

SISTEMA ASPERSÃO USADO COMO MÉTODO PARA CONTROLE DA EMISSÃO DE POEIRA DE MILHO E SOJA EM UM TERMINAL DE EXPORTAÇÃO

PIMENTEL, Jarlison Barbosa¹

KRÜGER, Suewellyn²

RESUMO

O presente artigo apresenta uma proposta para implementação de um equipamento de aspersão de óleo no processo de movimentação de grãos de milho e soja em um terminal de exportação, para a redução da emissão de particulados que são gerados a partir do processo produtivo. Buscou-se a realização de análise técnica dos equipamentos já utilizados no sistema para a redução da emissão dos particulados e apresentar a proposta de um equipamento novo, que não tem como objetivo a substituição dos equipamentos já utilizados, mais sim a implementação de um equipamento que irá somar o trazer maior confiabilidade para todo o sistema de controle de emissão de poeira. Para tanto, foram realizadas análises dos projetos, manuais, e procedimentos operacionais dos equipamentos, além da realização de entrevistas informais com operadores e técnicos que possuem conhecimento aprofundado dos equipamentos existentes. Quanto ao novo equipamento, foram analisadas as características que tornam o equipamento diferente, além da avaliação do equipamento em funcionamento e os resultados obtidos. Conclui-se que os objetivos da pesquisa foram alcançados, uma vez que após todos os fatos e dados terem sido analisados, o equipamento foi integrado efetivamente ao sistema de controle de poeira e atualmente apresenta resultados satisfatórios para o fim ao qual fora projetado.

Palavras-chave: Aspersão. Particulados. Milho. Soja. Sistema.

¹ Bacharelado em Engenharia de Produção e Técnico em segurança do trabalho na empresa Cargill Agrícola SA.

² Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas pela PUCPR e Professora Orientadora no Centro Universitário Internacional UNINTER

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos no Brasil tem vivenciado um marco histórico no cenário mundial do tão já consolidado, porém, evolutivo mercado do agro, sobretudo na produção de milho e soja. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, divulgados em maio de 2021, a produção de grãos para o ano de 2021 estava estimada em 271,7 milhões de toneladas, o que representa um aumento de cerca de 5,7% ou 14 milhões de toneladas em relação as safras de 2019 e 2020 (CONAB, 2021).

Conseqüentemente com o aumento da produtividade agrícola, as movimentações de grãos, que consistem normalmente em transporte, movimentações internas, estocagem e exportação, tem se elevado concomitantemente. Uma das grandes preocupações atreladas ao processo industrial agrícola, tem sido o aumento da emissão de particulados vegetais lançados no ar, que surgem como consequência da elevação da movimentação dos grãos.

Por sua vez, a emissão descontrolada desses particulados (pó da soja e milho), podem comprometer a qualidade do ar, causar danos à saúde dos colaboradores da indústria e comunidades vizinhas às instalações que realizam elevação de grãos (BARBOSA, 2015). Da mesma forma, quando em algumas condições específicas, os particulados de milho e soja em suspensão podem oferecer riscos ainda mais drásticos, como explosões e incêndios (SÁ, 2015).

Essa tem sido a realidade vivenciada nos últimos anos em um terminal de exportação localizado da cidade de Santarém – Pará, terminal esse que compõe os portos de exportação da região conhecida como arco norte. Logo após um projeto de expansão, ocorrido em 2015, o nível de emissão de particulado provocado pelas operações do terminal, tem aumentado significativa e negativamente.

Como resposta a esse cenário negativo vivenciado pela empresa, o objetivo geral deste artigo é implementar um sistema novo para controle da emissão de particulados de soja e milho gerados pela empresa atualmente, em complemento ao sistema existente.

Como objetivos específicos para se alcançar os resultados esperados e propostos pelo artigo, pode-se destacar:

- i. Apresentar os processos operacionais da empresa e os dados de emissão de particulados dos últimos anos;
- ii. Apresentar os modelos de sistemas de controle de poeira já utilizados pela empresa, destacando suas forças e fraquezas;
- iii. Apresentar o novo modelo a ser implementado em complemento ao sistema de controle de emissão de particulados gerados pela empresa;
- iv. Analisar os resultados obtidos nos primeiros meses de utilização do sistema;
- v. Apresentar as estratégias de melhorias levantadas a partir da análise dos dados obtidos nos primeiros meses de uso do sistema.

O projeto está estruturado basicamente em cinco seções: Seção 1 Introdução, já apresentada nos parágrafos anteriores; Seção 2 Conceitos básicos e fundamentos teóricos do projeto; Seção 3 Metodologia; Seção 4 Resultados e discursões; Seção 5 Considerações finais.

2 CONCEITOS BÁSICOS E FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO PROJETO

Este capítulo está dedicado a apresentar a base teórica utilizada para desenvolvimento do projeto e está fundamentada em artigos, livros, revistas e sites, especializados ou que possuem correlação com o tema do projeto.

2.1 PROCESSOS PRODUTIVOS DE GRÃOS X EMISSÃO DE PARTICULADOS

A produção de milho e soja tem aumentado exponencialmente nos últimos anos, apesar do cenário adverso que o mundo tem vivenciado com a pandemia do novo coronavírus. Só no Brasil a produção que hoje ocupa mais de 44 milhões de hectares de terra cultivada, está estimada em 288,61 milhões de toneladas para a safra 21/22 (CONAB, 21). Apesar desse cenário animador para os produtores agrícolas, o aumento da produção traz a grande preocupação com a emissão excessiva de particulados vegetais que se desprendem dos grãos durante o processamento. Um dado importante apresentado por Yoshida Maybank (1980), aponta que todo o particulado gerado a partir

da movimentação de grãos em uma instalação, corresponde a cerca de 0,1% a 0,5% do total da massa de grãos movimentados, em contrapartida o particulado inalável pode atingir cerca de 40% de toda a poeira gerada no processo. Esses dados solidificam a afirmação de que a emissão de particulados gerados a partir do processo de produção e movimentação de grãos podem acarretar prejuízos a qualidade do ar, a saúde dos colaboradores envolvidos no processo além das comunidades vizinhas às instalações e até mesmo riscos mais graves e catastróficos, como o de explosão e incêndios (BARBOSA, F DE SOUZA, 2015).

2.2 SISTEMAS DE CONTROLE DE EMISSÃO DE POEIRA

Para controle da emissão das poeiras vegetais, diversas são as tecnologias disponíveis, e um dos sistemas mais eficientes e utilizados atualmente, é o chamado filtro de mangas.

O filtro de manga é um equipamento industrial destinado ao controle de emissão de particulados, composto por elementos filtrantes do tipo manga de tecido especial poroso (BARBOSA, 2015). Os particulados permanecem retidos no interior das mangas enquanto o ar limpo é devolvido para o ambiente através dos bocais da parte superior do filtro (WINDTEC, 2021). Apesar dos custos elevados para a implementação de sistemas de filtros manga nos processos operacionais, os resultados positivos podem ser comprovados num curto espaço de tempo após a sua implementação (BARBOSA, 2015).

2.3 SISTEMA DE ASPERSÃO COMO CONTROLE PARA EMISSÃO DE PARTICULADO

A muito se tem buscado desenvolver novas tecnologias, ferramentas e estudos com foco na redução da emissão de particulados, seja para garantir o atendimento às legislações pertinentes ou para reduzir os riscos relacionados a saúde e integridade física das pessoas expostas, além dos riscos de perdas estruturais (MELLO, 2009).

Com isso novas tecnologias vêm sendo apresentadas, com o intuito de reduzir a emissão de particulados. Paralelamente, um novo sistema tem ganhado espaço no mercado, trata-se do sistema de aspersão de óleo ou glicerina, que apresenta

características distintas quando comparado ao filtro de manga, uma vez que dispõem de um sistema que realiza a aspersão de óleo sobre a massa de grãos mantendo assim o particulado afixado no próprio grão não permitindo o seu desprendimento para o ar (NCC Equipamentos, 2015).

2.4 ANÁLISE DE RESULTADOS DE PROJETOS

O processo de avaliação de resultados de um projeto possui grande importância para a garantia de êxito com o que almeja, uma vez que busca identificar, através de meios técnicos, se os objetivos determinados na fase de planejamento foram atingidos e se os benefícios superam o valor investido no projeto (MORAES e LAURINDO, 2010).

Por se tratar de um sistema que apresenta um conceito novo, em relação aos equipamentos já utilizados atualmente no mercado, assim como todos os projetos de novos equipamentos, o sistema de aspersão necessita de avaliação e levantamento de oportunidades de melhoria, dado ao fato do baixo histórico de implementação desse modelo de sistema de controle (NCC Equipamentos, 2015).

2.5 ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DE PROJETOS

O desenvolvimento de um novo produtos ou processos é, sem dúvidas, uma das etapas mais importante para a garantia de uma maior confiabilidade e competitividade da empresa, nesse sentido a inovação fala mais alto, em contrapartida vale ressaltar que em sua maioria, o novo não “nasce” perfeito e sem dúvidas ao longo de seu processo de implementação irá necessitar de adequações que culminem, ao final, na retirada de melhores resultados do projeto. Neste sentido, pode se dizer que o pós-projeto é uma fase de grande importância para o desenvolvimento de novos produtos, processos, portfólios, dentre outros. Nesta fase são analisados se os resultados obtidos são condizentes com os valores investidos, assim como é realizada a busca por oportunidade que possam melhorar o projeto final e dessa forma possa atingir efetivamente seus objetivos (OLIVEIRA, 2012).

3 METODOLOGIA

Pretende-se desenvolver uma pesquisa de natureza aplicada, com a apresentação de um problema específico (controle da emissão de particulados), onde serão apresentados dados quantitativos das emissões de particulados para justificar a necessidade de uma melhoria no controle da emissão, com base nesses dados objetiva-se determinar a prescrição de uma solução para o problema levantado. Por fim, como procedimentos técnicos, a pesquisa possui característica prática/experimental, uma vez que irá analisar os resultados obtidos com a implementação do novo sistema proposto.

A pesquisa está dividida em 5 (cinco) etapas cruciais, tendo a sua própria metodologia cada, sendo elas:

- 1) Apresentar o fluxo operacional e índices de emissão de particulados. Para o levantamento serão usados dados dos últimos anos, registrados pelo setor de meio ambiente e operação da empresa, além de entrevistas com a equipe técnica do setor de operações e de meio ambiente da empresa.
- 2) Apresentar os modelos de equipamentos de controle de emissão de poeira já utilizados pelo terminal. A apresentação será desenvolvida com base nos documentos, manuais, normas técnicas e até mesmo estudos realizados para cada modelo equipamento, além da realização de entrevistas com os técnicos da manutenção, operadores dos equipamentos e outros profissionais que atuam na área.
- 3) Apresentar o novo modelo para controle da emissão de particulados proposto a ser implementado. Esta etapa será desenvolvida com base nos detalhes técnicos contidos no projeto do fabricante, nos manuais, normas técnicas do equipamento, entrevistas com os técnicos dos setores e meio ambiente e operação da empresa, responsáveis pelo gerenciamento do sistema.
- 4) Analisar os resultados obtidos nos primeiros meses de utilização do sistema. A análise será realizada com base em um estudo desenvolvido pela própria empresa fabricante do equipamento.
- 5) Apresentar as estratégias de melhorias levantadas a partir da análise dos dados obtidos nos primeiros meses de uso do sistema. O levantamento para a

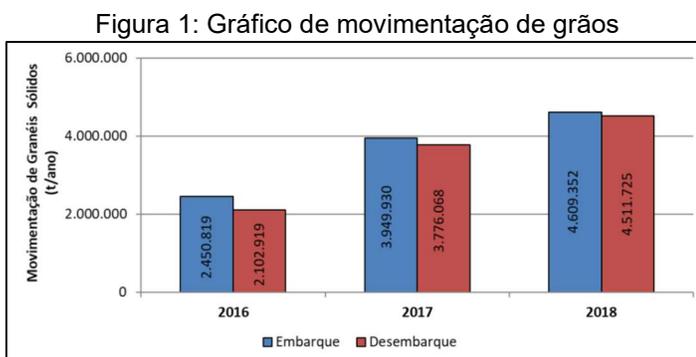
apresentação, será realizado com base no estudo desenvolvido pela empresa fabricante do equipamento.

Todos os resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto, contido nas etapas acima, estão detalhados no item 4 Resultados e Discussões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A qualidade do ar é um tema bastante abrangente e de grande relevância para a questão ambiental e para a saúde pública. As condições da qualidade do ar em uma região estão relacionadas a fatores complexos diversos. Entretanto, algumas atividades industriais contribuem significativamente a alteração da qualidade do ar. Em especial este artigo destaca a emissão de particulados gerados a partir da movimentação de grãos (milho e soja).

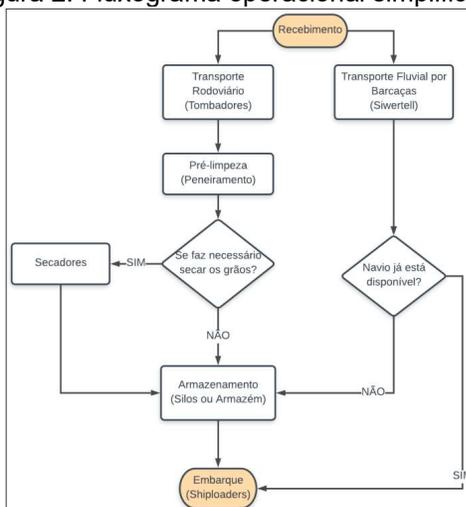
As instalações onde a pesquisa fora realizada, faz parte deste setor industrial. A empresa iniciada em 2003, hoje possui uma capacidade para movimentar (exportar), até 5.000.000t ao ano, graças a uma expansão realizada em 2015. Os números representados na Figura 1, consolidam essa afirmativa, trazendo dos dados das movimentações de 2016, 2017 e 2018.



Fonte: Inventário de emissões

De maneira resumida, o escopo das atividades operacionais da instalação corresponde à descarga de grãos provenientes de barcaças e caminhões e o carregamento de navios graneleiros, este fluxo operacional está descrito na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma operacional simplificado



Fonte: Inventário de emissões atmosféricas

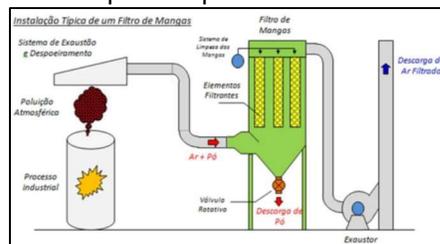
Todas as etapas do processo descrito no fluxograma acima, impactam na emissão de particulados gerados pela movimentação dos grãos. Um estudo realizado por uma empresa especializada entre 2018 e 2019, teve como foco a análise completa de cada etapa do processo e o seu nível de impacto referente a emissão de particulados no ar. A metodologia de avaliação dos níveis de emissão de particulados emitidos pela empresa, levou em consideração a massa de material particulado emitida (em gramas) em função das toneladas de grãos movimentadas. Os resultados do estudo apontam que a taxa máxima anual de emissão de particulados está entorno de 33,39 toneladas ao ano.

Por outro lado, se considerarmos o trabalho de Yoshida & Maybank (1980), que aponta o total de poeira gerado em atividades de um terminal de granel vegetal, como sendo em média algo entorno 0,5% da massa de grãos movimentados e que a fração de Particulado Inalável é equivalente a 0,1% da massa total do granel, teremos valores um pouco menores, se comparados ao estudo realizado. Fazendo uma reflexão sobre a afirmativa do último parágrafo e usando como base os dados de 2018 da Figura 1, teríamos que neste ano de 2018, o particulado emitido estaria entorno de 22,5 t. em contrapartida a fração inalável considerado os mesmos dados, estaria entorno de 4,5 t.

Seguindo no aspecto de apresentação dos controles existentes para a emissão dos particulados, destaca-se que a empresa pesquisa, dispunha anteriormente ao sistema de aspersão, basicamente 2 (dois) equipamentos distintos, sendo estes os chamados filtros de manga e filtros pontuais, descritos de maneira detalha da seguir.

Filtro de manga: Os chamados filtro de mangas, são equipamentos de controle de emissões que utilizam o princípio de filtração mecânica através de tecidos para reter os poluentes sólidos (particulados). O ar contendo o material particulado é coletado no processo de geração de emissão (por exemplo, tombadores, transferências, peneiras) por meio de dutos de aspiração. Este ar atravessa os elementos filtrantes, também chamados de mangas, os quais permitem que somente o ar livre de partículas seja lançado na atmosfera, a Figura 3 representa graficamente o fluxo operacional do filtro de manga. Este sistema possui elevada eficiência, principalmente para partículas maiores.

Figura 3: Esquema operacional do filtro manga



Fonte: Inventário de emissão de particulados

Filtro pontual: Também chamados de filtros inseríveis ou cartuchos, possuem um princípio de funcionamento similar aos filtros de manga, porém mais compactos. Seus elementos filtrantes são diferentes das mangas lisas dos filtros de manga convencionais, pois utilizam cartuchos plissados como elementos filtrantes, aos quais fornecem uma área de filtragem muito maior, em menor espaço. Os modelos usados pela empresa possuem um plano de manutenção preventiva e plano de inspeção realizada pela operação, onde são verificadas as condições do equipamento e substituição dos cartuchos filtrantes. A Figura 4 apresenta um modelo de filtro cartucho utilizado pela empresa.

Figura 4: Filtro inserível da correia CO3211C



Fonte: Acervo pessoal registrado nas instalações, 2022.

Outra característica do filtro pontual é que a devolução do material particulado coletado no filtro é feita no próprio ponto de captação, devolvendo o pó diretamente ao

processo. Na empresa, os filtros pontuais estão instalados estrategicamente nas transferências das correias. O principal ganho nessa estratégia se dá ao fato de que o particulado não é dispersado no ar, uma vez que o filtro está conectado diretamente na correia.

O sistema proposto para aumentar a eficiência do controle da emissão de particulados, resume-se a um equipamento que produz a aspersão de óleo vegetal ou glicerina diretamente no grão (milho e soja), impedindo que o particulado se desprenda durante o processo de movimentação.

O sistema foi instalado na unidade com objetivo de trazer maior eficiência para controle da emissão dos particulados gerados durante o processo produtivo, para tanto foram analisados quais pontos do fluxo operacional poderiam garantir maior eficiência para o funcionamento do sistema.

De forma detalhada, estão elencados a seguir, os detalhes técnicos do novo sistema, pontos de instalação e montagem dos componentes.

4.1. RESERVATÓRIOS DE ÓLEO VEGETAL/ GLICERINA

Foram instalados 2 (dois) reservatórios metálicos, fixados sobre bases de concreto, com capacidade para armazenar até 20m³ de carga estática cada, conforme apresentado na Figura 5. O abastecimento dos tanques com óleo vegetal ou glicerina ocorre periodicamente, tendo maior intensidade nos períodos de safra, quando ocorre 1 (um) abastecimento a cada 2 (dois) meses, ou conforme necessidade. Um dado importante a se destacar, é que com os reservatórios completamente cheios e estando os aspersores com a regulagem adequada, o sistema possui a capacidade para atender o carregamento de até 6 navios de 60.000t cada, esse dado demonstra a grande capacidade de controle da emissão de particulados que o sistema possui.

A alimentação dos tanques ocorre por meio de uma tubulação de 4", conectada a uma bomba centrífuga, tubulação esta, que durante o abastecimento é conectada ao mangote do caminhão tanque, onde a bomba centrífuga realiza a retirada do óleo do caminhão e deposita nos tanques. Por outro lado, a distribuição do óleo ocorre por meio de uma rede de tubulação de 2" que conecta os tanques aos pontos de aspersão.

Além dos tanques principais o sistema dispõe de 2 tanques pontuais, também denominados de tanques locais, posicionados próximo aos aspersores. Esses tanques possuem duas funções, a primeira delas é garantir a eficiência no controle da aspersão e, a segunda é servir como um reservatório de emergência, uma vez que pode ser abastecido manualmente.

Figura 5: Tanques de armazenagem do óleo



Fonte: Acervo pessoal registrado nas instalações, 2022.

4.2. SISTEMA DE BOMBEAMENTO

O sistema possui 2 (dois) conjuntos de bombas, responsáveis pelo abastecimento dos tanques principais e pelo abastecimento dos tanques locais, sendo elas: bomba de engrenagem, responsável pelo abastecimento dos tanques locais de 50L (características: 440V/ 2CV/ Flangeada 1"/ Motor weg classe B IP – 55/ Carcaça 100L/ FBE 1" C/ SELO); bomba centrífuga, responsável pelo abastecimento dos tanques de 20m³ (características: 440V/ 7,5CV/ Flangeada 2 ½/ Motor weg classe B IP – 55/ Rotor fechado ferro fundido/ MAS-21F).

4.3. INSTALAÇÃO DOS BICOS ASPERSORES

Conforme destacados em parágrafos anteriores, os bicos aspersores foram instalados pontos estratégicos do fluxo de movimentação dos grãos, visando garantir maior eficiência do sistema. O grande motivador para a escolha dos pontos de instalação, se deu ao fato destes locais serem o início dos processos de descarga de barcaça e carregamento de navios.

O primeiro ponto onde foram instalados os aspersores está localizado no chute do acionamento da correia transportadora (CO-3220), responsável por transportar o grão

descarregado das barcaças pelo sugador de grãos (*siwertell*). O grão que passa por essa correia poderá ter dois destinos, o primeiro e mais comum, é destinar o grão diretamente para o carregamento do navio, o segundo e menos utilizado, é enviar esse produto para armazenamento provisório. Seja qual for o destino o fato é que, uma vez que o produto passa pela correia (CO-3220), o grão é umedecido pelo óleo, atenuando assim a emissão do particulado ao longo de todo o fluxo de movimentação.

O segundo ponto de instalação dos aspersores está localizado no chute do acionamento da correia transportadora (CO-3207), responsável por transportar o grão dos silos e armazém até o navio. Essa correia está localizada em um túnel abaixo dos silos e armazém, por onde os grãos armazenados passam em destino ao navio. Por ser o início do processo de embarque pela área de armazenagem, uma vez que o sistema faz a aspersion do óleo sobre o grão, este seguirá por todo o fluxo de movimentação até o navio, com menor possibilidade de emissão de particulado.

Os bicos instalados em cada ponto, possuem duas mangueiras flexíveis de $\frac{3}{4}$ que estão conectadas ao um painel, sendo, uma mangueira responsável pelo transporte do óleo até o bico (mangueira transparente) e uma mangueira responsável pelo transporte do ar que realiza o processo de aspersion do óleo (mangueira na cor azul), conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6: Modo de instalação dos bicos



Fonte: Manual de instalação NCC

4.4. INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS DE ASPERSÃO

No fim da linha de óleo, trazida do tanque principal, foi instalada uma válvula esférica e logo em seguida um filtro, modelo “Y”, responsável por conter as sujidades transportadas ao longo da tubulação de óleo. Logo após o filtro “Y”, foi instalada uma

mangueira de $\frac{3}{4}$ ", com capacidade para 300 lbs, transparente (recomendação do fabricante), conectada ao tanque local/ pontual.

Interligando o tanque local ao painel aspersor, foi instalada uma mangueira de $\frac{3}{4}$ ", transparente, responsável por conduzir o óleo até o painel.

O painel está sendo alimentado, ainda, por uma rede de ar comprimido isento de água e óleo, com 6 bar de pressão, tendo no final da linha uma válvula esférica conectada a uma mangueira de PU com 12mm de diâmetro, interligada a um filtro regulador localizado do lado externo do painel.

Para interligação dos bicos aspersores, o painel dispõe de duas saídas para conexão das mangueiras, azul, para transporte do ar, e transparente, para transporte do óleo, conforme apresentado na Figura 7.

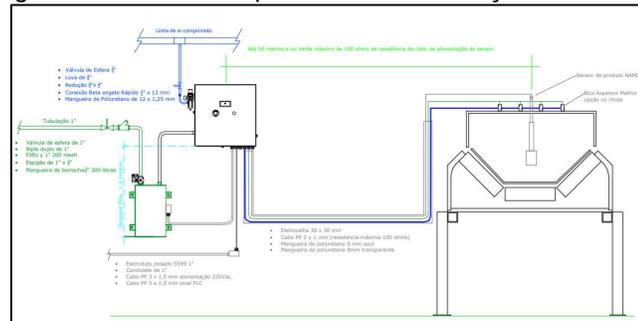
Figura 7: Conectores das mangueiras dos aspersores



Fonte: Manual de instalação NCC

O sistema dispõe, de um sensor tipo "PÁ", instalado sobre as correias transportadoras, tendo como objetivo detectar a passagem de produto, e assim garantir a aspersão automática do óleo sobre os grãos, além proporcionar maior confiabilidade para o sistema, uma vez que, conforme o aumento da passagem dos grãos o sensor aumenta o percentual de aspersão no produto. O sensor possui, basicamente dois fios que estão conectados a régua de bornes localizadas no painel aspersor, conforme destacada na Figura 8.

Figura 8: Desenho esquemático da instalação do sistema



Fonte: Detalhes de instalação NCC

4.5. INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO SISTEMA

No tanque estão localizados a válvula solenoide de enchimento e os níveis alto, baixo e muito baixo. O nível alto fecha a solenoide para a entrada de óleo, a nível baixo abre a solenoide e a muito baixo fecha os bicos, pois aconteceu algum problema no circuito de alimentação de óleo. Ao lado do painel existe um condutele com bornes interligado ao painel principal em sua respectiva numeração através de um cabo pp de 6 x 1,0 mm, conforme ilustrado na Figura 9.

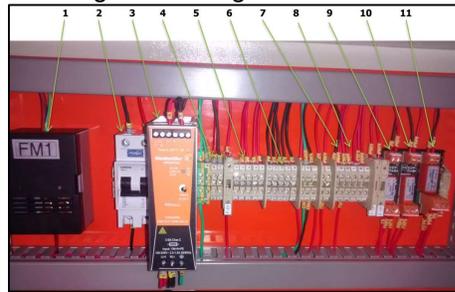
Figura 9: Imagem ilustrativa



Fonte: Manual de instalação

O painel aspersor foi dimensionado para trabalhar com a tensão de 220 V 60hz, no entanto o consumo máximo do equipamento é de 5 amperes apenas. A alimentação do sistema está distribuída por meio dos bornes R e S e o aterramento no borne verde, conforme representado na Figura 10, e destacado nos itens que seguem.

Figura 10: Régua de bornes



Fonte: Manual de instalação NCC

Os itens da régua de bornes correspondem à: 1. Filtro de Lina; 2. Disjuntor principal 220 Vca; 3. Fonte de alimentação 24 Vcc; 4. Alimentação 220 Vca R, S e terra; 5. 24 Vcc+ borne (4); 6. 24 Vcc- borne (3); 7. Interligações do tanque local bornes (4), (21), (41), (42), (43) e (3); 8. Interligações do sensor de produto (4) e (30); 9. Relé K1, Libera Ar/Óleo; 10. Relé K1, Libera Ar/Óleo; 11. Relé k2, Sinal Correia Rodando; Relé K3, nível/ Libera entrada de Óleo.

A Tabela 1, faz uma analogia considerando os meses de janeiro a março, comparando os resultados da emissão de particulados anteriores e posteriores à instalação do sistema de aspersão. A metodologia usada para análise dos dados coletados, está fundamentada na Compilação de Fatores de Emissão de Poluentes Atmosféricos, sendo esta, uma publicação que traz a relação completa de fatores de emissão de particulados, desenvolvida pela Agência Ambiental Norte Americana (US, EPA). Resumidamente a relação traz que, MP trata-se do Material Particulado Total gerado, MP10 se refere ao Material particulado com partículas inferiores a 10 micrometros e, MP2,5 destaca os Materiais Particulados com partículas inferiores a 2,5 micrometros.

Tabela 1: Dados comparativos de antes e depois da instalação do sistema

Mês	Emissão total mensal (t/mês) (COM sistemas de controle)			Emissão total mensal (t/mês) (SEM sistemas de controle)		
	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}	MP	MP ₁₀	MP _{2,5}
Janeiro	0,34	0,11	0,02	6,96	3,04	0,55
Fevereiro	2,70	0,80	0,15	37,82	15,45	2,81
Março	2,91	0,85	0,16	38,14	15,35	2,79

Fonte: Inventário de emissão de particulados

Após alguns meses da instalação do sistema, a empresa elaboradora do projeto e responsável pela instalação do sistema, em conjunto com o time local, realizou uma

avaliação detalhada do sistema onde foram levantadas algumas oportunidades de melhoria, destacadas nos itens a seguir.

- 1) No painel dos tanques principais, foi verificada a necessidade de instalação de uma chave de nível baixo para atuar quando o tanque atinge o limite mínimo aceitável para a coleta óleo.
- 2) Ainda no painel dos tanques principais, foi identificada a necessidade de realizar algumas interligações elétricas conforme determina o esquema elétrico do quadro, além instalação de infra para o pressostato do sistema.
- 3) Foi constatada a necessidade de instalação de algumas válvulas esféricas nas redes de tubulações de saída dos tanques principais, para controle e manutenções.
- 4) Foi identificada a necessidade de instalação de uma válvula esférica na entrada da bomba de captação do óleo e um mangote após esta válvula para conexão na saída do caminhão.

As demais constatações não foram pontuadas no relatório final, uma vez que foram corridas assim que constatadas. Vale ressaltar que, todas as observações registradas durante a análise técnica, foram corridas conforme o prazo estipulado nos planos de ações criados para gerenciar as adequações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como nos mais variados ramos de negócios, a produção agrícola tem aumentado significativamente ao logo dos últimos anos, com isso o setor comemora os resultados e as perspectivas futuras, assim como, aumenta a preocupação com a emissão de particulados. A proposta de se trazer um modelo diferenciado para o controle da emissão dos particulados na empresa pesquisada, visava garantir maior confiabilidade para o sistema de controle de emissão de particulados da instalação, o que se comprovou através dos números apresentados. A análise comprova ainda que o novo sistema somado aos controles já existentes na empresa, agregaram maiores resultados para o controle de emissão de particulados.

Vale ressaltar que neste artigo busca-se apresentar a proposta de um novo sistema para o controle da emissão de particulados gerados a partir da movimentação de grãos (milho e soja) em um terminal de exportação, logo, uma vez que o sistema se encontra instalado, funcionando em toda sua plenitude e, acima de tudo, tem apresentado resultados satisfatórios do controle da emissão de particulados, entende-se que o objetivo geral do artigo fora atingido. Contudo, a evolução é contínua, tanto em termos do aumento da produtividade, quanto a criação de novas tecnologias para o controle de emissão de particulados, com isso, recomenda-se a realização de novos estudos para a busca de tecnologias de controle mais avançadas para garantia da melhoria contínua do processo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. de S.; **APLICAÇÃO PARA CONTROLE DE EMISSÃO DE PARTICULADO SÓLIDO EM TERMINAIS DE DESCARGA DE SOJA**. 2015. 15p. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 4 quarto levantamento, janeiro. 2022.
- Filtro de manga: Como funciona, limpeza e manutenção. **Windtec Equipamentos industriais**, 2021. Disponível em: <<https://www.windtec.ind.br/blog/como-ter-boa-eficiencia-do-filtro-de-manga>>. Acesso em: 07, fevereiro de 2022.
- MELLO, A. C. **Avaliação de material particulado na recirculação de grãos de soja em silos**. 2009. 151 f. Dissertação (Pos-graduação em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2009.
- MORAES, R. O.; LAURINDO, F. J. B. **Avaliação de resultados de projetos de TI**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: ABEPRO, 2010. P. 2 – 6.
- OLIVEIRA, Camila Gushiken. **Análise da eficácia de melhorias implantadas na gestão de projetos de inovação de uma empresa química**. 2012. 92 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Produção de grãos tem previsão de aumento de 5,7%, chegando a 271,7 milhões t. **Companhia nacional de abastecimento - CONAB**, 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3989-producao-de-graos-tem-previsao-de-aumento-de-5-7-chegando-a-271-7-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 03, janeiro de 2022.

SÁ, Ary. Prevenção e Controle dos Riscos com Poeiras Explosivas R4. **DOC PLAYER**, 2015. Disponível em: <https://docplayer.com.br/1383622-Prevencao-e-controle-dos-riscos-com-poeiras-explosivas-r4.html#show_full_text>. Acesso em: 03 de janeiro de 2022.

Yin, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos** / Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi - 2.ed. -Porto Alegre: Bookman, 2001.

YOSHIDA, K. & MAYBANK, J. A. **Physical and environmental characteristics of grain dust**. In: DOSMAN, J. A. & COTTON, D. J (Ed.). **Occupational Pulmonary Disease**;

NCC Equipamentos Industriais: **Sistema de aspersão**. Santos SP: NCC equipamentos industriais LTDA, 2015. 8 p.