, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2015

Lima, Anderson Nogueira de

Racionalização de sistema de Alarmes baseada em Situações Típicas de Trabalho/ Anderson Nogueira de Lima. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2015.

XII, 98 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Francisco José de Castro Moura Duarte

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Produção, 2015.

Referências Bibliográficas: p. 87-88.

1. Gerenciamento de Alarmes. 2. Análise Ergonômica do Trabalho. 3. Situação de Ação Característica. I. Duarte, Francisco José de Castro Moura. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

Agradecimentos

Aos meus pais, Pedro e Elizabeth.

Ao meu amor, Simone.

À minha irmã, Daniele.

Ao meu sobrinho, Rafael.

Por tudo.

Ao Chico

Pela confiança, paciência e apoio.

Aos Profs Meirelles e Schirru,

Por terem aceito o convite da banca, e todo o suporte.

À Zuí, Fátima, Diego, Rogério e D. Alice,

Por manterem o PEP funcionando, além de serem pessoas fantásticas.

Aos amigos do curso. Patrícia e seu jeitinho de fazer as coisas acontecerem. Camila e seus desenhos bonitos (alguns deles aqui), sua carona até a Linha Amarela e seu roubo de bullets. Bárbara e suas dicas valiosas. Felipe e Magalhães pela parceiragem. Carol e seu apoio e convites. Magalhães e Vik e João com seus conselhos de veteranos.

À Mateus, Ana Beatriz e Leonardo Navarro, que me deram um grande apoio ainda fazendo a proposta de pesquisa.

Aos novos mestres, os professores que tive na COPPE – Por terem me dado as ferramentas necessárias para encarar esta empreitada.

Aos antigos mestres, com quem ainda continuo aprendendo: Cyro, Hélcio, Thales e Flavio Bruno – pelas conversas, aulas e oportunidades.

Aos meus colegas de empresa – que colaboraram com a pesquisa – não só durante as observações mas também trocando de serviço quando eu precisava assistir alguma aula.

À Bianca e Tobias,

Por serem os buldogues mais legais do mundo.

Seria diferente sem vocês.

Obrigado.

"La pratique de l'ergonomie est un art (...) utilisant des techniques et reposant sur des connaissances scientifiques."
Alain Wisner

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

RACIONALIZAÇÃO DE SISTEMA DE ALARMES BASEADA EM SITUAÇÕES TÍPICAS DE TRABALHO

Anderson Nogueira de Lima

Setembro/2015

Orientador: Francisco José de Castro Moura Duarte

Programa: Engenharia de Produção

Este trabalho tem como objetivo recomendar uma alteração na tabela de alarmes – etapa denominada racionalização pela literatura – de um píer de transferência de gás natural liquefeito. O método adotado foi baseado na publicação ANSI/ISA 18.2, com a complementação de uma relação de Situações de Ação Características (SACs), construídas a partir de uma abordagem baseada na Análise Ergonômica do Trabalho. Ainda, foram feitos gráficos para comparar o comportamento do sistema frente às expectativas teóricas. A simulação da implantação das propostas indica reduções de 50 a 99,3% na frequência de alarmes, colocando mais da metade das situações em nível considerado gerenciável segundo a EEMUA (2013). Os resultados sugerem que o método tem potencial para compreender aspectos da atividade que seriam desconsiderados na abordagem tradicional. O comportamento do sistema não corresponde ao indicado pela literatura em termos de frequência e composição de alarmes, indicando a possibilidade de mais estudos do gênero.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

RATIONALIZATION OF ALARM SYSTEMS BASED IN TYPICAL WORK SITUATIONS

Anderson Nogueira de Lima

September/2015

Advisor: Francisco José de Castro Moura Duarte

Department: Production Engineering

This work has as objective to recommend an alteration at the alarm table – stage named rationalization by the literature – of a liquid natural gas transfer jetty. The adopted method is based at the ANSI/ISA 18.2 publication, with the complementation of a report of Situations of Characteristic Actions (SCAs), build from an approach based in Ergonomic Work Analysis. Furthermore, were made graphics to compare the behavior of the system towards the theory expectations. Simulation shows that applying the given proposals would achieve reductions from 50 a 99,3% in alarm rates, placing more than half of the situations considered as manageable level according to EEMUA (2013) . The result suggests that the method have potential to comprehend activity aspects that would be disregarded in the traditional approach. The behavior of the system does not match the indicated by the literature, in terms of frequency and composition showing the possibility of more studies of this nature.

Sumário

1. Introdução – Gerenciamento de alarmes e a atividade de trabalho	1
2. Gerenciamento de Alarmes	7
2.1. Alarmes – definição e conceito	7
2.2. Métricas	10
2.3. O gerenciamento de alarmes.....	12
EEMUA 191	12
ANSI/ISA–18.2	17
Outras publicações.....	19
Síntese.....	19
3. Metodologia	21
3.1. Uso das SACs para racionalização	21
3.2. Método e contexto	22
4. Resultados.....	25
4.1. A análise da atividade na Unidade Industrial	25
4.1.1. Descrição do funcionamento da planta.....	25
4.1.2. O Posto de operador de sala de controle.....	26
4.1.3. O sistema de alarmes	32
4.2. Situações de ação característica.....	32
4.2.1. SACs da operação de transferência de GNL	33
4.2.2. SACs da operação de transferência de GNC	44
4.3. Classificação dos alarmes	48
4.4. Resumo de alarmes por operação	50
5. Propostas de alteração	59
5.1. Diretrizes gerais	59
5.2. Configurações de alarmes.....	62
5.3. Simulação das alterações	80
6. Discussão.....	83
7. Conclusão.....	85
8. Referências Bibliográficas	87
Apêndice – Levantamento Bibliográfico	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de sistema de alarmes (STANTON ET AL., 1992)	8
Figura 2 - Alarmes por operador ao decorrer do tempo. (Adaptado de Rothemberg,2009)	10
Figura 3 – Top 20 alarmes comparados ao total de alarmes no tempo. Fonte: Rothemberg (2009), posição 3077	11
Figura 4 – Estrutura organizacional do Gerenciamento de Alarmes (EEMUA,2013)...	12
Figura 5 - ciclo de vida do gerenciamento de alarmes (ISA, 2009)	18
Figura 6 – Construção da Proposta de alteração.....	23
Figura 7 - Sala de controle.....	27
Figura 8 - Distribuição das telas (SDCD – Tela do sistema supervisorio, MICRO – computador para acesso à rede corporativa).....	27
Figura 9 – Operador preenchendo um sistema de informação de navios, monitorando o supervisorio e atendendo um telefonema	28
Figura 10 – Tela geral do GNC com ajustes	29
Figura 11 – Tela de controle de Cooldown	29
Figura 12 – Status da válvula	30
Figura 13 – Rádio marítimo, Rádio operacional, os dois hotlines (telefones ao fundo) e o sistema de detecção de fogo e gás. Detalhe: Anotação	30
Figura 14 – Painel do sistema de detecção de fogo e gás.....	31
Figura 15 – Painéis do <i>Ship Shore Link</i>	31
Figura 16 – Sequência de operações no teste de ESD.....	36
Figura 17 – Efeito banana.....	37
Figura 18 – Braços de GNL Fonte: O autor	38
Figura 19 – Alarmes por minuto, por SAC	50
Figura 20- Distribuição de ocorrência de alarmes em dispersão XY (MS-Excel 2010), plotagem dos primeiros 50 elementos	51
Figura 21- Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio A	53
Figura 22 - Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio B.	56
Figura 23- Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio C	57
Figura 24 – Simulação de operação com Navio 1.....	80

Figura 25 - Simulação de operação com Navio2.....	80
Figura 26 - Simulação de operação com Navio2.....	81
Figura 27 - SACs classificadas em média de alarmes	82

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Aceitabilidade de frequência geral de alarmes	10
Tabela 2 – Taxa máxima de alarmes por prioridade	10
Tabela 3 – Suporte recomendado para cada relação de número de alarmes por operador	11
Tabela 4 – SACs da operação de transferência de GNL	33
Tabela 5 - SACs - Transferência de GNC	45
Tabela 6 – categorias de tipos de alarmes	48
Tabela 7 – Número de alarmes habilitados por categoria	49
Tabela 8 - Matriz de classificação de alarmes.....	50
Tabela 9 – Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio A.....	52
Tabela 10- Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio B.....	54
Tabela 11 - Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio C.....	56
Tabela 12 - Cinco alarmes mais tocados agrupados por SAC.....	58
Tabela 13- Modos operacionais e suas correlações.....	60
Tabela 14 – lista de alarmes da UPS	63
Tabela 15 – Lista de alarmes do Sistema de TV	64
Tabela 16 – SACs classificadas em média de alarmes.....	81

ÍNDICE DE ABREVIACÕES

AIA – Atividade Iniciada por Alarme

EMED – Estação de Medição

ESD – *Emergency Shutdown*

CLP - Controlador lógico programável

GN – Gás Natural

GNL – Gás Natural Liquefeito

GNC – Gás Natural Comprimido

FSRU – *Floating Storage and Regasification Unit*

HAZID – *Hazard identification*

HAZOP – *Hazard and operability studies*

KOD – *Knock-out Drum*

PSV – *Pressure Safety Valve*

PT – Permissão de Trabalho

1. Introdução – Gerenciamento de alarmes e a atividade de trabalho

Este estudo baseia-se em uma proposta de modificação de um sistema de alarmes em sistema supervisorio, utilizando a abordagem da análise de trabalho, como constituída pela Ergonomia de origem francesa, em associação ao paradigma corrente de gerenciamento de alarmes. As duas principais fontes de discussão serão em termos de diagnóstico, caracterização e comparação da situação atual com os modelos teóricos propostos, e em recomendação de alterações no sistema.

O desenvolvimento de sistemas automatizados de produção tem sua origem em meados do século passado. Seu significado vem da fusão da expressão *automatic operation*¹, com origem nas linhas de produção, objetivando aumento de produção com a utopia de que o termo manufatura² perdesse seu sentido literal. Apesar de ter sua origem na indústria de manufatura, a aplicação da automação estendeu-se para a indústria de processos contínuos e computação aplicada a negócios. (HITOMI, 1994, JÄMSÄ-JOUNELA, 2007, SLESINGER, 1958)

A indústria de processo contínuo, por suas particularidades, tem um tratamento diferenciado pela literatura se comparada à manufatura. O investimento em unidades com altos índices de automação tem o objetivo de aumentar essa eficiência operacional em diversos aspectos. Especificamente no caso de unidades envolvendo transporte de gás natural, citamos como mais importantes o aumento da confiabilidade, da segurança e da autonomia do operador. A confiabilidade pode ser entendida como a taxa de disponibilidade operacional de um sistema, pode ser melhorada a partir de uma maior capacidade de controle da planta, que diminui a taxa de desvios operacionais, e assim, diminui a degradação do sistema. O aumento de segurança se dá pelo mesmo motivo – a capacidade de leitura da situação, de compreensão do que acontece a nível global e tomada de ação em rapidez impossível numa planta sem tais recursos. O ganho de autonomia do operador é gerado por um sistema de controle suficientemente regulado para mínimos ajustes periódicos. Isso permite que o operador do console³ possa se dedicar à outras tarefas como supervisão e otimização dos processos. Reforçando, o

¹ O termo original é *automation*.

² Do latim *manu factum*, feito à mão.

³ Como se chama genericamente a interface do operador com o sistema de controle.

investimento em automação é um investimento em aumento de eficiência. (CAMPOS E TEIXEIRA, 2008).

Em uma economia de mercado com proporções globais⁴, a concorrência exige que os atores envolvidos mantenham-se em nível equivalente de eficiência operacional, sob pena de comprometer sua lucratividade, e por consequência, sua capacidade de atrair investimentos fique prejudicada. Das inúmeras tecnologias disponíveis, a automação⁵ tem uma ligação íntima e direta com a eficiência operacional da indústria, por atuar diretamente nos meios de produção. Segundo Mokhatab et al (2014), a automação de um terminal de GNL pode aumentar sua eficiência de 15 até 30%, ao custo de 2 a 6% do projeto total.

Estabelecidas as relações entre a aplicação da tecnologia e seus objetivos em termos gerais, será abordada nesta dissertação a unidade industrial onde o estudo foi desenvolvido foi uma solução encontrada pela empresa para a importação de GNL, dada a indisponibilidade de construtoras com *know-how* em projetos de terminais terrestres para este tipo de operação. Existem apenas dois terminais do gênero, ambos no Brasil e de propriedade da Empresa, construídos segundo a mesmo princípio operacional.

Num terminal tradicional, a estocagem e a planta de regaseificação são instalações terrestres. No píer, ambas estruturas se encontram num navio que foi modificado para este fim, sendo que o píer fornece os braços e linhas necessárias para transferência de GNL entre os navios, os braços para transferência do GNC para o gasoduto e uma estação para medição da vazão. Outros sistemas de significativa importância operacional são os de combate a incêndio e geração de nitrogênio para inertização das linhas.

As funções do terminal seriam:

- a) Receber gás natural liquefeito (GNL) de um navio
- b) Estocar o GNL em tanques.
- c) Realizar regaseificação: Conversão do GNL (com temperatura de aproximadamente -160 C) em gás natural comprimido, que chamaremos de GNC, a uma temperatura próxima à ambiente.
- d) Compressão do GNC para distribuição via gasoduto

⁴ Como será visto, o transporte de GNL em grandes quantidades é uma solução viável somente para distâncias transoceânicas.

⁵ Neste estudo, por fim de simplificação, preferiu-se chamar apenas por automação o que alguns autores chamam de controle e automação.

O projeto do píer foi concebido com alta taxa de automação, objetivando uma eficiência operacional compatível com os níveis dos terminais em funcionamento no mercado. Dado o caráter quase experimental da unidade e a ausência de terminais de GNL na América Latina, não havia conhecimento prático acumulado pela empresa sobre a atividade a ser realizada. Houve necessidade de buscar conhecimento fora do país, e especificamente a primeira turma de operadores visitou terminais nos Estados Unidos, Japão e Portugal. Por ser uma experiência inédita, apesar dos esforços, foi limitada a capacidade de prever as atividades que seriam realizadas, gerando consequências tanto a nível técnico quanto a nível sóciotécnico⁶. A fins ilustrativos, um exemplo foi o *layout* das telas do sistema supervisor, fato caracterizado pelo relato dos operadores como um dos aspectos mais negativamente impactantes na operacionalidade do píer. Por terem sido baseadas em diagramas de engenharia, não aproveitavam bem o espaço disponível. Dos problemas associados, destacamos a utilização de quatro telas para monitorar uma única operação, telas muito poluídas com informações irrelevantes e desfile entre quatro ou cinco telas durante certas operações.

Estes resultados não são surpreendentes, visto que há relato extenso na literatura com a sistematização dos problemas típicos encontrados nesta unidade. Bainbridge (1983) sugere que há uma ironia na automação: “(...) O quão mais avançado um sistema de controle é, então mais crucial pode ser a contribuição do operador humano⁷.” Ogle et al. (2008), após comparar casos de acidentes com alta e baixa complexidade de automação envolvida, conclui que o operador é fundamental para o controle da planta em situações adversas, desde que tenha tempo suficiente para agir, com habilidade e conhecimento para atuar. Ou seja, um projeto de implantação que seja centrado nos elementos técnicos e não confira à dimensão humana da atividade sua devida relevância teria chances imensas de resultar num caso infeliz. Isto vai ao encontro das colocações de Duarte e Santos (2002) sobre a importância deste sistema ser concebido a partir de uma boa compreensão da atividade de trabalho. Ao referir especificamente em problemas já categorizados pela literatura, no caso de interface na tela de SDCDs, temos a perda de visão global, desfile de telas e dificuldade de trabalho coletivo (DUARTE, 1994). Já no sistema de alarmes, podemos citar a avalanche de alarmes, alarmes

6 Uma questão sociotécnica que até hoje é discutida do terminal consiste na definição de um efetivo mínimo de operadores específico para cada operação.

7 Tradução de “(...)the more advanced a control system is, so the more crucial may be the contribution of the human operator.”

inteligíveis e *bad actors* - alarmes que repetem com frequência alta. (ROTHERBERG,2009). Em ambas as categorias, estes problemas tem impactos negativos que variam desde aumento do absenteísmo até graves acidentes, como descritos pelos autores supracitados.

A concepção de sistemas que não atendem bem à sua função acaba por ter reflexo na eficiência de uma unidade que tem importância estratégica para geração de energia elétrica do país. As usinas hidroelétricas geram mais de 75% da energia elétrica, sendo em proporção o principal modo de geração de energia elétrica nacional. Porém, sua utilização depende dos níveis dos reservatórios de cada usina, e estes níveis sofrem influência direta do regime de chuvas. Quando há um regime de chuvas que não compensa a utilização do reservatório, os níveis caem e então há o risco de interrupção no funcionamento da usina. Para que isto não comprometa o Sistema Interligado Nacional⁸ (SIN), podem ser acionadas as usinas termoeletricas, que podem queimar gás natural. Como uma das funções do p_{ier} é fornecer gás natural para complementar a demanda das termoeletricas, seu funcionamento garante a integridade operacional do Sistema Interligado Nacional. Além disso, a falha no fornecimento de gás natural e o não atendimento ao contrato de distribuição geram multas altíssimas à empresa. (BRASIL, 2012; OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA, 2012).

Dado o crítico resultado de não atendimento à demanda de gás quando solicitado, o p_{ier} foi sofrendo alterações em seus sistemas, para assegurar sua eficiência operacional. Uma das primeiras e significativas intervenções da área de automação foi a modificação do *layout* das telas do sistema supervisorio, em 2009. Com as informações dos primeiros meses de operação, um técnico que tinha experiência em programação de *iFix*⁹ fez as modificações, tornando a interface mais adequada à atividade e resolvendo alguns problemas anteriormente citados.

Dada a importância da confiabilidade operacional em questão, e as diversas demandas por melhoria, este pesquisador, também operador – um Técnico de Operações Pleno que trabalha nesta unidade desde o seu comissionamento – tomou o sistema supervisorio como objeto de estudo para sua dissertação. Após uma abordagem inicial do contexto de trabalho, foi constatado que dentre as possíveis intervenções, a melhoria

⁸ O SIN responde por mais de 96% da geração e distribuição de energia do país. É coordenado e controlado pelo ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) - pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos. (ONS, 2012)

⁹ *Software* de automação industrial da General Eletrics, que é utilizado na unidade.

do sistema de alarmes tinha o maior potencial de transformação das condições de trabalho, em critérios de segurança e produtividade.

Entre Abril e Agosto de 2013, um engenheiro de manutenção e um técnico de automação fizeram a reconstrução do programa de interface do sistema supervisorio. Entrevistas com ambos protagonistas desta intervenção indicaram que o método utilizado foi uma reprodução das telas anteriores, e o sistema de alarmes teria melhorias devidas à aplicação de padrões corporativos. Até Setembro de 2014, os dois programas de interfaces funcionam em paralelo.

O sistema de alarmes tem seu uso comprometido por apresentar alarmes em quantidade incompatível com seu tratamento (avalanche de alarmes), alarmes desnecessários ou fora de contexto, alarmes incompreensíveis por sua descrição, chegando a não ser utilizado pela operação. Estes fatores causam perda da capacidade de monitoramento dos processos, o que prejudica a capacidade de resposta ou regulação de determinados eventos. (STANTON et al., 1992)

As metodologias atuais de gerenciamento de alarmes se baseiam em procedimentos corporativos e consideram que a participação de alguns trabalhadores no processo é o suficiente para garantir que haja sucesso na inserção do saber do trabalhador.

Se o sistema é alterado de forma que sua influência sobre determinados modos operacionais é desconsiderada, há certa margem para resultados imprevistos: o sistema não apresentaria um funcionamento congruente com práticas correntes, levando a desvios. (FALZON, 2007, GUÉRIN, 2000, WISNER, 1991)

A deficiência do sistema de alarmes compromete objetivos da automação em uma planta de GNL, segundo Mokhatab et al. (2014) – i) segurança, ii) estabilidade de operação, iii) otimização das operações e iv) otimização do rendimento dos ativos. Vale ressaltar que a literatura atribui inúmeros acidentes à ineficiência do sistema de alarmes. Sinistros de grandes proporções, como a explosão da planta de gás natural de Longford, Austrália (1998, duas mortes, oito feridos e prejuízos da ordem de 1 bilhão de dólares), do depósito de óleo de Buncefield, Inglaterra (2005, 40 feridos, total de multas superiores a 4 milhões de libras), Refinaria de Milford Haven, Inglaterra (prejuízos de 48 milhões de libras) (EEMUA, 2013, HSE, 1999, 2011)

Foi constituída uma comissão em fevereiro de 2014, para que fosse dado início ao processo de gerenciamento dos alarmes, com procedimento baseado na ANSI/ISA-18.2. Segundo esta publicação, o gerenciamento de alarmes consiste no conjunto de

práticas e processos que visam a melhoria do sistema de alarmes. Assim, este estudo visa colaborar com a iniciativa da empresa,

O objetivo deste estudo é realizar uma proposta de alteração no sistema, por via de uma tabela de alarmes construída em relação à sua função operacional, readequação de limites operacionais, e priorização – etapa chamada como racionalização de acordo com a ANSI/ISA 18.2. Tal resultado terá apoio, além das fontes recomendadas na literatura, pela análise de Situações de ação característica (SACs). As SACs foram construídas a partir de uma abordagem adaptada da Análise Ergonômica do Trabalho como recomendada por Guérin et al (2000). Secundariamente, o comportamento das frequências e composições de alarme será comparado aos modelos previstos pela literatura.

O presente estudo se divide em oito seções: Na próxima, faremos considerações teóricas sobre a função do sistema supervisório e alarmes. Na terceira seção, uma apresentação dos métodos utilizados a abordagem. O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos de caracterização de atividade de trabalho e do funcionamento do sistema de alarmes. As propostas de alteração do sistema e uma simulação da sua implementação são expostas no capítulo cinco. Na sequência, o sexto capítulo traz uma discussão sobre os resultados obtidos, seguido da conclusão no sétimo capítulo. Após a referências, foi anexado o resultado do levantamento bibliográfico realizado para este estudo.

2. Gerenciamento de Alarmes

A primeira seção trabalha define o alarme em termos de função e forma. Na sequência, são apresentadas algumas métricas – critérios de avaliação quantitativo de um sistema de alarmes, assim como o comportamento de distribuição típico de alarmes. Finalizando, introduzimos as principais publicações que abordam o gerenciamento de alarmes.

2.1. Alarmes – definição e conceito

Os alarmes que serão analisados neste levantamento teórico são apenas aqueles gerados pelo sistema supervisor. Assim, é excluída toda a sorte de estímulo que não venha desta fonte e porventura chegue ao operador do sistema supervisor. Isto inclui (porém não se limita) aos alarmes de outros equipamentos e sistemas, chamado por outras pessoas, rádio e telefone.

De maneira similar, a *The Engineering Equipment and Materials Users' Association*, em sua norma sobre o assunto (EEMUA, 2013) apresenta sua ideia de alarme:

“Alarmes são sinais anunciados ao operador, tipicamente por um som audível, alguma forma de indicação visual, geralmente piscando, e pela apresentação de uma mensagem ou outro identificador. Um alarme irá indicar um problema querendo atenção do operador, e é geralmente iniciado por um processo de medição passando uma configuração de alarme definida ao se aproximar de um valor indesejável ou potencialmente inseguro.¹⁰” (EEMUA, 1999, grifo meu)

A questão do alarme enquanto estímulo acima do normalmente exercido parece estar bem definido. Outro aspecto que merece ser trabalhado é o objetivo do alarme. Hollifield e Habibi (2010) dizem que o critério chave para definir a função do alarme é a necessidade de ação.

Stanton et al. (1992) reflete sobre as diversas definições que esta palavra assume, porém restringe seu significado a partir de um modelo, que é apresentado a seguir:

¹⁰ Do original “Alarms are signals which are annunciated to the operator, typically by an audible sound, some form of visual indication, usually flashing, and by the presentation of a message or some other identifier. An alarm will indicate a problem requiring operator attention, and is generally initiated by a process measurement passing a defined alarm setting as it approaches an undesirable or potentially unsafe value.”

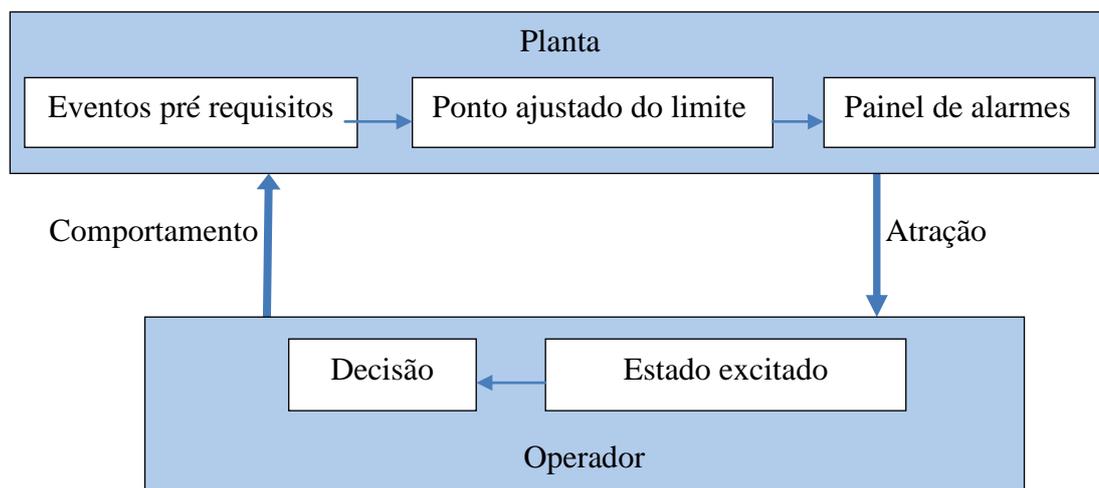


Figura 1 - Modelo de sistema de alarmes (STANTON ET AL., 1992)

O modelo enfatiza o operador e a planta¹¹ enquanto entidades distintas e seus processos internos, fundamental para que se compreenda a interação entre as partes. A partir do momento que algum evento pré-requisito culmina com uma variável saindo da faixa tolerável – determinada por ajuste do alarme – temos um evento no painel de alarmes. Este é transmitido para o operador a partir de um estímulo que chame sua atenção para a área que possui a informação sobre o alarme. Pode ser um som, uma mensagem na tela, uma cor que é alterada – caracteriza-se por ser algo diferente da apresentação normal de informações. Então, o operador toma conhecimento deste estado a partir da informação obtida via alarme. Ao avaliar a situação, determina seu comportamento naquele contexto, sua forma de agir a fim de reajustar a planta. A ANSI/ISA 18.2 apresenta um modelo bem similar.

A partir do exposto, pode se considerar que a função do alarme é chamar a atenção do operador, a partir da avaliação de uma variável, para um determinado evento na planta, sugerindo análise da situação e posterior intervenção direta ou readequação do ponto de alarme.

Para que exerça sua função, o alarme deve ter as seguintes propriedades (EEMUA, 2013).

- Relevante – Não ser falso (espúrio, no jargão da área) ou irrelevante. De outro modo, apenas serviriam para aumentar a carga cognitiva do operador e desviar sua atenção de um alarme legítimo.

¹¹ Apresenta-se os termos ajustados ao campo de atuação – o industrial. Mas o modelo se aplica à qualquer condição: poderia representar o binômio piloto/avião, médico/ mesa de cirurgia, motorista/carro

- Único – um evento não deve se multiplicar em diversos alarmes.
- Precisamente apresentado – Não deve ser informado muito cedo, pode ser que o operador acabe esquecendo-se da informação na ocasião da intervenção. Nem tão tarde quando a possibilidade de intervenção já não seja mais possível.
- Priorizado – Estar inserido numa lógica de priorização, indique sua importância ao operador.
- Compreensível – a informação do alarme deve ser clara e de fácil compreensão.
- Informador - Identificar que problema ocorreu.
- Aconselhador – Indicar o tipo de ação que deve ser realizada na intervenção.
- Focado – chamar atenção apenas para o que for realmente importante naquele evento, sem desvios ou informação redundante.

Stanton (1994) apresenta o conceito de atividade iniciada por alarme (AIA), onde contextualiza o comportamento do operador diante do evento do alarme. Segundo o autor, a intervenção para evitar incidentes ocupa 10% da atividade do operador, sendo o resto atribuído a atividades de rotina. Ainda assim, esta menor fração representa a parte mais crítica desta atividade. O fluxo de atividades seria composto de cinco etapas:

- Aceitação: Quando o alarme é recebido, e calado/reconhecido. Se for feito em momento muito anterior a ação, pode comprometer o fluxo devido à perda de informação.
- Análise: É a avaliação do contexto operacional diante da informação recebida, de modo a definir a próxima tarefa.
- Correção: São as ações de correção da anormalidade.
- Investigação: Procura determinar a causa da anormalidade.
- Monitoramento: Similar à análise, porém avaliando a pertinência das ações tomadas.

Se o alarme não possui as características do bom alarme, o fluxo da AIA é afetado, pois há o comprometimento de uma ou mais das suas etapas. Este ponto de vista também permite observar a ligação que existe entre a atividade, no sentido utilizado pela Ergonomia, e a lógica de alarmes.

O estudo sobre a definição dos alarmes começou a tomar mais importância nas últimas décadas – as novas tecnologias de controle industrial permitiram que houvesse um aumento exponencial do número de alarmes por operador. (Rothemberg, 2009)

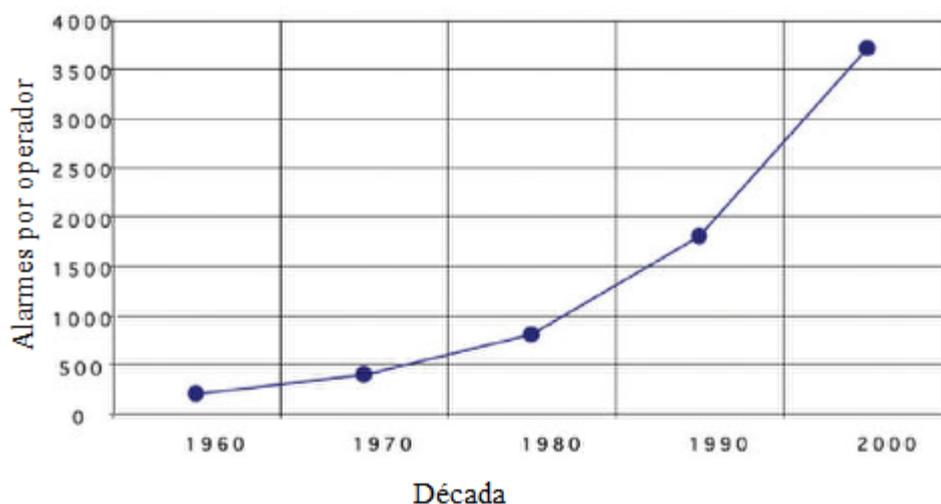


Figura 2 - Alarmes por operador ao decorrer do tempo. (Adaptado de Rothemberg,2009)

2.2. Métricas

A EEMUA define alguns critérios de aceitabilidade para alarmes. Estes valores foram baseados numa pesquisa tipo *survey* que foi realizada a pedido do HSE (Publicação HSE Report CRR 166, 1998). Estes valores foram levados em consideração, junto com algumas premissas de carga de trabalho, e foram validadas em conjunto com comitê de instrumentação e controle da EEMUA - consenso a partir da discussão entre os membros. (EEMUA, 2013, p.95)

Tabela 1 – Aceitabilidade de frequência geral de alarmes

Média em longo período	Aceitabilidade
> 1 por minuto	Inaceitável
0,5 por minuto	Muito exigente
0,2 por minuto	Gerenciável
0,1 por minuto	Aceitável

Tabela 2 – Taxa máxima de alarmes por prioridade

Prioridade	Taxa máxima
Crítica	Muito infrequente
Alta	5 por turno
Média	2 por hora
Baixa	10 por hora

Tabela 3 – Suporte recomendado para cada relação de número de alarmes por operador

Número de alarmes instalados por operador	Suporte recomendado
< 100	Anunciadores
100 > n < 300	Sistema de alarme em computador com sofisticação média
300 > n < 1000	Sistema de alarme em computador com sofisticação alta
n > 1000	Sistema de alarme robusto.

O comportamento dos *bad actors* – alarmes com maior contribuição na taxa de alarmes, é praticamente constante, segundo Rothemberg (2009, posição 3077¹²). Para a EEMUA (2013), começar atacando estes alarmes é uma tática de alcançar resultados rápidos.

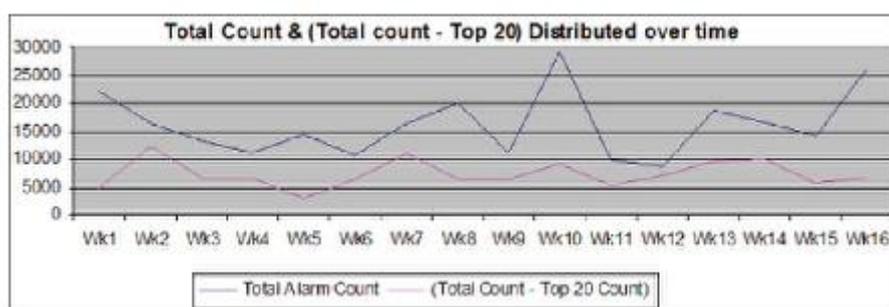


Figura 3 – Top 20 alarmes comparados ao total de alarmes no tempo. Fonte: Rothemberg (2009), posição 3077

A distribuição de frequência de alarmes é associada a uma análise de pareto e ao conceito de 80/20 (80% das ocorrências correspondem por 20% das causas). Rothemberg (2009, posição 4866) diz que pode ser até mais acentuada, acumulando mais de 80%. Uma função exponencial da probabilidade p de uma variável x deve obedecer o formato

$$p(x) = Cx^{-\alpha},$$

Equação 1 – Formato de uma distribuição de lei de potência

Com $\alpha > 0$, e C é uma constante.

¹² O número da página não é disponível, por ser um *e-book*. As regras de referência ainda não contemplam este tipo de obra.

2.3. O gerenciamento de alarmes

O levantamento bibliográfico realizado indicou que todos os artigos que abordavam o gerenciamento de alarmes utilizavam como base uma ou mais das seguintes publicações e suas versões.

- ANSI/ISA 18.2
- EEMUA 191
- NAMUR NA 102

Considerou-se, assim, que as três publicações constituem num referencial representativo das práticas de gerenciamento de alarmes.

EEMUA 191

A EEMUA, acrônimo de *The Engineering Equipment & Materials Users' Association*, é estabelecida na Inglaterra e visa auxiliar proprietários ou usuários de equipamentos industriais. Em sua publicação, 191, *A Guide to Design, Management and Procurement*, recomenda a seguinte estrutura organizacional para gerir o processo.

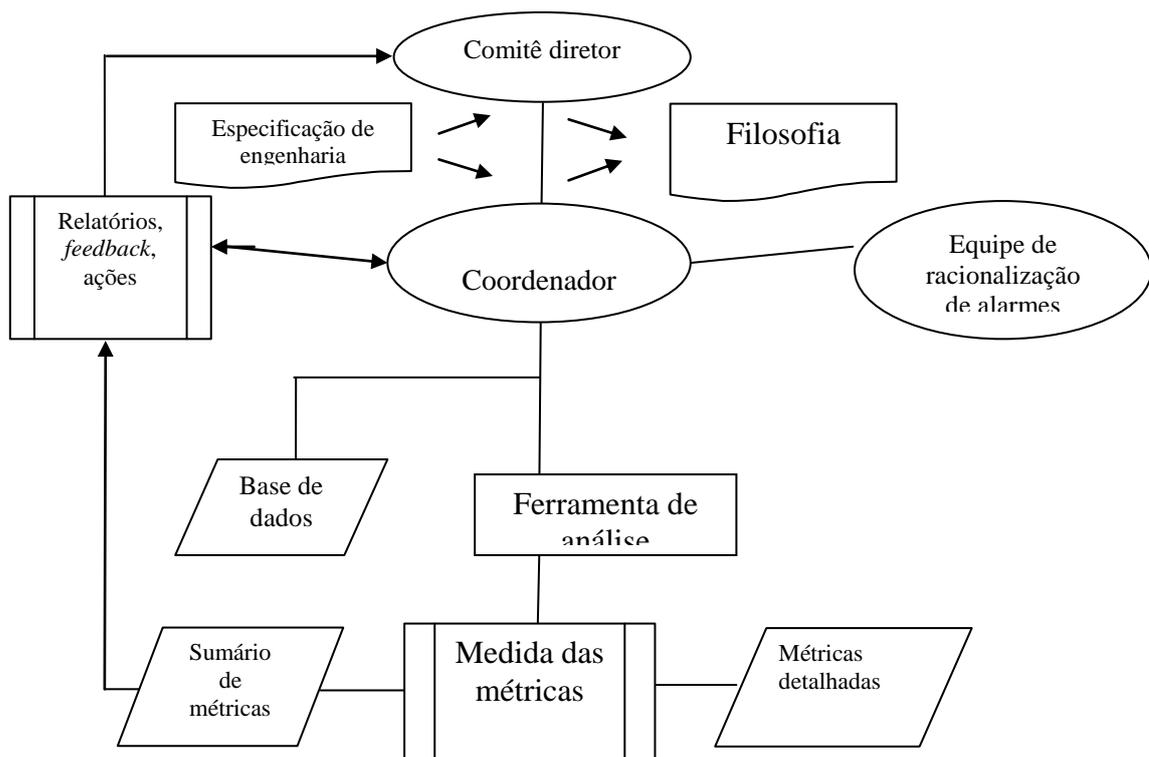


Figura 4 – Estrutura organizacional do Gerenciamento de Alarmes (EEMUA,2013)

O comitê diretor, que deve ter reuniões anuais ou semestrais, é responsável por gerir e definir quais recursos serão alocados neste empreendimento. É ressaltada a necessidade deste comitê compreender os benefícios que o gerenciamento de alarme possa inferir aos seus sistemas. Isso garantiria uma alocação justa dos esforços, haja vista que em qualquer organização há demanda por recursos de diversas origens.

As responsabilidades do comitê diretor seriam:

- Revisar qualquer requisição de mudança no sistema de alarmes;
- Garantir efetividade de novos padrões a serem implementados em projetos ou reprojatos;
- Revisar o rendimento dos sistemas de alarme diante das metas de indicadores-chave de performance estabelecidas;
- Questões sobre treinamentos;
- Definir políticas e programas que orientem *redesigns* e soluções emergenciais em sistemas existentes;
- Manter o conhecimento da organização em dia sobre o assunto, tanto em métodos quanto casos;
- Configurar grupos de trabalho.

A publicação não determina o nível de gerência que deve compor este comitê, nem o número de integrantes ou formação. Todavia, quanto enfatiza que o comitê tem o objetivo de “...garantir a operação segura e efetiva de todos os sistemas de alarme de sala de controle.”¹³, é razoável supor que este arranjo não é exclusivo de uma sala ou unidade menor.

As diretrizes que permeiam o gerenciamento de alarmes são divididas em dois documentos principais, a saber:

As especificações de engenharia, segundo o EEMUA, é um documento que detalha requisitos de *hardware*, recomendações de fatores humanos e funcionalidades mínimas que todo sistema deve oferecer. Isso visaria garantir níveis mínimos aceitáveis segurança, além de padronizar o sistema para retrabalho posterior.

A filosofia de gerenciamento de alarmes funciona como um padrão de uso organizacional. Seu objetivo é determinar a aplicação de métodos, de forma que os objetivos sejam alcançados independente do sistema trabalhado. Recomenda-se que seja

¹³ Tradução de “...ensuring safe and effective operation of all control room alarm systems “.

um documento de fácil acesso para todos os envolvidos em projeto ou configuração de alarmes.

Deve conter as seguintes orientações:

- Objetivos de um sistema de alarmes;
- Índices-chave de performance e metas;
- Padrões de projeto e operação, a nível de execução, supervisão e auditoria;
- Glossário de termos técnicos;
- Metodologias de gerenciamento, como gestão de mudança, princípios de priorização de alarmes, escopo para novos projetos, etc.
- Questões ergonômicas;
- Requisitos de treinamento.

A EEMUA frisa que a intervenção em sistemas de alarmes podem acontecer de diversos níveis e maneiras. Estes documentos visam padronizar métodos e resultados esperados, de forma que haja um histórico registrado durante a vida útil da planta. Sendo assim, métodos incompatíveis com hardware e metas contraditórias, com todos os seus males associados, seriam evitados.

A supervisão operacional do sistema proposto pela EEMUA é o Coordenador de Alarmes. Responsável por garantir acesso às ferramentas de análise e auditoria do sistema de alarmes, coordena todos os esforços de racionalização (será definida a seguir). Deve manter comunicado o comitê diretor dos progressos de racionalização e problemas surgentes.

A racionalização dos alarmes consiste no esforço de criar regras específicas de priorização, definidas dentro das diretrizes estabelecidas na Filosofia de Gerenciamento de Alarmes. É executada por uma equipe interdisciplinar definida pelo comitê diretor, e constitui-se de indivíduos com a competência apropriada e experiência para atuar em tais tarefas. Busca manter uma homogeneidade entre os diversos sistemas de alarmes que possam estar sobre intervenção, para que alarmes idênticos tenham mesmo tratamento nas possíveis unidades sobre intervenção.

A base de dados de alarmes¹⁴ serve de consulta obter informações consistentes sobre determinado alarme. Deve informar sobre a necessidade do alarme, consequências deste ser ignorado, ações necessárias quando disparado, tempo de ação requerido, além

¹⁴ Não confunda com o *log* de alarmes, que é um dos seus componentes.

de informações sobre prioridade. Demanda um esforço considerável pra sua construção, pois sintetiza toda informação disponível para todos os alarmes existentes na planta.

As ferramentas de análise de alarme coletam e tratam dados envolvendo ocorrências de alarmes no supervisão. Estes resultados são comparados aos índices chave de desempenho, o que consiste na medida das métricas de alarme. Assim, é gerado um Resumo de métricas de alarme, que abrange um período semanal ou mensal, utilizado para que se avalie as condições de uso do sistema de alarmes. Este relatório ajuda a determinar as prioridades de intervenção para o coordenador de alarmes, pois aponta quais alarmes se desviam mais dos índices chave de desempenho. Há a possibilidade de preparar resumos de métricas para intervalos de tempo menores, chamados de Detalhamento das métricas de alarme. Recomendados em intervalos de 10 minutos, este detalhamento permite análise mais precisa caso o número de ocorrências esteja concentrado num curto espaço de tempo, como em avalanches de alarmes, por exemplo.

A real intervenção no sistema de alarmes é organizada na etapa chamada “Relatório de operações, retroalimentação do usuário, ação”. Os problemas identificados no resumo de métricas é discutido na reunião regular entre operação e manutenção, quando são levantadas hipóteses para os problemas e possíveis soluções, já sendo direcionadas para as equipes responsáveis pela intervenção Também são revisadas as ações anteriores, com resultado encaminhado para o comitê diretor.

É recomendado que haja um esforço de melhoramento contínuo, com periódicas revisões. Citando um estudo da HSE (Health Survey for England), existe uma correlação positiva entre comprometimento gerencial com esta questão e obtenção de bons resultados. Das técnicas utilizadas para melhoria, a EEMUA diz que excelentes resultados podem ser obtidos a partir da aplicação daquelas mais básicas. O mercado também oferece técnicas avançadas, apoiadas em lógicas complexas e competências bem específicas.

Levando em consideração estas premissas, a estratégia de melhoria consiste em:

1. Determinação gerencial em atingir melhorias;
2. Aplicação cuidadosa das técnicas básicas; e
3. Caso resultados ainda sejam inadequados, aplicar técnicas avançadas.

Esta estrutura é uma visão macro do processo, podendo abranger mais de uma unidade industrial e sistemas de alarme A EEMUA recomenda que, para um sistema

particular, seja mantida um processo formalizado e periódico de melhoria – a revisão do sistema de alarmes.

Os objetivos da revisão de alarme são:

- i) Diminuir o número de alarmes até níveis compatíveis com o efetivo;
- ii) Garantir que todos alarmes sejam de qualidade.

Segundo a EEMUA, os problemas normalmente encontrados são alta taxa de alarmes, grande número de *standing alarms* (alarmes que ficam ativos por muito tempo sem serem reconhecidos) ou *shelved alarms* (quando uma alarme não é desabilitado, mas sua apresentação é inibida em sua forma normal, ficando limita apenas aos logs internos ou lista de *shelved alarms* se disponível), e prioridades incorretas. Para caracterizar os problemas, são recomendados o uso das ferramentas de análise (para expor as limitações do sistema) e conversa com operadores (para descobrir dificuldades de uso).

O processo de revisão tem a seguinte organização:

A capacidade do sistema deve ser conhecida, para que as soluções propostas sejam compatíveis com o sistema atual. Consiste num levantamento de funcionalidades e recursos possíveis.

A identificação de problemas se faz necessária para evidenciar pontos de melhoria, permitindo uma priorização na alocação de esforços.

À equipe de revisão é atribuída a responsabilidade de executar o processo. É enfatizada a importância da participação de pessoal de manutenção e operação, para que seus conhecimentos de uso sejam incorporados. A composição recomendada é de um ou mais operadores de turmas diferentes, um supervisor, um engenheiro de instrumentação, o coordenador de alarmes e um engenheiro de processo, ou mecânico, ou de segurança.

A Filosofia de Gerenciamento de Alarmes deve ser usada durante a revisão, pra manter a consistência dos resultados.

Os critérios de priorização, padrões internos e externos, *roadmaps*, *checklist*, definições de gestão de mudança, todos estes devem ter sido firmados a priori, e seu registro constitui a documentação de suporte. Procedimentos de mudança no sistema de alarmes devem ser definidos, para que não haja risco de comprometimento da segurança da planta.

Unidades industriais geralmente tem um número grande de alarmes. O trabalho de revisão pode ser facilitado se houver uma segmentação no tratamento deste alarme, por áreas ou sistemas. A isto a EEMUA chama de Categorização da área da planta.

A Revisão de áreas busca revisar todos os alarmes que já existem, e conferir se os alarmes estão corretamente configurados. Para que os benefícios sejam conseguidos rapidamente, faz-se necessário analisar aqueles alarmes que podem dar uma melhor resposta, seja por resultados do resumo da métrica, ou da criticidade do alarme. É recomendado que haja análises levando em considerações as ocorrências não apenas em situações normais, mas também seu comportamento durante eventos de stress da planta.

A EEMUA recomenda que seja minuciosa e estruturada a revisão. Deve haver um registro em forma de questionário ou planilha onde se registrem informações como propósito do alarme, consequências em não ser respondido, set points e outros. O ideal seria encontrar respostas idênticas aos resultados já formalmente registrados. Todavia, não é raro que alguns alarmes tenham dificuldade de ter seu objetivo original determinado.

A etapa de integração busca aplicar os resultados da revisão, que é uma lista de alarmes com limites, *deadbands*, etc., obtidas via análise individual, num contexto maior de aplicação. Ao considerar modos de operação, paradas de emergência e outras interações entre alarmes, é possível obter uma maior racionalização. Uma lista incompleta de situações que podem ser verificadas:

- Determinados alarmes possam ser eliminados se sua resposta não for adequada àquele contexto de uso;
- Alguns alarmes podem ser suprimidos quando outros forem acionados;
- Alarmes esperados em determinadas situações podem ser eliminados.

A aplicação das mudanças propostas é indissociável do monitoramento do seu resultado. Isso é percebido quando a EEMUA considera o monitoramento/melhoria uma etapa só. O monitoramento não deve se limitar apenas às métricas –deve-se também verificar se o alarme está sendo devidamente acionado quando preciso. É dito que as principais ferramentas para monitoração são o uso das ferramentas de análise de alarme, cujos dados serão comparados com uma lista de metas de métrica.

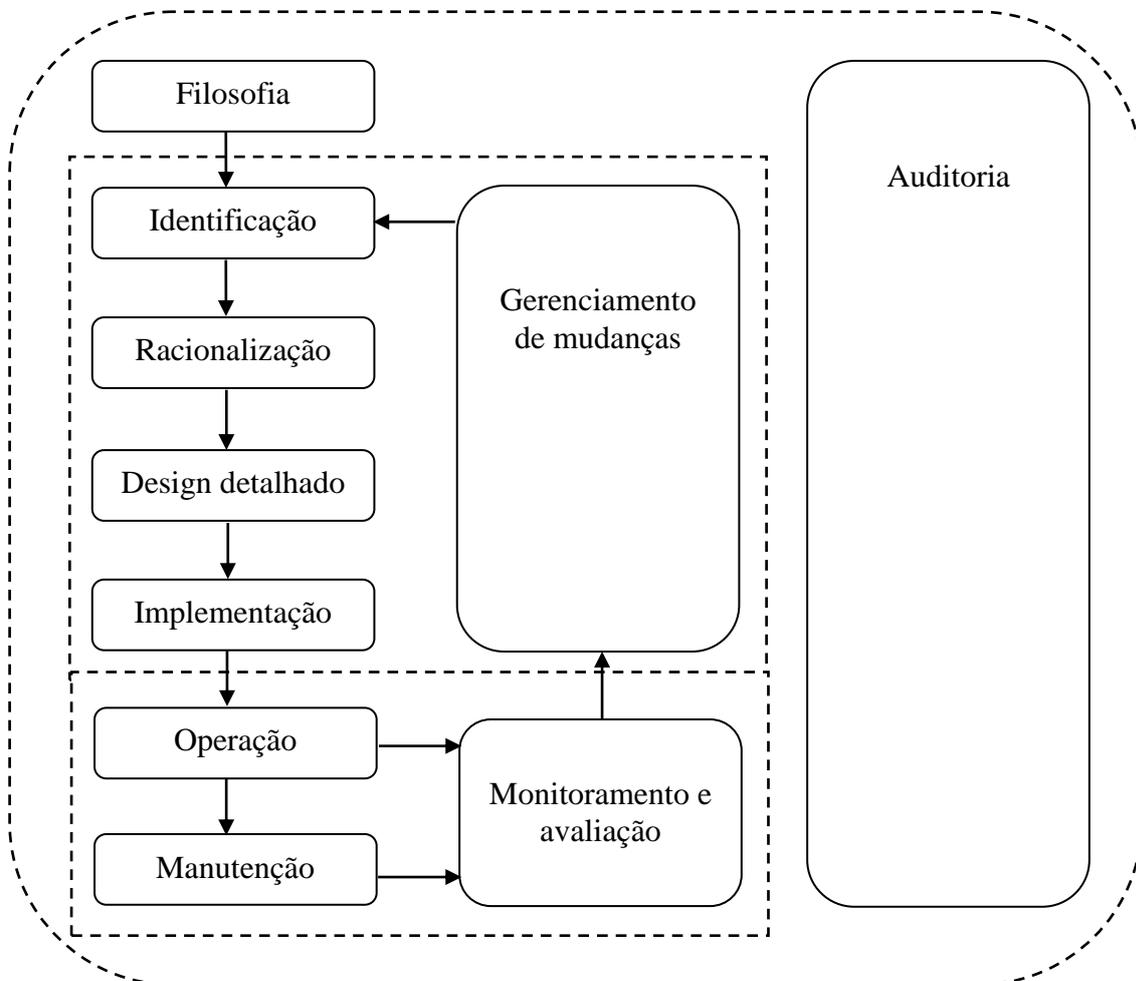
A afinação do sistema consiste em ajustes que os próprios operadores podem fazer, caso haja necessidades ou desvios pontuais.

De autoria da *The Instrumentation, Systems, and Automation Society (ISA)*, o padrão ANSI/ISA-18.2 é um dos documentos mais citados em trabalhos acadêmicos sobre gerenciamento de alarmes, inclusive pela EEMUA 191. A *Management of Alarm Systems for the Process Industries* se intitula como padrão, e define terminologia, processo de concepção e o gerenciamento de um sistema de alarmes.

Para a ISA (2009), o sistema de alarmes deve comunicar ao operador indícios de condições anormais de processo ou de equipamentos em falha. A eficiência de um sistema de alarmes seria função do seu projeto, implementação, operação e manutenção.

Posto isso, a ISA apresenta uma proposta de ciclo de vida do gerenciamento de alarmes. Aplicável tanto para sistemas existentes quanto em fase de projeto, o ciclo de vida do gerenciamento de alarmes consiste diversas práticas e suas relações dos requisitos e responsabilidades.

Figura 5 - ciclo de vida do gerenciamento de alarmes (ISA, 2009)



Este ciclo de vida é citado na publicação 191 da EEMUA, que faz um paralelo com a sua metodologia, o que reforça a similaridade da abordagem entre ambas as obras. O detalhamento de cada etapa, que são similares aos mencionados na última seção, não agrega significativamente a discussão.

Outras publicações

Existem outras publicações que tratam do tema. A *Principles for alarm system design*, de autoria da *Norwegian Petroleum Directorate*, elenca uma série de princípios para melhoria do sistema. De maneira semelhante, a ASM (2009) escreveu as *Effective Alarm Management Practices*, onde cita uma série de heurísticas guiadas por três guias: Segurança, produtividade e saúde do trabalhador. A publicação alemã Namur NA 102 tem uma estrutura similar à EEMUA 191, porém com um texto mais conciso e sem apêndices.

Síntese

Procurou-se aqui utilizar as publicações mais citadas e disponíveis em inglês e português sobre como realizar o gerenciamento de alarmes. – tanto a nível de processo quanto de heurísticas. A filosofia de alarmes, um documento que gera um núcleo duro de regras e serve como referência para todo o processo, é recomendada em todas as obras. A categorização de alarmes também é algo comum a todas as metodologias, pois permite orientar e estimar suas potencialidades negativas e um tratamento específico. Percebe-se que a lógica interna da abordagem se assemelha um tanto a outros métodos comuns à engenharia – como PDCA (ISO 9001) e MIASP (DELLARETI FILHO, 1996): Da identificação do problema, se tem a implementação, com a fase de experimentação e *feedback*.

Quando as metodologias tratam da efetiva inserção do saber do trabalhador, a EEMUA (2013) confia na equipe de revisão, que pode ter mais de um trabalhador por turno e um supervisor, como visto anteriormente. A ISA (2009) diz que o pessoal que aplica a filosofia de alarmes deve ser envolvido com seu desenvolvimento, e deve ter conhecimento do local onde será aplicada. O *Healthy and Safety Executive*¹⁵ mantém

¹⁵ Órgão governamental britânico, cujo objetivo é prevenir mortes, lesões e problemas de saúde em postos de trabalho.

um sítio sobre Fatores Humanos e gerenciamento de alarmes¹⁶, com material disponível e indicado. Numa das suas publicações (*HSE Human Factors Briefing Note No. 9 - Alarm Handling*, s.d.), evidencia a dificuldade sobre a condução desta atividade:

“Resolver problemas de alarme requer persistência e paciência. Você terá de recolher informação sobre qual é o problema - perguntando às pessoas! - então você terá de convencer a gerência a implementar as melhorias. Você pode mudar algumas coisas facilmente - outros podem levar um longo tempo.” (Ibidem, p.3)

¹⁶ <http://www.hse.gov.uk/humanfactors/topics/alarm-management.htm>

3. Metodologia

Apresentamos aqui a fundamentação teórica para a abordagem utilizada, assim como uma descrição do procedimento e seu contexto de aplicação.

3.1. Uso das SACs para racionalização

Em sua tese, Duarte (1994) descreve inúmeros problemas identificados na transição de painéis sinópticos para SDCDs no que diz respeito a *layout* de telas em sistemas concebidos fora de um processo de projeto ergonômico. Stanton (1994) afirma que sistemas de alarmes industriais geralmente são ambíguos, não facilmente percebidos ou compreendidos, por deficiência de fatores humanos. Fato este não se deve à incompetência dos projetistas – ainda que estes acessem o acervo do conhecimento da sua área, o acesso ao modo de trabalho seria no formato de normas, padrões, e até mesmo recomendações de fatores humanos. Estes documentos, por si só, não apresentam normas aplicáveis para definir que tipo de informação apresentar, lembram as considerações de Duarte e Santos (2002), por não representarem o trabalho que realmente é realizado.

Citando Duarte e Santos (2002),

“Quando o trabalho é objeto de conhecimento e se deseja que ele seja uma variável de decisão para a concepção, é necessário que ele seja primeiramente compreendido, o que demanda o apoio de metodologias que permitam a explicitação da ação e de seu significado para aqueles que a realizam.”

Assim, suportamos a afirmação de que a concepção deste tipo de sistema sem uma abordagem especificamente orientada para inserir informações sobre a atividade de trabalho no projeto pode conduzir a resultados incongruentes aos objetivos almejados. De acordo com Béguin (2007), o objetivo do projeto é garantido quando as variáveis de funcionamento do homem e atividade em situação são integradas ao processo de projeto conceitual.

Visto que o gerenciamento de alarmes atualmente tem a inserção do saber do trabalhador apenas em uma dimensão participativa, pode haver alguma limitação. O presente estudo propõe a utilização das informações geradas por uma análise da atividade, na forma do de Situações de Ação Característica – SACs. – como forma de inserção do saber do operador na sistemática de gerenciamento de alarmes.

As SACs são normalmente utilizadas em processos de concepção. O ergonômista, a partir da análise da atividade, delimita os determinantes de uma atividade. Assim, é possível eliminar os determinantes que estarão ausentes em

determinada situação futura, mantendo a coerência da transposição do conhecimento gerado. (Daniellou, 1997).

Vale lembrar que não é possível, nem necessário, levantar todas as SACs possíveis – Se estuda o que se espera ser alterado, é em função do que se faz no futuro, com respeito ao que se suspeita ser seu contorno influenciável. (Daniellou, 1997).

Baseado nas orientações de Daniellou (1997), as SACs foram feitas em função de:

- Operadores envolvidos – direta ou indiretamente na situação analisada;
- Objetivos – quais são as metas a serem atingidas pela sequência de atividade;
- Atividades – sequência de operações observadas; e
- Constrangimentos - qualquer fator que influencie negativamente a dinâmica da atividade, como alteração da qualidade dos insumos, limitação de tempo para execução, equipamentos que não apresentam o funcionamento esperado, etc.

A hipótese levantada é que estas descrições orientem as decisões de racionalização, principalmente sobre a função dos alarmes em contextos específicos de uso na atividade de trabalho – diferente de uma visão que privilegia aspectos técnicos.

3.2. Método e contexto

Com o objetivo de propor melhorias para o sistema de alarmes, será realizada uma caracterização do funcionamento do sistema e um referencial de atividade de trabalho – as SACs. Estas duas fontes de informação, utilizadas em conjunto os procedimentos operacionais e documentos de engenharia, servirão de base para construção da proposta de melhoria, inseridas no contexto do gerenciamento de alarmes em andamento na empresa. Uma representação é apresentada na Figura 6 – Construção da Proposta de alteração.

As recomendações de alteração no sistema se encaixam na descrição da ANSI/ISA 18.2, padrão que é adotado pela empresa. O processo de gerenciamento de alarmes já existe, e este estudo realizou somente a etapa correspondente à racionalização. Assim, o resultado será entregue à comissão, que implantará as mudanças que forem aprovadas dentro de seus critérios.

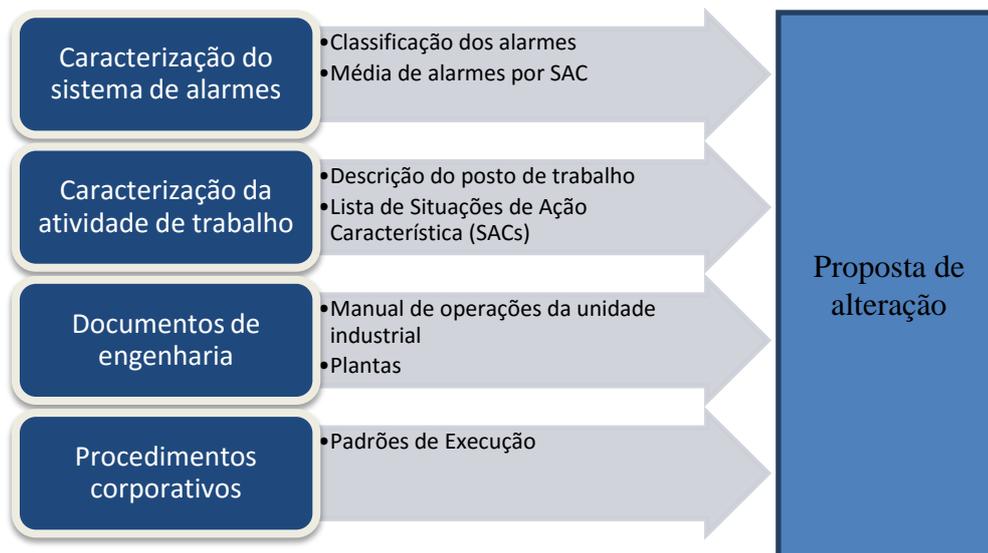


Figura 6 – Construção da Proposta de alteração

Para realizar a caracterização da atividade de trabalho, foi realizada uma análise de trabalho, baseada nos moldes propostos por Guérin et al. (2000). A análise do trabalho resultou em uma descrição do contexto de trabalho, que foi dividida em duas partes. A primeira trata-se de uma descrição do posto de trabalho, assim como um panorama geral dos sistemas técnicos envolvidos. A segunda trata-se da construção de Situações de ação característica.

Um dos diferenciais deste estudo foi a posição do pesquisador – que também trabalha na unidade e é usuário do sistema em questão. Isto difere da perspectiva tradicional, onde o ergonomista é externo ao ambiente e à atividade. As observações foram feitas durante os turnos regulares, e abrangeu quase todos os trabalhadores por ser possível trabalhar em outros grupos. As atividades eram somente observadas, ou o pesquisador assumia um papel de colaboração. Posteriormente, havia uma discussão sobre as táticas e técnicas adotadas, sempre focando nos alarmes que soaram no momento e quais ações eram tomadas, ou não tomadas – caso um alarme fosse ignorado ou calado sem nenhuma ação. A análise que resultou nas SACs foi realizada durante seis meses, com frequência mínima de dois turnos por semana.

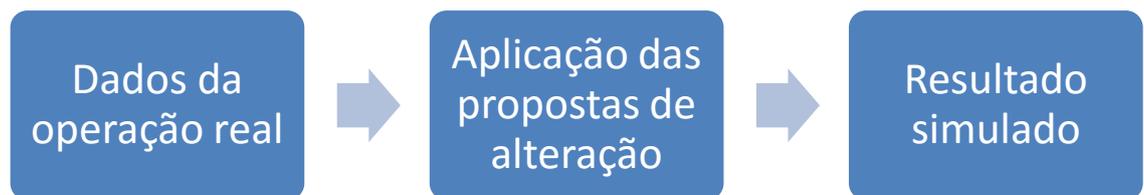
O sistema foi analisado pela análise do *log* de três operações de GNL, que cobrem aproximadamente três meses de operações, e da lista de tipos de alarmes. Para cada operação, foram calculadas a frequência de cada alarme, média de alarmes por hora, dentre outras, para cada SAC. A lista de tipos de alarme foi fragmentada por sistema e função, e posteriormente relacionada às SACs.

As propostas serão criadas procurando reduzir os número de alarmes ao necessário para segurança e otimização das operações. Os critérios de segurança serão

baseados principalmente nos documentos de engenharia e procedimentos corporativos – pois transcrevem os limites e lógicas de segurança. Já a otimização das operações será principalmente baseada nas SACs, já que ela permitirá identificar as necessidades do operador de controle na execução de suas atividades.

Para avaliar o comportamento da distribuição de disparos de alarme por alarme, serão plotados em Excel e avaliado o R^2 da linha de tendência para função exponencial.

Ainda, para estimar o impacto da implementação das propostas, foi realizada uma simulação. Tomados os dados das três operações, foram removidos alarmes que foram considerados como irrelevantes ou teria sua utilidade como alertas. Tamb



4. Resultados

Esta seção apresenta os resultado de caracterização da atividade de trabalho e de funcionamento do sistema.

Nas duas primeiras subseções, a caracterização da atividade de trabalho é feita a partir de uma descrição geral de funcionamento e do posto de trabalho, assim como uma lista de Situações de Ação Característica.

Nas duas últimas, são apresentados os resultados da análise dos dados de três operações com navios.

4.1. A análise da atividade na Unidade Industrial

4.1.1. Descrição do funcionamento da planta

O píer fica a 15min de lancha da Ilha do Governador, no interior da Baía de Guanabara.

No total, 18 operadores são habilitados a trabalhar neste terminal, com idades variando entre 23 e 56 anos. Funciona em regime ininterrupto, com três turnos diários – 23x7, 7x15 e 15x23. Com o tempo de transporte da lancha e a passagem de turno, a jornada de 8h é acrescentada de 50 minutos. O efetivo mínimo é de dois operadores para operação de GNC, e três operadores em caso de GNC e GNL. O terceiro trabalhador pode ser deslocado da outra unidade do terminal, ou por extensão do horário de serviço. A escala de serviço consiste em sete dias corridos de trabalho, onde se passa pelos três horários possíveis, dispostos por folgas de 4 ou 5 dias. A proporção de trabalho/folga é 3:2.

Possui três braços de carregamento de GNL de cada lado, sendo um destinado exclusivamente a vapor, outro exclusivamente a líquido e o outro híbrido. Isto possibilita a operação com qualquer par disponível. A vazão máxima de líquido em cada braço é 5.000 m³/h, totalizando uma capacidade máxima de 10.000 m³/h. Os braços de GNC transportam cada um até no máximo 14 milhões de m³/dia de gás natural, limitados pela capacidade da estação de medição a 21 milhões de m³/dia.

4.1.2. O Posto de operador de sala de controle

A sala de controle da unidade fica localizada em um pavimento superior que permite uma melhor visualização das linhas e dos navios e é de acesso restrito aos operadores.

Em anexo à sala, existem os vestiários e uma copa, uma sala para armazenagem de equipamentos e com armários. Existe uma porta de acesso restrito após estas instalações anexas e, dentro da sala de controle há uma porta de acesso também para a área.

Há uma outra sala, muito pequena, dentro da sala de controle, originalmente projetada para se guardam os EPIs. Para diminuir a interferência no controle durante o processo de emissão de Permissões de Trabalho, foi colocado um computador ali com este fim.

Atualmente, o efetivo de operadores no píer é de dois em caso de operação com GNC, e três caso haja operação com GNL. Independentemente do número de operadores, foi observado que normalmente apenas um operador toma a responsabilidade pelo controle da operação via supervísório, com alguns breves momentos de cooperação ou troca. As cooperações eventualmente solicitadas, quando partem do operador do controle, geralmente são solicitações de ajuda, ao realizar alguma manobra. Esta ajuda vai desde a requisição de informações obtidas na área, dúvidas sobre procedimentos, pedido de contato com o navio ou até mesmo em forma de apoio moral para alguma manobra mais complicada. Quando partem do operador de área, geralmente surgem dos questionamentos sobre alinhamentos ou manobras; ou para aprendizado do uso do supervísório; ou como forma de conferir a conjuntura da operação de acordo com os procedimentos vigentes.

Os postos de trabalho e telas estão dispostos como na representação e imagem a seguir:



Figura 7 - Sala de controle

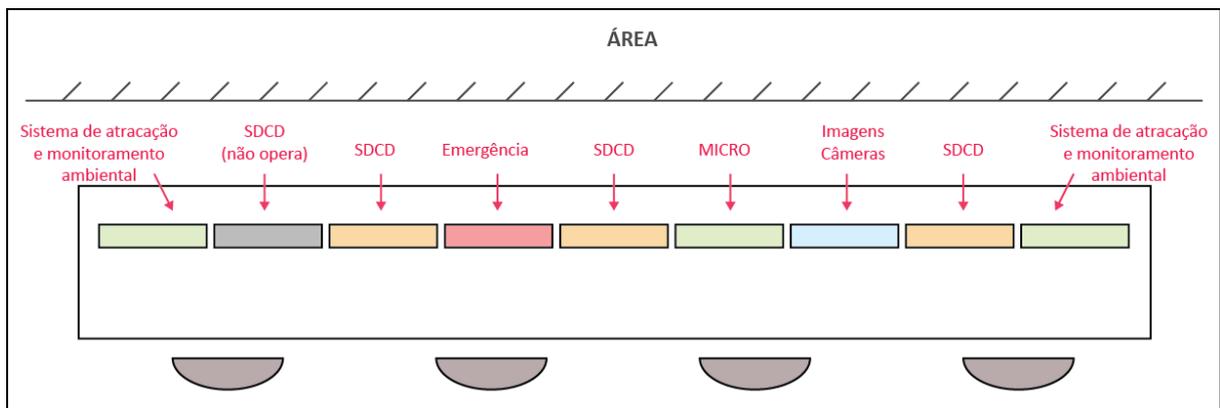


Figura 8 - Distribuição das telas (SDCD – Tela do sistema supervisorio, MICRO – computador para acesso à rede corporativa)

A frequência das operações de transferência de carga é variável e determinada pelo setor de logística. Em épocas de maior atividade, esta frequência seria de, aproximadamente, um navio a cada três dias.

A operação de atracação e transferência de carga é normalmente programada para ser completada em 24 horas, porém esta estimativa pode sofrer alterações em função de variações da vazão de transferência da carga e da disponibilidade de armazenagem do navio supridor.

Além do supervisorio, o operador tem a tarefa de preencher relatórios e outros sistemas corporativos. Junto com os telefonemas (cuja frequência aumenta ainda quando há caso de desvio, pois diversos atores externos estão interessados em saber as causas e prazos de retorno.) e chamadas de rádio operacional (seja do operador de área, seja do navio) do rádio marítimo, e ainda o *hot-line* com ambos os navios,

eventualmente causam uma sobrecarga de informação que o único operador no controle não consegue dar conta. Como resultado, naturalmente acontece da atenção ficar fora do sistema supervisório por vários minutos. Situação de gravidade majorada com a ausência de um bom sistema de alarmes.



Figura 9 – Operador preenchendo um sistema de informação de navios, monitorando o supervisório e atendendo um telefonema

A sala de controle fica localizada em um pavimento superior, é relativamente pequena, mas confortável e atende ao número usual de operadores;

A temperatura normalmente é de 22°C (devido à ausência de controle de temperatura, num ar condicionado central) o que leva os operadores a trabalharem grande parte do tempo com a porta de saída para a área (que deveria permanecer fechada) aberta para compensar o frio. Situação irregular, pois o prédio é pressurizado para evitar entrada de gases inflamáveis em caso de vazamento. Ainda, gera conflito com o pessoal da manutenção, pois quando aberta, faz com que a porta do térreo bata fortemente devido ao abaixamento da pressão no piso superior, supostamente a danificando. Na parte da tarde, as persianas em frente aos computadores costumam ficar abaixadas, pois o reflexo do sol incomoda os operadores;

O som dos alarmes fica constantemente inibido, pois a quantidade excessiva de alarmes indevidos e a ausência de inibição individual acaba atrapalhando as operações, além de que, devido à grande quantidade, os operadores passam a não verificar todos eles.

Além do problema dos alarmes, foi possível identificar alguns problemas nas telas. De duas em duas horas, o navio regaseificador entra em contato para saber a

vazão e quantidade de GNC transferida. E é necessário percorrer duas telas para verificar as duas informações. Outro fator é que se o operador está atendendo o rádio ou tem outra tela mais próxima, tem dificuldade de observar os valores que ali já estão disponíveis. Uma das táticas adotadas foi o imprevisto de abrir diversas janelas de ajuste de alarme, arrasta-las para baixo, de forma que estas variáveis fiquem em destaque. Repare ainda que nestas janelas, há um destaque maior para a *tagname* do equipamento (praticamente inteligível) do que para o nome da variável em si, e ainda em inglês.

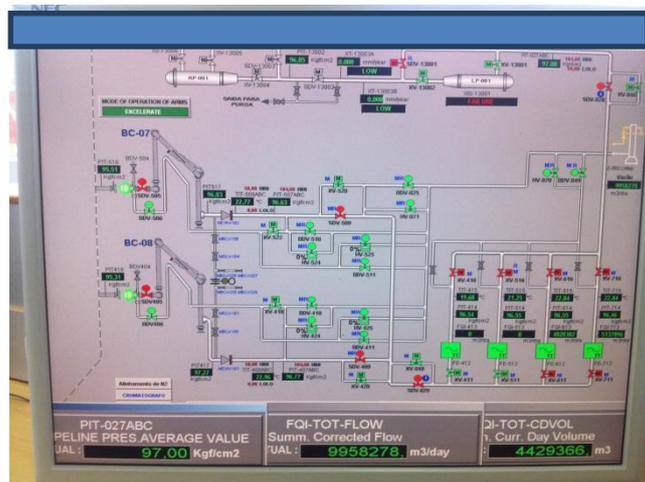


Figura 10 – Tela geral do GNC com ajustes

Algumas telas simplesmente não são usadas tamanha a dificuldade de compreensão. A tela de controle de *cooldown* não é utilizada pois as linhas de tendência, além de se misturarem, estão num plano cartesiano sem valores. Cada gráfico apresenta a leitura de temperatura de dois indicadores de temperatura, a diferença instantânea entre os dois, e a variação de temperatura por hora.

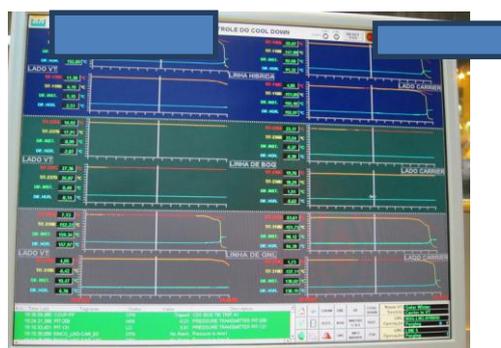


Figura 11 – Tela de controle de Cooldown

Alguns itens das telas fornecem informações que eventualmente causam confusão, como por exemplo, a cor utilizada para sinalização de abertura e fechamento de válvulas. O status ABERTO, é representado pela cor vermelha, enquanto FECHADO é representado pela cor verde.

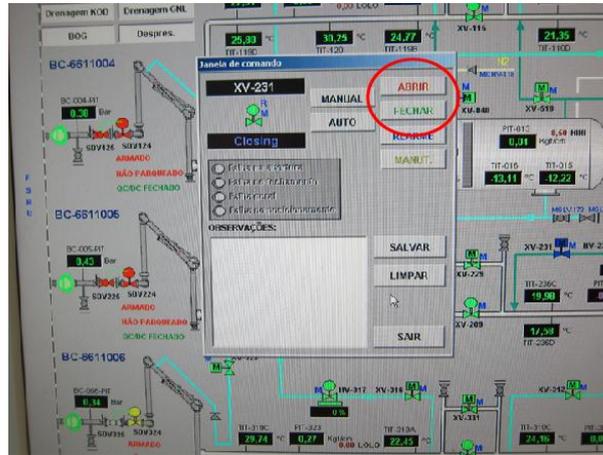


Figura 12 – Status da válvula

O sistema de detecção de fogo e gás¹⁷ – que consiste em detectores de fumaça, fogo e gás, tanto na área industrial quando no prédio. – funciona num sistema separado do supervisão operacional. Além de provocar uma sobrecarga natural, por ser outro sistema, com outra lógica, os operadores reclamam que é pouco intuitivo e não se sentem seguros para operar. A anotação junto ao equipamento é indício da deficiência no uso do sistema. Em conjunto com o computador, o sistema utiliza também um painel de sensores, necessário para rearmar certos alarmes - Figura 2Figura 14.

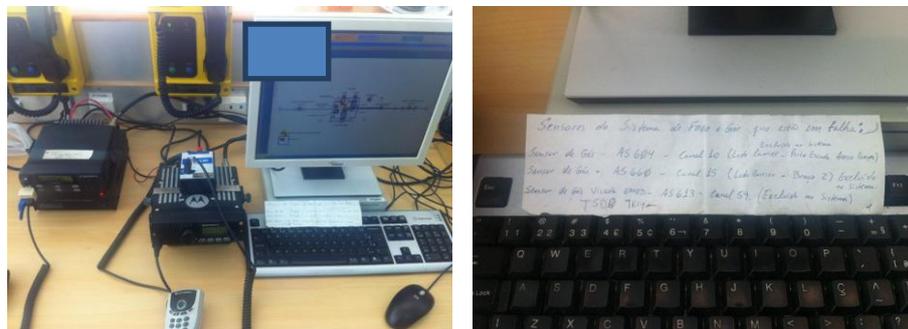


Figura 13 – Rádio marítimo, Rádio operacional, os dois hotlines (telefones ao fundo) e o sistema de detecção de fogo e gás. Detalhe: Anotação

¹⁷ O sistema de detecção de fogo e gás e seus alarmes não são objeto de intervenção deste estudo.



Figura 14 – Painel do sistema de detecção de fogo e gás.

O sistema supervisório tem outro acessório – um painel que faz a interface deste com o CLP e o *Ship-shore link*. Este é utilizado quando há o teste do *Emergency Shut Down 1*, no preparo para as operações com GNL.



Figura 15 – Painéis do Ship Shore Link.

Algumas atividades fazem parte da rotina do operador de controle além do controle da unidade. Um *e-mail* contendo informações operacionais retiradas do supervisório devem ser enviados para outro setor da empresa uma vez por turno (duas no horário administrativo). Este procedimento não costuma durar mais de 5 minutos Além disso, às 07 e 19h um relatório operacional deve ser preenchido e disponibilizado via sistema para outros setores da empresa. Este procedimento varia entre 5 e 15 minutos, dependendo do critério de revisão das informações anteriores.

A passagem de turno exige o preenchimento de um formulário via web com as principais ocorrências do turno, além de alterações nas condições operacionais dos equipamentos. Quando há a chegada da outra turma, os principais pontos são discutidos Este procedimento dura cerca de 25 minutos, onde a atenção no sistema supervisório é comprometida.

Diversos telefonemas e comunicações provenientes da lancha que atende o terminal também tiram a atenção do operador do sistema supervisorio. Não é raro acontecer do telefone tocar ao mesmo tempo que há uma comunicação via rádio, causando o operador desviar toda atenção do supervisorio por minutos.

4.1.3. O sistema de alarmes

O sistema de alarmes possui dois tipos de avisos – alarmes e alertas. São mostrados em colunas diferentes, e seguem uma lógica definida na Filosofia de Alarmes da empresa. Os alarmes propriamente ditos tem um som associado ao seu disparo. Já os alertas não tem som e são apresentados em coloração mais suave.

O sistema também possui modos operacionais – pré-configurações que mudam os valores de *set point* e habilitam ou desabilitam alarmes. Os modos operacionais disponíveis são:

- Transferência
- Conexão
- Stand-by
- Pressurização (apenas no sistema de GNC)
- Cooldown (apenas no sistema de GNL)
- Drenagem do KOD (apenas no sistema de GNL)

Não é raro que o operador deixe de mudar o modo operacional durante uma manobra ou outra, visto que os alarmes não são usados.

4.2. Situações de ação característica

As SACs foram organizadas por operação – transferência de GNL e transferência de GNC, além daquelas que foram classificadas como rotinas, pois acontecem independente da operação.

As SACs de rotina são: Relatórios periódicos, Passagem de turno, Atendimento de telefonemas. Todas elas são executadas pelo operador de controle, com eventuais substituições.

4.2.1. SACs da operação de transferência de GNL

A frequência de execução destas SACs depende da frequência de abastecimento. Nos últimos meses, geralmente uma semana recebe dois ou três navios. As operações duram geralmente cerca de 25h – 5h de início de operação (4h de *cooldown*), 17h de operação plena (média de 130.000 m³ transferidos a 7500 m³/h e 3h para o fim da operação. Fatores que podem mudar esta previsão são volumes transferidos muito diferentes do habitual ou restrição na vazão de transferência devido à pouco espaço disponível no navio VT.

Tabela 4 – SACs da operação de transferência de GNL

Operação de transferência de GNL	
Fase	SACs
Início de operação	Conexão dos braços
	Teste de ESD a quente
	Cooldown + KOD
	Teste de ESD a frio
Operação plena	Monitoramento
Fim de operação	Drenagem
	Desconexão dos Braços

Conexão dos braços de carregamento

Esta SAC envolve três operadores: um na sala de controle e dois na conexão do braço, sendo um a bordo da embarcação – que controla os movimentos do braço via controle remoto; e outro que fica na base do braço – responsável pelo destravamento e seleção do braço a ser operado. Sua duração normalmente varia entre 1:30 e 1h, dependendo do número de braços envolvidos.

O objetivo é a conexão dos braços na embarcação, assegurando sua estanqueidade entre os flanges. As manobras de destravamento e conexão não tem influência direta do operador do controle. Sua participação acontece antes da retirada da tampa da extremidade do braço e durante o teste de estanqueidade, logo após a conexão dos braços.

Caso a vazão de transferência seja maior de 4500 m³/h, ou haja previsão de aumento de vazão além desta, são utilizadas duas linhas de transferência. De outro modo, apenas uma é utilizada. A transferência do líquido pelas linhas, apesar do isolamento, tem transferência de calor significativa do ambiente para gerar vapor. Vapor

que pode aumentar a pressão interna dos tanques, o que pode obrigar o navio regaseificador a determinar a diminuição da vazão, para que a segurança da operação não seja comprometida.

Antes de retirar a tampa da extremidade do braço, pela abertura da QC/DC, o operador de área deve se certificar de que o braço está despressurizado para evitar ruído excessivo, projeção de partículas e da tampa. Quando os braços são desconectados, todo o sistema é despressurizado imediatamente. Porém, quantias remanescentes de GNL, ainda que ínfimas, contribuem para o aumento gradual da pressão no sistema. Assim, o operador de controle efetua a despressurização do sistema sempre na iminência da conexão dos braços. Apesar de existir um indicador de pressão na ponta do braço, foi observado que o operador a bordo quase sempre se certifica da despressurização com o operador do controle. *“Pode ser que o PI esteja danificado, então eu confiro com o controle.”*

O teste consiste no borrifamento de água com sabão ou detergente, de forma que a solução escorra em torno do contato entre os dois flanges. A formação de bolhas acusa vazamento, que deve ser sanado pela reconexão ou troca da junta. A pressão de teste deve ser de 1kgf/cm² para o braço de vapor, e de 4kgf/cm² para os braços de líquido. A pressurização pode ocorrer de duas maneiras- via terminal ou via navio. A primeira opção é a menos interessante, pois exige a pressurização de um trecho bem maior, o que demanda mais tempo. Quando solicitado pelo operador de área que está a bordo, o operador da base do braço abre uma das válvulas para injetar nitrogênio e pressurizar o sistema. Existe um indicador de pressão próximo à ponta do braço, que pode ser visualizado pelo operador a bordo. Porém, é solicitado que o operador monitore esta pressão via supervísório, enquanto o operador a bordo observa a possível formação de bolhas, ou prossegue com a conexão dos outros braços remanescentes. A pressurização realizada via navio é a preferida, pois pressuriza um trecho de tubulação bem menor, sendo mais rápida. Todavia, depende da disponibilidade de nitrogênio pelo navio, o que nem sempre acontece. Da mesma maneira é solicitada o monitoramento da pressão.

Um constrangimento específico nesta SAC é a limitação de vazão da planta de N₂. O monitoramento da pressurização não tem consequências perigosas - a pressão máxima fornecida pela planta de Nitrogênio não fornece perigo, pois não ultrapassa o limite operacional da linha. E sua vazão é tal que imprime uma velocidade de aumento de pressão que não impõe criticidade ao seu monitoramento. Porém, esta vazão mais baixa também impede que a pressurização seja breve. Uma estratégia adotada pela

operação para agilizar o processo é monitorar a pressão e evitar que esta ultrapasse demasiadamente do limite estabelecido. Assim, há mais tempo para acumular nitrogênio no vaso pulmão, ajudando diminuir o tempo de pressurização da próxima linha. Outra estratégia é aproveitar a pressão de uma das linhas de líquido para pressurizar a outra via interligação, já que a outra estaria despressurizada na iminência do teste. Vale frisar que este constrangimento só toma esta dimensão quando a pressurização é realizada via terminal. No outro caso, a perda de tempo por pressurização desnecessária é irrisória.

A principal variação é o método de pressurização – via terminal ou via navio, e suas consequências já foram discutidas. A vazão de transferência determina o número de braços a serem conectados.

Teste de ESD a quente

Esta SAC mobiliza três operadores: um na sala de controle e dois na área, posicionados nos painéis de controle dos braços.

O teste de ESD – *Emergency Shutdown* (Parada de emergência) busca evidenciar falhar no sistema de parada de emergência. É verificado o fechamento das válvulas de ESD e a transmissão/recebimento do sinal entre os envolvidos. Sempre é realizado depois das conexões. No caso da transferência de GNL, sempre serão três envolvidos: O terminal, o navio regaseificador e o navio *carrier*.

Em ordem pré-estabelecida na reunião operacional, um dos lados faz contagem de 5 segundos e envia um sinal de ESD. Os outros se certificam do recebimento e do fechamento das válvulas envolvidas. Após confirmação, os sinais são reestabelecidos e válvulas abertas para ou continuar o teste, ou iniciar a operação de fato.

Assim, temos duas situações: A de envio e a de recebimento do sinal. Quando o terminal deve enviar o sinal, o operador do controle realiza a contagem regressiva de 5 segundos e envia o sinal pressionando um botão virtual no supervísório. Quando o terminal deve receber, o operador confirma estar pronto para receber e acompanha a contagem regressiva para verificar o tempo de resposta. O restante do processo é comum às duas situações, como será descrito no próximo parágrafo.

A comunicação do sistema é confirmada pelo recebimento do sinal: por indicação no supervísório, por aviso dos operadores que estão nos painéis dos braços e aviso dos navios. Quando a sequência de abertura das válvulas termina, o sistema deve voltar à condição de operação. O operador do controle solicita aos operadores da área que seja desligado o alarme de faixa. Nisto consiste a desabilitação do sistema via

painel, necessária pois o sistema dos navios periodicamente envia sinais de ESD enquanto não forem reestabelecidos. Assim, operador do controle reconhece os alarmes envolvidos, e pede para que os operadores de área façam o mesmo no painel. Uma das telas indica qual o estado do sinal, e sua origem. Quando não há mais sinal de ESD ativo vindo dos navios, o operador do controle solicita que o alarme de faixa seja habilitado – ou seja, o reestabelecimento do sistema via painel. Na sequência, as válvulas podem ser abertas, colocando o sistema pronto para operar ou realizar outro teste. O fluxograma abaixo ilustra a sequência de etapas.

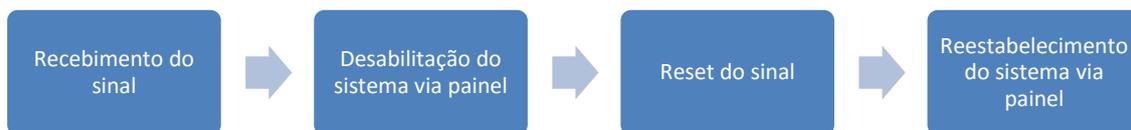


Figura 16 – Sequência de operações no teste de ESD

A comunicação constante entre quatro atores - representante de cada um dos navios, e dois operadores de área – é fonte considerável de constrangimento nesta SAC. Um dos agravantes é que a comunicação com os navios é feita em inglês, e nem todo representante tem uma dicção que facilite a compreensão. Isto demanda uma mobilização considerável, que compete com a atenção necessária para operação do sistema supervisório.

O alarme do ESD se desdobra em outros mais – do outro navio reenviando o sinal, assim como a mudança do *range alarm* dos braços. O operador tende a *resetar* constantemente o sistema, o que pode reconhecer outros alarmes que venham a ser disparados neste intervalo e tenham uma verificação pertinente.

Cooldown

Envolvendo um operador de controle e no mínimo um operador de área, esta SAC tem como objetivo monitorar o resfriamento das linhas de transferência de GNL, orientando o navio que descarrega produto a manter uma vazão coerente com os limites operacionais impostos. É realizado somente nas linhas onde será conduzido líquido – a linha de vapor acaba por ficar a uma temperatura mais alta, e seu resfriamento acontece durante a transferência de líquido, sem controle.

O padrão operacional referente a esta SAC determina que haja um gradiente de diminuição de temperatura de no máximo 40°C/h. Como a temperatura das linhas geralmente estão em temperatura ambiente, e o líquido em torno de -145°C, a variação é em torno de 170, equivalendo a 4 horas de duração. Outra variável monitorada é a diferença de temperatura entre a geratriz inferior e superior da linha, que não deve passar de 50°C, para evitar o chamado efeito banana – devido a maior contração do material na porção inferior.



Deformação da tubulação por elevado ΔT

Figura 17 – Efeito banana

Depois do teste de ESD a quente, a transferência está pronta para ser iniciada. O operador de controle se certifica com o navio regaseificador se este está pronto para o *cooldown*. Em caso positivo, o operador negocia o início da transferência com o navio, solicitando cerca de 50 m³/h de GNL. Não há medição de vazão na linha, o processo é monitorado pela variação de temperatura nas linhas.

Enquanto o líquido enche o seguimento secundário do braço (ver figura 21 – a porção secundária é a próxima ao ponto de conexão ao navio), temos vapor em baixa temperatura fluindo pela linha, e a temperatura cai gradualmente. Quando o segmento secundário é preenchido, o líquido a -145°C cai na linha, provocando uma queda drástica na temperatura, provocando uma variação instantânea de mais de 100. Nesta hora, solicita que o navio interrompa a transferência, para que a temperatura se distribua de maneira mais homogênea. Quando isto acontece, geralmente se solicita ao operador de área que verifique os indicadores de flexão da linha que ficam na geratriz inferior das linhas, próximo a base do braço de carregamento. Estes indicam o nível de deformação da linha, mostrando uma zona intolerável. A retomada do processo é realizada quando o mostrador entra na zona tolerável.



Figura 18 – Braços de GNL Fonte: O autor

Esta SAC tem uma grande variabilidade no que diz respeito ao ponto de interrupção e retorno de injeção de GNL na linha. O terminal não tem controle sobre a vazão, por isso depende da habilidade do pessoal de navio em restringir a vazão. É utilizada a *spray pump* do navio, que tem vazão de 500 m³/h. Perceba que solicita-se 1/10 desta vazão, que é atingida com restrição de válvula na descarga. Há relatos de navios que entregaram deliberadamente muito mais que a vazão solicitada, inclusive. Sendo assim, é impossível realizar um resfriamento homogêneo como é recomendado, devido às limitações tecnológicas vistas nos dois últimos parágrafos. Sendo assim, os operadores tem táticas diversas para tentar contornar o problema.

Alguns operadores esperam mais um pouco para solicitar a interrupção do bombeio, ainda que tenha sido alcançada uma temperatura desejável. O objetivo é que haja mais líquido nas linhas a ponto de resfriar mais o sistema, diminuindo ainda mais a temperatura da geratriz superior da linha. Quando houver o retorno, a diferença entre as geratrizes seria menor. Outros preferem parar imediatamente, retornando o bombeio quando a diferença atingiu uma faixa tolerável. Pode se perceber que o primeiro caso prioriza a diferença entre geratrizes o gradiente de resfriamento, ao contrário do segundo.

Outra tática diferenciada é a utilização do indicador de deformidade da linha. Alguns operadores usam com mais frequência, solicitando periodicamente a consulta do operador de área, e interrompendo o bombeio até que a faixa tolerável seja atingida.

Outros só consultam quando as variáveis estão muito fora do esperado, como se fosse para confirmar a necessidade de interrupção. “*O pessoal do <<centro de pesquisa>> esteve aqui, e disse que este indicador não adianta de nada*” – diz um operador que adota a segunda abordagem. Foi presenciado caso onde mesmo com as variáveis na faixa tolerável, o indicador de deformidade acusava deformidade indesejável. Cerca de 30 minutos depois, o operador desistiu e continuou com a operação, para não causar atraso na previsão inicial.

O sistema supervisório dispõe de alguns gráficos, onde são plotados as temperaturas dos 3 indicadores de temperatura das diversas linhas e o ΔT entre os pares faceados. Todavia, estes raramente são utilizados, pois gráficos parecem não funcionar para leitura direta da situação. A tendência é eventualmente consultada diretamente na representação do indicador de temperatura, disponível na tela do processo.

Quando todos os indicadores tem leitura próxima a -145°C , o resfriamento das linhas estará concluído. O operador de controle entra em contato com o navio regaseificador para obter informação sobre a condição de resfriamento das linhas internas da embarcação. Se lá o resfriamento estiver concluído, o operador do controle declara para as duas embarcações que esta operação foi concluída, solicitando a parada do bombeio e sua declaração por parte do navio supridor, de forma que seja possível realizar o teste de ESD a frio.

O principal constrangimento desta SAC é a falta de controle direto do processo. Como é impossível estimar a vazão até que chegue líquido à base do braço (acusado pela diminuição brusca da temperatura), o início da operação demanda atenção constante. Porém, ainda assim, o máximo que pode ser realizado é diminuir o impacto de uma vazão inadequada e o pedido por uma diminuição desta. Isto acabou por gerar uma estratégia de operação que veio a ser reprovada, exposta a seguir.

Eventualmente, quando havia um resfriamento mais rápido que o recomendado, a operação tomava a postura de priorizar o diferencial de temperatura entre geratrizes, e assim, diminuía o tempo da operação – algumas vezes diminuindo pela metade. A prática foi percebida por um engenheiro do setor de GE, que questionou a coordenação do terminal pela rapidez do procedimento. Prontamente, a coordenação reforçou a necessidade da duração mínima de quatro horas. Parte dos operadores se viram perplexos com a medida, pois a princípio, o que era feito era tirar alguma vantagem de um evento adverso. Em sua representação do fenômeno, estender o tempo de pausa

entre os bombeios para a linha esquentar mais não traria segurança alguma para a operação.

Um constrangimento consequente da falta de controle é a necessidade de monitoramento constante da operação.

Teste de ESD a Frio

Também chamando de ‘*performance test*’, termo mais utilizado pelos navios, complementa o teste de ESD a quente. O teste realizado antes do *Cooldown* testa o funcionamento das válvulas, comunicação entre equipamentos e funcionamento do sistema de ESD como um todo, com a movimentação das válvulas foi realizada em temperatura ambiente. Porém, ao reduzir a temperatura das linhas em mais de 150°C, poderia haver mudança no comportamento das válvulas, devido às variações naturais de volume. O teste de ESD tem como objetivo testar apenas o funcionamento da válvula que foi resfriada. Assim que o navio supridor confirma a interrupção do bombeio necessário para o resfriamento, o operador de controle avisa aos operadores de área que o teste pode ser realizado. O mesmo teste é realizado pelos navios, nas válvulas de ESD do seu *manifold*¹⁸.

Os operadores de área abrem e fecham as válvulas de ESD, via painel, comunicando ao operador de controle os momentos de ação, e dá o *feedback* para verificar a coerência da sinalização do supervisor. O supervisor indica alarme na mudança do status de posicionamento da válvula.

O operador de controle comunica o fim do teste por parte do terminal aos navios, e solicita que estes informem o fim dos teste em suas embarcações, caso ainda não tenham comunicado.

Esta SAC não tem constrangimentos ou variabilidade significativas associadas.

Monitoramento da transferência

Quando o teste de ESD é formalmente encerrado por todos os envolvidos, a operação de transferência propriamente dita pode iniciada. Esta SAC funciona apenas para o bombeio. Caso haja interrupção – seja no fim da transferência ou numa situação de ESD, são acionados outros modos operatórios que serão apresentados adiante. A responsabilidade é do operador de controle em monitorar a operação.

¹⁸ Jargão de engenharia – chama-se manifold uma junção entre diversos ramais em sistemas de movimentação de líquidos.

Quando operador de controle se certifica que o teste de ESD a foi realizado por todos envolvidos, ele libera para que os dois navios negociem a transferência. Nesta condição, é o navio regaseificador que determina as condições da operação de acordo com o comportamento da sua tancagem. O terminal, neste momento, monitora a transferência, de forma a garantir que a operação está sendo realizada de maneira segura e conforme. A segurança é monitorada pelas variáveis do processo ligadas aos limites físicos do sistema técnico e pela observância por parte dos navios do cumprimento de certos acordos fechados durante a reunião inicial.

Houveram relatos de válvulas de parada de emergência que se fecharam sem comando. Estas válvulas são dotadas de mecanismo que acumula energia, o que permite seu fechamento em caso de falta de energia. Porém, eventuais falhas podem ocasionar no seu fechamento sem comando algum – o que gera paradas súbitas de produção, queda no rendimento ou sobrepressão nas linhas que não tiveram transferência interrompida.

No que diz respeito às variáveis, são observadas três grandezas principais – temperatura, pressão e vazão, além do nível do KOD e o funcionamento do cromatógrafo.

Linhas de transferência

A temperatura das linhas de transferência é monitorada por 4 transmissores em cada linha. Seu monitoramento nas linhas de transferência pode ajudar a identificar algum problema no bombeio. Um aumento brusco de temperatura pode indicar passagem de vapor. Todavia, o monitoramento é um tanto menos crítico do que durante o *cooldown*.

A pressão nas linhas merece maior atenção, pois pode provocar ESD. A pressão é monitorada pelos 4 indicadores por linha. No caso de linhas com líquido Variações súbitas de pressão podem indicar mudança do alinhamento nos navios ou bombas entrando/saindo de carga. Na linha com vapor, bloqueio na transferência de vapor entre os tanques. O acompanhamento da pressão na linha de vapor é menos crítico, pois o limite máximo de pressão nos tanques dos navios é bem menor que a pressão máxima de operação. Neste caso, existe uma pressão máxima de segurança. – 5 Bar.

A vazão não é medida diretamente, pois não há um medidor para isto. Sendo assim, a cada hora cheia, o navio supridor apura quantidade total a bordo, o que permite estimar a vazão média do período. O monitoramento da vazão é realizado não para

segurança da linha¹⁹ em si, mas para manter atualizada a previsão de término da operação e estoque a bordo.

Monitoramento do KOD

A temperatura no KOD é monitorada por dois medidores de temperatura. O vaso necessita ficar resfriado, para que não se danifique em caso de ESD, que provoca o escoamento do líquido das linhas para seu interior. Como o GNL constantemente evapora, a tendência é que o vaso vá ficando mais quente à medida que o nível de GNL diminui. O padrão de operação recomenda níveis entre 15 e 40%, devendo ser preenchido durante a operação²⁰. Seja por nível baixo ou aumento de temperatura, o nível é repostado.

A pressão do KOD é monitorada pelo PIT 013, que dispõe de alerta configurável. Este dispõe de alerta para configuração. Durante a operação, dispara ESD caso a pressão²¹ ultrapasse 7 kgf/cm².

O nível do KOD é monitorado pelo indicador de nível A, que é um indicador virtual que une as medições do indicador B (ultrassom) e indicador C (diferencial de pressão), dispondo de alerta configurável. O projeto previra a utilização da duplicidade para garantir acompanhamento seguro do nível – o ultrassom, apesar de mais preciso, não é tão robusto quanto a medição de diferencial de pressão. Anteriormente, ambos eram mostrados, e eventualmente quando o KOD era despressurizado, indicador B mostrava valores anormais, o que causava confusão. Isso foi resolvido com a criação do mostrador virtual que une ambas as medidas. No modo de operação, dispara ESD quando o nível ultrapassa 50%²². O procedimento operacional recomenda que seja mantido entre 15 e 40%. O limite inferior devido à rápida perda do condicionamento pela troca de calor com o ambiente. O superior pela sua proximidade com o nível que dispara o ESD. Foi observado que a operação geralmente mantém entre 20 e 30%, uma

¹⁹ Em transferências entre pontos fisicamente muito distantes e com dutos não visíveis (enterrados ou submarinos), o controle de vazão é realizado também para identificar vazamento. No caso do píer, as linhas de transferências tem toda a extensão visível. Isto, aliado à frequente observação dos operadores e aos detectores de gás, torna razoavelmente improvável um vazamento de considerável volume sem a detecção a ponto de dar diferença perceptível no controle de vazão.

²⁰ Em caso de volume excessivo, é possível transferir o líquido para um dos navios via pressurização do vazo. Todavia, esta atividade não tem uma SAC definida neste estudo, por ser uma atividade muito pouco frequente e sem potencial de

²¹ Este valor é válido no modo de operação. O supervisor admite outros modos, que alteram o valor do alarme.

²² Esta medida não representa uma fração do volume, mas sim da altura preenchida.

estratégia para garantir que todo o líquido possa ser recebido da drenagem sem ultrapassar o limite recomendado. A drenagem será é a próxima SAC abordada.

Drenagem das linhas de GNL

Esta operação envolve todos os operadores do píer, com o operador do controle realizando as manobras principais pelo supervisor, enquanto os operadores de área dão o suporte no acionamento das válvulas não remotas.

Seu objetivo é tirar todo o líquido das linhas de drenagem, inertizando-a com nitrogênio. Assim, a desconexão dos braços pode ser realizada com segurança.

Quando o navio supridor anuncia o fim da operação, a drenagem deve ser realizada para que os braços sejam desconectados. Esta SAC apresenta vários modos operatórios, como estratégias para contornar os eventuais constrangimentos associados.

Quando a operação termina e há disponibilidade de duas horas ou mais para a drenagem, todo o líquido possível é enviado para o navio regaseificador. O operador de controle solicita que o navio supridor feche seu *manifold*, e confirma com o regaseificador a disponibilidade para receber a drenagem. O operador de área fecha a válvula de ESD do braço da linha a ser drenada. O trecho é pressurizado com N², em uma válvula que fica na base do braço do lado oposto ao que se envia o líquido. Quando a pressão atinge cerca de 4kgf/cm², o operador de área abre a válvula de ESD no braço, e o líquido é empurrado para o navio devido ao diferencial de pressão. A operação é executada mais uma ou duas vezes. Então, o resquício de líquido é enviado para o KOD por gravidade. A porção secundária do outro braço certamente ainda conterá líquido, mas esta etapa se torna mais rápida porque todo o líquido ali pode escoar por gravidade, e o trecho a ser pressurizado foi reduzido pela metade – as válvulas centrais são fechadas.

Todavia, nem sempre há tempo razoável para tal atividade – eventuais atrasos na operação ou erro da programação pode deixar esta margem estreita. O tempo de pressurização da linha é a etapa lenta do processo – o que vem antes ou depois é abertura de válvulas. Sendo assim, quando há necessidade de rapidez, a operação envia todo o líquido para o KOD, o que faz seu volume aumentar cerca de 10 ou 15%. Se a margem de 40% for ultrapassada, é necessário que se envie o excesso de volta para o navio, por uma linha delgada destinada para este fim. Todavia, isso acaba por enviar mais nitrogênio para o navio, o que não é recomendável. Por isso, a operação trabalha com volumes de KOD entre 15 e 20%, para que uma eventual drenagem rápida cause

impacto mínimo. Todavia, a drenagem do segmento secundário do outro braço ainda necessita ser feita.

Um outro modo que foi registrado é a drenagem de apenas do trecho entre as válvulas centrais para o navio supridor. Esta tática foi utilizada quando houve necessidade de uma drenagem rápida, e outro navio estava para chegar em menos de 24h. Operacionalmente, o princípio é o mesmo da primeira tática descrita – pressurização com N₂ e abertura de válvula. Para que não haja aumento de pressão no outro trecho, o navio regaseificador deve manter o *manifold* aberto. Além da redução do tempo da drenagem, o controle do *cooldown* poderia ser feito pelo termina, que abria muito pouco da válvula central, proporcionando um início mais suave. Todavia, como esta modo operatório não é previsto em procedimento, seu uso não é habitual.

Independente da tática, o monitoramento da pressão ajuda a reduzir o tempo da operação (por evitar pressões altas desnecessárias, como descrito na SAC da conexão dos braços) e evitar sinais de ESD. Os PITs das linhas de GNL tem alerta configurável, porém nem sempre auxilia pois acaba sendo absorvido pela ‘avalanche’ constante de alarmes. Já os PITs da ponta dos braços possui alarme configurável.

Desconexão dos braços

A desconexão acontece em modo bem semelhante à desconexão, para o operador do controle. O objetivo é a conexão dos braços com garantia de ausência de vazamentos. Assim como na conexão, ele auxilia o operador de área no monitoramento da pressão dos braços.

4.2.2. SACs da operação de transferência de GNC

As operações de GNC são permanentes. A conexão e desconexão de braços só é realizada quando há necessidade de manutenção ou a programação de produção prevê longo tempo sem produção. No último caso, a desconexão tem duas motivações – além de contribuir para um cenário mais simples em caso de sinistro e necessidade de desconexão de emergência, a movimentação dos braços lubrifica os pistões hidráulicos. Estes, por terem uma área exposta quase que permanente, sofrem com a oxidação.

Tabela 5 - SACs - Transferência de GNC

Operação de transferência de GNC	
Fase	SACs
Início de operação	Pressurização da EMED
	Teste de ESD em sistema de GNC
	Conexão dos braços
Operação plena	Monitoramento
Fim de operação	Despressurização da EMED
	Desconexão dos Braços

Pressurização da EMED

A pressurização da EMED é realizada por no mínimo dois operadores, um no controle e um na área. O objetivo é pressurizar o sistema de maneira segura.

Se a EMED estiver sob pressão ambiente, ou próxima desta, deve ser pressurizada de maneira lenta por dois motivos.

O primeiro é que uma pressurização súbita poderia provocar uma onda de choque mecânico. A oscilação fora dos limites naturais poderia causar vazamento em um ponto frágil (como um flange), e nesta pressão poderia ter resultado catastrófico.

O segundo depende de uma noção de termodinâmica. Quando trabalho é exercido sobre o gás – neste caso, ele é comprimido por outra massa de gás, calor é gerado, aumentando sua temperatura. (cf. Resnick et al, 2006) Como as linhas de GNC foram projetadas para operar com temperaturas de cerca de 20°C, foi utilizado uma liga metálica que não tolera temperaturas altas. Assim, uma temperatura de 50°C gera um ESD – que despressuriza todo o sistema.

Para que haja o controle fino da operação, o operador de controle solicita que o operador de área abra a válvula de *by-pass* que separa a área pressurizada da área despressurizada até que perceba que houve passagem de vapor – o que pode ser percebido pelo ruído. Tal cuidado seria impossível de ser executado por supervisor, pois estas válvulas não tem controle proporcional de abertura, aceitando somente comando de abrir ou fechar completamente. Caso o trecho pressurizado esteja a montante da SDV-13001, o pessoal de área a abre apenas um tanto de forma que limite o fluxo de gás, até que a pressurização esteja completa.

Caso o operador de controle perceba que a temperatura está aumentando rapidamente, ele solicita que a válvula seja fechada, e o ambiente absorva o calor gerado para diminuir a temperatura das linhas. Se ele falha e a temperatura chega a 50°C, um

ESD é gerado e todo o progresso é perdido – devido à despressurização imediata para o *vent stack* - sendo necessário um reinício desde a pressão ambiente.

O principal constrangimento desta SAC é o tempo – quando há despressurização (provavelmente por um ESD) durante uma operação, há pressão de vários clientes externos para o retorno: Pessoal do setor de planejamento, centro de operações externas, a gerência do terminal. A constante interferência dos telefones tocando e a pressão para o retorno imediato contribuem para que o operado tenha sua concentração alterada. Isso prejudica sua percepção do $\Delta T/\Delta t$, e caso seu julgamento falhe, temos outro ESD, aumentando o retorno da produção. A temperatura do sistema de GNC pode ser verificada por quatro sensores de temperatura na EMED e dois sensores de temperatura próximos aos braços de carregamento, sendo apenas estes dois últimos responsáveis ao sinal de ESD. Todos possuem sinal de alerta.

Teste de ESD em sistema de GNC

O teste de ESD no sistema de GNC acontece com a mesma dinâmica do sistema de GLN.

Conexão dos braços

O objetivo é a conexão dos braços com garantia de ausência de vazamentos. Assim como na conexão dos braços de GNL, ele controla e auxilia o operador de área no monitoramento da pressão dos braços.

Diferente dos braços de GNL, temos pressões muito grandes no sistema de GNC – sempre em torno de 85-100 kgf/cm². Por isso um vazamento, mesmo por uma fenda pequena, pode causar grande impacto e ruído. Para que isto seja evitado, a checagem da estanqueidade é feita de 10 em 10kgf/cm², com borrifo de água com detergente e observação. Em caso de formação de bolhas, a pressurização é interrompida imediatamente. A pressurização é controlada pelo operador de controle, via duas válvulas (dependendo do braço), após abertura da válvula de ESD. O monitoramento da pressão é feito por dois sensores. Estes PITs possuem alarme associado.

Monitoramento

O monitoramento da operação de GNC consiste no controle de vazão e de pressão. A operação costuma ser bem estável, mas o monitoramento é necessário devido aos prejuízos associados ao seu desvio.

Alterações não programadas na vazão podem comprometer a programação realizada pelo COE, com impactos que já foram discutidos na introdução Ainda que o

navio seja obrigado a avisar imediatamente sobre qualquer problema na planta de regaseificação, cabe à operação monitorar a vazão, para que tome as necessárias medidas caso identifique desvio. Ainda, pode haver diferença de medição causada por problema nos instrumentos. Isto reforça ainda mais a necessidade de monitoramento, pois pode ser que o navio esteja numa vazão fora da solicitada. Vale ressaltar que o medidor do terminal é oficialmente usado para a tributação da produção, portanto, caso esteja comprovado seu funcionamento anormal, o reparo deve ser providenciado com urgência. A vazão é monitorada por quatro sensores de temperatura, em Mm³/dia. O desvio tolerado é de 0,2 Mm³/dia. Em caso de desvio, o operador do controle deve entrar em contato com o navio, questionando o motivo e tempo para retorno. Esta informação deve ser passada para o centro de operações externo, que providencia medidas para atenuar a perda.

A pressão é monitorada por dois sensores de pressão, e disparam um ESD caso a pressão atinja 104 kgf/cm². A pressão tem influência na vazão da planta de regaseificação. Caso o duto esteja muito pressurizado (ou empacotado, no jargão da área), pode ser que o navio não tenha um rendimento satisfatório no seu processo, diminuindo a vazão. Sendo assim, se a operação percebe que a pressão do duto começa a beirar os 98 kgf/cm², entra em contato com o CNCO para ver se há manobra possível para alívio da pressão, ou eventual diminuição da vazão requisitada ao navio.

A temperatura de descarga do GNC pode vir a ser abaixo do admitido pelo duto, caso o processo do navio tenha algum problema. Considere que ele leva o GNL que está a - 145°C à temperatura de transferência (por volta de 20°C). As linhas da EMED não suportariam baixas temperaturas, podendo até romper. Sendo assim, durante a transferência, a temperatura do sistema de GNC deve ser monitorada pelos TIT 408 e 508, responsáveis ao sinal de ESD ao atingir 0°C. Possuem alerta, não um alarme.

Houveram relatos de válvulas de parada de emergência que se fecharam sem comando, como na SAC de GNL.

Despressurização da EMED

Tem uma dinâmica parecida com a pressurização, sendo que desta vez o objetivo é não resfriar a linha em demasia (desta vez, é o gás que faz trabalho, absorvendo calor do meio). Porém, como é feita em caso de parada para manutenção, não é feita com constrangimento de tempo.

Desconexão dos Braços

O operador de controle fará as manobras necessárias para garantir que o braço esteja despressurizado, o que permite a desconexão. Diferente dos braços de GNL, temos pressões muito grandes no sistema de GNC – sempre em torno de 85-100 kgf/cm². Por isso um vazamento, mesmo por uma fenda pequena, pode causar grande impacto e ruído. Para que isto seja evitado, o teste de estanqueidade é feito de 10 em 10kgf/cm². A pressão pode ser verificada pelos PITs 517 e 417.

4.3. Classificação dos alarmes

Os alarmes foram divididos em categorias de sistemas envolvidos ou sua função, a saber:

UPS	Suprimento de energia de emergência
TV	Sistema de monitoramento de TV
GNC	Sistema de operação de GNC, exceto braços
MLA-GNC	Braços de carregamento de GNC
GNL	Sistema de operação de GNL, exceto braços
MLA- GNL	Braços de carregamento de GNC
N2	Planta de Nitrogênio
ESDs	Parada de emergência
PLC	Computador lógico programável
Desconhecidos	Alarmes cuja função e sistema não foram identificados
Gangway	Escada de acesso aos navios
Subestação	Subestação de energia
Cromatógrafo	Sistema de análise de qualidade do gás.

Tabela 6 – categorias de tipos de alarmes

Os alarmes envolvendo ESD foram separados pois tratam-se de anunciadores específicos, que especificam qual a origem do sinal, e seu motivo. Os braços de carregamento, apesar de fazerem parte do sistema de GNC e GNL, foram tratados a parte, porque tem muitos alarmes associados à sua movimentação, que se trata de uma SAC específica. Assim se justifica sua segregação, apesar do funcionamento ser indissociável das operações em que são envolvidos.

O número de alarmes habilitados por categoria segue na próxima página:

Categoria	Número de alarmes habilitados
MLA- GNL	243
GNC	204
GNL	198
Cromatógrafo	189
Subestação	188
MLA-GNC	128
PLC	98
N2	75
ESDs	73
UPS	34
Gangway	8
Desconhecidos	7
TV	2
Total	1447

Tabela 7 – Número de alarmes habilitados por categoria

Todos os alarmes foram classificados secundariamente em temas de sua função. Foram separados em sete funções gerais a saber:

Alarmes de falha: Indicam que o equipamento tem seu funcionamento comprometido em alguma dimensão, mas não necessariamente indicam que este não pode ou não deve ser operado. Por exemplo, uma válvula em falha de posicionamento perdeu sua capacidade de indicar status de abertura e não se movimenta por comandos enviados via supervisor. Porém, pode ser aberta manualmente na área, com esta indicação gravada no sistema, o que não impede a operação do sistema como um todo.

Alarmes de ESD: Alarmes associados à parada de emergência.

Alarme de intertravamento: É um aviso em que o motivo pelo qual alguma ação foi negada devido a algum intertravamento lógico. Geralmente estas lógicas são booleanas e simples, correlacionando status de equipamentos e variáveis.

Alarme de Falha: Indica que o equipamento não se encontra em seu perfeito estado de funcionamento. Porém, nem sempre indica uma restrição total no seu uso.

Alarme de Status: Indica a modificação do status de algum equipamento.

Alarme de segurança: Indicam sinistros, como fogo.

Alarme de teste: Utilizados durante teste, encontrados apenas na subestação.

Alarmes de processo: Alarmes que são associados à variáveis do processo. Sempre serão indicados complementarmente à qual variável este se refere.

Alarmes Não operacionais: Diagnóstico de equipamento.

Apresentamos a seguir uma matriz cruzando categoria e função de alarmes em quantidade.

Tabela 8 - Matriz de classificação de alarmes.

	ESD	Intertravamento	Falha	Status	Segurança	Teste	Processo/Pressão	Proc/Temperatura	Proc/ Dif de temp	Proc/ Altura	Proc/ Qualidade	Proc/ Vazão	Não operacionais	Total
MLA- GNL	89	0	95	45	0	2	6	0	0	0	0	0	6	243
GNC	0	0	4	107	0	0	49	30	0	0	0	14	0	204
GNL	0	0	0	119			11	39	25	4	0	0	0	128
Cromatógrafo	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	182	0	0	195
Subestação	0	0	130	8	0	50	0	0	0	0	0	0	0	188
MLA-GNC	32	4	58	28	0	0	0	0	0	0	0	0	6	128
PLC	0	0	98	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99
N2	0	0	36	17	1	0	2	1	0	0	6	12	0	75
ESDs	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
UPS	0	0	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
Gangway	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
TV	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

4.4. Resumo de alarmes por operação

Apresentamos agora o resumo de alarmes da operação de GNL, com GNC em paralelo, de três navios. A abrangência deste período é de aproximadamente três meses, tendo cada operação durado aproximadamente 30 horas.

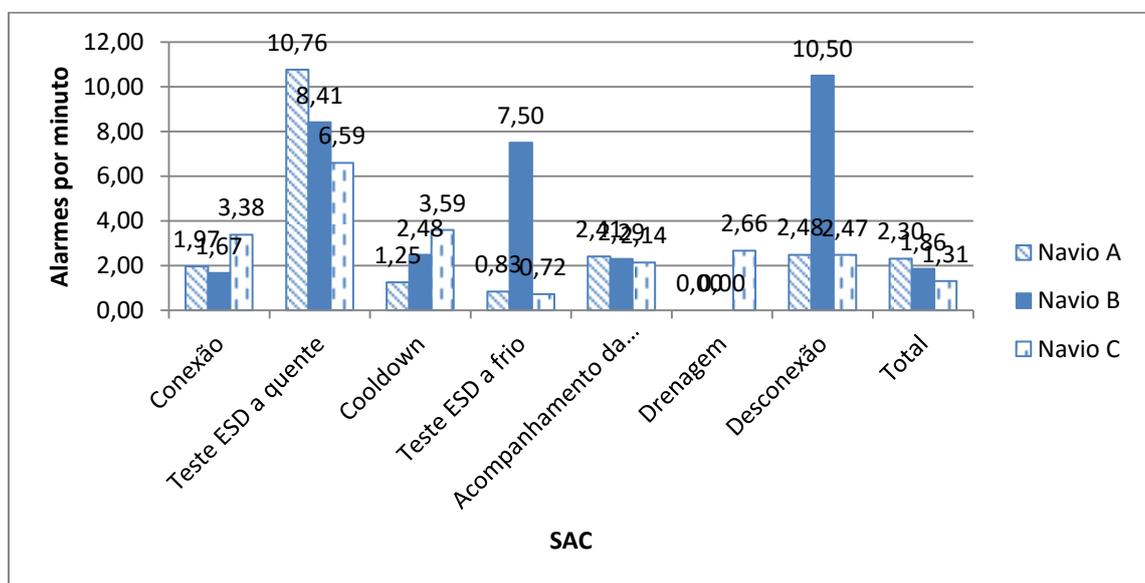


Figura 19 – Alarmes por minuto, por SAC

Exceto pela SAC de ESD a frio nos navios A e B, temos sempre médias acima de 1 alarme/minuto, considerada inaceitável segundo a EEMUA (2013). Os índices de drenagem foram desconsiderados, porque ambas tiveram durações diferenciadas e não foi possível identificar a causa da discrepância.

A composição dos alarmes mais disparados muda conforme a SAC, Eventualmente, algum alarme é disparado em número suficiente para aparecer em SACs adjacentes, como o nível baixo do KOD na operação com o Navio 3. As fases onde se espera alguma transição (conexão de braços e teste de ESD) tem muitos alarmes de status, o que indica a necessidade de atenção especial a este tipo.

Levando em consideração a operação como um todo, a distribuição da ocorrência dos alarmes se apresentou num formato exponencial (*power law*) com R² de 0,9369, 0,9723 e 0,9782, sempre com alfas positivos. As primeiras 80% das ocorrências de cada operação corresponderam respectivamente a 2,2%, e 3,2% e 6,5% dos alarmes envolvidos. Apesar de se enquadrarem bem numa distribuição de lei exponencial, fica bem além da dita distribuição de Pareto (80% das ocorrências compreendem 20% dos eventos).

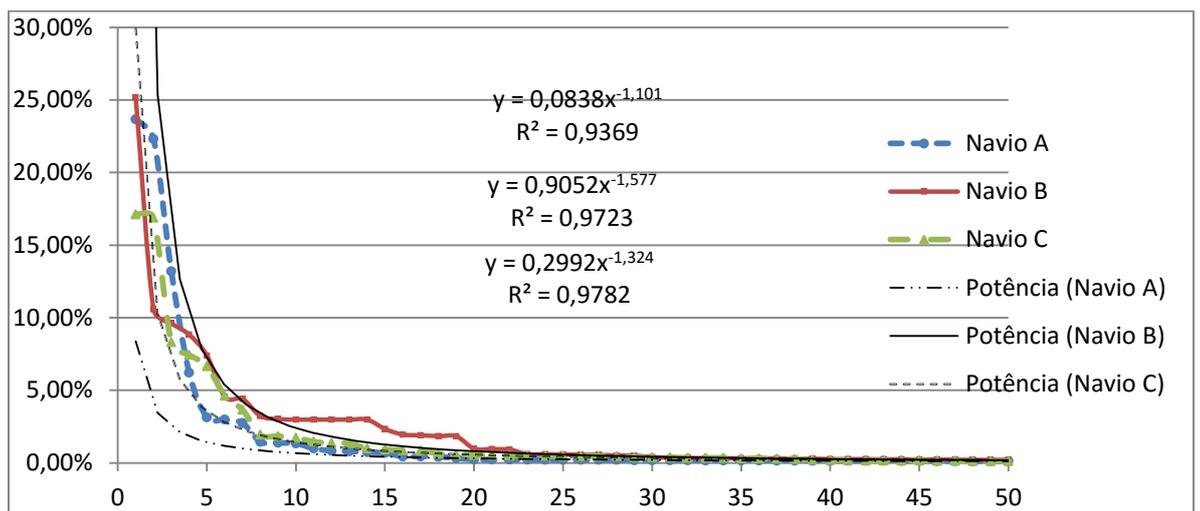


Figura 20- Distribuição de ocorrência de alarmes em dispersão XY (MS-Excel 2010), plotagem dos primeiros 50 elementos

•

Tabela 9 – Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio A

SACs	Alarme #1	%	Alarme #2	%	Alarme #3	%	Alarme #4	%	Alarme #5	%
Conexão	GNL BRAÇO 1 QC-DC	44,1%	GNL CARRIER BRAÇO PAINEL SELECIONADO	8,5%	N2 V9453 COMPRESSOR ALARME	6,8%	GNL CARRIER BRAÇO 1 CONTROLE LIGADO	5,1%	GNL BRAÇO 2 QC-DC	3,4%
Teste ESD a quente	GNL CARRIER BRAÇO ESD-1 DO PFC	8,5%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	8,5%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HSH.F_CV SET TO 1	6,3%	ESD SCADA COMANDO RESET	6,3%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_ESD_HSH.F_CV SET TO 1	6,3%
Cooldown	GNL BRAÇO 4 SDV-124	15,7%	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	11,9%	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	11,2%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	8,7%	GNL BRAÇO 6 SDV-324	6,7%
ESD a frio	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	12,0%	GNL BRAÇO 3 SDV-102	10,0%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	8,0%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	8,0%	GNL BRAÇO 5 SDV-224	8,0%
Acomp	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	32,0%	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	32,0%	KOD NÍVEL BAIXO	18,8%	GNL LINHA HÍB. PRESSÃO BAIXA	4,5%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	3,5%
Drenagem										
Desconexão	GNL CARRIER BRAÇO FALHA GERAL	12,1%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	10,1%	GNL BRAÇO 1 QC-DC	8,1%	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	4,7%	CDC DISJUNTOR ENTRADA B TRIP	2,7%
Total	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	23,7%	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	22,3%	KOD NÍVEL BAIXO	13,2%	N2 V9453 COMPRESSOR ALARME	6,2%	GNL LINHA HÍB. PRESSÃO BAIXA	3,1%

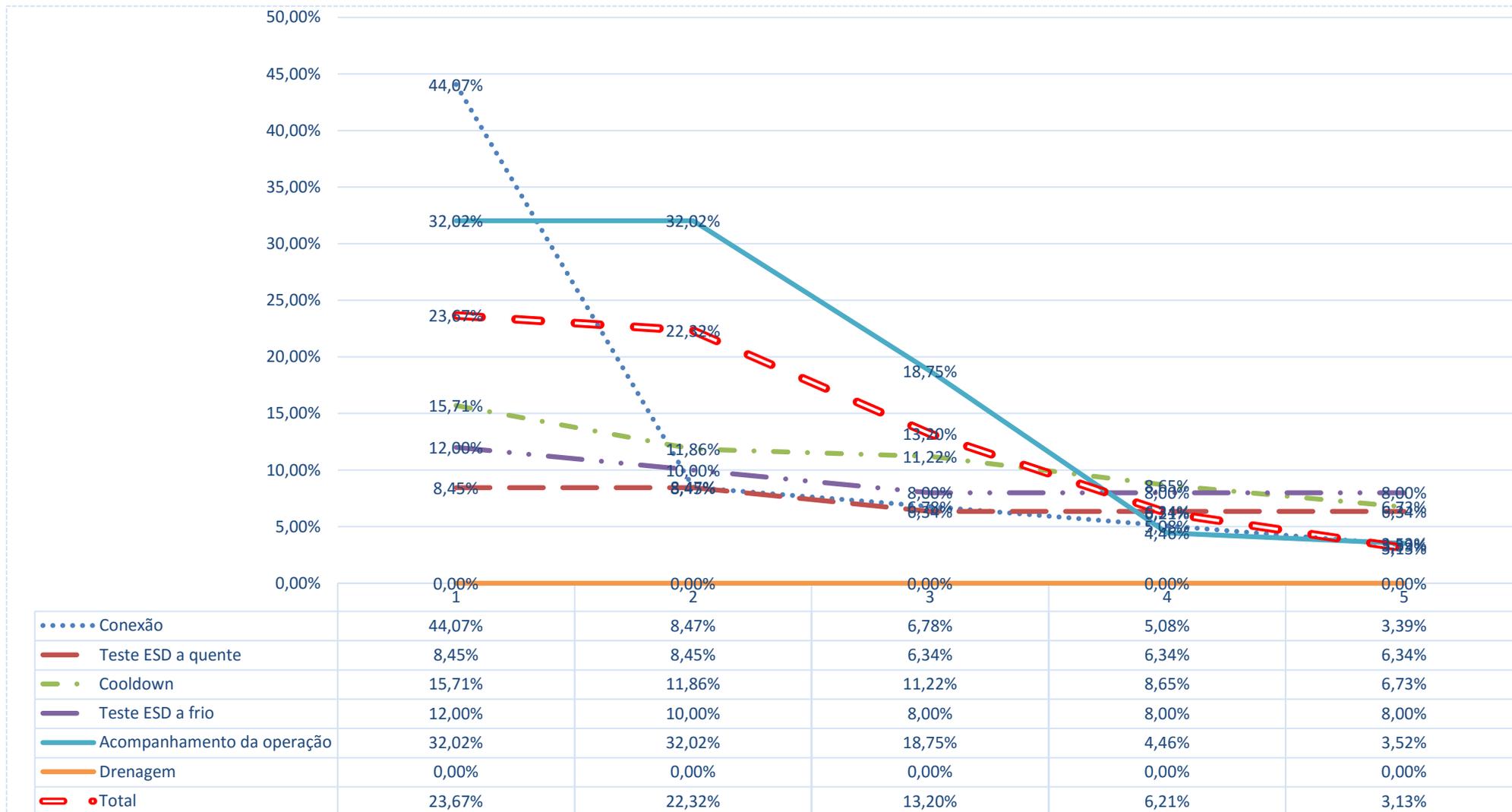


Figura 21- Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio A

Tabela 10- Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio B

SACs	Alarme #1	%	Alarme #2		Alarme #3	%3	Alarme #4		Alarme #5	
Conexão	KOD NÍVEL BAIXO	22,9%	EMED LINHA 121 VAZÃO ALTA	7,1%	GNL LINHA KOD XV-312	4,7%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	4,1%	GNL LINHA KOD XV-112	3,5%
Teste ESD a quente	GNL CARRIER BRAÇO ESD-1 DO PFC	10,8%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	10,8%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HSH. F_CV SET TO 1	9,9%	ESD SCADA COMANDO RESET	9,9%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	9,9%
Cooldown	GNL BRAÇO 6 SDV-324	94,2%	GNL KOD PRESSÃO BAIXA	1,8%	GNL LINHA LÍQUIDO DIF INST TEMPERATURA	1,1%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	0,8%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	0,8%
Teste ESD a frio	GNL BRAÇO 6 SDV-324	26,7%	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	21,1%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	21,1%	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	7,8%	EMED LINHA 121 VAZÃO ALTA	6,7%
Acompanhamento	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	13,8%	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	11,5%	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	11,5%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	5,8%	UPS-A FALHA TENSÃO DC	5,2%
Drenagem	0	#DIV/0 !	0	#DIV/0 !	0,00	#DIV/0 !	0	#DIV/0 !	0	#DIV/0!
Desconexão	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	20,5%	KOD NÍVEL BAIXO	5,1%	GNL BRAÇO 1 QC-DC	3,2%	GNL LINHA BOG XV-209	1,0%	GNL LINHA KOD XV-005B	0,6%
Total	GNL BRAÇO 6 SDV-324	25,2%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	10,6%	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	9,6%	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	8,8%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	7,4%

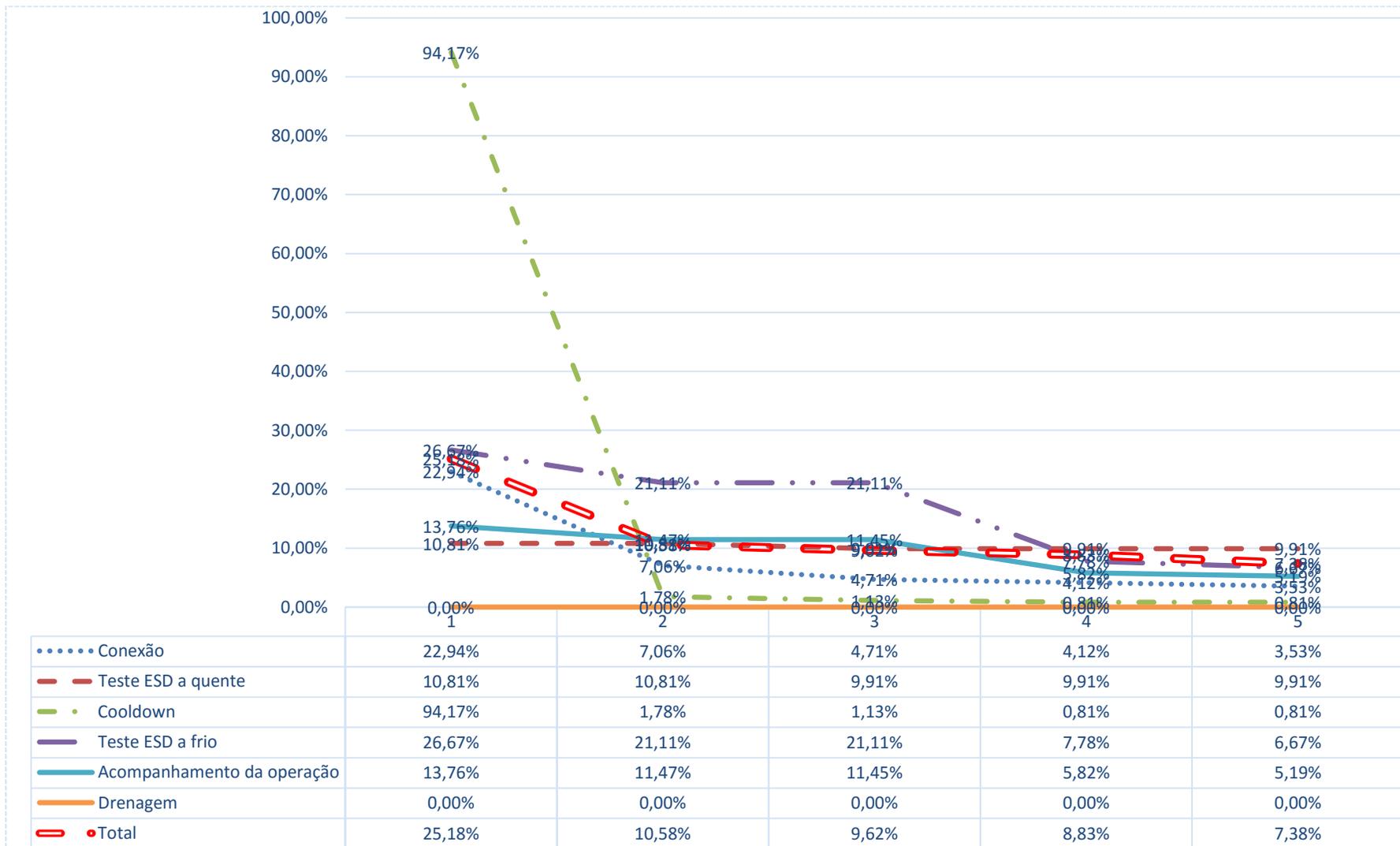


Figura 22 - Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio B.

Tabela 11 - Cinco alarmes mais acionados por SAC – Navio C

SACs	Alarme #1	%	Alarme #2	Alarme #3	Alarme #4	Alarme #5
Conexão	GNC LINHA 5 SDV-509	5,1%	GNL BRAÇO 3 PRESSÃO	GNC VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	GNL LINHA KOD XV-006 FALHA GERAL	GNL BRAÇO 5 QC-DC
Teste ESD a quente	KOD NÍVEL BAIXO	9,2%	ESD SCADA COMANDO RESET	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HSH. F_CV SET TO 1	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_ESD_H SH.F_CV SET TO 1	ESD SCADA COMANDO RESET
Cooldown	KOD NÍVEL BAIXO	81,5%	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	GNL LINHA HÍB. DIF HOR TEMPERATURA	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	GNL BRAÇO 6 SDV-324
Teste ESD a frio	KOD NÍVEL BAIXO	75,0%	GNL LINHA HÍB. TEMPERATURA ALTA	GNL KOD PRESSÃO BAIXA	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO
Acompanhamento	KOD NÍVEL BAIXO	51,9%	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	VAPORIZ LINHA LÍQ FALHA ADMISSÃO GNL	N2 LINHA DISTRIBUICAO PRESSÃO
Drenagem	N2 LINHA DISTRIBUICAO PRESSÃO	43,0%	GNL LINHA LÍQUIDO DIF INST TEMPERATURA	KOD NÍVEL BAIXO	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL
Desconexão	GNL LINHA LÍQUIDO DIF HOR TEMP	14,3%	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL	GNL BRAÇO 1 QC-DC	UPS-A FALHA TENSÃO DC	KOD LINHA BLOWDOWN BDV-012
Total	KOD NÍVEL BAIXO	73,1%	N2 LINHA DISTRIBUICAO PRESSÃO	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	N2 LINHA LÍQUIDO VAZÃO	VAPORIZ LINHA LÍQ ESTADO OPERACIONAL



Figura 23- Percentual de participação dos cinco alarmes mais disparados, por SAC, em operação com navio C

Fazendo uma comparação entre as SACs, é possível perceber que a composição dos cinco alarmes mais tocados varia bastante entre as três operações. As células vermelhas (padrão pontilhado) indicam alarmes que apareceram uma única vez, enquanto das diversas cores indicam pares ou trios.

Tabela 12 - Cinco alarmes mais tocados agrupados por SAC.

Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Conexão	GNL CARRIER BRAÇO 1 QC-DC	44,10%	GNL CARRIER BRAÇO PAINEL SELECIONADO	8,50%	N2 V9453 COMPRESSOR ALARME	6,80%	GNL CARRIER BRAÇO 1 CONTROLE LIGADO	5,10%	GNL BRAÇO 2 QC-DC	3,40%
2	Conexão	KOD NÍVEL BAIXO	22,90%	EMED LINHA 121 VAZÃO ALTA	7,10%	GNL LINHA KOD XV-312	4,70%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	4,10%	GNL LINHA KOD XV-112	3,50%
3	Conexão	GNC LINHA 5 SDV-509	5,10%	GNL BRAÇO 3 PRESSÃO	3,80%	GNC VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	3,80%	GNL LINHA KOD XV-006 FALHA GERAL	3,20%	GNL BRAÇO 5 QC-DC	2,50%
Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Teste ESD a quente	GNL CARRIER BRAÇO ESD-1 DO PFC	8,50%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	8,50%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HS H.F_CV SET TO 1	6,30%	ESD SCADA COMANDO RESET	6,30%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_ESD_HSH.F_CV SET TO 1	6,30%
2	Teste ESD a quente	GNL CARRIER BRAÇO ESD-1 DO PFC	10,80%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	10,80%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HS H.F_CV SET TO 1	9,90%	ESD SCADA COMANDO RESET	9,90%	GNL VT BRAÇO ESD-1 DO PFC CUSTOMER	9,90%
3	Teste ESD a quente	KOD NÍVEL BAIXO	9,20%	ESD SCADA COMANDO RESET	9,20%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_HS H.F_CV SET TO 1	9,20%	[PGG1] FIX32.PGG1.RESET_ESD_HSH.F_CV SET TO 1	9,20%	GNL BRAÇO 4 SDV-124	8,00%
Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Cooldown	GNL BRAÇO 4 SDV-124	15,70%	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	11,90%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	11,20%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	8,70%	GNL BRAÇO 6 SDV-324	6,70%
2	Cooldown	GNL BRAÇO 6 SDV-324	94,20%	GNL KOD PRESSÃO BAIXA	1,80%	GNL LINHA LÍQUIDO DIF INST TEMPERATURA	1,10%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	0,80%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	0,80%
3	Cooldown	KOD NÍVEL BAIXO	81,50%	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	2,40%	GNL LINHA HÍB. DIF HOR TEMPERATURA	1,70%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	1,70%	GNL BRAÇO 6 SDV-324	1,70%
Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	ESD a frio	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	12,00%	GNL BRAÇO 3 SDV-102	10,00%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	8,00%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	8,00%	GNL BRAÇO 5 SDV-224	8,00%
2	Teste ESD a frio	GNL BRAÇO 6 SDV-324	26,70%	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	21,10%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	21,10%	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	7,80%	EMED LINHA 121 VAZÃO ALTA	6,70%
3	Teste ESD a frio	KOD NÍVEL BAIXO	75,00%	GNL LINHA HÍB. TEMPERATURA ALTA	2,80%	GNL KOD PRESSÃO BAIXA	2,80%	GNL CARRIER BRAÇO 3 PRESSÃO	2,80%	GNL CARRIER BRAÇO 1 PRESSÃO	2,80%
		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Acomp	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	32,00%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	32,00%	KOD NÍVEL BAIXO	18,80%	GNL LINHA HÍB. PRESSÃO BAIXA	4,50%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	3,50%
2	Acompanha mento	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	13,80%	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	11,50%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	11,50%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	5,80%	UPS-A FALHA TENSÃO DC	5,20%
3	Acompanha mento	KOD NÍVEL BAIXO	51,90%	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	16,20%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	6,40%	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	6,30%	N2 LINHA DISTRIBUICAO PRESSÃO	4,90%
Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Desconexão	GNL CARRIER BRAÇO FALHA GERAL	12,10%	GNL VT BRAÇO 4 PRESSÃO	10,10%	GNL BRAÇO 1 QC-DC	8,10%	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	4,70%	CDC DISJUNTOR ENTRADA B TRIP	2,70%
2	Desconexão	GNL VT BRAÇO 6 PRESSÃO	20,50%	KOD NÍVEL BAIXO	5,10%	GNL BRAÇO 1 QC-DC	3,20%	GNL LINHA BOG XV-209	1,00%	GNL LINHA KOD XV-005B	0,60%
3	Desconexão	GNL LINHA LÍQUIDO DIF HOR TEMP	14,30%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	12,20%	GNL BRAÇO 1 QC-DC	8,20%	UPS-A FALHA TENSÃO DC	4,10%	KOD LINHA BLOWDOWN BDV-012	4,10%
Navio		#1	%	#2	%	#3	%	#4	%	#5	%
1	Total	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	23,70%	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	22,30%	KOD NÍVEL BAIXO	13,20%	N2 V9453 COMPRESSOR ALARME	6,20%	GNL LINHA HÍB. PRESSÃO BAIXA	3,10%
2	Total	GNL BRAÇO 6 SDV-324	25,20%	GNL LINHA LÍQUIDO PRESSÃO BAIXA	10,60%	VAPORIZ LINHA LÍQ. FALHA ADMISSÃO GNL	9,60%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	8,80%	GNL BRAÇO 1 SDV-302	7,40%
3	Total	KOD NÍVEL BAIXO	73,10%	N2 LINHA DISTRIBUICAO PRESSÃO	17,10%	VAPORIZ LINHA HIB ESTADO OPERACIONAL	16,90%	N2 LINHA LÍQUIDO VAZÃO	8,30%	VAPORIZ LINHA LÍQ. ESTADO OPERACIONAL	7,40%

5. Propostas de alteração

Como foi mostrado anteriormente, os *bad actors*- alarmes que contribuem mais para composição de alarmes não são fixos – alguns alarmes que aparecem em primeiro na SAC de uma operação não aparecem entre os cinco mais disparadas nas próximas duas operações analisadas – ver tabela Tabela 12,p.58. Não foi possível determinar um cenário privilegiado ou tendência ou outra indicação que pudesse orientar de maneira efetiva quais primeiros alarmes poderiam ser tratados.

Sendo assim, justifica-se uma racionalização – um tratamento geral de todos os alarmes, antes da tentativa de resolução de alarmes pontuais.

As propostas de alteração são baseadas na caracterização da atividade de trabalho, da caracterização de funcionamento sistema de alarmes, nos documentos de engenharia e nos procedimentos corporativos (ver Figura 6 – Construção da Proposta de alteração,p.23).

Se faz necessário reforçar a necessidade de que a operação deve mudar o modo operacional sempre que for necessário, ou a planta pode responder de maneira inadequada aos cenários previstos.

5.1. Diretrizes gerais

Redefinição dos modos operacionais

Seguindo as SACs definidas, propomos a criação de modos operacionais compatibilizados com o levantamento realizado. Um modo operacional, quando selecionado, altera configurações do sistema de alarmes, como valores de disparo e prioridade. Então, para cada atividade a ser realizada, um modo operacional seria selecionado. Para orientar a definição dos modos, procuramos agrupar em um mesmo modo operacional atividades que tenham características compatíveis o suficiente sem comprometimento dos alarmes. Além de tornar o sistema mais amigável, reduz os esforços de implantação e documentação.

Abaixo, apresentamos a correspondência entre as fases da operação, as SACs descritas e os modos operacionais propostos(Tabela 13).

Tabela 13- Modos operacionais e suas correlações.

Correspondência entre fase, SACs e Modos operacionais/ GNL		
Fase	SACs	Modo Operacional
Início de operação	Conexão dos braços	Drenagem/conexão e desconexão
	Teste de ESD a quente	
	Cooldown + KOD	Cooldown
	Teste de ESD a frio	
Operação plena	Monitoramento	Transferência
Fim de operação	Drenagem	Drenagem/conexão e desconexão
	Desconexão dos Braços	
	Não definidas	Repouso
		Parada de manutenção

Set points

As configurações de limites de ativação dos alarmes dependem do contexto operacional as pressões tem relação com as vazões e contrapressões dos dutos/taques, em ambos os sistemas. Assim, recomenda-se que os limites operacionais sejam configurados em limites determinados pelo operador no controle – o que possibilitaria um controle ideal para a condição, admitindo estratégias particulares. Os *set points* restritos seriam aqueles que indicariam o aviso de pré-ESD – que funcionariam como camada de segurança e permitindo alteração apenas sob autorização gerencial. Assim, todas as variáveis que não tivessem um sinal de ESD associado teriam alarmes de controle de processo (configuráveis) independente dos alarmes de emergência (não-configuráveis) – que ficam no limite do escopo deste trabalho.

Modificação dos alarmes de status

Alarmes de status devem ser reduzidos a alertas ou informação, caso o equipamento esteja envolvido numa etapa de transição (quando é movimentado ou utilizado, como os braços durante sua conexão). Exceção para status de equipamentos que influenciam no determinado modo operacional – que serão indicados pontualmente

Como relatado nas SACs de transferência de GNL e GNC, as válvulas de parada de emergência – *tag* começando com SDV, de *Shut Down valve* - devem ter seu alarme de status habilitado apenas no modo operacional de transferência, de modo a acusar um fechamento por falha

Nos modos operacionais de conexão, a mudança do status das conexões dos braços devem ser desabilitados, sendo monitorados apenas nos outros modos.

Modificação dos alarmes de falha:

Alarmes de falha devem ter sua prioridade reduzida, ou modificado para alerta, dependendo da sua criticidade e contexto operacional. A indicação de falha de equipamento tem três possíveis ações associadas: i) Equipamento que pode ser operado com ressalva; presume abertura de nota de manutenção e modificação da atividade habitual. Por exemplo, uma válvula que deve ser operada manualmente, e não remotamente. ii) Equipamento que não pode ser operado, mas não tem influência crítica na operação em questão, ou possui redundância; abertura de nota de manutenção; ou iii) Equipamento que não pode ser operado, e tem influência crítica na operação em questão; solicitação de manutenção imediata e medidas de contingência. No primeiro caso, deve se reduzir a um alerta de baixa prioridade, com tempo logo de rearme (retorno ao status de não reconhecido, caso não seja desabilitado, o que faz soar novamente). O terceiro deve ser um alarme de alta prioridade com tempo curto de rearme – para impedir que um reconhecimento de alarme acidental comprometa a operação. O segundo caso, por ser limítrofe, deve passar por uma avaliação mais pontual, que envolva a manutenção e a operação, para discutir se a operação com redundância é aceitável sem manutenção imediata. Deve ser levado em consideração as condições de reparo.

Modificação dos alarmes de processo:

Devem ser readequados à cada modo operacional específico de cada SAC. Algumas variáveis só devem ser monitoradas durante a operação, como nível baixo do KOD. Se não houver transferência de GNL (qualquer modo operacional que não seja a operação de transferência e cooldown), este deve ser desabilitado. Quando um sistema estiver fora de operação, as variáveis de pressão e temperatura devem ser monitoradas dentro das condições ambiente, mas não desabilitadas. Assim, uma possível passagem de válvula, geração de pressão residual ou incêndio podem ser identificados. Já alarmes de vazão e diferencial de temperatura podem ser desabilitados.

Modificação dos alarmes de ESD.

Uma parada de emergência acaba por gerar múltiplos sinais para a mesma ocorrência – pois o sistema acusa o recebimento do sinal nos navios envolvidos, que retornam um outro sinal de ESD. Isso gera um número excessivo de alarmes, como pode ser observado nos testes de ESD. E numa situação real, gera avalanches de alarmes que são incompatíveis com o evento. Como o sistema de ESD não admite

intervenção substantiva, pois deve manter compatibilidade com os diversos navios, a visualização de alarmes deve ser modificada para evitar o problema. Uma solução viável é uma lógica que ignore os outros alarmes de ESD a partir do primeiro, que identifica a fonte do sinal e único que realmente é utilizado pela operação. Os outros podem ser suprimidos. A indicação de recebimento do sinal pelas outras embarcações pode ser convertida em alerta – já que é redundante em caso de ação e deve apenas informar adicionalmente o primeiro alarme. Uma solução operacional que diminui o número de alarmes nesta operação é inibir o sistema de ESD após receber sinal de ambos os navios – o que ameniza o problema ao menos durante os testes de ESD.

Modificação dos alarmes do cromatógrafo

A não ser os alarmes associados a falha, todos os alarmes de qualidade devem ser desabilitados. Não foi identificada a necessidade de monitoramento durante as operações de GNC e GNL.

Modificação dos alarmes da gangway

Todos os alarmes associados à movimentação da escada de acesso ao navio devem ser desabilitados, pois não há nenhuma ação possível ao operador de controle que seja associada a este equipamento.

5.2. Configurações de alarmes

Agora apresentamos como cada alarme pode ser configurado, levando em consideração às diretrizes anteriores. A coluna *Tag* mostra o nome único do alarme dentro da base de dados do sistema. A coluna TIPO é incluída quando a modalidade é subdividida (ver Tabela 8 - Matriz de classificação de alarmes.50). As demais colunas não devem necessitar maior explicação.

Alarmes da UPS

Todos consistem em alarmes de falha. Nos procedimentos operacionais não consta qual ação deve ser executada para cada disparo. Como não há informação suficiente sobre as consequências e ações a serem tomadas em cada alarme, assume-se que em cada evento a manutenção deve ser solicitada.

Tabela 14 – lista de alarmes da UPS

Tag	Descrição	Prioridade
UPS_B_FR	UPS B _ RECTIFIER FAIL.	LOW
UPS_B_FI_DC	UPS B _ ISOLATION FAIL. DC	LOW
UPS_B_FG	UPS B _ COMMON FAIL.	LOW
UPS_B_BLC	UPS B _ BAT. LOW CHARGE	LOW
UPS_A_MO	UPS A _ MAINS FAIL.	LOW
UPS_A_IO	UPS A _ INVERTER OPERATION	LOW
UPS_A_FR	UPS A _ RECTIFIER FAIL.	LOW
UPS_A_FI_DC	UPS A _ ISOLATION FAIL. DC	LOW
UPS_A_FG	UPS A _ COMMON FAIL.	LOW
UPS_A_BLC	UPS A _ BAT. LOW CHARGE	LOW
UPS2_TENSAO_DC	UPS-B Falha Tensão DC	LOW
UPS2_INV_OVERL	UPS-B Sobrecarga Inversor	MEDIUM
UPS2_INV_FNFLT	UPS-B Falha Ventilador Inversor	MEDIUM
UPS2_INV_FAULT	UPS-B Falha Inversor	MEDIUM
UPS2_INV_CANFLT	UPS-B Falha na Rede CAN do Inversor	MEDIUM
UPS2_INV_BATTL	UPS-B Bateria Baixa para o Inversor	MEDIUM
UPS2_FALHA_RET	UPS-B Falha Retificador	LOW
UPS2_FALHA_DC	UPS-B Falha DC	LOW
UPS2_COM_CAN	UPS-B Falha Comunicação Rede CAN	LOW
UPS2_BYB_OVERL	UPS-B Bypass Bloqueado	MEDIUM
UPS2_BYB_FAULT	UPS-B Falha Bypass	MEDIUM
UPS2 ALIM_RET	UPS-B Falha Alimentação Retificador	LOW
UPS1_TENSAO_DC	UPS-A Falha Tensão DC	LOW
UPS1_INV_OVERL	UPS-A Sobrecarga Inversor	MEDIUM
UPS1_INV_FNFLT	UPS-A Falha Ventilador Inversor	MEDIUM
UPS1_INV_FAULT	UPS-A Falha Inversor	MEDIUM
UPS1_INV_CANFLT	UPS-A Falha na Rede CAN do Inversor	MEDIUM
UPS1_INV_BATTL	UPS-A Bateria Baixa para o Inversor	MEDIUM
UPS1_FALHA_RET	UPS-A Falha Retificador	LOW
UPS1_FALHA_DC	UPS-A Falha DC	LOW
UPS1_COM_CAN	UPS-A Falha Comunicação Rede CAN	LOW
UPS1_BYB_OVERL	UPS-A Bypass Bloqueado	MEDIUM
UPS1_BYB_FAULT	UPS-A Falha Bypass	MEDIUM
UPS1 ALIM_RET	UPS-A Falha Alimentação Retificador	LOW

Alarmes do sistema de TV

São dois alarmes de falha. As câmeras são utilizadas para o monitoramento dos braços, o que possibilita a observação de vazamentos ou posicionamento do envelope de operação. Se este monitoramento é comprometido, deve-se imediatamente providenciar uma vigilância local.

Tabela 15 – Lista de alarmes do Sistema de TV

Tag	Descrição	Prioridade
TVSRV_VIDEO_FAIL	TV SURVEILLANCE VIDEO FAILURE	LOW
TVSRV_NETWRK_FAIL	TV SURVEILLANCE NETWORK FAILURE	LOW

Alarmes da Planta de geração de Nitrogênio

Tag	Descrição	Prioridade	tipo
XV_328	N2 Linha Líquido XV-328	LOW	status
XV_010	N2 Linha BlowDown XV-010	LOW	status
XV_022	N2 Linha BlowDown XV-022	LOW	status
XV_034	N2 Linha BlowDown XV-034	LOW	status
XV_035	N2 Linha BlowDown XV-035	LOW	status
XV_105	N2 Linha Híbrida XV-105	LOW	status
XV_126	N2 Linha Distribuição XV-126	LOW	status
XV_128	N2 Linha Híbrida XV-128	LOW	status
XV_205	N2 Linha BOG XV-205	LOW	status
XV_228	N2 Linha BOG XV-228	LOW	status
XV_305	N2 Linha Líquido XV-305	LOW	status
V9070_SHUTDOWN	N2 V9070 Compressor Desligado	LOW	status
V9071_SHUTDOWN	N2 V9071 Compressor Desligado	LOW	status
V9450_SHUTDOWN	N2 V9450 Compressor Desligado	LOW	status
V9451_SHUTDOWN	N2 V9451 Compressor Desligado	LOW	status
V9452_SHUTDOWN	N2 V9452 Compressor Desligado	LOW	status
V9453_SHUTDOWN	N2 V9453 Compressor Desligado	LOW	status
FIRE_ALARM	N2 Alarme Fogo	LOW	Segurança
AIRCOMP_PRES	N2 Ar Comprimido Pressão	INFO	Processo
NITROG_PRES	N2 Pressão	INFO	Processo
O2_ALARM	N2 Oxigênio Alarme	LOW	Processo
PRP_ALARM	N2 PRP Alarme	LOW	Processo
HUMIDITY_LEVEL	N2 Nível Umidade	INFO	Processo
NITROG_LV_COMPLE_O2	N2 Nível O2 Completo	INFO	Processo
O2_LEVEL	N2 Nível O2	LOW	Processo
PARTIAL_COUNTER	N2 Contagem Parcial	INFO	Processo
CONTAINER_TEMP	N2 Container Temperatura	INFO	Processo
FIT_031	N2 FLOW TRANS.FIT_031	LOW	Processo
TOTAL_FLOW	N2 Vazão Total	INFO	Processo
TRANS_FLOW	N2 Transmissor Vazão	INFO	Processo
FIT_032	N2 FLOW TRANS.FIT_032	LOW	Processo
FIT_041	N2 FLOW TRANS.FIT_041	LOW	Processo
FIT_042	N2 FLOW TRANS.FIT_042	LOW	Processo
FIT_133	N2 FLOW TRANS.FIT_133	LOW	Processo
FIT_134	N2 FLOW TRANS.FIT_134	LOW	Processo
FIT_236	N2 FLOW TRANS.FIT_236	LOW	Processo
FIT_237	N2 FLOW TRANS.FIT_237	LOW	Processo
FIT_332	N2 FLOW TRANS.FIT_332	LOW	Processo
FIT_333	N2 FLOW TRANS.FIT_333	LOW	Processo
G9104_FAIL	N2 G9104 Gerador Falha	LOW	Falha
FAIL_GEN_FAN1	N2 Ventilador 1 Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_FAN2	N2 Ventilador 2 Falha Geral	LOW	Falha

FAIL_GEN_FAN3	N2 Ventilador 3 Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_G9100	N2 G9100 Gerador Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_G9101	N2 G9101 Gerador Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_G9102	N2 G9102 Gerador Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_G9103	N2 G9103 Gerador Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_G9104	N2 G9104 Gerador Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9070	N2 V9070 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9071	N2 V9071 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9450	N2 V9450 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9451	N2 V9451 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9452	N2 V9452 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
ES6_FAIL	N2 ES6 Falha	LOW	Falha
FAIL_GEN_V9453	N2 V9453 Compressor Falha Geral	LOW	Falha
FAN_1_FAIL	N2 Ventilador 1 Falha	LOW	Falha
FAN_2_FAIL	N2 Ventilador 2 Falha	LOW	Falha
FAN_3_FAIL	N2 Ventilador 3 Falha	LOW	Falha
FASES_FAIL	N2 Fase Elétrica Falha	LOW	Falha
G9100_FAIL	N2 G9100 Gerador Falha	LOW	Falha
G9101_FAIL	N2 G9101 Gerador Falha	LOW	Falha
G9102_FAIL	N2 G9102 Gerador Falha	LOW	Falha
G9103_FAIL	N2 G9103 Gerador Falha	LOW	Falha
V9070_FAIL	N2 V9070 Compressor Falha	LOW	Falha
V9070_WARNING	N2 V9070 Compressor Alarme	LOW	Falha
V9071_FAIL	N2 V9071 Compressor Falha	LOW	Falha
V9071_WARNING	N2 V9071 Compressor Alarme	LOW	Falha
V9450_FAIL	N2 V9450 Compressor Falha	LOW	Falha
V9450_WARNING	N2 V9450 Compressor Alarme	LOW	Falha
V9451_FAIL	N2 V9451 Compressor Falha	LOW	Falha
V9451_WARNING	N2 V9451 Compressor Alarme	LOW	Falha
V9452_FAIL	N2 V9452 Compressor Falha	LOW	Falha
V9452_WARNING	N2 V9452 Compressor Alarme	LOW	Falha
V9453_FAIL	N2 V9453 Compressor Falha	LOW	Falha
V9453_WARNING	N2 V9453 Compressor Alarme	LOW	Falha

Alarmes do PLC

Todos são alarmes de falha. Como nos alarmes de UPS, não há ação prevista nos procedimentos operacionais.

Tag	Descrição	Prioridade
PLCPRC_SCADA_CF_YA	PLC_PROCESS_>SCADA COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_LNGVT_CF_YA	PLC_PROCESS_>EMCO_LNG VT COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_LNGCR_CF_YA	PLC_PROCESS_>EMCO_LNG CR COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_INTERF_CF_YA	PLC_PROCESS_>INTERFACE COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_ELEC_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET ELECT. COMMS. FAILURE	MEDIUM

PLCPRC_ET_6_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_6 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_5_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_5 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_4_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_4 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_3_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_3 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_2_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_2 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ET_1_CF_YA	PLC_PROCESS_>ET_200M_1 COMMS. FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_ESD_CF_YA	PLC_PROCESS_>PLC_ESD COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_CPU1_RUNBLINK	PLC_PROC CPU 1 STATUS RUN BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU1_RUN	PLC_PRC CPU 1 STATUS RUN	HIGH
PLCPRC_CPU1_REDF_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR REDF	HIGH
PLCPRC_CPU1_REDFBLK_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR REDF BLK	HIGH
PLCPRC_CPU1_MASTERBLINK	PLC_PRC CPU 1 STATUS MSTR BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU1_MASTER	PLC_PRC CPU 1 STATUS MASTER	HIGH
PLCPRC_CPU1_IFM2F_YA		HIGH
PLCPRC_CPU1_IFM2FBLK_YA		HIGH
PLCPRC_CPU1_IFM1F_YA		HIGH
PLCPRC_CPU1_IFM1FBLK_YA		HIGH
PLCPRC_CPU1_ERROR	PLC_PRC CPU 1 ERROR STOP	HIGH
PLCPRC_CPU1_ERRBLINK	PLC_PROC CPU 1 ERROR STOP BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU1_BUS2F_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR BUS2F	HIGH
PLCPRC_CPU1_BUS2FBLK_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR BUS2F BLK	HIGH
PLCPRC_CPU1_BUS1F_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR BUS1F	HIGH
PLCPRC_CPU1_BUS1FBLK_YA	PLC_PRC CPU 1 ERROR BUS1F BLK	HIGH
PLCPRC_CPU1_BF_YA	PLC_PROCESS CPU 1 BATTERY FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_CPU0_RUNBLINK	PLC_PROC CPU 0 STATUS RUN BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU0_RUN	PLC_PRC CPU 0 STATUS RUN	HIGH
PLCPRC_CPU0_REDF_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR REDF	HIGH
PLCPRC_CPU0_REDFBLK_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR REDF BLK	HIGH
PLCPRC_CPU0_MASTERBLINK	PLC_PRC CPU 0 STATUS MSTR BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU0_MASTER	PLC_PRC CPU 0 STATUS MASTER	HIGH
PLCPRC_CPU0_IFM2F_YA		HIGH
PLCPRC_CPU0_IFM2FBLK_YA		HIGH
PLCPRC_CPU0_IFM1F_YA	PLC_PRC CPU 0 FIBER OPTIC FAIL IFM1F	HIGH
PLCPRC_CPU0_IFM1FBLK_YA		HIGH
PLCPRC_CPU0_ERRORBLINK	PLC_PROC CPU 10 ERROR STOP BLINK	HIGH
PLCPRC_CPU0_ERROR	PLC_PRC CPU 0 ERROR STOP	HIGH
PLCPRC_CPU0_BUS2F_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR BUS2F	HIGH
PLCPRC_CPU0_BUS2FBLK_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR BUS2F BLK	HIGH
PLCPRC_CPU0_BUS1F_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR BUS1F	HIGH
PLCPRC_CPU0_BUS1FBLK_YA	PLC_PRC CPU 0 ERROR BUS1F BLK	HIGH
PLCPRC_CPU0_BF_YA	PLC_PROCESS CPU 0 BATTERY FAILURE	MEDIUM
PLCPRC_CNG_CF_YA	PLC_PROCESS_>EMCO_CNG COMMS.FAILURE	MEDIUM
PLCESD_PLCPRC_FC	PLC_ESD_>PROCESS FAULT COMM.	HIGH
PLCESD_PLCINT_FC	PLC_ESD_>INTERFACE FAULT COMM.	HIGH
PLCESD_CPU1_REDF_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR REDF	HIGH
PLCESD_CPU1_REDFBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR REDF Blink	HIGH
PLCESD_CPU1_IFM2F_YA	PLC_ESD CPU 1 FIBER OPTIC FAIL IFM2F	HIGH
PLCESD_CPU1_IFM2FBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 FIBER OPTIC FAIL IFM2F BLK	HIGH
PLCESD_CPU1_IFM1F_YA	PLC_ESD CPU 1 FIBER OPTIC FAIL IFM1F	HIGH
PLCESD_CPU1_IFM1FBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 FIBER OPTIC FAIL IFM1F BLK	HIGH
PLCESD_CPU1_BUS2F_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BUS2F	HIGH
PLCESD_CPU1_BUS2FBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BUS2F Blink	HIGH
PLCESD_CPU1_BUS1F_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BUS1F	HIGH

PLCESD_CPU1_BUS1FBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BUS1F Blink	HIGH
PLCESD_CPU1_BATF_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BATF	HIGH
PLCESD_CPU1_BATFBLK_YA	PLC_ESD CPU 1 ERROR BATF Blink	HIGH
PLCESD_CPU0_REDF_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR REDF	HIGH
PLCESD_CPU0_REDFBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR REDF Blink	HIGH
PLCESD_CPU0_IFM2F_YA	PLC_ESD CPU 0 FIBER OPTIC FAIL IFM2F	HIGH
PLCESD_CPU0_IFM2FBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 FIBER OPTIC FAIL IFM2F BLK	HIGH
PLCESD_CPU0_IFM1F_YA	PLC_ESD CPU 0 FIBER OPTIC FAIL IFM1F	HIGH
PLCESD_CPU0_IFM1FBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 FIBER OPTIC FAIL IFM1F BLK	HIGH
PLCESD_CPU0_BUS2F_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BUS2F	HIGH
PLCESD_CPU0_BUS2FBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BUS2F Blink	HIGH
PLCESD_CPU0_BUS1F_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BUS1F	HIGH
PLCESD_CPU0_BUS1FBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BUS1F Blink	HIGH
PLCESD_CPU0_BATF_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BATF	HIGH
PLCESD_CPU0_BATFBLK_YA	PLC_ESD CPU 0 ERROR BATF Blink	HIGH
PF01_PF06_PFF	POWER FEED PLC_ESD FAILURE PF01_PF06	HIGH
DI03_F05_YSH	FUSE FAIL. DI03_F05 PLC PROCESS	LOW
DI03_F06_YSH	FUSE FAIL. DI03_F06 PLC PROCESS	LOW
DI04_F07_YSH	FUSE FAIL. DI04_F07 PLC PROCESS	LOW
DI04_F09_YSH	FUSE FAIL. DI05_F09 PLC PROCESS	LOW
DI04_F10_YSH	FUSE FAIL. DI04_F08 PLC PROCESS	LOW
DI05_F10_YSH	FUSE FAIL. DI05_F10 PLC PROCESS	LOW
DI06_F11_YSH	FUSE FAIL. DI06_F11 PLC PROCESS	LOW
DI06_F12_YSH	FUSE FAIL. DI06_F12 PLC PROCESS	LOW
DI07_F13_YSH	FUSE FAIL. DI07_F13 PLC PROCESS	LOW
DI07_F14_YSH	FUSE FAIL. DI07_F14 PLC PROCESS	LOW
DI08_F15_YSH	FUSE FAIL. DI08_F15 PLC PROCESS	LOW
DI08_F16_YSH	FUSE FAIL. DI08_F16 PLC PROCESS	LOW
DI09_F17_YSH	FUSE FAIL. DI09_F17 PLC PROCESS	LOW
DI09_F18_YSH	FUSE FAIL. DI09_F18 PLC PROCESS	LOW
DI10_F19_YSH	FUSE FAIL. DI10_F19 PLC PROCESS	LOW
DI10_F20_YSH	FUSE FAIL. DI10_F20 PLC PROCESS	LOW
DI11_F21_YSH	FUSE FAIL. DI11_F21 PLC PROCESS	LOW
DI11_F22_YSH	FUSE FAIL. DI11_F22 PLC PROCESS	LOW
DI12_F23_YSH	FUSE FAIL. DI12_F23 PLC PROCESS	LOW
DI12_F24_YSH	FUSE FAIL. DI12_F24 PLC PROCESS	LOW
DI13_F25_YSH	FUSE FAIL. DI13_F25 PLC PROCESS	LOW
DI13_F26_YSH	FUSE FAIL. DI13_F26	LOW
DI14_F27_YSH	FUSE FAIL. DI14_F27	LOW
DI14_F28_ZSH	FUSE FAIL. DI14_F28	LOW

Alarmes da Gangway

Os dois alarmes de falha devem ser mantidos, pois podem auxiliar na identificação de um problema e a comunicação ao operador de área agilizar um diagnóstico. Os outros alarmes do tipo status podem ser desabilitados, pois não tem uma ação associada ao seu disparo.

Tag	Descrição	Prioridade	Tipo
GAN_VT_FAIL_YSH	Gangway VT Falha	LOW	Falha

GAN_CAR_FAIL_YSH	Gangway Carrier Falha	LOW	Falha
GAN_VT_ON_YSH	Gangway VT Ligada	LOW	status
GAN_VT_DISLIM_YSH	Gangway VT Limites Desabilitados	LOW	status
GAN_VT_CLX_ON_YSH	Gangway VT Buzina Ligada	LOW	status
GAN_CAR_ON_YSH	Gangway Carrier Ligada	LOW	status
GAN_CAR_DISLIM_YSH	Gangway Carrier Limites Desabilitados	LOW	status
GAN_CAR_CLX_ON_YSH	Gangway Carrier Buzina Ligada	LOW	status

Alarmes da subestação

Os alarmes de falha não tem ação associada prevista no procedimento operacional. Os alarmes do tipo TESTE devem ser transformados em alertas – já que seu uso seria feito em conjunto com manutenção e/ou acompanhamento do operador de área, cabendo ao operador do controle a confirmação quando solicitado. Os alarmes do tipo STATUS devem ser eliminados, pois são provenientes de manobra realizada na subestação, que não tem uma ação do operador de controle associada. Seriam habilitados apenas como alerta.

Tag	Descrição	Prioridade	Tipo
DJ_A1_TESTE	CDC Disjuntor A1 Teste	LOW	teste
DJ_A2_TESTE	CDC Disjuntor A2 Teste	LOW	teste
DJ_A3_TESTE	CDC Disjuntor A3 Teste	LOW	teste
DJ_ACOPL_AB_TESTE	CDC Disjuntor Acoplador A/B Teste	LOW	teste
DJ_B1_TESTE	CDC Disjuntor B1 Teste	LOW	teste
DJ_B2_TESTE	CDC Disjuntor B2 Teste	LOW	teste
DJ_IN_A_TESTE	CDC Disjuntor Entrada A Teste	LOW	teste
DJ_IN_B_TESTE	CDC Disjuntor Entrada B Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_21_TESTE	MCC Disjuntor Aquecimento Painéis Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_38_TESTE	MCC Disjuntor Atuadores Elétricos Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_37_TESTE	MCC Disjuntor Bomba Impoundment Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_31_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_29_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_28_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-3 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_27_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-4 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_8_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD1-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_34_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD1-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_9_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD2-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_33_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD2-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_32_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD3-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_26_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD-4 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_15_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD5-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_25_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD5-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_16_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD6-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_24_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD6-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_17_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD7-1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_23_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante MD7-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_11_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-1 Teste	LOW	teste

DJ_MCC_52_12_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_13_TESTE	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-5 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_39_TESTE	MCC Disjuntor Carregador Bateria Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_14_TESTE	MCC Disjuntor EBD-2 Display #2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_6_TESTE	MCC Disjuntor Gangway Carrier Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_7_TESTE	MCC Disjuntor Gangway VT Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_35_TESTE	MCC Disjuntor HVAC Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_22_TESTE	MCC Disjuntor Ilumin. e Tomadas Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_43_TESTE	MCC Disjuntor Iluminação Interna Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_20_TESTE	MCC Disjuntor Planta UPS Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_40_TESTE	MCC Disjuntor Reserva #1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_41_TESTE	MCC Disjuntor Reserva #2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_2_TESTE	MCC Disjuntor Reserva Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_36_TESTE	MCC Disjuntor Reserva Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_44_TESTE	MCC Disjuntor Reserva Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_1_TESTE	MCC Disjuntor Sistema Pó e Espuma Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_3_TESTE	MCC Disjuntor Unid. Hidrául. GNL 1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_5_TESTE	MCC Disjuntor Unid. Hidrául. GNL 2 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_4_TESTE	MCC Disjuntor Unid. Hidráulica GNC Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_30_TESTE	MCC Disjuntor WBD-1 Display #1 Teste	LOW	teste
DJ_MCC_52_18_TESTE	MCC Disjuntor Welding Sock. Panel Teste	LOW	teste
CF_UPS_A	UPS-A Falha Comunicação	HIGH	teste
DJ_A1_STATUS	CDC Disjuntor A1	LOW	Status
DJ_A2_STATUS	CDC Disjuntor A2	LOW	Status
DJ_A3_STATUS	CDC Disjuntor A3	LOW	Status
DJ_ACOPL_AB_STATUS	CDC Disjuntor Acoplador A/B	LOW	Status
DJ_B1_STATUS	CDC Disjuntor B1	LOW	Status
DJ_B2_STATUS	CDC Disjuntor B2	LOW	Status
DJ_IN_A_STATUS	CDC Disjuntor Entrada A	LOW	Status
DJ_IN_B_STATUS	CDC Disjuntor Entrada B	LOW	Status
DJ_A1_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_A2_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_A3_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_ACOPL_AB_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_B1_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_B2_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_IN_A_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_IN_B_TRIP	[TRIP 86][TRIP A1][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_1_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_2_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_3_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_4_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_5_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_6_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_7_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_8_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_9_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_10_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_11_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_12_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_13_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_14_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_15_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][]	LOW	Falha

DJ_MCC_52_16_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_17_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_18_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_20_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_21_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_22_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_23_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_24_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_25_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_26_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_27_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_28_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_29_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_30_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_31_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_32_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_33_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_34_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_35_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_36_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_37_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_38_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_39_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_40_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_41_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_43_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
DJ_MCC_52_44_TRIP	[TRIP][GROUND TRIP][[]]	LOW	Falha
CF_CDC_A1	CDC Falha de Comunicação Disjuntor A1	HIGH	Falha
CF_CDC_A2	CDC Falha de Comunicação Disjuntor A2	HIGH	Falha
CF_CDC_A3	CDC Falha de Comunicação Disjuntor A3	HIGH	Falha
CF_CDC_B1	CDC Falha de Comunicação Disjuntor B1	HIGH	Falha
CF_CDC_B2	CDC Falha de Comunicação Disjuntor B2	HIGH	Falha
CF_CDC_A0	CDC Falha de Comunicação Entrada A0	HIGH	Falha
CF_CDC_B0	CDC Falha de Comunicação Entrada B0	HIGH	Falha
CF_CDC_C0	CDC Falha de Comunicação Entrada C0	HIGH	Falha
DC_COMALR_YSH	DC COMMON ALARM	LOW	Falha
DC_HIGHV_YSH	DC HIGH DC VOLT.	LOW	Falha
DC_LOWV_YSH	DC LOW DC VOLT.	LOW	Falha
DC_MAIFAIL_YSH	DC MAINS FAIL.	LOW	Falha
DC_RECTFAIL_YSH	DC RECTIF. FAIL.	LOW	Falha
DJ_MCC_52_21_STATUS	MCC Disjuntor Aquecimento Painéis	LOW	Falha
DJ_MCC_52_38_STATUS	MCC Disjuntor Atuadores Elétricos	LOW	Falha
DJ_MCC_52_37_STATUS	MCC Disjuntor Bomba Impoundment	LOW	Falha
DJ_MCC_52_31_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_29_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_28_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-3	LOW	Falha
DJ_MCC_52_27_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante EBD-4	LOW	Falha
DJ_MCC_52_8_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD1-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_34_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD1-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_9_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD2-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_33_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD2-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_10_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD3-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_32_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD3-2	LOW	Falha

DJ_MCC_52_26_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD-4	LOW	Falha
DJ_MCC_52_15_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD5-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_25_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD5-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_16_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD6-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_24_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD6-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_17_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD7-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_23_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante MD7-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_11_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_12_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_13_STATUS	MCC Disjuntor Cabrestante WBD-5	LOW	Falha
DJ_MCC_52_39_STATUS	MCC Disjuntor Carregador Bateria	LOW	Falha
DJ_MCC_52_14_STATUS	MCC Disjuntor EBD-2 Display #2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_6_STATUS	MCC Disjuntor Gangway Carrier	LOW	Falha
DJ_MCC_52_7_STATUS	MCC Disjuntor Gangway VT	LOW	Falha
DJ_MCC_52_35_STATUS	MCC Disjuntor HVAC	LOW	Falha
DJ_MCC_52_22_STATUS	MCC Disjuntor Ilumin. e Tomadas	LOW	Falha
DJ_MCC_52_43_STATUS	MCC Disjuntor Iluminação Interna	LOW	Falha
DJ_MCC_52_20_STATUS	MCC Disjuntor Planta UPS	LOW	Falha
DJ_MCC_52_2_STATUS	MCC Disjuntor Reserva	LOW	Falha
DJ_MCC_52_36_STATUS	MCC Disjuntor Reserva	LOW	Falha
DJ_MCC_52_44_STATUS	MCC Disjuntor Reserva	LOW	Falha
DJ_MCC_52_40_STATUS	MCC Disjuntor Reserva #1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_41_STATUS	MCC Disjuntor Reserva #2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_1_STATUS	MCC Disjuntor Sistema Pó e Espuma	LOW	Falha
DJ_MCC_52_4_STATUS	MCC Disjuntor Unid. Hidráulica GNC	LOW	Falha
DJ_MCC_52_3_STATUS	MCC Disjuntor Unidade Hidráulica GNL #1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_5_STATUS	MCC Disjuntor Unidade Hidráulica GNL #2	LOW	Falha
DJ_MCC_52_30_STATUS	MCC Disjuntor WBD-1 Display #1	LOW	Falha
DJ_MCC_52_18_STATUS	MCC Disjuntor Welding Sock. Panel	LOW	Falha
DC24V_FAIL	N2 Corrente DC24V Falha	LOW	Falha
TRF_A_WD_TT	POWER TRANSF. A WINDING TEMPERATURE	LOW	Falha
TRF_B_WD_TT	POWER TRANSF. B WINDING TEMPERATURE	LOW	Falha
TRF_A_TT	POWER TRANSFORMER A TEMPERATURE	LOW	Falha
TRF_B_TT	POWER TRANSFORMER B TEMPERATURE	LOW	Falha
UPS1_INV_CURR1	UPS 1 INV CURRENT 1	LOW	Falha
UPS1_INV_CURR2	UPS 1 INV CURRENT 2	LOW	Falha
UPS1_INV_CURR3	UPS 1 INV CURRENT 3	LOW	Falha
UPS1_RECTM_V1	UPS 1 RECT MAIN VOLT 1 x 10	LOW	Falha
UPS1_RECTM_V2	UPS 1 RECT MAIN VOLT 2 x 10	LOW	Falha
UPS1_RECTM_V3	UPS 1 RECT MAIN VOLT 3 x 10	LOW	Falha
UPS2_INV_CURR1	UPS 2 INV CURRENT 1	LOW	Falha
UPS2_INV_CURR2	UPS 2 INV CURRENT 2	LOW	Falha
UPS2_INV_CURR3	UPS 2 INV CURRENT 3	LOW	Falha
UPS2_INV_LOAD1	UPS 2 INV LOAD 1	LOW	Falha
UPS2_INV_LOAD2	UPS 2 INV LOAD 2	LOW	Falha
UPS2_INV_LOAD3	UPS 2 INV LOAD 3	LOW	Falha
UPS2_RECTM_V1	UPS 2 RECT MAIN VOLT 1 x 10	LOW	Falha
UPS2_RECTM_V2	UPS 2 RECT MAIN VOLT 2 x 10	LOW	Falha
UPS2_RECTM_V3	UPS 2 RECT MAIN VOLT 3 x 10	LOW	Falha
UPS_B_IO	UPS B _ INVERTER OPERATION	LOW	Falha

UPS1_INV_LOAD1	UPS-A Tensão Saída Fase 1	LOW	Falha
UPS1_INV_LOAD2	UPS-A Tensão Saída Fase 2	LOW	Falha
UPS1_INV_LOAD3	UPS-A Tensão Saída Fase 3	LOW	Falha
CF_UPS_B	UPS-B Falha Comunicação	HIGH	Falha

Alarmes do cromatógrafo

Os alarmes de falha devem ser mantidos, já que seu mau funcionamento altera as medições da vazão de CNG.

Tag	Descrição	Prioridade	tipo
CROM_BASELINEF	Baseline Fail	LOW	Falha
CROM_COMM_F	Communication Fail	LOW	Falha
CROM_INVAN	Invalid Analyse	LOW	Falha
CROM_LBATTERY	Low Battery	LOW	Falha
CROM_LPRESS	Low Pressure Carry Gas	LOW	Falha
CROM_RTF	Realtime Clock Fail	LOW	Falha
CROM_SUPPLYF	Supply Fail	LOW	Falha
CROM_ANREPROG	Analyse reading in progress	LOW	status
CROM_CALPROG	Calibration in progress	LOW	status
CROM_MNT	Status Maintenance	LOW	status
CROM_YEAR	Curr. year	INFO	status
CROM_SEC	Curr. second	INFO	status
CROM_MONTH	Curr. month	INFO	status
CROM_MIN	Curr. minute	INFO	status
CROM_LNG_WOBBE	LNG LNG Curr. wobbe index	INFO	status
CROM_LNG_TOTAL	LNG LNG Total Composition	INFO	status
CROM_LNG_S	LNG LNG Curr. total sulfur	INFO	status
CROM_LNG_PCS	LNG LNG Curr. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_LNG_N2	LNG LNG Curr. nitrogen	INFO	status
CROM_LNG_HR_WOBBE	LNG LNG hour Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_LNG_HR_S	LNG LNG hour Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_LNG_HR_PCS	LNG LNG hour Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_LNG_HR_N2	LNG LNG hour Avg. nitrogen	INFO	status
CROM_LNG_HR_H2S	LNG LNG hour Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_LNG_HR_CO2	LNG LNG hour Avg. carbon dioxide	INFO	status
CROM_LNG_HR_CH4	LNG LNG hour Avg. methane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C6H14	LNG LNG hour Avg. hexane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C5H12_N	LNG LNG hour Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C5H12_I	LNG LNG hour Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C4H10_N	LNG LNG hour Avg. n_butane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C4H10_I	LNG LNG hour Avg. i_butane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C3H8	LNG LNG hour Avg. propane	INFO	status
CROM_LNG_HR_C2H6	LNG LNG hour Avg. ethane	INFO	status
CROM_LNG_H2S	LNG LNG Curr. sulfidric gas	INFO	status
CROM_LNG_DY_WOBBE	LNG LNG Day Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_LNG_DY_S	LNG LNG Day Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_LNG_DY_PCS	LNG LNG Day Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_LNG_DY_N2	LNG LNG Day Avg. nitrogen	INFO	status

CROM_LNG_DY_H2S	LNG LNG Day Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_LNG_DY_CO2	LNG LNG Day Avg. carbon dioxide	INFO	status
CROM_LNG_DY_CH4	LNG LNG Day Avg. methane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C6H14	LNG LNG Day Avg. hexane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C5H12_N	LNG LNG Day Avg. n_pentane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C5H12_I	LNG LNG Day Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C4H10_N	LNG LNG Day Avg. n_butane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C4H10_I	LNG LNG Day Avg. i_butane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C3H8	LNG LNG Day Avg. propane	INFO	status
CROM_LNG_DY_C2H6	LNG LNG Day Avg. ethane	INFO	status
CROM_LNG_CO2	LNG LNG Curr. carbon dioxide	INFO	status
CROM_LNG_CH4	LNG LNG Curr. methane	INFO	status
CROM_LNG_C6H14	LNG LNG Curr. hexane	INFO	status
CROM_LNG_C5H12_N	LNG LNG Curr. n_pentane	INFO	status
CROM_LNG_C5H12_I	LNG LNG Curr. i_pentane	INFO	status
CROM_LNG_C4H10_N	LNG LNG Curr. n_butane	INFO	status
CROM_LNG_C4H10_I	LNG LNG Curr. i_butane	INFO	status
CROM_LNG_C3H8	LNG LNG Curr. propane	INFO	status
CROM_LNG_C2H6	LNG LNG Curr. ethane	INFO	status
CROM_HYB_WOBBE	LNG Hybrid Curr. wobbe index	INFO	status
CROM_HYB_TOTAL	LNG Hybrid Total Composition	INFO	status
CROM_HYB_S	LNG Hybrid Curr. totoal sulfur	INFO	status
CROM_HYB_PCS	LNG Hybrid Curr. Sup. Heating Val.	INFO	status
CROM_HYB_N2	LNG Hybrid Curr. nitrogen	INFO	status
CROM_HYB_HR_WOBBE	LNG Hybrid hour Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_HYB_HR_S	LNG Hybrid hour Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_HYB_HR_PCS	LNG Hybrid hour Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_HYB_HR_N2	LNG Hybrid hour Avg. nitrogen	INFO	status
CROM_HYB_HR_H2S	LNG Hybrid hour Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_HYB_HR_CO2	LNG Hybrid hour Avg. carbon dioxide	INFO	status
CROM_HYB_HR_CH4	LNG Hybrid hour Avg. methane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C6H14	LNG Hybrid hour Avg. hexane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C5H12_N	LNG Hybrid hour Avg. n_pentane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C5H12_I	LNG Hybrid hour Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C4H10_N	LNG Hybrid hour Avg. n_butane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C4H10_I	LNG Hybrid hour Avg. i_butane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C3H8	LNG Hybrid hour Avg. propane	INFO	status
CROM_HYB_HR_C2H6	LNG Hybrid hour Avg. ethane	INFO	status
CROM_HYB_H2S	LNG Hybrid Curr. sulfidric gas	INFO	status
CROM_HYB_DY_WOBBE	LNG Hybrid Day Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_HYB_DY_S	LNG Hybrid Day Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_HYB_DY_PCS	LNG Hybrid Day Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_HYB_DY_N2	LNG Hybrid Day Avg. nitrogen	INFO	status
CROM_HYB_DY_H2S	LNG Hybrid Day Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_HYB_DY_CO2	LNG Hybrid Day Avg. carbon dioxide	INFO	status
CROM_HYB_DY_CH4	LNG Hybrid Day Avg. methane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C6H14	LNG Hybrid Day Avg. hexane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C5H12_N	LNG Hybrid Day Avg. n_pentane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C5H12_I	LNG Hybrid Day Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C4H10_N	LNG Hybrid Day Avg. n_butane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C4H10_I	LNG Hybrid Day Avg. i_butane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C3H8	LNG Hybrid Day Avg. propane	INFO	status
CROM_HYB_DY_C2H6	LNG Hybrid Day Avg. etane	INFO	status

CROM_HYB_CO2	LNG Hybrid Curr. carbon dioxide	INFO	status
CROM_HYB_CH4	LNG Hybrid Curr. methane	INFO	status
CROM_HYB_C6H14	LNG Hybrid Curr. hexane	INFO	status
CROM_HYB_C5H12_N	LNG Hybrid Curr. n_butane	INFO	status
CROM_HYB_C5H12_I	LNG Hybrid Curr. i_pentane	INFO	status
CROM_HYB_C4H10_N	LNG Hybrid Curr. n_butane	INFO	status
CROM_HYB_C4H10_I	LNG Hybrid Curr. i_butane	INFO	status
CROM_HYB_C3H8	LNG Hybrid Curr. propane	INFO	status
CROM_HYB_C2H6	LNG Hybrid Curr. ethane	INFO	status
CROM_HOUR	Curr. hour	INFO	status
CROM_DAY	Curr. day	INFO	status
CROM_CNG_WOBBE	cng Curr. WOBBE INDEX	INFO	status
CROM_CNG_TOTAL	cng non_normalized composition total	INFO	status
CROM_CNG_S	cng Curr. total sulfur	INFO	status
CROM_CNG_PCS	cng Curr. PCS Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_CNG_N2	CNG Curr. NITROGEN	INFO	status
CROM_CNG_HR_WOBBE	CNG hour Avg. Wobbe Index	INFO	status
CROM_CNG_HR_S	CNG hour Avg. Total Sulfur	INFO	status
CROM_CNG_HR_PCS	CNG hour Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_CNG_HR_N2	CNG hour Avg. Nitrogen	INFO	status
CROM_CNG_HR_H2S	CNG hour Avg. Sulfidric Gas	INFO	status
CROM_CNG_HR_CO2	CNG hour Avg. Carbon Dioxide	INFO	status
CROM_CNG_HR_CH4	CNG hour Avg. Methane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C6H14	CNG hour Avg. Hexane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C5H12_N	CNG hour Avg. N_Pentane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C5H12_I	CNG hour Avg. I_Pentane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C4H10_N	CNG hour Avg. N_Butane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C4H10_I	CNG hour Avg. I_Butane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C3H8	CNG hour Avg. Propane	INFO	status
CROM_CNG_HR_C2H6	CNG hour Avg. Ethane	INFO	status
CROM_CNG_H2S	CNG Curr. H2S	INFO	status
CROM_CNG_DY_WOBBE	CNG Day Avg. Wobbe Index	INFO	status
CROM_CNG_DY_S	CNG Day Avg. Total Sulfur (SPARE)	INFO	status
CROM_CNG_DY_PCS	CNG Day Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_CNG_DY_N2	CNG Day Avg. Nitrogen	INFO	status
CROM_CNG_DY_H2S	CNG Day Avg. Sulfidric Gas	INFO	status
CROM_CNG_DY_CO2	CNG Day Avg. Carbon Dioxide	INFO	status
CROM_CNG_DY_CH4	CNG Day Avg. Methane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C6H14	CNG Day Avg. Hexane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C5H12_N	CNG Day Avg. N_Pentane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C5H12_I	CNG Day Avg. I_Pentane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C4H10_N	CNG Day Avg. N_Butane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C4H10_I	CNG Day Avg. I_Butane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C3H8	CNG Day Avg. Propane	INFO	status
CROM_CNG_DY_C2H6	CNG Day Avg. Ethane	INFO	status
CROM_CNG_DEWP	CNG Ponto de Orvalho	INFO	status
CROM_CNG_CO2	CNG Curr. carbon DIOXIDE	INFO	status
CROM_CNG_CH4	CNG Curr. METHANE	INFO	status
CROM_CNG_C6H14	CNG Curr. HEXANE	INFO	status
CROM_CNG_C5H12_N	CNG Curr. N_PENTANE	INFO	status
CROM_CNG_C5H12_I	CNG Curr. I_PENTANE	INFO	status
CROM_CNG_C4H10_N	CNG Curr. N_BUTANE	INFO	status

CROM_CNG_C4H10_I	CNG Curr. I_BUTANE	INFO	status
CROM_CNG_C3H8	CNG Curr. PROPANE	INFO	status
CROM_CNG_C2H6	CNG Curr. ETHANE	INFO	status
CROM_BOG_WOBBE	bog Curr. wobbe index	INFO	status
CROM_BOG_TOTAL	bog non_normalized composition total	INFO	status
CROM_BOG_S	bog Curr. total sulfur	INFO	status
CROM_BOG_PCS	bog Curr. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_BOG_N2	bog Curr. nitrogen	INFO	status
CROM_BOG_HR_WOBBE	bog hour Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_BOG_HR_S	bog hour Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_BOG_HR_PCS	bog hour Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_BOG_HR_N2	bog hour Avg. nitrogen	INFO	status
CROM_BOG_HR_H2S	bog hour Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_BOG_HR_CO2	bog hour Avg. carbon dioxido	INFO	status
CROM_BOG_HR_CH4	bog hour Avg. methane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C6H14	bog hour Avg. hexane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C5H12_N	bog hour Avg. n_pentane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C5H12_I	bog hour Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C4H10_N	bog hour Avg. n_butane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C4H10_I	bog hour Avg. i_butane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C3H8	bog hour Avg. propane	INFO	status
CROM_BOG_HR_C2H6	bog hour Avg. ethane	INFO	status
CROM_BOG_H2S	bog Curr. sulfidric gas	INFO	status
CROM_BOG_DY_WOBBE	bog Day Avg. wobbe index	INFO	status
CROM_BOG_DY_S	bog Day Avg. total sulfur	INFO	status
CROM_BOG_DY_PCS	bog Day Avg. Sup.Heat.Val.	INFO	status
CROM_BOG_DY_N2	bog Day Avg. nitrogen	INFO	status
CROM_BOG_DY_H2S	bog Day Avg. sulfidric gas	INFO	status
CROM_BOG_DY_CO2	bog Day Avg. carbon dioxide	INFO	status
CROM_BOG_DY_CH4	bog Day Avg. methane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C6H14	bog Day Avg. hexane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C5H12_N	bog Day Avg. n_pentane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C5H12_I	bog Day Avg. i_pentane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C4H10_N	bog Day Avg. n_butane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C4H10_I	bog Day Avg. i_butane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C3H8	bog Day Avg. propane	INFO	status
CROM_BOG_DY_C2H6	bog Day Avg. ethane	INFO	status
CROM_BOG_CO2	bog Curr. carbon dioxide	INFO	status
CROM_BOG_CH4	BOG Curr. Methane	INFO	status
CROM_BOG_C6H14	bog Curr. hexane	INFO	status
CROM_BOG_C5H12_N	bog Curr. n_pentane	INFO	status
CROM_BOG_C5H12_I	bog Curr. i_pentane	INFO	status
CROM_BOG_C4H10_N	bog Curr. n_butane	INFO	status
CROM_BOG_C4H10_I	bog Curr. i_butane	INFO	status
CROM_BOG_C3H8	BOG Curr. propane	INFO	status
CROM_BOG_C2H6	BOG Curr. Ethane	INFO	status

Alarmes do sistema de transferência de GNL

O alarme de nível de KOD ser habilitado apenas nos modos de transferência, drenagem e cooldown. Nos outros modos, seria impossível receber produto, e seu nível

além de não poder ser controlado, é indiferente. Apenas a pressão precisaria ser monitorada nos outros modos. Poderia ser transformado em alerta nos outros modos.

Tag	Descrição	Prioridade	Tipo	Var
HV_525_LR	HV-525 Remoto	LOW	Status	
HV_525_FG	HV-525 Falha Geral	LOW	Status	
HV_524_LR	HV-524 Remoto	LOW	Status	
HV_524_FG	HV-524 Falha Geral	LOW	Status	
HV_425_LR	HV-425 Remoto	LOW	Status	
HV_425_FG	HV-425 Falha Geral	LOW	Status	
HV_424_LR	HV-424 Remoto	LOW	Status	
HV_424_FG	HV-424 Falha Geral	LOW	Status	
HV_317_LR	GNL Linha KOD HV-317 Remoto	LOW	Status	
HV_317_FG	GNL Linha KOD HV-317 Falha Geral	LOW	Status	
HV_313_LR	GNL Linha KOD HV-313 Remoto	LOW	Status	
HV_313_FG	GNL Linha KOD HV-313 Falha Geral	LOW	Status	
HV_234_LR	GNL Linha KOD HV-234 Remoto	LOW	Status	
HV_234_FG	GNL Linha KOD HV-234 Falha Geral	LOW	Status	
HV_232_LR	GNL Linha KOD HV-232 Remoto	LOW	Status	
HV_232_FG	GNL Linha KOD HV-232 Falha Geral	LOW	Status	
HV_117_LR	GNL Linha KOD HV-0117 Remoto	LOW	Status	
HV_117_FG	GNL Linha KOD HV-0117 Falha Geral	LOW	Status	
HV_113_LR	GNL Linha KOD HV-113 Remoto	LOW	Status	
HV_113_FG	GNL Linha KOD HV-113 Falha Geral	LOW	Status	
XV_519_LR	GNL Linha KOD XV-519 Remoto	LOW	Status	
XV_519_FG	GNL Linha KOD XV-519 Falha Geral	LOW	Status	
XV_518_LR	GNL Linha KOD XV-518 Remoto	LOW	Status	
XV_518_FG	GNL Linha KOD XV-518 Falha Geral	LOW	Status	
XV_331_LR	GNL Linha Líquido XV-331 Remoto	LOW	Status	
XV_331_FG	GNL Linha Líquido XV-331 Falha Geral	LOW	Status	
XV_329_LR	KOD Linha GNL XV-329 Remoto	LOW	Status	
XV_329_FG	KOD Linha GNL XV-329 Falha Geral	LOW	Status	
XV_328_LR	N2 Linha Líquido XV-328 Remoto	LOW	Status	
XV_328_FG	N2 Linha Líquido XV-328 Falha Geral	LOW	Status	
XV_316_LR	GNL Linha KOD XV-316 Remoto	LOW	Status	
XV_316_FG	GNL Linha KOD XV-316 Falha Geral	LOW	Status	
XV_315_LR	GNL Linha Líquido XV-315 Remoto	LOW	Status	
XV_315_FG	GNL Linha Líquido XV-315 Falha Geral	LOW	Status	
XV_312_LR	GNL Linha KOD XV-312 Remoto	LOW	Status	
XV_312_FG	GNL Linha KOD XV-312 Falha Geral	LOW	Status	
XV_305_LR	N2 Linha Líquido XV-305 Remoto	LOW	Status	
XV_305_FG	N2 Linha Líquido XV-305 Falha Geral	LOW	Status	
XV_233_LR	GNL Linha KOD XV-233 Remoto	LOW	Status	
XV_233_FG	GNL Linha KOD XV-233 Falha Geral	LOW	Status	
XV_231_LR	GNL Linha KOD XV-231 Remoto	LOW	Status	
XV_231_FG	GNL Linha KOD XV-231 Falha Geral	LOW	Status	
XV_229_LR	GNL Linha BOG By-Pass XV-229 Remoto	LOW	Status	
XV_229_FG	GNL Linha BOG By-Pass XV-229 Falha Geral	LOW	Status	
XV_228_LR	N2 Linha BOG XV-228 Remoto	LOW	Status	
XV_228_FG	N2 Linha BOG XV-228 Falha Geral	LOW	Status	
XV_209_LR	GNL Linha BOG XV-209 Remoto	LOW	Status	

XV_209_FG	GNL Linha BOG XV-209 Falha Geral	LOW	Status	
XV_205_LR	N2 Linha BOG XV-205 Remoto	LOW	Status	
XV_205_FG	N2 Linha BOG XV-205 Falha Geral	LOW	Status	
XV_132_LR	GNL Linha Híbrida By-Pass XV-132 Remoto	LOW	Status	
XV_132_FG	GNL Linha Híbrida By-Pass XV-132 Falha G	LOW	Status	
XV_129_LR	KOD Linha GNL XV-129 Remoto	LOW	Status	
XV_129_FG	KOD Linha GNL XV-129 Falha Geral	LOW	Status	
XV_128_LR	N2 Linha Híbrida XV-128 Remoto	LOW	Status	
XV_128_FG	N2 Linha Híbrida XV-128 Falha Geral	LOW	Status	
XV_126_LR	N2 Linha Distribuição XV-126 Remoto	LOW	Status	
XV_126_FG	N2 Linha Distribuição XV-126 Falha Geral	LOW	Status	
XV_116_LR	GNL Linha KOD XV-116 Remoto	LOW	Status	
XV_116_FG	GNL Linha KOD XV-116 Falha Geral	LOW	Status	
XV_115_LR	GNL Linha Híbrida XV-115 Remoto	LOW	Status	
XV_115_FG	GNL Linha Híbrida XV-115 Falha Geral	LOW	Status	
XV_112_LR	GNL Linha KOD XV-112 Remoto	LOW	Status	
XV_112_FG	GNL Linha KOD XV-112 Falha Geral	LOW	Status	
XV_105_LR	N2 Linha Híbrida XV-105 Remoto	LOW	Status	
XV_105_FG	N2 Linha Híbrida XV-105 Falha Geral	LOW	Status	
XV_040_LR	KOD Linha N2 Status XV-040 Remoto	LOW	Status	
XV_040_FG	KOD Linha N2 Status XV-040 Falha Geral	LOW	Status	
XV_035_LR	N2 Linha BlowDown XV-035 Remoto	LOW	Status	
XV_035_FG	N2 Linha BlowDown XV-035 Falha Geral	LOW	Status	
XV_034_LR	N2 Linha BlowDown XV-034 Remoto	LOW	Status	
XV_034_FG	N2 Linha BlowDown XV-034 Falha Geral	LOW	Status	
XV_022_LR	N2 Linha BlowDown XV-022 Remoto	LOW	Status	
XV_022_FG	N2 Linha BlowDown XV-022 Falha Geral	LOW	Status	
XV_014_LR	KOD Linha GNLXV-014 Remoto	LOW	Status	
XV_014_FG	KOD Linha GNLXV-014 Falha Geral	LOW	Status	
XV_010_LR	N2 Linha BlowDown XV-010 Remoto	LOW	Status	
XV_010_FG	N2 Linha BlowDown XV-010 Falha Geral	LOW	Status	
XV_006_LR	GNL Linha KOD XV-006 Remoto	LOW	Status	
XV_006_FG	GNL Linha KOD XV-006 Falha Geral	LOW	Status	
XV_006_ESD_ZSH	XV_006 ESD CLOSE	HIGH	Status	
XV_005B_LR	GNL Linha KOD XV-005B Remoto	LOW	Status	
XV_005B_FG	GNL Linha KOD XV-005B Falha Geral	LOW	Status	
XV_005A_LR	GNL Linha KOD XV-005A Remoto	LOW	Status	
XV_005A_FG	GNL Linha KOD XV-005A Falha Geral	LOW	Status	
BDV_012_FG	KOD Linha BlowDown BDV-012 Falha Geral	LOW	Status	
BDV_012_LR	KOD Linha BlowDown BDV-012 Remoto	LOW	Status	
XV_519	GNL Linha KOD XV-519	LOW	Status	
XV_518	GNL Linha KOD XV-518	LOW	Status	
XV_331	GNL Linha Líquido By-Pass XV-331	LOW	Status	
XV_329	KOD Linha GNL XV-329	LOW	Status	
XV_316	GNL Linha KOD XV-316	LOW	Status	

XV_315	GNL Linha Líquido XV-315	LOW	Status	
XV_312	GNL Linha KOD XV-312	LOW	Status	
XV_233	GNL Linha KOD XV-233	LOW	Status	
XV_231	GNL Linha KOD XV-231	LOW	Status	
XV_229	GNL Linha BOG By-Pass XV-229	LOW	Status	
XV_040	KOD Linha N2 Status XV-040	LOW	Status	
BDV_012	KOD Linha BlowDown BDV-012	LOW	Status	
XV_014	KOD Linha GNL XV-014	LOW	Status	
XV_006	GNL Linha KOD XV-006	LOW	Status	
XV_005B	GNL Linha KOD XV-005B	LOW	Status	
XV_005A	GNL Linha KOD XV-005A	LOW	Status	
HV_317	GNL Linha KOD HV-317	LOW	Status	
HV_313	GNL Linha KOD HV-313	LOW	Status	
HV_234	GNL Linha KOD HV-234	LOW	Status	
HV_232	GNL Linha KOD HV-232	LOW	Status	
HV_117	GNL Linha KOD HV-117	LOW	Status	
HV_113	GNL Linha KOD HV-113	LOW	Status	
HV_525_PERC	HV-525 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_524_PERC	HV-524 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_425_PERC	HV-425 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_424_PERC	HV-424 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_317_PERC	HV-317 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_313_PERC	HV-313 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_234_PERC	HV-234 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_232_PERC	HV-232 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_117_PERC	HV-117 Percentual de Abertura	LOW	Status	
HV_113_PERC	HV-113 Percentual de Abertura	LOW	Status	
LSL_021_FG	Low Level Alarm LSL_021	LOW	Processo	Altura
TIT_319CD_TK	TIT_319CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_319CD_TD	TIT_319CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_319AB_TK	TIT_319AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_319AB_TD	TIT_319AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_310CD_TK	TIT_310CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_310CD_TD	TIT_310CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_310AB_TK	TIT_310AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_310AB_TD	TIT_310AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_237CD_TK	TIT_237CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_237CD_TD	TIT_237CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_237AB_TK	TIT_237AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_237AB_TD	TIT_237AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_236CD_TK	TIT_236CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_236CD_TD	TIT_236CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_236AB_TK	TIT_236AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_236AB_TD	TIT_236AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_119CD_TK	TIT_119CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_119CD_TD	TIT_119CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_119AB_TK	TIT_119AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_119AB_TD	TIT_119AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_110CD_TK	TIT_110CD hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_110CD_TD	TIT_110CD Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_110AB_TK	TIT_110AB hour Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_110AB_TD	TIT_110AB Instant. Diff. Temperature	LOW	Processo	Dif de temp
TIT_110A	TEMP. TRANSMITTER TIT_110A	LOW	Processo	Dif de temp

LT_019	V_001 LNG LEVEL TRANSMITTER LT_019	INFO	Processo	Nível
LIT_020	LV INDICATING TRANSMIT. LIT_020	LOW	Processo	Nível
LIT_017	KOD Nível	INFO	Processo	Nível
PAH_323	GNL Linha Líquido Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_308	GNL Linha Líquido Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_223	GNL Linha BOG Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_208	GNL Linha BOG Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_123	GNL Linha Híbrida Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_108	GNL Linha Híbrida Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAH_013	GNL KOD Pressão Alta	HIGH	Processo	Pressão
PAL_323	GNL Linha Líquido Pressão Baixa	HIGH	Processo	Pressão
PAL_308	GNL Linha Líquido Pressão Baixa	HIGH	Processo	Pressão
PAL_123	GNL Linha Híbrida Pressão Baixa	HIGH	Processo	Pressão
PAL_108	GNL Linha Híbrida Pressão Baixa	HIGH	Processo	Pressão
TAH_320	GNL Linha Líquido Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_314	GNL Linha Líquido Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_220	GNL Linha BOG Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_214	GNL Linha BOG Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_120	GNL Linha Híbrida Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_114	GNL Linha Híbrida Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
TAH_015	GNL KOD Temperatura Alta	HIGH	Processo	Temp
PAL_013	GNL KOD Pressão Baixa	HIGH	Processo	Temp
TIT_320	TEMPERATURE IN BRANCH C VT SIDE	INFO	Processo	Temp
TIT_319D	TEMP. TRANSMITTER TIT_319D	LOW	Processo	Temp
TIT_319C	TEMP. TRANSMITTER TIT_319C	LOW	Processo	Temp
TIT_319B	TEMP. TRANSMITTER TIT_319B	LOW	Processo	Temp
TIT_319A	TEMP. TRANSMITTER TIT_319A	LOW	Processo	Temp
TIT_314	TEMP. IN BRANCH C CARRIER SIDE	INFO	Processo	Temp
TIT_310D	TEMP. TRANSMITTER TIT_310D	LOW	Processo	Temp
TIT_310C	TEMP. TRANSMITTER TIT_310C	LOW	Processo	Temp
TIT_310B	TEMP. TRANSMITTER TIT_310B	LOW	Processo	Temp
TIT_310A	TEMP. TRANSMITTER TIT_310A	LOW	Processo	Temp
TIT_237D	TEMP. TRANSMITTER TIT_237D	LOW	Processo	Temp
TIT_237C	TEMP. TRANSMITTER TIT_237C	LOW	Processo	Temp
TIT_237B	TEMP. TRANSMITTER TIT_237B	LOW	Processo	Temp
TIT_237A	TEMP. TRANSMITTER TIT_237A	LOW	Processo	Temp
TIT_236D	TEMP. TRANSMITTER TIT_236D	LOW	Processo	Temp
TIT_236C	TEMP. TRANSMITTER TIT_236C	LOW	Processo	Temp
TIT_236B	TEMP. TRANSMITTER TIT_236B	LOW	Processo	Temp
TIT_236A	TEMP. TRANSMITTER TIT_236A	LOW	Processo	Temp
TIT_220	TEMP. TRANSMITTER TIT_220	INFO	Processo	Temp
TIT_214	TEMP. TRANSMITTER TIT_214	INFO	Processo	Temp
TIT_120	TEMPERATURE IN BRANCH A VT SIDE	INFO	Processo	Temp
TIT_119D	TEMP. TRANSMITTER TIT_119D	LOW	Processo	Temp
TIT_119C	TEMP. TRANSMITTER TIT_119C	LOW	Processo	Temp
TIT_119B	TEMP. TRANSMITTER TIT_119B	LOW	Processo	Temp
TIT_119A	TEMP. TRANSMITTER TIT_119A	LOW	Processo	Temp
TIT_114	TEMP. IN BRANCH A CARRIER SIDE	INFO	Processo	Temp
TIT_110D	TEMP. TRANSMITTER TIT_110D	LOW	Processo	Temp
TIT_110C	TEMP. TRANSMITTER TIT_110C	LOW	Processo	Temp
TIT_110B	TEMP. TRANSMITTER TIT_110B	LOW	Processo	Temp

TIT_016	V_001 LNG TEMP. TRANSMIT. TIT_016	LOW	Processo	Temp
TIT_015	TEMP. TRANSMITTER TIT_015	INFO	Processo	Temp

5.3. Simulação das alterações

Para estimar o resultado das alterações propostas, as médias de alarme por minuto foram recalculadas após a aplicação das diretrizes e configurações que foram propostas. Os seguintes gráficos mostram a média de alarmes por minuto, separadas por SACs, nas três operações analisadas.

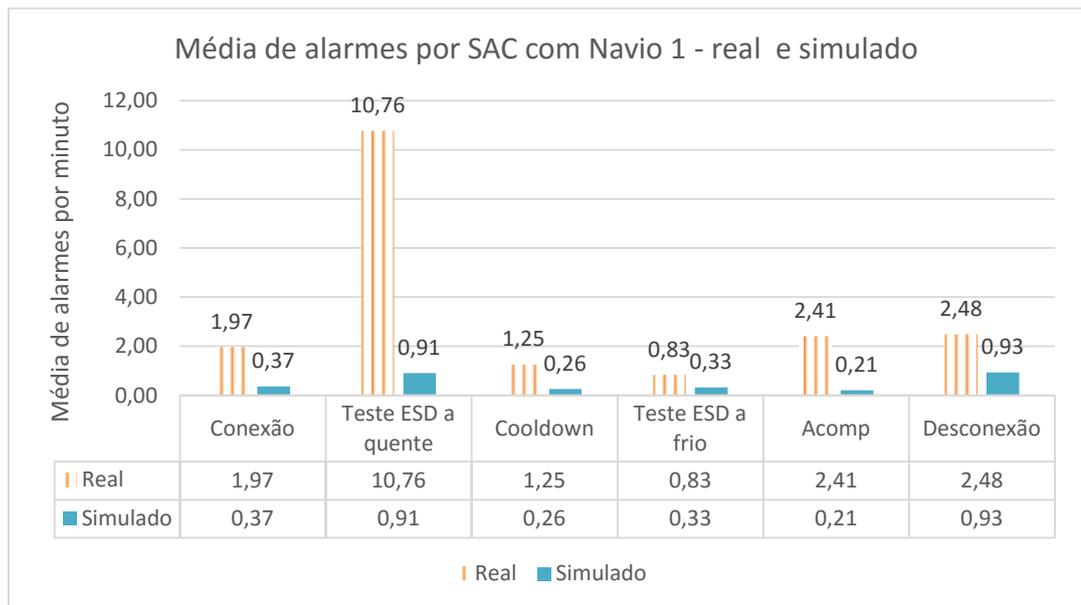


Figura 24 – Simulação de operação com Navio 1.

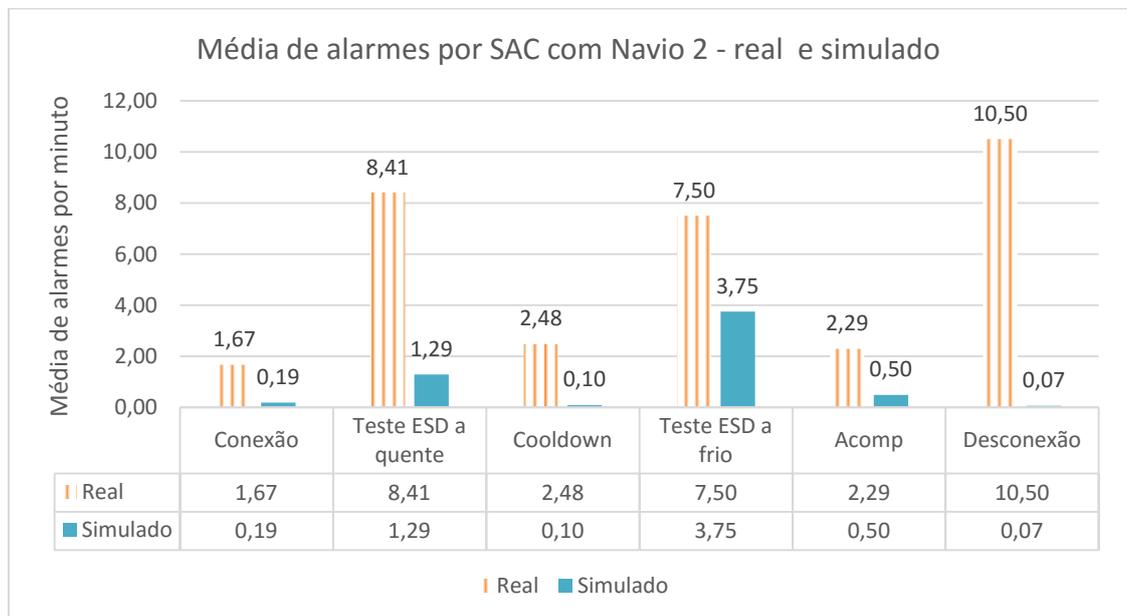


Figura 25 - Simulação de operação com Navio2

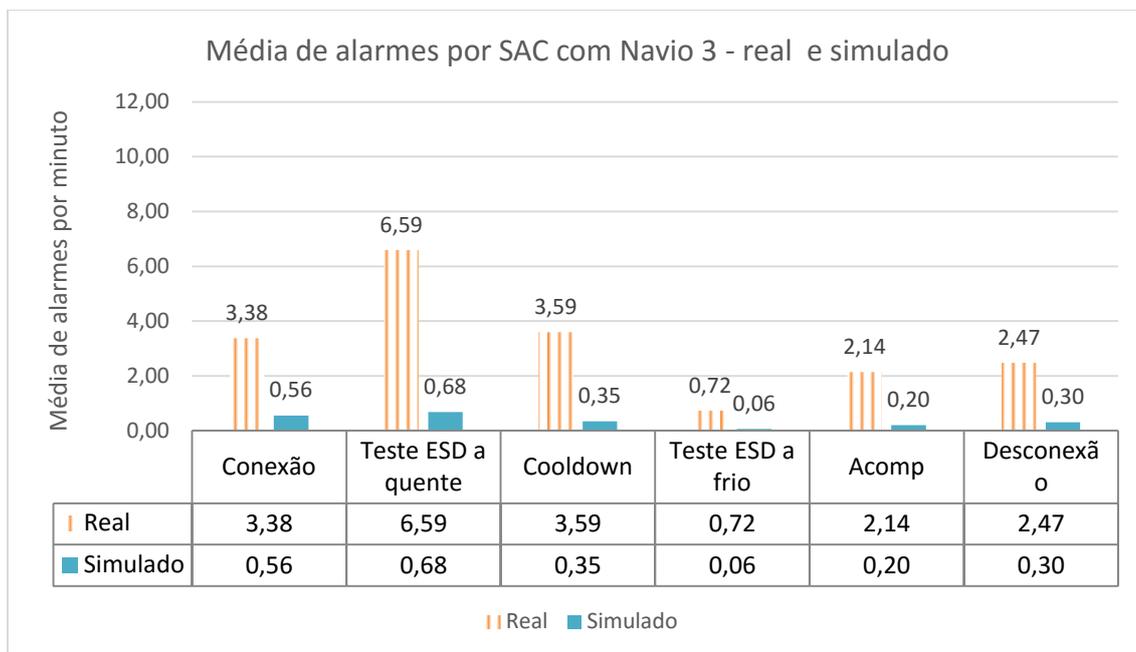


Figura 26 - Simulação de operação com Navio2

É possível observar reduções que variam entre 50 e 99,3% (ESD a frio e Desconexão, ambas no navio 2). A média máxima foi de 10,76 para 0,68 alarmes por minuto. Na escala proposta pela EEMUA (ver tabela Tabela 1 – Aceitabilidade de frequência geral de alarmes), apenas duas SACs ficaram com média acima da classificação “inaceitável”. Anteriormente, todas se encontravam nesta faixa.

Tabela 16 – SACs classificadas em média de alarmes

Média em longo período	Aceitabilidade segundo EEMUA(2013)	Número de SACs
> 1 por minuto	Inaceitável	2
0,5 por minuto	Muito exigente	5
0,2 por minuto	Gerenciável	6
0,1 por minuto	Aceitável	2
< 0,1 por minuto		2

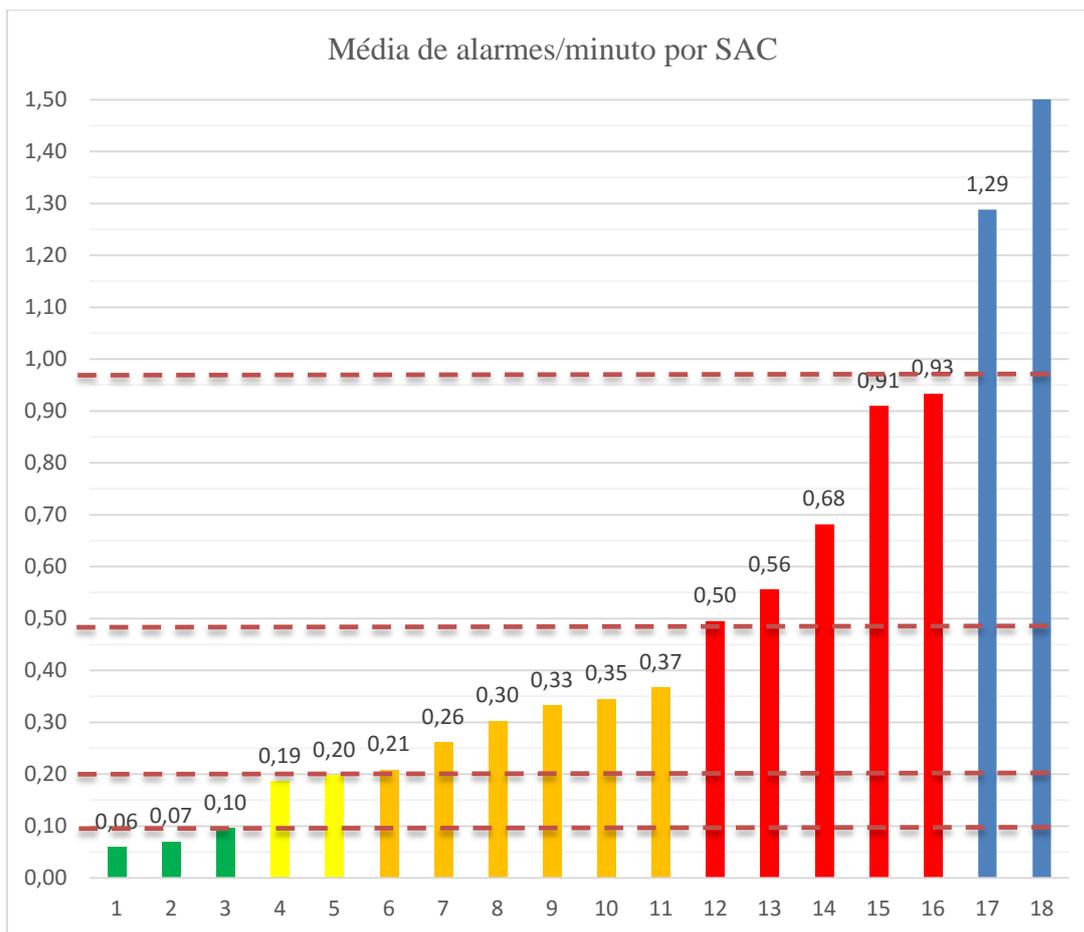


Figura 27 - SACs classificadas em média de alarmes
(Escala limitada em 1,5 para facilitar a visualização. A média da última SAC - número 18 - foi 3,75)

Vale ressaltar que estes índices ainda seriam reduzidos aplicando soluções pertinentes à etapas posteriores do gerenciamento de alarmes (como descrito pela ISA 18.2). O agrupamento de alarmes, por exemplo, que poderia ser recomendado na fase de design detalhado, reduziria notoriamente as taxas de alarmes das situações de ESD, ao agrupar a confirmação de sinal de ESD das três partes num alarme só, ou num alarme de erro caso alguma falhasse.

Esta simulação possui algumas limitações incontornáveis. Um tratamento que evidenciasse o efeito do ajuste dos *setpoints* seria inviável, pois necessitaria de uma comparação dos valores assumidos pela variável. Ainda, alarmes que poderiam ser desabilitados –ou por terem o evento resolvido, ou por falha no sensor, ou alarmes que poderiam ser reconhecidos, não são considerados pois seu comportamento é função do uso.

6. Discussão

O método foi sensível suficiente para identificar algumas nuances da atividade do trabalho que não eram formalizadas em procedimentos. A SAC descrita da conexão dos braços evidencia uma tática de trabalho (monitoramento da pressão de inertização, uma atividade coordenada entre o operador de controle e o operador de área - que não é prevista em procedimento corporativo, assim como evidencia sua importância. A consideração dos relatos de falha de válvulas tipo ESD - que se fecham em caso de falha - é outro caso deste gênero. Ambos tiveram desdobramentos na elaboração da tabela de alarmes.

A solução de inibir o alarme de ESD durante os testes é uma estratégia operacional que tem impacto na taxa de alarmes, outra solução que foi identificada pela análise das SACs.

Os Operadores desenvolveram estratégias para superar a falta de apoio do sistema, por exemplo. Verificações frequentes das variáveis do processo, estimar a taxa de mudança de uma variável e prever uma ação em atenção dividida e comunicações frequentes entre o operador de área o de controle. Todavia, a literatura mostra que grandes acidentes tem participação de sistemas de alarme pouco eficientes. Ainda, os USA adotou uma lei que obriga as empresas de transporte por oleoduto/gasoduto a manterem um programa de gerenciamento de alarmes (*49 CFR Part 195 - TRANSPORTATION OF HAZARDOUS LIQUIDS BY PIPELINE – USA, 2010*). A questão pode deixar de ser uma decisão corporativa e toma contorno de obrigação legal.

A utilização das SACs para orientar os modos operacionais parece ser uma boa forma de ataque ao problema da racionalização, pois tende a reduzir drasticamente as chances de modificações que conduzam a piores condições de trabalho – não só em termos de facilidade de operação, mas de comprometimento da segurança e eficiência operacional. Isso se deve ao fato de abrir o debate com uma quantidade maior de trabalhadores, o que elimina vieses pessoais nas análises.

Contra a expectativa baseada em alguns autores (ASM, 2009; Rothenberg, 2009, EEMUA, 2013), a remoção de alguns *bad actors* não resultaria em uma melhor taxa de alarme média no mês posterior(ver Tabela 12 - Cinco alarmes mais tocados agrupados por SAC. p.58). É necessário lembrar que durante as três operações não houve evento que justificasse uma conjuntura diferente da habitual, visto que não houveram significativos serviços de manutenção ou mudança do *hardware* da unidade. Sendo assim, é razoável crer que tais variações tem origens apenas no contexto operacional –

as condições de operação do momento. Isso justifica a racionalização de alarmes, antes de qualquer medida pontual.

A simulação realizada demonstrou que a aplicação das propostas reduziu em no mínimo 50% a média de alarmes, alcançando taxas de melhoria superiores a 90% em sete das dezoito SACs analisadas.

A utilização da aceitabilidade da frequência de alarmes, como proposta pela EEMUA, não permitiu levantar algumas questões. Neste caso, apesar da média de alarmes ter variado entre níveis aceitáveis e inaceitáveis, o uso do sistema continuou sendo rejeitado. Isso leva a crer que a reavaliação da usabilidade do sistema não se dá de maneira rápida – com o trabalhador preferindo manter suas estratégias do que reavaliar constantemente o comportamento da ferramenta.

Ainda, como nesta unidade existe a possibilidade de uma ou duas operações, não ficou evidente como esta variabilidade deveria afetar a tabela de valores proposta – a ‘régua’ seria mantida, ou proporcionalmente dividida? Quando há operações simultâneas, o efetivo de operadores aumenta na área industrial, mas não na sala de controle.

A proposta em questão é feita sem a pretensão de ser uma fonte inquestionável, de aplicação dura. O que se espera é que sirva de referência para um outro diálogo entre operação/manutenção/gerência, de forma que as discussões possam ser tomadas em um maior nível de entendimento. As modificações em si só terão valor se autenticadas pelos processos técnicos-sociais da empresa.

Uma das vantagens deste método é a discussão sobre os procedimentos operacionais – o debate sobre a atividade executada, além de ajudar a consolidar formalmente certos saberes de caráter mais prático, também tende a homogeneizar a maneira como os diversos grupos abordam os problemas.

7. Conclusão

Levando em consideração as propostas de alteração que consideram a dinâmica de trabalho não documentada, método poderia ser desenvolvido futuramente como uma alternativa mais contextualizada para a racionalização no gerenciamento de alarmes.

Ao reduzir o índice de alarmes, o operador fica em melhor condição para monitorar o processo, o que reduz a chance de desvios operacionais, diminui o tempo de resposta em caso de um desvio, e o deixa disponível para realizar tarefas de otimização. Deste modo, literatura associa a redução das taxas de alarmes ao aumento da segurança quanto de aumento de eficiência da planta. Visto que a simulação indica uma sensível redução nas médias de alarme (de 50% a 99,3%) em todas as SACs analisadas, deduz-se que sua implantação das melhorias propostas teria consequências positivas em termos de aumento de segurança e produtividade.

A indicação da diferente composição de alarmes de cada SAC tem desdobramentos que não são previstos na literatura. Um dos principais é de que a resolução de poucos determinados alarmes pode ter grande impacto na qualidade do sistema. Como foi visto neste caso, o ganho proveniente da alteração de um pequeno número de alarmes, baseado pela sua alta representatividade num período, não garante o mesmo resultado indefinidamente – reforçando a necessidade de uma maior atenção a todos os alarmes ao invés de ações pontuais. Ainda, a diferente composição entre as SACs da mesma operação demonstra que reduções da média de alarmes em longos períodos por tratamento de alguns alarmes podem não surtir efeito desejado devido à composição particular de cada SAC.

A separação das métricas de alarmes por SACs, além de auxiliar a avaliação da sua importância na operação, ajuda a prever o impacto de determinadas ações no funcionamento do sistema de alarmes.

Alguns dos resultados sobre métricas – especialmente a expressiva redução das taxas de alarmes - podem ter sua repetibilidade comprometida por terem sido obtidos em um sistema que ainda não tinha sofrido uma efetiva contribuição do gerenciamento de alarmes. Há um resguardo na projeção do mesmo comportamento para plantas onde o processo de gerenciamento de alarmes é mais maduro. Em todo o caso, a aplicação em uma planta com alta taxa de alarmes permitiu enxergar o potencial do método com maior clareza.

A posição diferenciada do estudo, por parte do pesquisador que também é trabalhador e usuário do sistema mostrou algumas peculiaridades. Positivamente, houve

um ganho no tempo de análise, pois o pesquisador já tinha conhecimento sobre o funcionamento da unidade. Por outro lado, exigiu-se uma dose de ceticismo para deixar construir um conhecimento que já existia previamente. Em todo caso, o esforço foi recompensado pela oportunidade de debater com outros colegas de trabalho com mais rigor sobre as atividades e procedimentos adotados.

Uma outra possível contribuição do Gerenciamento de Alarmes – potencializado por este método que leva em consideração a dimensão prática do trabalho – é o de permitir que a organização tome ciência de conhecimentos particulares sobre a atividade real do trabalho. O ganho de formalizar táticas que ficariam sem registro permite a ampla disseminação de práticas que ficavam sujeitas ao conhecimento apenas de alguns executantes. Por outro lado, também admite sua consideração em possíveis modificações do projeto, o que evita que estas estratégias sejam inviabilizadas indevidamente.

O estudo ainda pode fomentar a discussão sobre o enquadramento de um terminal de transferência de derivados de petróleo numa modalidade de produção. Por estar entre dois modos de produção contínua - extração de petróleo e refino - tende a ser considerado como tal. E guarda similaridade, de fato, pelo caráter indivisível das atividades envolvendo bombeio. Mas passa por momentos de preparo e desmobilização de ativos bem mais frequentes que nos seus parceiros adjacentes. Uma outra segmentação específica pode não ser necessária, mas talvez reforçar esta peculiaridade seja útil a projetistas e acadêmicos interessados em atuar neste setor industrial.

8. Referências Bibliográficas

ASM Consortium - *Effective Alarm Management Practices*, 2009

BAINBRIDGE, Lisanne. Ironies of automation. *Automatica*, v. 19, n. 6, p. 775–779, nov. 1983. Acesso em: 8 maio 2013.

BÉGUIN, Pascal. O ergonomista, ator da concepção. In: FALZON, P. (Coord.) *Ergonomia*. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p. 303-330

BRASIL. Governo Federal. *Matriz Energética*. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/cop/panorama/o-que-o-brasil-esta-fazendo/matriz-energetica>>. Acessado em 08 Set 2012.

BROZEN, Yale. The Economics of Automation. *The American Economic Review*, v. 47, n. 2, p. 339–350, 1957. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1831605>>.

CAMPOS, Mario Cesar M Massa; TEIXEIRA, Hebert C G. *Controles Típicos de Equipamentos e Processos Industriais*. 2. ed. [S.l.]: Blucher, 2008.

DANIELLOU, François. A Ergonomia na condução de projetos de concepção de sistemas de trabalho. In: FALZON, P. (Coord.) *Ergonomia*. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. p. 303-330

DANIELLOU, F. Questões epistemológicas levantadas pela ergonomia de projeto. In: DANIELLOU, F. (Coord.). *A ergonomia em busca de seus princípios: debates epistemológicos*. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. p. 181-198.

DELLARETTI FILHO, Osmário. As sete ferramentas do planejamento da qualidade. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996. P.183

DUARTE, F. *A análise Ergonômica do Trabalho e a Determinação de efetivos: estudo da modernização tecnológica de uma refinaria de petróleo no Brasil*. Tese de D.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1994.

DUARTE, Francisco. SANTOS, Paulo. A Configuração de telas de sistemas digitais de controle de processo. In: DUARTE., Francisco.(Coord.) *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo*. Editora Lucerna, Rio de Janeiro, 2002

EEMUA. *Alarm Systems - A guide to design, management and procurement. Publication 191*. 3. ed. London: [s.n.], 2013.

HITOMI, Katsundo. Automation — its concept and a short history. *Technovation*, v. 14, n. 2, p. 121–128, mar. 1994. Acesso em: 8 maio 2013.

HOLLIFIELD, B. HABIBI, E. *The Alarm Handbook 2nd Edition*. MI, USA: Digital Books, 2010

ISA. ANSI/ISA-18.2-Management of Alarm Systems for the Process Industries, 2009

IVEGARD, T. HUNT, B - *Handbook of Control Room Design and Ergonomics: A Perspective for the Future*, Second Edition (9781420064292): Toni Ivergard, Brian Hunt Books, 2012

JÄMSÄ-JOUNELA, Sirkka-Liisa. Future trends in process automation. *Annual Reviews in Control*, v. 31, n. 2, p. 211–220, 2007. Acesso em: 19 abr. 2013.

LAKATOS, Imre, 1999. *Philosophical Papers Volume I: The methodology of scientific research programmes*. Cambridge, Cambridge University Press

LEITAO, G.B.P. *Algoritmos para análise de alarmes em processos petroquímicos*. Dissertação de mestrado. UFRN, 2010

NORWEGIAN PETROLEUM DIRECTORATE. *YA711 Principles for alarm system design*. Stavanger: NPD, 2001.

OGLE, Russell A.; MORRISON III, Delmar “Trey”; CARPENTER, Andrew R. The relationship between automation complexity and operator error. *Journal of Hazardous Materials*, v. 159, n. 1, p. 135–141, 15 Nov. 2008.

THIBAUT, Michel. Contribuição da ergonomia em projetos de concepção e implantação de SDCD. In: DUARTE., Francisco.(Coord.) *Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo*. Editora Lucerna, Rio de Janeiro, 2002

R. Resnick, D. Halliday, e J. Merrill, *Fundamentos de Física, vol. 2 Gravitação, Ondas e Termodinâmica*, 7a ed., LTC. 2006

REINO UNIDO. *HSE CRR REPORT 166*. Disponível em: <http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/1998/crr98166.pdf>. Acesso em: 1 set. 2015.

ROGERS, Yvonne et aliae. *Interaction design*. John Wiley & Sons, 2000.

ROTHENBERG, Doug. *Alarm Management for Process Control - A Best-practice guide for design, implementation, and use of industrial alarm systems*. Versão dig ed.[S.l.]: Momentum Press, 2009.

SLESINGER, Reuben E. The Pace of Automation: An American View. *The Journal of Industrial Economics*, v. 6, n. 3, p. 241–261, jun. 1958. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/2097634>>. Acesso em: 9 set. 2014.

STANTON, N. Alarm Initiated Activities in STANTON, N. *Human Factors in Alarm Design*. PA,USA: Taylor e Francis, 1994

STANTON, N. BOOTH, R.T. STAMMERS, R.B. Alarms in Human Supervisory Control: A Human Factors Perspective. *Int. J Computer Integrated Manufacturing*. Vol.5 No.2. 1992

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA. Matriz Energética Nacional Disponível em <http://www.ons.org.br/institucional_linguas/o_que_e_o_ons.aspx>. Acessado em 08 Set 2012

USA. *Pipeline Safety: Control Room Management/Human Factors*. Federal Register. [S.l: s.n.], 2010

Apêndice – Levantamento Bibliográfico

Para construir um referencial teórico representativo do estado-da-arte foram realizadas as seguintes buscas:

1) Site de periódicos da CAPES:

No campo ASSUNTO, utilizadas as palavras-chave “alarm management” + “SCADA” e “alarm management” + “supervisório”.

Optou-se por não restringir a busca por periódicos revisados por pares, objetivando ter acesso a experiências corporativas. O resultado da busca foi combinado, eliminando as ocorrências duplicadas, com um total de 61 ocorrências.

2014 PE events.(ENVIRO NEWS)(Calendar). *Pollution Engineering*, v. 45, n. 12, p. 12, 2013.

AISight for SCADA introduces real-time sensor monitoring.(Tech Notes: Product Development)(supervisory control and data acquisition). *Pipeline & Gas Journal*, v. 241, n. 7, p. 159, 2014.

Alarm management.(Computers&Software). *Engineered Systems*, v. 28, n. 12, p. 51, 2011.

ALDAY, Charles; TERRANOVA, Michele. Human factors and pipeline safety: PHMSA proposed rule.(Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration). *Pipeline & Gas Journal*, v. 236, n. 4, p. 38, 2009.

ANÔNIMO. AISight For SCADA Introduces Real-Time Sensor Monitoring. *Pipeline & Gas Journal*, v. 241, n. 7, p. 159, 2014.

ANÔNIMO. What's New In Security, Communications, SCADA, Measurement and Buildings. *Pipeline & Gas Journal*, v. 233, n. 2, p. 42–44, 2006.

ARAÚJO, Estevão Veloso. *Gerenciamento de alarmes em plantas industriais: conceitos, normas e estudo de caso em um forno de reaquecimento de blocos*. 2010. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

AVOURIS, N. M. M. Abstractions for operator support in energy management systems. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, v. 23, n. 5, p. 333–341, jun. 2001. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142061500000752>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

BERNER, L. *et al.* Integrated approach to urban facilities maintenance and alarm management. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 19, n. 3, p. 201–206, maio 1995.

BLANKINSHIP, Steve. SCADA control and monitoring becomes more sophisticated.(Supervisory Control and Data Acquisition). *Power Engineering*, v. 109, n. 7, p. 64, 2005.

BREDESON, Jeffrey; SALA, Dario; WEDDLE, Greg. Integrating BMS and PCS systems in the GxP environment: there are many ways to integrate building management and process control systems. One size does not fit all.(Systems Integration)(building management system)(process control system)(Cover Story). *Biopharm International*, v. 18, n. 2, p. 44, 2005.

BYRD, W R “Bill”. New control room management regulations require structured management approach. *Pipeline & Gas Journal*, v. 237, n. 2, p. 32, 2010.

CHAN, Christine; IDEM, Raphael; TONTIWACHWUTHIKUL, Paitoon. *Guest editors’ introduction. Engineering Applications of Artificial Intelligence*. [S.l.: s.n.]. , 2007

CHEN, Jessie; BARNES, Michael. Supervisory Control of Multiple Robots: Effects of Imperfect Automation and Individual Differences. *Human Factors*, v. 54, n. 2, p. 157–174, 2012.

CONE, A. Take a closer look at your alarm management system. *Plant Engineering*, v. 64, n. 1, p. A6–A9, 2010.

Control/data acquisition software.(TECHNOLOGY SOURCEBOOK). *Food Engineering*, v. 87, n. 1, p. 44, 2015.

COOKE, Nancy J; FERRIS, Thomas K; SARTER, Nadine. Continuously Informing Vibrotactile Displays in Support of Attention Management and Multitasking in Anesthesiology. *Human Factors: The Journal of Human Factors and Ergonomics Society*, v. 53, n. 6, p. 600–611, 2011.

CORERA, Jose; LARESGOITI, Inaki; JENNINGS, Nick. Using Archon, Part 2: Electricity transportation management. *IEEE Expert*, v. 11, n. 6, p. 71–79, 1996.

Data logging and supervisory control module. *Scientific Computing & Instrumentation*, v. 18, n. 3, p. 57, 2001.

Enhanced SCADA alarm management using machine learning. *Pipeline and Gas Journal*, v. 241, n. 1, 2014. Disponível em:
<<http://www.pipelineandgasjournal.com/enhanced-scada-alarm-management-using-machine-learning>>.

FERERRO, Jim. Integrating leak detection into SCADA systems. *Pipeline & Gas Journal*, v. 239, n. 10, p. 72, 2012. Disponível em:
<<http://www.pipelineandgasjournal.com/integrating-leak-detection-scada-systems>>.

FINNAN, Kevin. SCADA systems deserve and are earning central security role. (Pipeline Security). *Pipeline & Gas Journal*, v. 229, n. 4, p. 77, 2002.

GE Fanuc Intelligent Platforms Launches Proficiency HMI/SCADA iFIX 5.0 Featuring Next-Generation Visualization and Real-Time Information Management. Biotech Week. [S.l: s.n.], 2008

GRANT, Mark. Deciphering 49 CFR 195.446 control room management regulations when choosing a SCADA system.(Petroleum Liquids Pipelines)(Supervisory Control and Data Acquisition Systems)(Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration). *Pipeline & Gas Journal*, v. 238, n. 2, p. 26, 2011.

Graphical software for power monitoring/control.(Product Focus: Computer Controlled Equipment). *Pollution Engineering*, v. 41, n. 7, p. 53, 2009.

GUPTA, A *et al.* Intelligent Alarm Management Applied to Continuous Pharmaceutical Tablet Manufacturing: An Integrated Approach. *Ind. Eng. Chem. Res.*, v. 52, n. 35, p. 12357–12368, 2013.

GUROV, S V; HABAROV, S P; UTKIN, L V. Safety analysis of a multi-phased control system. *Microelectronics Reliability*, v. 37, n. 2, p. 243–254, 1997.

HALE, Shane. Hydrocarbon dew point measurement using gas chromatographs. *Pipeline & Gas Journal*, v. 240, n. 2, p. 66, 2013.

HAMDAN, Intan Munirah; REKLAITIS, Gintaras V; VENKATASUBRAMANIAN, Venkat. Real-time exceptional events management for a partial continuous dry granulation line. *Journal of Pharmaceutical Innovation*, v. 7, n. 3-4, p. 95–118, 2012.

HEINERT, Bob; GRIEM, Paul. GPS-based time synchronization improves plant reliability. *Power Engineering*, v. 107, n. 8, p. 38–42, 2003.

IKUMA, Laura H *et al.* A guide for assessing control room operator performance using speed and accuracy, perceived workload, situation awareness, and eye tracking. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 32, p. 454–465, 2014.

KENDALL, G M. Srp founders prize 1997. *Journal of Radiological Protection*, v. 18, n. 2, p. 141–158, 1998.

KHOUKHI, Amar; KHALID, Mohamed H. Hybrid computing techniques for fault detection and isolation, a review. *Computers and Electrical Engineering*, v. 43, p. 17–32, 2015.

KOSTOPOULOS, George K. Cyberterrorism: The Next Arena of Confrontation. *Communications of the IBIMA*, v. 6, n. 25, p. 165–169, 2008.

LEPREE, Joy. Say good-bye to old-school centrifuges: more modern equipment provides increased efficiency, flexibility and safety.(Newsfront). *Chemical Engineering*, v. 119, n. 1, p. 19, 2012.

LIU, Cheng-Li; SU, Kuo-Wei. A fuzzy logical vigilance alarm system for improving situation awareness and trust in supervisory control. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, v. 16, n. 4, p. 409–426, 2006. Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com.ez29.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1002/hfm.20056/abstract>>.

MALLEY, Edmund. Rex Hospital gets a power system upgrade. *Consulting-Specifying Engineer*, v. 50, n. 11, p. n, a, 2013. Disponível em: <<http://www.csemag.com/single-article/rex-hospital-gets-a-power-system-upgrade/4c970f2c23e7e62a3d32baa466077d27.html>>.

MCARTHUR, S *et al.* Application of model based reasoning within a decision support system for protection engineers. *IEEE Transactions on Power Delivery*, v. 11, n. 4, p. 1748–1754, 1996.

MICHALSKI, Mark. Company grows pipe line and storage empire with progressive control system. (Enbridge SCADA Success).(Enbridge Pipelines Inc., supervisory control and data acquisition). *Pipeline & Gas Journal*, v. 230, n. 2, p. 25, 2003.

NEW PRODUCTS.(News Briefs). *Wireless Design & Development*, v. 9, n. 2, p. 6, 2001.

NI LabView 8 debuts.(News). *Machine Design*, v. 77, n. 21, p. 35, 2005.

NIMMO, Ian *et al.* Future of supervisory systems in process industries: Lessons for discrete manufacturing. *Annual Reviews in Control*, v. 23, p. 45–52, 1999.

P., Stankov Stanko; STANKOV, Sp; P., Stankov Stanko. Modern control of mineral wool production process. *Hemijaska Industrija*, v. 67, n. 2, p. 375–384, 2013.

PAI, Prasad. Alarm management life cycle provides process insight. *Plant Engineering*, v. 62, n. 4, p. 53, 2008.

PINKHAM, Alexander. Effective alarm management requires planning, maintenance: ISA 18.2 specification offers a roadmap to successful implementation.(Automation Solutions). *Plant Engineering*, v. 66, n. 4, p. 39–42, 2012.

Pipeline Safety: Control Room Management/Human Factors. Federal Register. [S.l.: s.n.], 2010

RAMSAY, B.; HASAN, K.; MOYES, I. Electric power system alarm management with an OOP toolkit. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, v. 8, n. 4, p. 461–467, ago. 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/095219769500018V>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

ROESSLER, Daniel. Involving controllers to support SCADA migration success. *Pipeline & Gas Journal*, v. 241, n. 2, p. 74, 2014. Disponível em: <<http://pipelineandgasjournal.com/involving-controllers-support-scada-migration-success>>.

ROESSLER, Daniel. Recognizing benefits of pipeline alarm management. *Pipeline & Gas Journal*, v. 239, n. 12, p. 70, 2012. Disponível em:

<<http://www.pipelineandgasjournal.com/recognizing-benefits-pipeline-alarm-management>>.

ROTHENBERG, Douglas H; TREAT, Russel W; BARTLE, Ardis. Impact of new PHMSA control room management rules: a review of the amended 49 CFR Parts 192 and 195.(Pipeline Inspection, Protection, Enforcement and Safety Act of 2006). *Pipeline & Gas Journal*, v. 237, n. 4, p. 58, 2010.

Ruselectric keeps it real-time with custom monitoring software.(POWER GENERATION). *Diesel Progress North American Edition*, v. 72, n. 11, p. 36, 2006.

SABELLI, FRANK; THORSLAND, CRAIG. FULL-SCALE SCADA INTEGRATES COGEN CONTROL. *Power Engineering*, v. 104, n. 3, p. 40, 2000.

SCADA controls for water and wastewater.(Casebook)(supervisory control and data acquisition). *Pollution Engineering*, v. 36, n. 3, p. 38, 2004.

SHARE, Jeff. Automation software finds a home in pipelines.(Q&A: Executive Profile). *Pipeline & Gas Journal*, v. 240, n. 5, p. 132, 2013.

SHIN, D.I I *et al.* Web-based remote monitoring of infant incubators in the ICU. *International Journal of Medical Informatics*, v. 71, n. 2-3, p. 151–156, set. 2003.

Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505603000959>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

Software For Scientists.(Brief Article). *R & D*, v. 43, n. 2, p. 31, 2001.

SRINIVASAN, Rajagopalan *et al.* A framework for managing transitions in chemical plants. *Computers and Chemical Engineering*, v. 29, n. 2, p. 305–322, jan. 2005.

Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0098135404002868>>. Acesso em: 12 mar. 2015.

STAFF. Automation software suite.(Information management software)(Brief article). *Plant Engineering*, v. 60, n. 11, p. 82, 2006.

STANIC, Sava *et al.* Active monitoring and alarm management for fault localization in transparent all-optical networks. *IEEE Transactions on Network and Service Management*, v. 7, n. 2, p. 118–131, 2010.

STYRON, Jason. Seeing (infra)red for improved quality control. *Machine Design*, v. 81, n. 13, p. 64–66, 2009.

TANAKA, Kenji. Reliable design of safety monitoring systems accounting for the uncertainty zone. *Reliability Engineering and System Safety*, v. 48, n. 2, p. 75–84, 1995.

TEREZINHO, Fabio. Managing alarms effectively: many SCADA systems have built-in features that can be used to improve alarm handling, operator response times, and root cause analysis.(Automation Solutions). *Plant Engineering*, v. 67, n. 4, p. 36, 2013.

THOMAN, Paul; MEHTA, Mayank; BOWERS, Alicia. Intelligent control room management for oil and gas pipeline safety. *Pipeline & Gas Journal*, v. 238, n. 11, p. 54, 2011. Disponível em: <<http://www.pipelineandgasjournal.com/intelligent-control-room-management-oil-and-gas-pipeline-safety>>.

TREAT, Russel; BARTLE, Ardis. New regulations drive expanded SCADA curriculum. *Pipeline & Gas Journal*, v. 236, n. 9, p. 65, 2009.

WALLNER, Barry; WHITMORE, Bob. Intelligent power in the network. (Intelligent Power System). *Telephony*, v. 229, n. 17, p. 42, 1995.

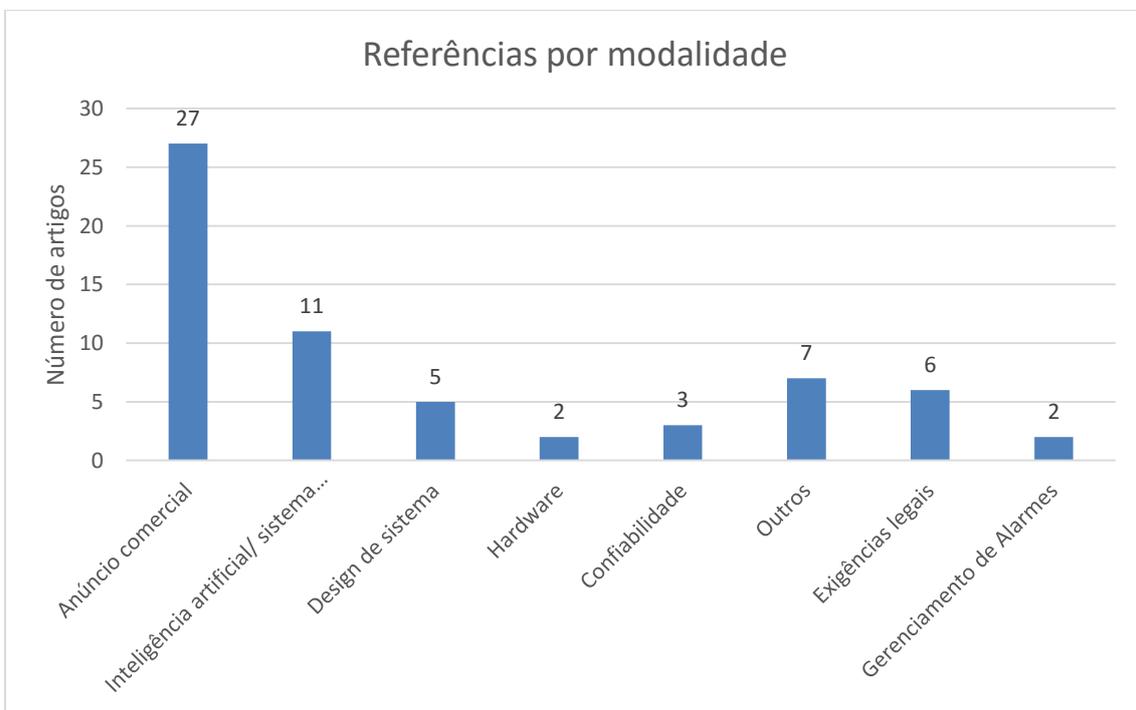
YAO, Albert W L; KU, C H. Developing a PC-based automated monitoring and control platform for electric power systems. *Electric Power Systems Research*, v. 64, n. 2, p. 129–136, 2003.

ZHOU, Zhiwei *et al.* Design and development of a device management platform for EAST cryogenic system. *Fusion Engineering and Design*, v. 89, n. 5, p. 595–599, 2014.

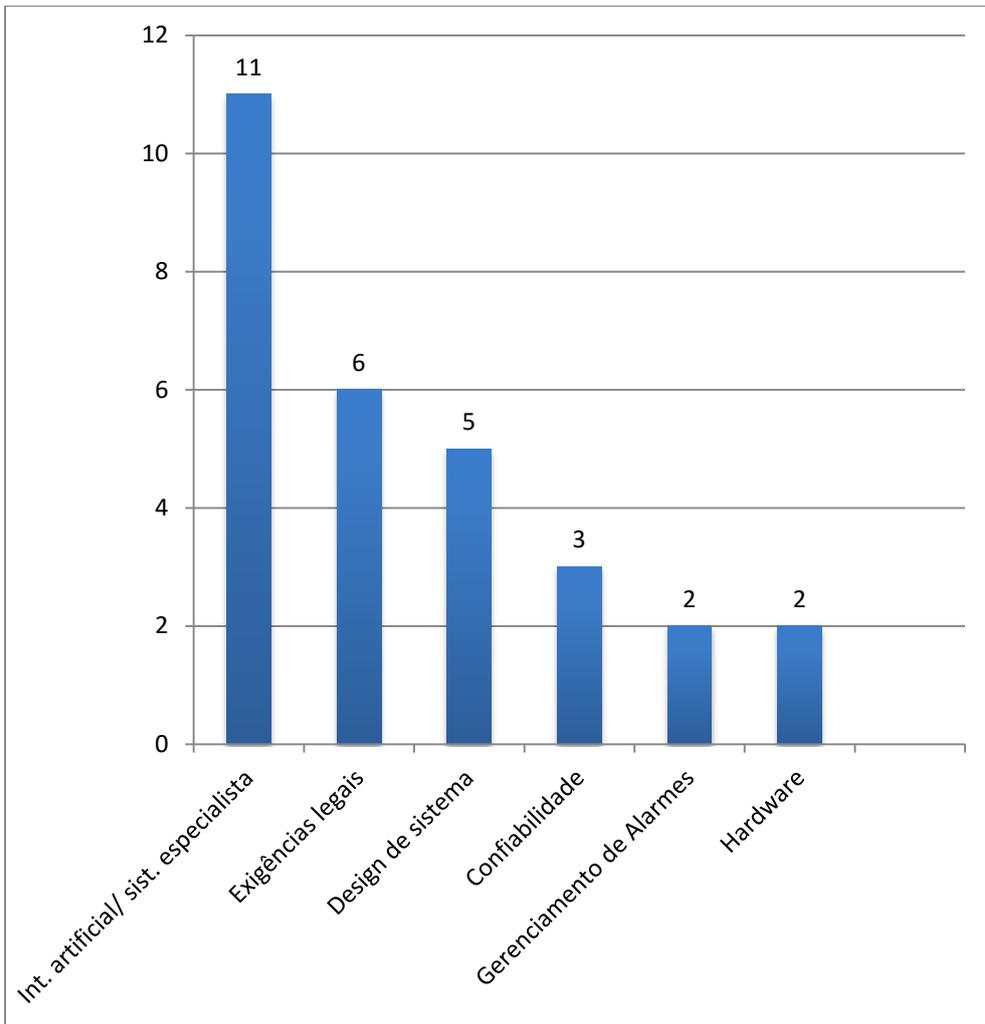
Todos os retornos foram classificados mediante análise do seu resumo nas seguintes categorias.

Categoria	Descrição
Comerciais	Artigos que apresentavam produtos ou serviços relacionados ao gerenciamento de alarmes.
Int. artificial/ sist. especialista	Artigos que tratavam sobre proposta ou implementação de sistemas de apoio a decisão , filtragem ou supressão de alarmes.
Exigências legais	Material que faz referencia à exigências legais sobre gerenciamento de alarmes.
Design de sistema	Artigos que apresentam design de sistemas supervisórios com sistemas de alarmes.
Confiabilidade	Artigos que abordam a confiabilidade de sistemas de alarmes, do ponto de vista de hardware quanto de uso.
Gerenciamento de Alarmes	Referenciam ao gerenciamento de alarmes como definidos no cap X
Hardware	Apresentam proposta ou implementação de sensores ou outras tecnologias de hardware com possível desdobramento no gerenciamento de alarmes.
Outros	Artigos que não abordam questões correlatas ao gerenciamento de alarmes, ou não puderam ser lidos (língua eslava)

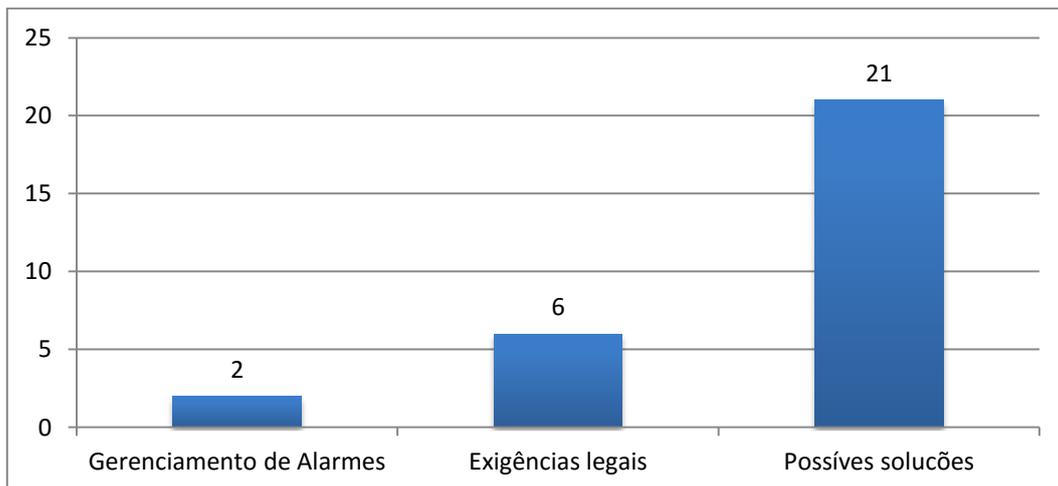
Segue a distribuição dos artigos por ano e categoria.



Removendo as categorias de anúncio comercial e outros – por não contribuírem para a geração de conhecimento científico sobre o assunto, temos a seguinte distribuição.



Agrupando todas as categorias, exceto ‘Gerenciamento de Alarmes’ e ‘Exigências legais’ numa terceira chamada ‘Possíveis soluções’ – levando em consideração sua aplicação num contexto maior do Gerenciamento de alarmes do que sua aplicação imediata, temos o seguintes números:



Os resultados sugerem que o Gerenciamento de Alarmes enquanto processo corporativo não tem muita atenção da Academia, que orienta seus esforços em soluções tecnológicas.

Banco de teses da CAPES: Utilizadas as palavras chave “Gerenciamento de Alarmes”. Obteve-se os seguintes retornos:

<p>ARAUJO, JULIANO RAFAEL SENA DE. MÉTRICAS DE DESEMPENHO PARA SISTEMA DE ALARMES DE PROCESSOS INDUSTRIAIS ' 01/07/2011 70 f. MESTRADO ACADÊMICO em ENGENHARIA ELÉTRICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE , NATAL Biblioteca Depositária: BCZM</p>
<p>CORREA, SAND LUZ. DETECÇÃO ESTATÍSTICA DE ANOMALIAS DE DESEMPENHO EM SISTEMAS BASEADOS EM MIDDLEWARE ' 01/04/2011 1 f. DOUTORADO em INFORMÁTICA Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO , RIO DE JANEIRO Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL</p>
<p>FRANCO, BRUNO CHAVES. PLANEJAMENTO ECONÔMICO DE GRÁFICOS DE CONTROLE X PARA MONITORAMENTO DE PROCESSOS AUTOCORRELACIONADOS ' 01/06/2011 110 f. MESTRADO ACADÊMICO em ENGENHARIA MECÂNICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE EST.PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO/GUARAT. , GUARATINGUETÁ Biblioteca Depositária: FEG-UNESP</p>
<p>HAAS, GUILHERME RODRIGUES. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAÇÃO DE LEITOS HOSPITALARES ' 01/03/2012 53 f. MESTRADO ACADÊMICO em ENGENHARIA ELÉTRICA Instituição de Ensino: PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL , PORTO ALEGRE Biblioteca Depositária: BIBLIOTECA CENTRAL DA PUCRS</p>
<p>NETO, ALAELSON DE CASTRO JATOBA. APROVISIONAMENTO DINÂMICO DE CAMINHOS ÓTICOS EM REDES DE TRANSPORTE ÓTICA G.709 CONTROLADAS POR GMPLS E COM RESTRIÇÕES DE CAMADA FÍSICA ' 01/08/2011 97 f. MESTRADO ACADÊMICO em ENGENHARIA DA INFORMAÇÃO Instituição de Ensino: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC , SANTO ANDRÉ Biblioteca Depositária: UFABC</p>
<p>SANTOS, DANIELA REVEZ DOS. DESENVOLVIMENTO DE UM MÉTODO PARA MELHORIA DOS ALARMES DE PROCESSO DE UMA INDÚSTRIA QUÍMICA UTILIZANDO CONCEITOS STP E SEIS SIGMA ' 01/03/2011 88 f. MESTRADO PROFISSIONAL em ENGENHARIA MECÂNICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ , TAUBATÉ Biblioteca Depositária: ENGENHARIA MECÂNICA</p>

Google: utilizadas as palavras-chave “gerenciamento de alarmes” + “tese” OU “dissertação”. Os retornos foram avaliados por leitura do resumo.

<p>Leitão, Gustavo Bezerra Paz. Algoritmos para análise de alarmes em processos petroquímicos / Gustavo Bezerra Paz Leitão. - Natal, RN, 2008.</p>
<p>Almeida, André Lucena de. Gerenciamento de alarmes em plataformas marítimas de produção de hidrocarbonetos: metodologia e estudo de caso / André Lucena de Almeida. – Natal, RN, 2011.</p>
<p>Araújo, Juliano Rafael Sena de Métricas de desempenho para sistema de alarmes de processos industriais / Juliano Rafael Sena de Araújo. – Natal, RN, 2011.</p>
<p>AGUIAR, LEANDRO PFLEGER DE. DESCOBERTA DE PADRÕES DE ALARMES REDUNDANTES COM TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS E REDES COMPLEXAS. UFMG, 2010</p>

Pesquisando no google.com por “alarm management”, encontram-se muitos *white papers*, apresentações em slides e similares tratando sobre o assunto – a maioria de fontes corporativas.