

CATEGORIA 2

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DE CABINE DE ASSOPRAMENTO

INTRODUÇÃO

De acordo com o dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, manutenção é a ação ou o efeito de manter. Assim, como o próprio nome indica, a manutenção envolve todos os procedimentos que são imprescindíveis para manter máquinas, instalações, equipamentos e todos os demais recursos requeridos na geração de um produto/serviço. Dentro da área de manutenção, acontecem procedimentos de limpeza para garantir eficiência e segurança na prestação de bens/serviços. A limpeza realizada por meio da aplicação de ar comprimido é conhecida na CPTM por assopramento e no Metrô consiste em um dos procedimentos da limpeza técnica realizadas no pátio Belém. O presente projeto tem o objetivo de analisar a viabilidade técnica da implantação de uma cabine de assopramento neste processo de limpeza buscando a melhoria no desenvolvimento sustentável das organizações metroferroviárias. Foram realizadas visitas a alguns locais da CPTM e no Metrô para verificar como o processo atual de assopramento vem sendo desenvolvido e como a cabine de assopramento poderia auxiliar na melhoria do processo. Além disso, foram consultados manuais de manutenção dos trens dentre outros documentos para realizar a construção do projeto da cabine de assopramento. Analisando o modelo existente no processo de assopramento, verificaram-se vários pontos que necessitam de melhorias com a finalidade de garantir que esse processo esteja adequado ao que é exigido atualmente pelo sistema de gestão ambiental presente dentro das instituições.

Assopramento

O método de assopramento (figura 1) consiste na retirada da poeira e demais detritos encontrados nos equipamentos pela aplicação de ar comprimido. Esta atividade requer a realização manual por um operador devidamente equipado com os EPI's obrigatórios e o uso de máquina de sopro, sendo que o ar comprimido utilizado pelo sistema vem de um compressor.

Figura 1 - Processo de assopramento



Fonte: Globoplay

O objetivo de aplicar o método de assopramento à manutenção preventiva de equipamentos, de modo geral, é aumentar a vida útil do equipamento e garantir sua funcionalidade, já que o processo de limpeza com ar comprimido é uma exigência do fabricante, afinal a sujeira e poeira afetam o desempenho dos componentes, com possibilidade de causar defeitos e quebras nos equipamentos.

Para elaboração deste projeto, realizamos uma pesquisa e apuramos que várias empresas como a CPTM utilizam o processo de assopramento em seus equipamentos. Seu uso pode ser encontrado na maioria dos países desenvolvidos e em

desenvolvimento. Encontramos o assopramento sendo utilizado em locomotivas de empresas ferroviárias de transporte de cargas na Índia. Em países (Estados Unidos, China) cuja malha ferroviária chega a atingir até 400km de túneis, o processo de limpeza é realizado por um trem de limpeza de túnel equipado com tecnologia de drive servopneumático. No Brasil, a Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) e a Via Mobilidade responsável pela linha 5 - Lilás utilizam-se do assopramento para aumentar a vida útil dos equipamentos e garantia de sua funcionalidade.

Para identificar quais são os problemas atuais no processo de assopramento foi necessário realizar visitas a locais que utilizam-se desse procedimento no processo de limpeza, foi definido visita ao abrigo de Presidente Altino da CPTM e a vala de sopra do Metrô.

Além disso, analisamos o que pede as normas ambientais e trabalhistas para que o projeto atendesse a todas as normas vigentes.

Visita Técnica Ao Abrigo Presidente Altino

Após visita realizada ao abrigo de manutenção de Presidente Altino em novembro de 2018, foram recolhidos dados do processo atual de assopramento que é feito neste local, visando observar suas funcionalidades e o espaço físico utilizado.

O ambiente possui um espaço próprio separado dos demais tipos de manutenções, não interferindo em outros procedimentos e obtendo um melhor aproveitamento do tempo das tarefas, sendo que nesse local o assopramento só é realizado no período noturno.

Contudo, foi analisado que devido ao ambiente ser aberto nas laterais (Figura 2) não há enclausuramento para o resíduo em forma de poeira produzido durante o

assopramento, neste local também possui o aspirador de pó industrial, mas mesmo com a sua utilização não garante que todo o pó gerado no processo seja recolhido de forma adequada.

Figura 2 – Linha de Assopramento de Presidente Altino e foto do aspirador industrial



Fonte: Arquivo Pessoal

Outros importantes aspectos observados foram em relação à parte da vala de assopramento e os seus arredores. Foi verificado que existe um acesso fechado, lateral à vala, o que inibe a entrada de pessoas não autorizadas.

Visita Técnica À Vala De Sopra Do Metrô

Em 13 de março de 2019, realizamos com o técnico responsável André Fernandes, uma visita à Vala de Sopra da Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) que fica localizada no pátio Belém. O objetivo da visita foi o mesmo especificado da Visita ao abrigo de Presidente Altino, ou seja, observar as funcionalidades e o espaço. O local possui um galpão fechado por portas móveis acionadas por meio de comando elétrico. Esse local é conhecido como vala de sopra. Além da vala de sopra, há outros

componentes presentes no pátio Belém que compõem o sistema de limpeza técnica: uma sala de compressores e vestiários para a equipe de limpeza técnica. Na sala de compressores, que fica na parte externa ao local onde se encontra a vala de sopra, é devidamente tratado o ar e colocado na pressão adequada para as tubulações. Foi nos informado da importância desse local para a garantia da qualidade do ar comprimido e respirável e seu monitoramento constante para que se obtenha a segurança adequada aos funcionários. Como veremos adiante, o ar tratado não é apenas para garantir que o profissional tenha ar de qualidade para respirar, já que também é utilizado ar para realizar condicionamento, ou seja, refrigeração na roupa utilizada no assopramento, garantindo mais conforto aos operadores. Uma das normas técnicas seguidas é a norma ABNT NBR 12543 que define os parâmetros que o ar tratado deve apresentar. A vala de sopra do metrô (Figura 3) é um ambiente fechado para contemplar os seis carros de uma composição que opera na empresa, local onde que recebe o ar das tubulações com as saídas de ar da sala dos compressores.

Figura 3 - Vala de Sopra do Pátio Belém do metrô



Fonte: Autoria Própria

Na figura anterior, podemos observar que o local é extenso, comportando todo o comprimento do trem do metrô em seu interior, além disso, existem plataformas que ficam no nível da cabine de passageiros e permitem que o processo de assopramento seja realizado em painéis elétricos existentes neste local. Além disso, verificamos as tubulações de ar comprimido na cor azul provenientes da sala dos compressores, bem como de mangueiras pneumáticas utilizadas no processo.

No Metrô, a limpeza técnica é um processo totalmente separado e único em relação aos demais níveis de revisão do trem, visto que no pátio Belém há a chegada de um trem por dia, em média, para que seja feito este processo, ela é realizada a cada 108.000 km percorridos pelo trem. Além disso, a limpeza técnica é mais detalhada, tendo em vista que são sopradas as composições mecânicas do trem (caixarias, motores de tração, truques e rodeiros).

Alguns cuidados precisam ser observados para o processo de sopra. Primeiramente, o trem entra na vala desenergizado à base de propulsão, ou seja, com o impulso dado pelo motor do trem, que está em determinada velocidade. Após o sopramento, o trem é retirado da vala por guincho.

Logo após inicia-se o processo de sopramento. São soprados, no máximo, por noite, 3 carros, em um processo que dura de 3 a 4 horas. O trabalho é realizado por uma equipe de 4 quatro pessoas, divididas entre mecânicos e eletricitas, em forma de rodízio diário. Cada operador faz a limpeza técnica de um carro inteiro. Como já mencionado, todos os itens relacionados à composição mecânica do trem são soprados, exceto o ar condicionado, que é lavado no pátio de Itaquera. Os trabalhos são divididos em duas

partes: primeiro, é feita uma raspagem da sujeira encontrada nos trens para retirar as impurezas mais grossas, como teias de aranha e outros resíduos da via permanente e, depois, é realizada a aplicação de ar comprimido em todos os carros.

Para a execução da tarefa é necessário que o funcionário que irá realizar a limpeza esteja com o EPI adequado, o conjunto de roupa e capuz com viseira (Figura 4) tem a função de impedir que a nuvem de poeira entre em contato com o operador, sendo vedados para garantir essa condição. Como a roupa é vedada, é necessário que seja feita a refrigeração e injeção de ar respirável, assim possibilitando um trabalho com segurança e qualidade.

**Figura 4 – Vestimenta especial com capuz e tubulações de ar respirável
Ao lado vemos a foto da válvula reguladora do fluxo de ar**



Fonte: Aatoria Própria

O controle do fluxo de é feito através da válvula controladora de fluxo, ela permite o acoplamento com a tubulação de silicone presente na parte interna do macacão e a possibilidade do operador controlar o fluxo do ar dentro de sua roupa.

Quanto ao sistema de reboque adotado pelo metrô na vala de sopra, é executado por meio de guincho (Figura 5) que fica localizado nas entradas da vala e encoberto por uma escada, que no momento da utilização do guincho, é retirada.

Figura 5 – Guincho encoberto pelas escadas



Fonte: Aatoria Própria

Por fim, concluímos que, com a realização dessas visitas, adquirimos o material necessário para verificar os pontos fortes e fracos de cada local para desenvolvimento de um projeto de cabine de assopramento inovador. Com uma análise crítica do dados obtidos nas visitas chegamos a algumas conclusões: em ambos os locais não há sistema de exaustão (o que é uma medida de controle de engenharia dos danos que possam vir a ser causados pelo assopramento), não há reuso da água utilizada na lavagem da vala, em ambos os locais não é possível ser realizado uma limpeza na parte superior do trem. Também analisamos que os EPI's utilizados pelo Metrô estão bem dimensionados de acordo com as normas vigentes o que os torna viável também para utilização neste projeto de cabine de assopramento, assim como os itens pertencentes a sala de compressores. Na sequência analisamos os problemas ambientais gerados pelo

processo de assopramento para entender quais são os riscos iminentes ao meio ambiente.

PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS PELO ASSOPRAMENTO

De acordo com Barbieri (2016, n.p.) “Os problemas ambientais provocados pelos humanos decorrem do uso do meio ambiente para obter os recursos necessários para produzir os bens e serviços de que estes necessitam e os despejos dos materiais e energia não aproveitados.” Logo, no processo de assopramento como há movimentação de recursos tanto durante o processo, quanto após, quando ocorre a lavagem do abrigo, geram-se resíduos que podem provocar problemas ambientais.

Um dos problemas identificados é a nuvem de poeira que é gerada no assopramento que, por conter diversos resíduos, podem agredir o solo e com a limpeza da vala por meio da lavagem ocorre dano a água que recebe e incorpora todos esses resíduos.

Contudo, em primeiro lugar ocorre o dano ao ar que fica contaminado com diversas impurezas retiradas pelo ar comprimido e mesmo após a sedimentação dessas sujeiras ao solo não garante que parte desses contaminantes não continuem presentes no ar e possam a vir a ser levados a outros locais.

Como foi visto na visita ao abrigo de Presidente Altino não há como o aspirador industrial retirar toda a poeira gerada no assopramento e devido ao local ser aberto o ar acaba levando esses detritos para demais localidades. Além disso, buscamos realizar um projeto que pudesse ser adaptado para outros diversos locais que utilizem desse processo de limpeza de forma que outras empresas do ramo metroferroviário adquiram

mais uma possibilidade de uma estrutura compacta que atenda aos requisitos exigidos nas normas ambientais.

Por fim, como há a geração da nuvem de poeira no processo de assopramento e após a sedimentação do material, fez-se necessário entender um pouco mais sobre a lei da política nacional de resíduos sólidos para buscar a melhor solução de descarte para os resíduos gerados no assopramento.

Política Nacional De Resíduos Sólidos

A Lei nº 12.305/10 trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sendo bastante atual e contendo questões importantes que dizem respeito ao enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Trata da prevenção e redução da geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de soluções para que haja aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (aquilo que tem valor econômico e pode ser reciclado ou reaproveitado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (aquilo que não pode ser reciclado ou reutilizado).

Institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo e pós-consumo.

No que diz respeito à definição das atividades relacionadas ao processo em questão é vital a observância do artigo 3º desta lei, especialmente dos parágrafos transcritos abaixo.

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

O capítulo VI, que trata DAS PROIBIÇÕES (Anexo A), menciona quais são as formas inadequadas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos.

Como podemos observar é imprescindível que seja realizada a destinação adequada dos resíduos gerados no processo de assopramento, assim o fato de realizar a coleta dos dejetos gerados no assopramento em um mesmo local com fácil retirada e movimentação para destinação final adequada cumpre com o que é proposto nessa legislação.

ASPECTOS DA LEGISLAÇÃO TRABALHISTA

Para a concepção do projeto da cabine de assopramento propomos como objetivo primário respeitar a Consolidação da Leis de Trabalho (CLT) e as Normas Reguladoras (NR's), para garantir a saúde e a segurança dos funcionários que irão realizar as atividades na cabine, para isso é necessário analisar as necessidades, segundo as NR's, para essas atividades.

A Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) abriga as Normas Reguladoras (NR's). Hoje existem 36 NR's aprovadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego. A responsabilidades das NR's são listar requisitos e procedimentos em relação à segurança e medicina do trabalho.

Todavia, não serão utilizadas todos as normas para o projeto da cabine de assopramento, devido há muitas delas não se relacionem com a área de estudo. Assim, por relacionar-se com o conteúdo abordado nesta pesquisa, as normas consideradas serão as seguintes:

NR 06 - Equipamento De Proteção Individual (EPI): Para estar de acordo com as obrigações legais e proporcionar segurança e qualidade de vida ao operador que atuará no assopramento, são necessários alguns EPI's usados habitualmente nos abrigos de manutenção de trens: capacete, protetor auricular, óculos de proteção e bota com bico plástico e sola de borracha própria para proteção com atividades na área elétrica.

Além dos EPI's citados, é necessário o uso de outros mais específicos para o assopramento: capuz (componente que envolve o pescoço e a cabeça) vedado com viseira incolor, válvula para a acoplar na mangueira da tubulação destinada ao ar

respirável e macacão vedado com tubo de silicone para distribuir o ar respirável pelo macacão e propiciar uma sensação de resfriamento. Como apurado de acordo com as normas técnicas esses EPI's específicos serão iguais ao modelo apresentado no Metrô por ser seguro, confiável e atender todas as exigências legais.

Esses itens devem ser adquiridos de um mesmo fornecedor e, como apurados na visita técnica ao Metrô, referente ao macacão e o capuz são descartáveis. Todos esses itens são de uso contínuo, sendo que os não descartáveis, quando se desgastam, são fornecidos pela empresa assim que o funcionário solicite a troca é necessário que a empresa elabore um programa de proteção respiratória para garantia de melhores condições para os trabalhadores, proporcionando proteção contra qualquer tipo de problema respiratório que possa ser ocasionado pela névoa de poeira gerada no assopramento.

Programa De Proteção Respiratória: O Programa de Proteção Respiratória (PPR) tem por objetivo proteger a saúde do funcionário contra possíveis problemas respiratórios acarretados pela inalação de ar contaminado. Esse programa segue diversas normas como ABNT/NBR 12543/1999, ABNT/NBR 12791/93, ABNT/NBR 13694/96, ABNT NBR 13695/96 13696/96, ABNT/NBR 13697/96, ANBT/NBR 13698/96, ABNT/NBR 13716/96, ABNT/NBR 14372/1999. Todas essas normas são referentes aos equipamentos de proteção respiratória, qualidade do ar respirável e cilindros para armazenamento de ar comprimido e determinam a escolha do respirador de acordo com os materiais utilizados no ambiente de trabalho.

NR 09 - Programa de prevenção de riscos ambientais: Conforme o que é estabelecido na NR 09 faz-se necessário tanto para a empresa quanto para os funcionários participarem ativamente da construção e implementação de um programa de prevenção de riscos ambientais, sejam os riscos agentes químicos, físicos ou biológicos. No caso da poeira gerada pelo assopramento ela se enquadra como agente químico conforme podemos observar na NR no item 9.1.5.2.

Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão.

Logo, o local em que ficará a cabine de assopramento deve seguir rigorosamente o que é estabelecido nesta norma desde a identificação, monitoramento e avaliação dos riscos, estabelecimento de prioridades e planos de ação entre outras especificações contidas nesta norma. Assim, podemos verificar que a implementação da cabine de assopramento é essencial para controlar os riscos provenientes da execução da atividade de assopramento e melhorar a saúde dos funcionários, sendo estas ações uma forma de a empresa implementar, neste processo, o que determina essa NR e já é implementado em outras partes da empresa.

NR 10 - Segurança nas instalações e serviços em eletricidade: Todos os preceitos da NR 10 devem ser seguidos rigorosamente por todas as pessoas envolvidas no processo de assopramento. É necessário que todos os funcionários que venham a participar desta atividade tenham realizado a capacitação profissional da NR 10 tendo carga horária

compatível com o que é estabelecido pela norma e sendo realizadas as devidas reciclagens do curso a cada período. O projeto da cabine de assopramento seguiu os parâmetros para projetos em eletricidade da NR 10. Um exemplo dessa observância diz respeito a medidas de proteção coletiva dos trabalhadores. Como na cabine de assopramento não há rede aérea e os aterramentos do trem são feitos antes da abertura das caixas de alta tensão, o trabalhador está protegido de quaisquer eventuais riscos de choques elétricos.

NR 35 - Trabalho em altura: O modelo da cabine de assopramento possui um nível superior que fica acima do trem, portanto, mais de 2 metros acima do nível inferior o que significa possibilidade de queda, daí ser necessário seguir o que é recomendado pela NR 35 – Trabalho em altura. Cabe ressaltar que muito do que é solicitado na norma cabe à empresa seguir independentemente do que consta neste projeto, pois é de sua responsabilidade, tais como capacitações aos trabalhadores que forem executar atividades acima dos 2 metros previstos em norma, análise de risco da atividade realizada, aquisição de todos os EPI's e EPC's a que a norma se refere entre outras especificações da norma. No que compete à cabine de assopramento, deve-se respeitar o Sistema de Proteção Contra Quedas (SPCQ). Deverá haver linha de vida na altura da plataforma superior, apresentando, como requisitado em norma, sistema fixo de ancoragem com retenção de queda, restrição de movimento, posicionamento no trabalho e acesso por corda. Cabe à engenharia da segurança do trabalho a organização do espaço para que esteja de acordo com as demais atividades realizadas no abrigo de manutenção em que será instalada a cabine de assopramento.

NECESSIDADES DO ABRIGO PARA APLICAÇÃO DA CABINE:

Para a implementação da cabine de assopramento, é essencial que o espaço reservado tenha alguns requisitos que estejam de acordo com as normas vigentes de edificações e leis trabalhistas como a **NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Assim, fica definido que o abrigo que comporta a cabine de assopramento deverá conter: vestiários e sanitários separados por sexo; sala para refeições com metragem mínima de acordo com o número de trabalhadores do abrigo; saídas de incêndio, sistemas de combate a incêndio, equipe de brigada, telhas translúcidas para melhorar a iluminação natural, bem como garantia de atender requisitos de iluminação no ambiente (**NBR 8995 – Iluminação em ambientes de trabalho**); caixa d'água com dimensões adequadas para garantir o abastecimento em caso de falta; sistema de aproveitamento de águas pluviais (reuso), higiene; linha ferroviária de 255 m X 8 m (medidas foram levantadas de acordo com as linhas existentes na CPTM, em caso de outro tipo de material rodante as medidas deverão ser recalculadas), linha de cabo vida em altura compatível com a altura em que o material rodante estará dentro da cabine de assopramento (conta-se a altura do material rodante + a altura do trilho). Deverá haver ainda todos os dispositivos nas normas vigentes para garantir uso adequado e segurança dos trabalhadores.

QUALIFICAÇÕES EXIGIDAS DO TÉCNICO

Para estar capacitado para operar os equipamentos e dispositivos elétricos, o técnico deverá ter treinamento de NR10 (para estar apto para trabalhar em segurança com

eletricidade), saber fazer o aterramento dos equipamentos elétricos do trem e normalizar após o trabalho realizado, portanto, ser treinado para tal atividade.

O procedimento exige que o funcionário envolvido tenha conhecimento básico dos equipamentos do trem, pois existem painéis eletrônicos dentro das caixarias do trem que são sensíveis e aos quais não pode ser aplicado o ar comprimido. Os painéis eletrônicos devem ser aspirados com aspirador de pó industrial.

Há necessidade de profissionais que saibam como deve ser usado o guincho, como isolar os freios e normalizá-los. Para ser totalmente assoprado, o trem será movimentado oito vezes, portanto, não podem faltar funcionários treinados durante a atividade, para não haver atrasos. O isolamento dos freios é o que vai permitir que o trem seja arrastado mesmo com a ausência de ar comprimido para alívio dos freios, e a normalização dos freios é crucial para o trem poder voltar a atuar na operação.

Portanto, é crucial haver profissionais devidamente capacitados e treinados para realizar os procedimentos com segurança e competência para não danificar os equipamentos do trem, cabendo à empresa definir o material do treinamento e o nível de formação do técnico.

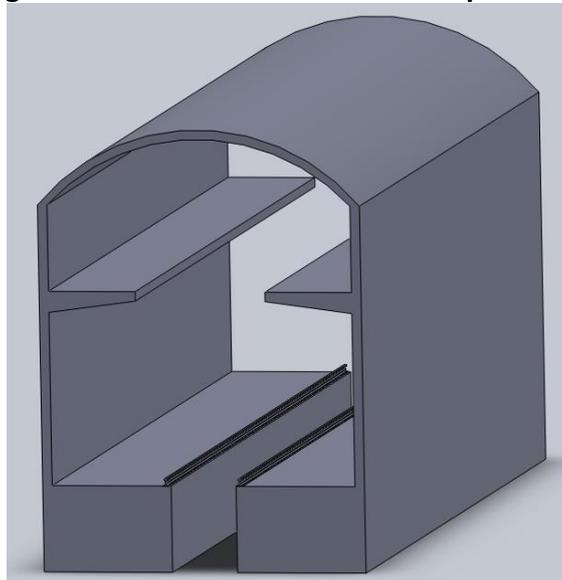
MODELO DA CABINE DE ASSOPRAMENTO

O ponto de partida para definir o modelo da cabine de assopramento foi a necessidade de tornar o projeto mais viável economicamente, já que os custos aumentam proporcionalmente com o tamanho da cabine. Assim, utilizamos como base um trem da série 8500 para definirmos o comprimento da cabine, considerando que, de acordo com o site da CPTM, essa composição possui aproximadamente 170 m de comprimento.

Devido a uma estrutura com esse comprimento acarretar maiores custos, foi necessário adequar o tamanho da cabine. Assim, definimos que o comprimento seria equivalente ao valor de um carro motor com cabine mais 2 metros de cada lado como área de respiro por conta dos exaustores, fazendo com que, no assopramento com o uso da cabine, seja necessário realizar o procedimento com um carro por vez. Além disso, foi utilizado o enclausuramento da cabine para atender o que é requerido nas medidas de controle de engenharia presentes no manual de programa de proteção respiratória.

Focamos no ponto de vista ergonômico e facilidade na higienização da cabine e desenhamos um modelo (figura 6) para servir como base aos demais itens a serem aplicados dentro das normas cabíveis.

Figura 6 – Modelo da cabine de assopramento



Fonte: Arquivo Pessoal

Conforme podemos observar, a cabine possui uma estrutura em arco na parte de cima. Foi projetado assim para garantir que não houvesse acúmulo de sujeira em quinas cuja

limpeza ficaria difícil pela altura do local. A cabine foi dividida em 3 níveis de conforme visto na figura, sendo: nível da vala, nível da plataforma inferior e plataforma superior.

O nível da vala serve para assoprar equipamentos que fiquem abaixo do trem, o nível da plataforma inferior fica na altura dos truques, já o nível da plataforma superior foi projetado para ser possível a realização do assopramento no ar condicionado, o que foi constatado pelas visitas que nenhum dos locais abrangia essa função.

Retomando, Também foi analisada a estrutura em arco do ponto de vista construtivo, já que os arcos, além de garantirem maior resistência a compressão, diminuem os efeitos da flexão o que acarreta aumento do desempenho estrutural em projetos que possuem objetivo de vencer grandes vãos.

Inicialmente, foi levantado quais poderiam ser os modelos estruturais para a construção da cabine de assopramento, sendo levantado a hipótese de modelo estruturas em alvenaria de concreto armado, estrutura metálica ou até mesmo estrutura de madeira. Assim, foram observados os prós e contras que cada tipo de estrutura apresenta para a definição do modelo estrutural. Começando pela estrutura metálica, verificamos que embora possua um índice de esbeltez muito menor que estruturas de concreto armado, as estruturas metálicas apresentam a inconveniência de serem mais pesadas o que levaria há um projeto de fundação que oneraria mais recursos financeiros. Além disso, as estruturas metálicas necessitam de mão de obra mais específica tanto em relação aos seus projetos construtivos quanto à sua execução.

Já pensando nas estruturas de madeira embora sejam fáceis de trabalhar, sejam produtos naturais renováveis que podem inclusive ser reutilizáveis, possuam grande

durabilidade e apresentem grande resistência a tração e a compressão, apresentam o inconveniente de serem extremamente sensíveis a umidade. Como a cabine será lavada constantemente, a umidade estará sempre em contato com a estrutura. Apresentam também grande vulnerabilidade a ambientes externos, além de ser difícil sua utilização já que há os problemas ambientais relacionados a encontrar uma madeira que atenda aos requisitos de resistência adequados e seja de uma fonte confiável e segura para o meio ambiente. Além disso, embora seja fácil de trabalhar, como há poucas empresas especializadas em estruturas de madeira no mercado, seu custo torna-se relativamente alto e deve se gastar mais com produtos anti-combustão já que a madeira é um material combustível. Já as estruturas em concreto armado possuem como vantagens: boa trabalhabilidade e técnicas de execução conhecidas no mercado (o que diminui os custos em relação a mão de obra), resistência ao fogo, durabilidade, boa resistência a maioria das solicitações, em contrapartida as peças confeccionadas em estruturas de concreto armado têm maiores dimensões do que as de uma estrutura em aço, são necessárias formas de molde para as peças e as reformas e adaptações são relativamente mais complexas de serem executadas que em outros tipos de estrutura. Contudo, como no projeto não há previsões de mudanças bruscas na estrutura após sua implementação, essa desvantagem é descartada. Por outro lado, embora as peças sejam maiores, isso auxilia na distribuição do peso de maneira mais uniforme já que ocupa uma área maior, o que não implica em ônus financeiro em fundação e a necessidade de formas não apresenta custos que sejam um problema para o projeto pois seus custos são relativamente pequenos.

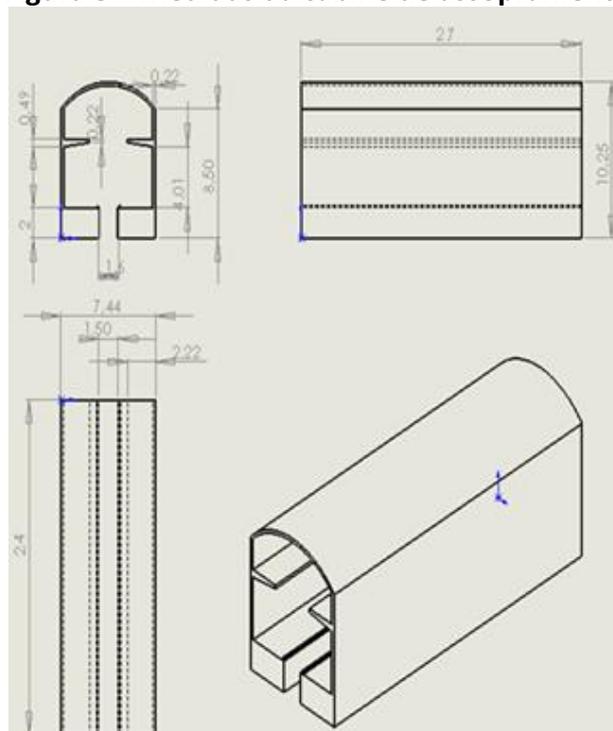
Com a análise ficou definido que a cabine de assopramento será projetada para ser construída em concreto armado, já que há maior ganho na razão custo X benefício para as estruturas de concreto armado. Logo, para a definição da flecha do arco utilizou-se da norma ABNT NBR 6118 (Projeto de estruturas de concreto – Procedimento) onde identificamos a razão da flecha em relação ao vão em $f = \frac{1}{4}$ vão (sendo f =flecha). Portanto, como o valor do vão é 7 metros, o valor da flecha ficou em 1,75m (Figura 7).



Fonte: O'CONNOR (1976, p. 440)

Assim, a cabine ficará com as seguintes medidas finais, (Figura 8).

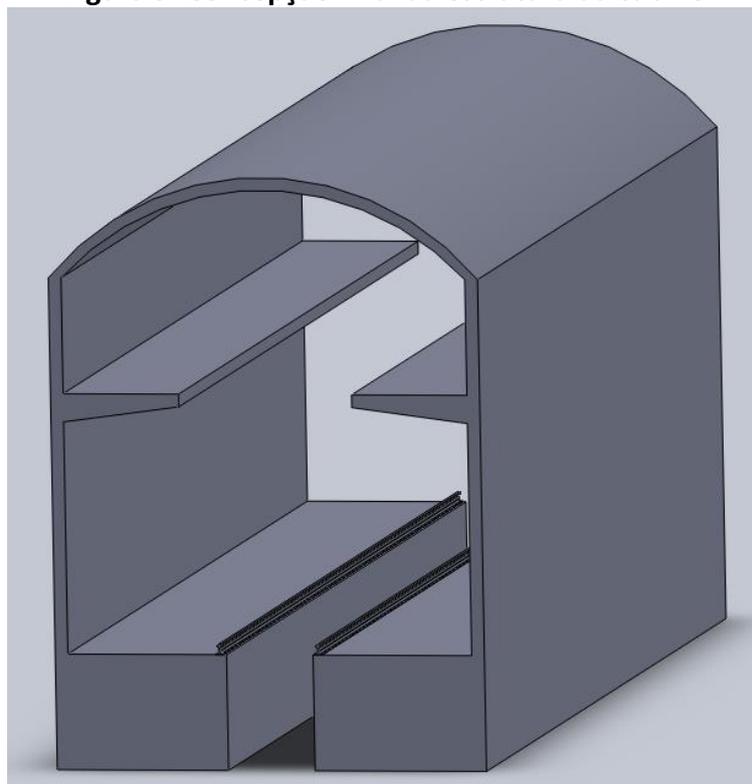
Figura 8 – Medidas da cabine de assopramento



Fonte: Autoria Própria

Por fim, é necessário que a cabine e a vala sejam pintadas com tinta epóxi para garantir resistência a água (propriedades elevadas de impermeabilização), resistência a vários produtos químicos e perfeita aderência ao concreto resultando na seguinte concepção final da estrutura da cabine de assopramento (Figura 9).

Figura 9- Concepção final da estrutura da cabine



Fonte: Autoria Própria

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO E ENERGIA

Conforme foi planejado o modelo da cabine de assopramento, foi verificada a necessidade de iluminação adequada para o ambiente de trabalho. Para isso, estudamos o que compete a norma **NBR 5413/1992 – Iluminação de Interiores**, já que o cálculo é sobre a área interna da cabine.

Para os cálculos, foi imprescindível definir a iluminância de cada ambiente, para isso verificamos que na norma em seu item 3.1 há a definição iluminância (*lux*) como “Limite

da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero

A iluminância ficou definida como 1500 *lux* conforme o item B da tabela 4 da norma que trata do índice de iluminação geral para área de trabalho em tarefas com requisitos visuais especiais que é o caso do assopramento.

Além disso, para o cálculo do número de lâmpadas (Tabela 1), definimos as áreas como as já calculadas anteriormente no sistema de exaustão, e a lâmpada utilizada foi definida de acordo com a melhor eficiência energética para o meio ambiente, no caso, qualquer modelo de lâmpada em LED que atenda as seguintes especificações: potência de 25 W e lúmen de 2600lm.

Tabela 1 – Cálculo do número de lâmpadas

Tipo de Ambiente	Área (m ²)	Iluminância (lux)	lúmens necessários (Área X lux)	Potencia da lâmpada (W)	lúmen por lâmpada (lm)	Quantidade de lâmpadas
Vala	44	1500	66000	25	2600	25
Plataforma inferior	88	1500	132000	25	2600	51
Plataforma superior	83	1500	123750	25	2600	48

Fonte: Autoria própria

SISTEMA DE FORNECIMENTO DE ENERGIA

Como a cabine será fechada para garantir que o material gerado no assopamento não será disperso no meio ambiente, para garantir boa exaustão, são necessárias tomadas de fonte de alimentação para equipamentos que sejam utilizados no processo de assopamento.

A norma NBR 5410 determina de acordo com o 4.2.1.2.3 que seja previsto no mínimo um ponto de tomada de uso geral. Assim como o protótipo foi dividido em 3 níveis, há necessidade de pelo menos um ponto de tomada a cada nível. Assim, pensando do ponto de vista de facilitar serviços de manutenção, foram definidos dois pontos de tomada de uso geral por nível sendo localizados nas extremidades da cabine.

Além disso, caso haja necessidade para a empresa, podem ser adicionadas, no projeto da cabine, tomadas de uso específico, contudo, neste projeto houve as únicas tomadas de uso específico utilizadas são as utilizadas pelos exaustores.

Assim, demais itens como: disjuntores, cabos, sistemas de proteção e aterramento serão dimensionados de acordo ainda com a norma ABNT NBR 5410 contemplando todos os demais itens que não estejam no escopo deste projeto, mas seja uma necessidade da empresa.

HIDRÁULICA/PNEUMÁTICA

A fumaça exaurida precisará de um sistema que irá abaixá-la e concentrá-la para o seu posterior descarte. Será, então, necessário um sistema que funcione a base de água, para absorver o pó e aglutiná-lo. Essa mistura será designada a outro sistema responsável pela separação para o reuso da água.

Periodicamente, a cabine deverá ser lavada para tirar o excesso do pó do chão e das paredes, para não haver o acúmulo de pó nos cantos. Também será necessário um sistema de tubulações: a água escorrerá por meio de canaletas até o tanque de tratamento e sua instalação será feita na vala e nas plataformas. Serão necessários pelo menos dois pontos de água na plataforma para o uso de mangueiras.

Além da parte hidráulica, serão necessárias instalações de redes de ar comprimido, para a utilização no assopramento e na respiração do operador. Uma central de compressão externa fornecerá o ar para o assopramento e parte do ar será filtrada e enviada para as roupas especiais usadas pelos trabalhadores.

Haverá a instalação de pelo menos dois pontos de ar para assopramento e dois para ar respirável em cada uma das sessões, ou seja, quatro saídas na vala, quatro em cada uma das plataformas e quatro nas plataformas superiores, totalizando oito saídas de ar para o processo e oito para as roupas.

As Mangueira de ar terão 3/8" ou 8 milímetros de diâmetro interno e 9/16" externo ou 13,78mm e seu material será de borracha na parte externa e fibra de vidro na parte interna de acordo com os padrões usuais do mercado, já que suportará uma pressão máxima de 5 bar.

TRATAMENTO DE ÁGUA

Os abrigos de manutenção dos trens são locais com grande fluxo de pessoas e de grandes extensões para comportar o material rodante. São expostos a elementos que os impregnam caso sejam derrubados como óleos, graxas e outras sujeiras advindas do trem ou do próprio ambiente. No processo de limpeza, é essencial propiciar um ambiente salubre de trabalho e é necessário que seja feita a lavagem com água e sabão. A existência desses elementos contaminantes exige tratamento da água de descarte. Propomos, além do tratamento, o reuso da água tratada que, além de atender às legislações ambientais, gerará vantagem econômica. O processo de tratamento de água

deste projeto é baseado na Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) existente em Presidente Altino.

O tratamento é dividido em 3 etapas: captação do efluente, separação da água e do óleo e tratamento físico-químico.

Captação do efluente - O processo de captação do efluente será realizado de duas formas, sendo: captação por meio de canaletas coletoras presentes na vala que levam a uma caixa de gordura e por meio de uma tubulação existente atrás dos exaustores que direcionarão a poeira exaurida para a caixa de gordura. Nessa caixa de gordura, haverá a retenção de partículas sólidas e haverá uma tubulação com filtro acima do nível da água para a saída e limpeza do ar. Além disso, haverá outra tubulação em um nível intermediário a altura da caixa de gordura que será interna e levará para o módulo de separação da água e do óleo.

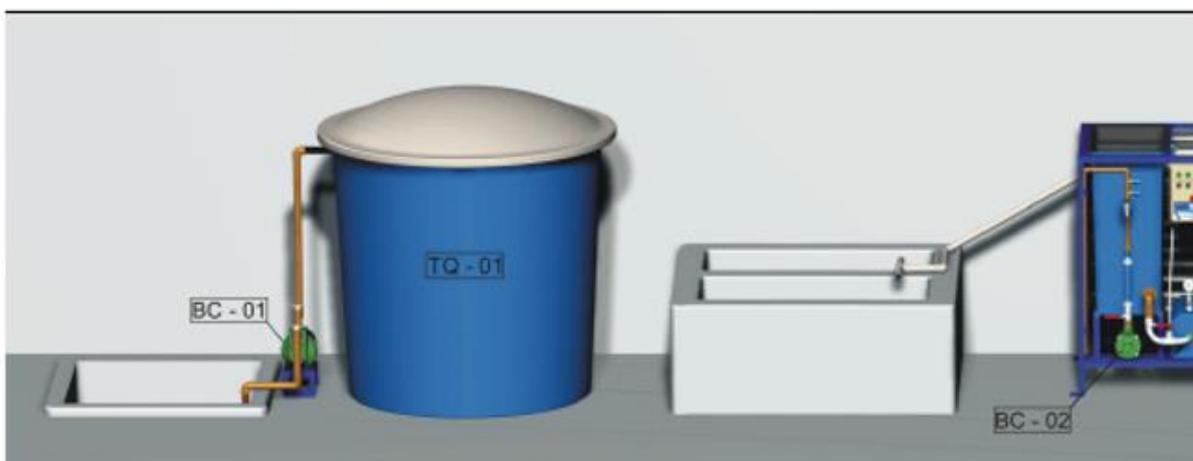
Separação da água e do óleo - Antes de passar por esse estágio, primeiro o efluente é lançado ao módulo de pré-filtro (composto por uma carcaça mecânica e um elemento filtrante removível) que tem a função de remover os detritos que não foram retirados da caixa de gordura. Só assim é direcionado a caixa separadora de água e óleo que é composta por 2 estágios.

No primeiro estágio, há um defletor que causa a separação da água e do óleo mais livre, além de reter os sólidos mais pesados, porém, de pequenos diâmetros como areias. Além disso, o defletor direciona o fluxo da água para os elementos coalescentes, assim, no segundo estágio, há o escoamento controlado da água, de modo que os elementos oleosos se unem e ficam na superfície da água o que é facilmente retirado por um

skimmer que levará ao módulo coletor de óleo (local em que ficará separado para a retirada para o descarte). Por fim, a água tratada segue pela tubulação de saída e é direcionada pela caixa de captação onde será bombeada até o reservatório de efluente bruto onde ocorre a etapa de tratamento físico químico.

Tratamento Físico Químico - Nessa etapa ocorrerá o tratamento por meio da estação compacta de tratamento (figura 10) com o emprego de neutralizante e floculante. Após são retirados por separação física os contaminantes seguido de filtração por areia. A ETAR é importante também no direcionamento do efluente, bombeando da caixa de captação de efluentes para a o reservatório de efluente bruto e direcionando a água tratada até o reservatório de água tratada, usando seis passos entre essa transformação: ajuste de pH, coagulação, floculação, separação por flotação, geração de microbolhas e filtração por areia

Figura 10 – Estação de tratamento de água



Fonte: Memorial Descritivo da CPTM

SISTEMA DE EXAUSTÃO

Devido à necessidade de exaustão para retirar a nuvem de poeira, foi necessário calcular qual seria a quantidade de exaustores que devem ser utilizados na cabine de assopramento, segundo a norma ABNT NBR 6401, também conhecida como NB 10, que diz respeito às instalações centrais de ar condicionado.

Para dimensionar os exaustores, foi preciso dividir a cabine em seções, pois seu comprimento seria muito superior à sua largura, comprometendo o desempenho dos exaustores. Estipula-se que um carro de um trem da série 8500 tem em média 22 metros de comprimento, 3 de largura e 4 de altura.

Porém, para a cabine, é preciso de um espaço de pelo menos 2 metros de cada lado do trem onde os funcionários ficarão para o processo de assopramento, totalizando uma largura de 7 metros e, no mínimo, 2 metros para a altura na plataforma superior.

Ainda assim, a área que será exaurida não será a área total da cabine, e sim, apenas as áreas que não serão ocupadas pelo trem, ou seja, conforme tabela 5:

Tabela 2 – Áreas não ocupadas pelo trem

MEDIDAS UTILIZADAS NO CALCULO DE ÁREA EXAURIDA				
Níveis da estrutura	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	Volume (m ³)
Vala	22	1,5	2	66
Plataforma superior	22	7	3,75	577,5
Plataforma lateral	22	2	4	176

Fonte: Aatoria Própria

Para efetuar os cálculos, foi usada como base a norma ABNT NBR 6401 (NB10) que estipula a quantidade de troca de ar em determinados tipos de ambientes. Como a cabine de assopramento se trata de um ambiente de oficina, utilizaremos 15 a 20 trocas de ar por hora como base para os cálculos.

Tabela 3 – RENOVAÇÃO DO AR DE ACORDO COM A ATIVIDADE

Tabela Normalizada ABNT (NB10): Trocas de Ar por Hora	
Escritório, fábrica, loja, sala	10 a 15 ar/h
Cabine de pintura	50 a 60 ar/h
Armazém, depósitos, silos	10 a 15 ar/h
Cozinha, restaurante	20 a 30 ar/h
Fundição, lavanderia	20 a 30 ar/h
Garagem, sala de clube, igrejas	12 a 18 ar/h
Oficinas	15 a 20 ar/h

Fonte: Eclimag

A seguinte fórmula apresenta a quantidade de exaustores necessários de acordo com o tamanho do ambiente a ser exaurido

$$Quantidade\ de\ exaustores = \frac{Volume \times n^{\circ}\ de\ trocas\ de\ ar}{4000}$$

Com os tamanhos já definidos, a quantidade de trocas de ar e o uso da fórmula temos como descobrir a quantidade de exaustores necessária para cada uma das áreas.

Vala:

$$Quantidade\ de\ exaustores = \frac{66 \times 20}{4000} \cong 1\ exaustor$$

Plataformas:

$$Quantidade\ de\ exaustores = \frac{176 \times 20}{4000} \cong 1\ exaustor$$

Plataformas superiores:

$$Quantidade\ de\ exaustores = \frac{577 \times 20}{4000} \cong 3\ exaustores$$

Porém, como já referido anteriormente, a largura de certas áreas é muito inferior ao comprimento, fazendo com que apenas um exaustor não de conta de limpar um volume muito grande sozinho.

Para igualarmos mais as medidas de largura, altura e comprimento, e ter uma área cúbica mais exata, para maior eficiência do exaustor, decidimos dividir cada área em, 5 quadrantes e 5 exaustores.

Com isso obtemos a fórmula

$$\frac{\text{volume}}{\text{quantidade}} \times n^{\circ} \text{ trocas de ar} = m^3 \text{ por exaustor}$$

Com a aplicação da fórmula logo temos que

Vala: $\frac{66}{5} \times 20 = 264 m^3 \text{ por exaustor}$

Plataformas:

$$\frac{176}{5} \times 20 = 704 m^3 \text{ por exaustor}$$

Plataformas superiores:

$$\frac{577}{5} \times 20 = 2308 m^3 \text{ por exaustor}$$

Foram pesquisados os valores comerciais de cada um dos exaustores necessários para cada área. Para vala/ plataformas Figura 11 e para plataformas superiores Figura 12.

Figura 11 - Modelo do Exaustor

Figura 12 - Modelo do Exaustor

Ventisilva

EXAUSTOR AXIAL E20M2

CONFIGURAÇÃO

Modelo: Exaustor Axial E20M2 Preto
Diâmetro: 20 cm
Comprimento: 160 mm
Dimensão: 200 x 160 mm
Carcaça: Chapa Aço
Tensão: 127 / 220 V
Corrente: 0,99 / 0,41 A
Potência: 102/86 W
Rotação: 3405 RPM
Vazão: 12,5 m3/min
Pressão: 24,6 mmca
Ruído: 70 dBA
Frequência: 60 Hz
Peso Líquido: 2,7 Kg
Cor: Preto
Acabamento: PINTURA ELETROSTÁTICA

Fonte: WDS

Ventisilva

EXAUSTOR AXIAL E30T4

CONFIGURAÇÃO

Modelo: E30 T4
Diâmetro: 30,0 cm
Comprimento: 30,0 cm
Dimensão: 300x300 mm
Carcaça: Chapa Aço
Tensão: 220 / 380 V
Corrente: 1,50/0,85 A
Potência: 1/3 HP
Rotação: 1750 RPM
Vazão: 40 m3/min
Pressão: 9 mmca
Ruído: 69 dBA
Frequência: 60 Hz
Peso Líquido: 7,6 Kg
Cor: Preto
Acabamento: PINTURA ELETROSTÁTICA

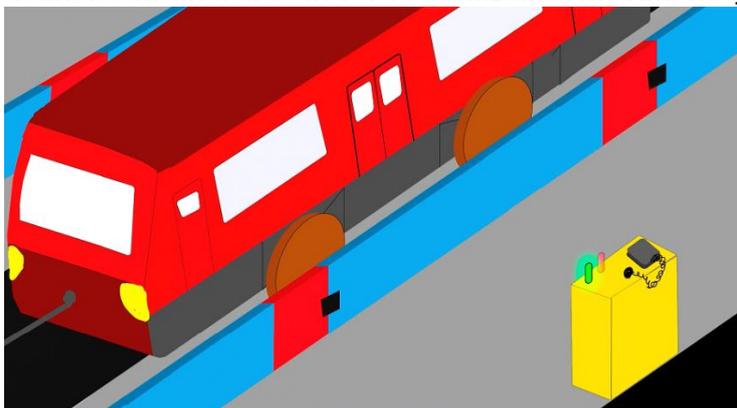
Fonte: WDS

SEGURANÇA NO PROCESSO

Pensando melhor na segurança dos trabalhadores, foi elaborado um sistema que sinaliza ao operador o momento certo em que irá ser movimentada a composição. Para isso, o responsável pelo assopramento terá um transmissor de rádio para se comunicar com o operador (no caso de locomotiva ou locotrator), porém, haverá uma sinaleira que irá mostrar ao maquinista se realmente ele deve seguir. Haverá grades bloqueando a aproximação dos funcionários do trem, com portões impedindo que ele entre na vala, impedindo a subida no trem, e mantendo o trabalhador a 1 m de distância da composição. Para a sinaleira mostrar o sinal verde, ou seja, prosseguir é necessário que todos os portões estejam fechados, para isso ser possível, eles estarão equipados com sensores fim de curso para certificar o seu fechamento. Além disso, em cada uma das plataformas haverá um botão que o trabalhador precisará apertar quando terminar o processo.

Com todos os botões apertados e todos os portões fechados, a sinaleira libera o sinal verde e um pequeno painel próximo ao guincho acende uma lâmpada verde, e o operador responsável pelo guincho já pode liberar o trem para tracioná-lo, porém, em casos de locomotivas e locotrator, o operador de tração só poderá seguir quando o responsável pelo rádio liberá-lo, e o responsável pelo rádio só poderá liberar a tração se em pequeno painel a que ele tem acesso estiver indicando o sinal verde (Figura 13), que irá funcionar igual à indicação da sinaleira.

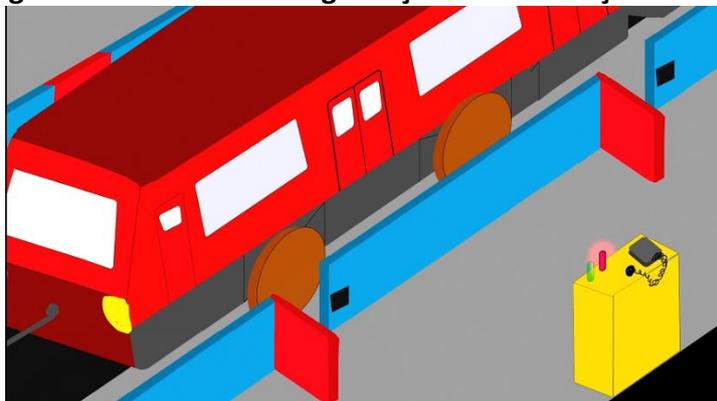
Figura 13 – Painel com sinaleira em verde sinalizando movimentação do trem



Fonte: Autorial Própria

Já com a sinaleira em vermelho (Figura 14) indica que os portões estão abertos e mesmo com a comunicação por rádio não poderá ser realizada a movimentação do trem.

Figura 14 – Portões de Segurança com sinalização e rádio



Fonte: Autorial Própria

Os sistemas foram desenvolvidos dessa forma para que haja uma redundância e aumente a segurança impedindo possíveis acidentes que a aproximação do funcionário do trem pode gerar, pois o trem estará em constante movimento e, pela extensão da cabine, algum funcionário pode não ter terminado o processo e a composição se mexer, podendo gerar graves acidentes.

Aterramento

O trem por meio do pantógrafo é alimentado com uma tensão de 3000 Vcc. Essa tensão passa por diversos equipamentos do trem e alguns deles, mesmo com o desligamento do trem, podem continuar carregados com essa tensão se não forem conectados ao negativo do trem para ocorrer o descarregamento (como é o caso dos capacitores presentes no filtro de indutância). Esse procedimento de conectar ao negativo, ou seja, colocar os equipamentos em um mesmo potencial de modo que a diferença de potencial entre a terra e o equipamento seja zero é chamado de aterramento. Terá que ser realizado o aterramento do trem para ocorrer o assopramento dos equipamentos eletroeletrônicos.

MEIOS DE REBOQUE DO TREM

Na concepção do projeto da cabine de assopramento, por questões de segurança, não haverá rede aérea no local de assopramento. Foram analisados alguns meios possíveis para realizar a movimentação dos carros do trem: uma locomotiva a diesel, um veículo do tipo locotrator ou um sistema de reboque por meio de guincho com cabos de aço fixo no local. O reboque com um guincho com cabo de aço puxado por um motor foi escolhido por apresentar a vantagem de ter o menor custo de manutenção e instalação,

cumprindo com todas as necessidades que a cabine de assopramento exige. Ele é fixo, de uso exclusivo para atividades na cabine, pois ela exige movimentação constante para a realização das atividades.

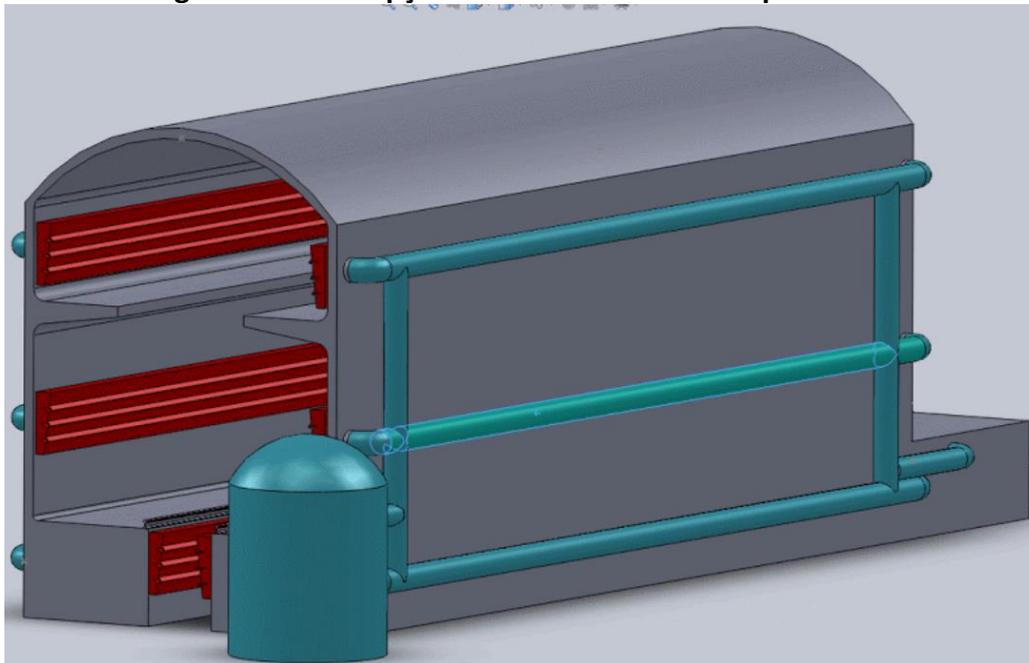
POSSÍVEIS ADAPTAÇÕES

Se houver necessidade de manuseio de cargas para a realização de atividades no processo de assopramento, pode ser feitas alterações no projeto inicial, acrescentando itens como ponte rolante ou elevador de carga, tornando a cabine adaptável a necessidade do cliente no processo de limpeza por ar comprimido.

CONCEPÇÃO FINAL DO PROJETO

Com base em todos os estudos já apresentados foi elaborado um modelo tridimensional (Figura 15) apresentando alguns dos pontos observados no projeto como o modelo da cabine as plataformas já com a representação do trilho do trem no nível da plataforma inferior. Além disso, na figura pode ser visualizado o sistema de exaustão com frestas horizontais (em vermelho) para melhor vazão do ar exaurido, vale ressaltar que embora não seja possível a visualização nessa vista, a cabine será fechada na entrada e saída da composição por meio de cortinas plásticas flexíveis em tiras de modo que faça uma barreira mecânica contra a poeira e seja ajustável, ou seja, se acomode de acordo com o modelo do trem.

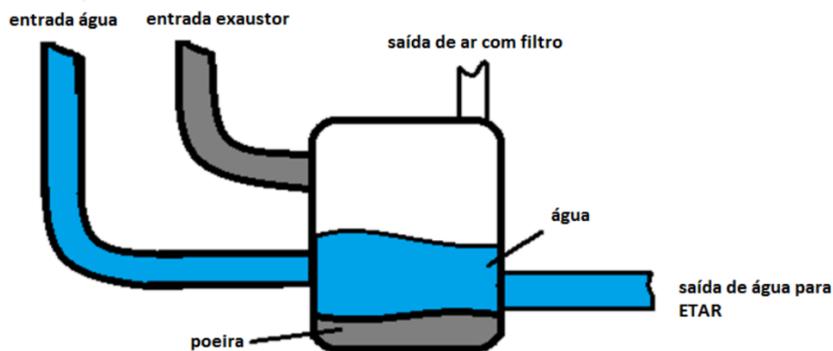
Figura 15 – Concepção final da Cabine de assopramento



Fonte: Autoria Própria

A tubulação (em azul) representa o encanamento que fica atrás dos exaustores e é conectado a um único ponto para destinar o ar exaurido a uma caixa de gordura que podemos ver o seu interior na figura 16, onde haverá a separação da poeira e do ar que posteriormente passará por um filtro antes de ir para a atmosfera e a sujeira será armazenada para posterior retirada e despejo em local adequado de acordo com o Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental – CADRI.

Figura 16 – Caixa de gordura com entrada do exaustor e da água da lavagem



Fonte: Autoria Própria

A caixa de gordura apresenta ainda uma entrada referente a água proveniente da lavagem da cabine de assopramento que é direcionada a ela por meio de canaletas com grelhas presentes na vala a fim de que seja feito o tratamento desta água que estaria imprópria para ser direcionada ao esgoto comum ou posterior reuso.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a coleta de dados nas visitas e com as pesquisas de normas, equipamentos e estruturas para serem utilizadas na concepção de nossa cabine, conseguimos organizar uma estrutura que proporciona um procedimento seguro, com boas condições de trabalho e capaz de atender as necessidades técnicas do procedimento. Podendo ser modificada para os interesses da empresa que há for implantar, aumentando o tamanho por exemplo para um menor tempo de realização da atividade, fazendo mais carros por vez, isso aumentaria o custo do projeto, cabendo a empresa julgar a necessidade.

NOVO PROCEDIMENTO DE ASSOPRAMENTO

O procedimento hoje existente terá algumas modificações na dinâmica em que acontece, porém, continuará sendo assoprados os mesmos equipamentos. Para exemplificação de como será o novo processo com a utilização da cabine de assopramento, será baseado o procedimento na revisão D (RD) e o modelo de trem da série 8500 da CPTM. Como já referido, visto que a área da cabine não possui rede aérea, o trem será rebocado por um guincho. A comunicação durante a manobra é essencial para garantir que não ocorram acidentes, por isso elaboramos um procedimento de segurança que envolve sinalização e comunicação por rádio. O trem precisa ser aterrado ao negativo para garantir que não terá corrente em nenhum dos equipamentos, esse é

um procedimento de segurança essencial. Após fazer o aterramento, pode-se abrir a caixaria do trem para acessar os equipamentos, cabe ao técnico, por inspeção visual, a responsabilidade de definir o momento em que o equipamento se encontra limpo. Os operadores precisam dominar as recomendações do manual do fabricante para poderem identificar os equipamentos que precisam ser assoprados de acordo com a revisão, assim como recomendado no item qualificações exigidas do técnico.

CONCLUSÃO

Com a apuração feita durante as visitas, constatamos que há viabilidade técnica para implantação de uma cabine de assopramento nas empresas metroferroviárias. Os métodos atuais não contemplam todas as necessidades para a realização de todos os procedimentos que consistem no assopramento, isso dá caráter de inovação ao que propomos com esse projeto, a cabine de assopramento da atenção especial para o procedimento na questão técnica e as condições de saúde e ambientais. Podendo ser considerada para uma eventual substituição dos métodos atuais, porém foi pensada para ser implantada em locais que não possuem estrutura própria, é uma estrutura que pode ser pensada como módulos, um módulo contempla um carro. Assim caso haja necessidade de menor tempo na realização da tarefa, pode-se acrescentar mais módulos de acordo com o valor que a empresa possua para investir. Apresentamos, portanto uma solução que cabe em qualquer orçamento, cumprindo todas as normas regulamentadoras, normas ambientais e transformando os adeptos em referência no quesito técnico do assopramento.

ANEXO A – Política Nacional de Resíduos Sólidos

LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010.

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CAPÍTULO VI

DAS PROIBIÇÕES

Art. 47. São proibidas as seguintes formas de destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos:

I - lançamento em praias, no mar ou em quaisquer corpos hídricos;

II - lançamento **in natura** a céu aberto, excetuados os resíduos de mineração;

III - queima a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para essa finalidade;

IV - outras formas vedadas pelo poder público.

§ 1º Quando decretada emergência sanitária, a queima de resíduos a céu aberto pode ser realizada, desde que autorizada e acompanhada pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e, quando couber, do Suasa.

Art. 49. É proibida a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reúso, reutilização ou recuperação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, José Carlos. Gestão Ambiental Empresarial. 4ª Edição. Editora Saraiva, 2016.

BRANCO, José Eduardo Sabóia Castello (E.); FERREIRA, Ronaldo (E.). **Tratado de estradas de ferro**. Rio de Janeiro: Reflexus Estúdio de Produção Gráfica, 2000.

Brasil. Lei n 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei, v. 9, 1998. Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 16 out. 2018.

Brasil. **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.comprasgovernamentais.gov.br/images/conteudo/ArquivosCGNOR/cartilha_pgrs_mma.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

Brasil. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 16 out. 2018.

CPTM. **Portal do Material Rodante**. São Paulo: 2018. Disponível em: <https://intranet.cptm.sp.gov.br/manutencao/portal_mr/default.asp>. Acesso em: 18 set. 2018.

ECLIMAG – Calculo para orçamento. 2016. Disponível

em:<<http://www.exaustoreseolicos.com.br/contato/simulador/>> Acesso em 21 de mai.

de 2019.

GOMES, Paulo Alberto de Barros. Oficinas. Editores José Eduardo Sabóia Castello Branco e Ronaldo Ferreira. **Tratado de estradas de ferro**. Rio de Janeiro: Reflexus Estúdio de Produção Gráfica, 2000. p.351-352

INBEP. **NORMAS REGULAMENTADORAS (NRs) – O que são e como surgiram?** - 2017.

Disponível em: <<http://blog.inbep.com.br/normas-regulamentadoras-nrs-o-que-e/>>

Acesso em: 01 nov. 2018.

O’CONNOR, C. **Pontes: superestruturas**. São Paulo: Editora da USP, 1976.

WDS. **Exaustores Axiais**. 2019. Disponível em:

<<http://www.wdsdistribuidora.com.br/index.php?vitrine=29#anc>> Acesso em 21 de

mai. 2019.