

LDAR-Monitoramento de Emissões Fugitivas de Hidrocarbonetos Unidades de Operações com Óleo&Gás

1. Objetivos do controle das emissões fugitivas

As emissões fugitivas são definidas como liberações de gases, vapores inflamáveis e poluentes atmosféricos tóxicos, os COVs- Compostos Orgânicos Voláteis, que ocorrem de maneira contínua ou intermitente, durante as operações normais dos equipamentos nas instalações industriais.

As exigências para redução destas emissões em refinarias de petróleo, petroquímicas e fábricas de produtos químicos aumentaram nos últimos anos, motivadas pelos efeitos adversos que os COVs e o Ozônio, subproduto de reações dos COVs na atmosfera, podem causar à qualidade do ar e da água. Somam-se às questões ambientais, os riscos associados à segurança e à saúde das pessoas, além da perda de produtos de alto valor agregado.

Nota:

Compostos orgânicos voláteis (COVs) são **compostos orgânicos** que possuem alta pressão de vapor sob condições normais a tal ponto de vaporizar significativamente e entrar na atmosfera. Uma grande variedade de moléculas à base de Carbono, tais como aldeídos, cetonas, e outros hidrocarbonetos leves são COVs.

Os COVs são considerados poluentes atmosféricos, sendo alguns deles tóxicos e carcinogênicos, identificados como VHAPs- *Volatile Hazardous Atmospheric Pollutants* ou Poluentes Atmosféricos Voláteis Perigosos.

Os VHAPs são, pois, poluentes muito críticos e perigosos também conhecidos como poluentes tóxicos do ar e as maiores concentrações tendem a ser mais próximas da fonte ou origem da emissão, portanto local em que é mais facilmente detectado.

Alguns VHAPs, comumente emitidos nas refinarias, petroquímicas e plantas químicas incluem acetaldeído, benzeno, formaldeído, cloreto de metileno, naftaleno, tolueno e xileno, dentre outros. Conforme o programa *Clean Air Act Amendments-CAA* do órgão ambiental americano EPA- *Environment Protection Agency*, os VHAP- *Volatile Hazardous Atmospheric Pollutants* devem ser controlados, assim como qualquer fluido que contenha mais de 5% de VAHP.

O controle das emissões de COVs/VHAPs tornou-se, nos anos recentes, um dos focos principais da preocupação com o meio ambiente e isto envolve um programa de inspeção periódica, monitorando as emissões de cada componente de equipamentos e tubulações, de uma planta ou instalação industrial.

A gestão do controle de emissões fugitivas tem como objetivo minimizar o volume destas emissões de COVs/VHAPs para o meio ambiente, através da implantação de um programa de monitoramento, medição e reparo, que segue uma metodologia conhecida como LDAR- *Leak Detection and Repair*. O LDAR consiste de uma rotina de medições em equipamentos, estáticos e dinâmicos, instrumentos, componentes e acessórios de tubulações, que trabalham com produtos contendo Compostos Orgânicos Voláteis-COVs, para identificar os locais com emissão acima da concentração pré-estabelecida como limite aceitável e providenciar o reparo.

O programa de gestão/controle de emissões fugitivas LDAR é de extrema importância nas instalações industriais de óleo&gás.

Leak Detection and Repair - A Best Practices Guide

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-02/documents/ldarguide.pdf>

Os benefícios trazidos pelo LDAR vão desde aspectos de segurança e saúde ocupacional (redução de vazamentos que podem ocasionar explosões e redução da exposição de trabalhadores) até a minimização do impacto adverso na qualidade do ar e a redução da perda de produtos.

As exigências dos órgãos reguladores para a redução de emissões de COVs-Compostos Orgânicos Voláteis estão cada vez mais rigorosas, por isso o LDAR deve estar incorporado à rotina de manutenção das refinarias, terminais, petroquímicas e fábricas químicas.

Essas preocupações levam ao uso intensivo do LDAR para controle de emissões fugitivas de hidrocarbonetos.

Já há casos de indústrias em que a implantação do LDAR é condicionante na Licença de Operação, logo afetando a partida e a continuidade operacional da planta.

Nota:

Este trabalho está muito calcado em instalações de óleo&gás, como refinarias de petróleo, petroquímicas, terminais marítimos, bases de distribuição de combustíveis, instalações offshore, porém os seus princípios e diretrizes aplicam-se, igualmente, às fábricas de produtos químicos e correlatos.

2. Metodologia do Programa LDAR-*Leak Detection and Repair* e *Smart* LDAR

O Programa de Gestão de Emissões Fugitivas é um programa que tem como objetivo final a redução da emissão de Compostos Orgânicos Voláteis-COVs originária de fontes de vazamentos como válvulas, selos de bombas e de compressores, flanges, juntas e conexões, dentre outras.

O Programa envolve a utilização de metodologia particular para a detecção, medição e reparo dos pontos com vazamentos, *software* para a gestão das informações coletadas e análise crítica dos resultados obtidos.

Internacionalmente é denominado como programa de Detecção e Reparo de Vazamentos por Emissões Fugitivas ou em Inglês LDAR - *Leak Detection and Repair*.

A metodologia LDAR é baseada no uso de um aparelho analisador portátil para identificação e medição de vazamentos por emissões fugitivas de Compostos Orgânicos Voláteis-COVs, contidos nos fluidos processados, conduzidos e armazenados em equipamentos e tubulações.

É uma técnica adotada desde a década de 70 pela EPA-*Environment Protection Agency*, agência de proteção ambiental dos Estados Unidos, para a redução das emissões fugitivas de COVs em refinarias e outras instalações de petróleo e óleo&gás.

Nota:

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*, EPA ou às vezes, USEPA) é uma agência federal do governo dos Estados Unidos da América, encarregada de proteger a saúde humana e o meio ambiente: ar, água e terra.

É uma metodologia bastante intensiva em mão-de-obra, uma vez que exige o monitoramento com medição individual de cada componente onde houver potencial de vazamento.

Na execução do LDAR, o procedimento de medição em cada ponto emissor deve ser como exposto no documento *Method 21* da EPA e o aparelho a utilizar é um analisador portátil de gases, que opera pelo princípio da ionização por chama de Hidrogênio das moléculas de cada composto, identificando-os e indicando os valores das emissões fugitivas em partes por milhão (ppm).

EPA - *Method 21 - Determination of Volatile Organic Compound Leaks*

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/m-21.pdf>

Uma refinaria ou petroquímica contém milhares de pontos para se realizar a inspeção com o aparelho analisador portátil e isto exige grande compromisso e dedicação exclusiva de equipes para a efetiva execução do LDAR.

Normalmente, o trabalho é executado por uma equipe Contratada, para realizar as medições em pontos previamente cadastrados, para monitoração de emissões fugitivas, que segue rotas preestabelecidas. As medições são então carregadas em um sistema informatizado e são geradas as listas de necessidades de reparo, incluindo a identificação com foto dos pontos que devem sofrer intervenção.

Para reduzir o volume de trabalho, a própria EPA recomenda adotar a alternativa de utilização da metodologia conhecida como "*Smart* LDAR", que é o emprego de imagens ópticas para a detecção de vazamento de gases e vapores.

Essa detecção de emissões fugitivas de COVs requer um tipo específico de câmera, com sensibilidade diferenciada, que seja capaz de fazer uma varredura em grandes áreas e identificar pequenos

vazamentos, imperceptíveis a olho nu, que podem então ser inspecionados, localmente, usando o aparelho analisador com instrumento de quantificação.

É uma câmera portátil, leve e robusta, própria e segura, para utilização em áreas industriais classificadas, isto é com a presença de vapores e gases inflamáveis, que emprega o princípio de termografia IR Infravermelha para detecção de emanações de gases e vapores.

Visualmente, tais emanações são invisíveis, mas, quando observadas com câmera de infravermelho se mostram como nuvens de vapor ou vazamentos de origem bem definida.

Portanto, a utilização da metodologia *Smart LDAR*, que consiste no uso de imagem ótica de infravermelho para visualização de emissões, de gases e vapores, permite a identificação dos pontos que apresentam vazamentos mais intensos, sem que haja necessidade de medição em todos os componentes de processo.

Com foco no conceito de custo&efetividade o *Smart LDAR* permite uma redução efetiva das emissões fugitivas com menor custo.

Resumindo para a Gestão das Emissões Fugitivas, com base no programa LDAR, são necessários:

- a- Empresa especializada e experiente com aparelho analisador portátil de gases, câmera de imagens por IR-Infravermelho e *software* de gestão;
- b- Identificação das fontes de emissões fugitivas: fases gás e vapor de líquido leve e líquido pesado;
- c- Seleção e cadastramento dos equipamentos e linhas de processo a monitorar;
- d- Estabelecimento das rotas de medição por unidade de processo;
- e- Realização das medições com periodicidade definida e registro com fotos;
- f- Desenvolvimento de um programa de reparos como o envolvimento direto da equipe de Manutenção da unidade ou planta de processamento;
- g- Estabelecimento das metas de redução e criação dos indicadores (por ex. Taxa de vazamento = nº de vazamentos/nº de pontos monitorados).

O LDAR permite um controle da qualidade de desempenho dos componentes de equipamentos e dos acessórios de tubulações, incluindo sistemas de selagem e vedação, sendo os seguintes os principais subprodutos do programa:

- Diagnóstico do estado destes componentes;
- Identificação de acessórios problemáticos, por tipologia e fabricante;
- Identificação da vida útil destes acessórios;
- Verificação do atendimento às premissas de vazamento nos acessórios e componentes;
- Identificação das tubulações críticas quanto à frequência de vazamentos e estabelecimento de planos para solução.

No entanto, o foco ou benefício final do trabalho de execução do programa LDAR é a redução das emissões fugitivas.

Apesar da sua eficácia econômica, um programa de inspeção e intervenções corretivas para a diminuição das emissões requer uma aplicação intensiva de mão-de-obra, em função da excessiva quantidade de itens a serem considerados.

Estimativas demonstram a viabilidade de três pessoas monitorarem 500 componentes num período de 8 horas.

Por ex., no âmbito de uma refinaria de petróleo com aproximadamente 50 000 itens implantados em banco de dados, um programa mensal com essa finalidade exige uma equipe composta de um supervisor e dez técnicos equipados com detectores de vazamentos, ferramentas e peças sobressalentes para a execução dos reparos.

3. Informações sobre o aparelho analisador de gases

Conforme a referência "Emissões fugitivas - Condutas resultam em ganho ambiental, segurança e redução de custos", no site http://www.clean.com.br/Menu_Imprensa/Emissoes_Fugitivas.pdf, para monitorar as emissões fugitivas, a EPA estabeleceu o Método 21 (*EPA Reference Method 21*) que usa um analisador portátil de gases conhecido como TVA - Toxic Vapor Analyzer.

Este aparelho, calibrado para Metano, mede a concentração de COVs-Compostos Orgânicos Voláteis ou VOCs-*Volatile Organic Compounds*, em volume de partes por milhão (ppm).

Convertendo-se o vazamento medido em ppm para vazamento em massa lb/h ou g/h é possível estimar o total de emissões dos equipamentos e tubulações de uma planta e o valor anual da perda de produtos para o meio ambiente, que é um custo adicional para as empresas.

Portanto, um programa como o LDAR-*Leak Detection and Repair* pode, além de reduzir a poluição, trazer benefícios econômicos para as empresas.

Quando estes estudos se iniciaram, algumas empresas Contratadas pela EPA utilizavam o aparelho Century Organic Vapor Analyzer (OVA 108), fabricado pela FOXBORO que foi o precursor do TVA 1000B, fabricado pela THERMO SCIENTIFIC, atualmente o mais utilizado para medir emissões fugitivas de acordo com o método da EPA *Method 21- Determination of Volatile Organic Compound Leaks*. Com ele é possível medir a vazão de um gás puro ou combinado com outros gases, desde que se saiba a concentração de cada gás na mistura.

O objetivo principal do analisador de gases TVA-1000B ou similar é fornecer uma ferramenta de triagem rápida para a detecção de uma ampla variedade de produtos químicos e/ou materiais tóxicos industriais, ao mesmo tempo em que fornece uma boa aproximação da quantidade de contaminante presente.

Thermo Scientific TVA-1000B Toxic Vapor Analyzer

<https://assets.thermofisher.com/TFS-Assets/LSG/Specification-Sheets/D19977~.pdf>

O aparelho trabalha aspirando o gás ou vapor que está vazando, que passa através de um sensor e possui dois sistemas de medição: fotoionização e ionização por chama.

O primeiro usa a luz de uma lâmpada especial e o segundo uma chama de Hidrogênio.

O gás a ser medido define qual o sistema que apresenta a melhor precisão.

Após a medição são gerados relatórios com os pontos medidos, o valor máximo, o mínimo e a média de cada ponto.

Com rápido tempo de resposta, em geral 3 segundos, e sem estar sujeito a mudanças na umidade relativa e a concentrações de CO₂ e de CO, este aparelho utiliza um detector de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector* ou um detector por fotoionização PID-*Photo Ionization Detector* ou ambos, para monitoramento de vapores orgânicos totais.

Para a medição de COVs oriundos de hidrocarbonetos, se emprega o aparelho TVA que utiliza um detector de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector* de Hidrogênio.

A resposta do TVA 1000B para qualquer composto é expressa com relação ao padrão do Metano.

O TVA 1000B possui um display digital, providenciando um range de concentração de 0 a 50.000 ppm para o FID e de 0 a 2000 ppm para o PID e é dotado de uma memória interna, armazenando os dados relativos aos pontos de medição.

Para a realização das medições de emissões fugitivas é utilizado o aparelho TVA 1000B de detector de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector* e range de concentração de 0 a 50.000 ppm.

O analisador de gases com detecção de ionização por chama ou FID- *Flame Ionization Detector* é insensível à maioria dos inorgânicos compostos, como água, nitrogênio e oxigênio, e sua resposta ao monóxido de carbono e o dióxido de carbono é insignificante, o que o torna extremamente útil para amostragem e análise de ar.

Na realidade, resposta do FID não representa as concentrações de compostos orgânicos individuais, mas sim uma estimativa da concentração combinada de compostos orgânicos voláteis presentes.

Se apenas um contaminante orgânico está presente, pode ser possível quantificar o contaminante, com certeza, se o FID for calibrado para esse contaminante específico.

No processo de medição, os componentes ou locais com potencial de vazamento são previamente identificados e cadastrados, utilizando-se um *software* especialmente desenvolvido para registrar as medições, preparar e gerar automaticamente os relatórios com histórico documentado para cada componente, listar as locais que estão vazando e que precisam ser reparados e calcular o número de componentes a serem medidos na vistoria seguinte.

O *software* pode ser adaptado e customizado à legislação local.

As emissões totais da instalação são calculadas e quantificadas para permitir o histórico da evolução das perdas.

Após o reparo dos equipamentos identificados, verifica-se se os reparos foram bem-sucedidos com nova medição, se atualiza os registros no *software* de gestão e se calcula o montante das emissões fugitivas.

4. Informações sobre a câmera do Smart LDAR

Uma câmera muito empregada é a GasFindIR[®] da empresa FLIR Systems, uma câmera portátil, leve e robusta e própria para utilização em áreas industriais, que se baseia no princípio da termografia infravermelha para detecção de emanações de determinados gases.

A olho nu tais emanações são imperceptíveis, mas quando observadas com a câmera IR-Infravermelho se mostram como nuvens de vapor ou vazamentos de origem bem definida.

É um instrumento para detecção de locais com vazamentos e havendo a necessidade de quantificar o vazamento, isto é feito com o auxílio do aparelho analisador de gases.

FLIR - Gas Detection

http://flir.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/408/~/-/difference-between-the-gasfindir-cameras
<https://www.flir.com/discover/instruments/gas-detection/>

No método de análise de gases e vapores pela câmera de espectrometria de infravermelho (IR), os produtos químicos absorvem a radiação infravermelha em comprimentos de onda característicos e ressoam em frequências de vibração específicas.

Como cada tipo de ligação molecular vibra em um comprimento de onda característico, se uma molécula é exposta à energia eletromagnética naquele comprimento de onda, parte da energia é absorvida pela ligação à medida que ressoa.

Como a maioria dos produtos químicos possui vários tipos de ligações, eles também costumam ter múltiplos comprimentos de onda de absorção.

O *software* no instrumento IR- infravermelho detecta a presença de produtos químicos, monitorando um comprimento de onda específico, um conjunto de comprimentos de onda ou um espectro inteiro. A intensidade de energia no(s) comprimento(s) de onda correto(s) é usada pelo instrumento para derivar a concentração do contaminante.

5. Procedimento de utilização prática do LDAR

Tendo em vista a qualidade do ar, a Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) estabeleceu uma metodologia para a detecção e reparo de pontos de vazamento de COVs-Compostos Orgânicos Voláteis, o programa denominado LDAR - *Leak Detection and Repair*, e determinou a necessidade de monitoramento e controle das emissões fugitivas pelas refinarias e petroquímicas.

Reconhecida a distinção entre detecção e quantificação de vazamentos, o procedimento proposto pelo LDAR emprega os aparelhos denominados TVAs-Toxic Vapor Analyzer (analisadores de vapores tóxicos) ou “sniffers”, que por ionização de chama são capazes de detectar concentrações de COVs acima de 10ppm e também fazer o cálculo da taxa de vazamento.

Atualmente, no mercado brasileiro, há empresas, como a seguir indicado, que prestam serviços de gestão e monitoramento de emissões fugitivas de acordo com o Programa LDAR e a EPA Método 21.

- TEADIT

<http://www.teadit.com/de/images/publicacoes/Mat%C3%A9ria%20Emiss%C3%B5es%20Fugitivas.pdf>

- UTBR- Emissões Fugitivas

<http://www.utbr.com.br/emissoes-fugitivas/>

- SGS

<https://www.sgsgroup.com.br/pt-br/health-safety/quality-health-safety-and-environment/environment/air-dust-noise-odor-and-vibration/fugitive-emission-studies>

Em termos práticos, a adoção do monitoramento e controle de Emissões Fugitivas possibilita não apenas a redução de custos diretos de perdas e controle ambiental, mas também e, principalmente, ganhos indiretos em redução considerável de intervenções de emergência em equipamentos por vazamentos.

Todas as tubulações e os equipamentos de unidade industrial e de áreas externas *offsites*, que operem com gases e vapores de líquidos leves e líquidos pesados de hidrocarbonetos, estão sujeitos ao monitoramento e medição.

Devem ser monitorados e medidos hastes de válvulas, eixos de bombas e de agitadores, ligações com flanges, ligações roscadas, dispositivos de controle ou de alívio de pressão e qualquer outro equipamento/componente que possa apresentar vazamento.

Comprovadamente, mais da metade das emissões fugitivas das plantas de processo são provenientes de válvulas. Embora a emissão fugitiva de uma simples válvula, conexão flangeada ou outro componente, possa ser muito pequena, o grande número destes componentes torna o volume de perdas por emissões fugitivas apreciável, como fonte dos compostos orgânicos voláteis e tóxicos, no ambiente das indústrias de refinarias, petroquímicas e plantas químicas.

Principais fontes de emissões fugitivas	% estimada em relação às emissões totais
Válvulas	60%
Válvulas de alívio de pressão	15%
Bombas e Compressores	10%
Tanques	10%
Ligações flangeadas	5%

A concentração máxima admissível adotada, por ex., para flanges e hastes de válvulas é de 500 ppm, porém algumas organizações de meio ambiente consideram este valor ainda muito elevado e estão exigindo 100 ppm como limite.

Deve ser feita uma medição inicial a 1 (um) metro do componente ou acessório do equipamento ou tubulação e em seguida outras medições junto ao componente ou acessório, a aproximadamente (um) 1 cm.

Para flanges, se deve medir em toda a sua volta.

O valor a ser considerado é a diferença entre o maior valor medido, junto do componente, e o valor da medida inicial, a 1 m de distância.

Se o valor da diferença for maior do que o limite aceitável ou admissível, o equipamento ou componente é considerado vazando e deve ser reparado.

O padrão de desempenho aceitável ou limite admissível de vazamento ou emissão fugitiva, por componente, é o seguinte:

- Válvulas industriais e de controle: 500 ppm;
- Ligações flangeadas e conexões roscadas: 500 ppm;
- Válvulas de alívio de pressão PSVs: 1000 ppm;
- Tomadas de amostras: 500 ppm;
- Vents ou respiros: 500 ppm;
- Drenos: 500 ppm;
- Selos de bombas: 1000 ppm;
- Selos de compressores e turbinas a gás: 1000 ppm;
- Engaxetamento de eixos de agitadores e misturadores: 10000 ppm.

A EPA e a CMA-Chemical Manufacturers Association realizaram vários estudos para estabelecer uma correlação entre o valor em ppm e o fluxo em massa lb/h ou g/h.

Através destes métodos é possível estimar o total de emissões dos equipamentos de uma planta.

EPA - Protocol for Equipment Leak Emission Estimates

<https://www3.epa.gov/ttnchie1/efdocs/equiplks.pdf>

Guidelines for Reporting VOC Emissions from Component Leaks

<http://www.aqmd.gov/docs/default-source/planning/annual-emission-reporting/guidelreportvocemiscomleaks.pdf>

Com uma fórmula empírica simples é possível estimar o vazamento em gramas por hora a partir do ppm medido no vazamento:

Vazamento = $0.02784 (SV^{0.733})$ g/hora, em que SV é o valor medido em partes por milhão (ppm).

Por ex., se tivermos um flange com um vazamento de 5 000 ppm temos:

Vazamento = $0,02784 (SV^{0.733}) = 0,02784 (5000^{0.733}) = 14,322$ g/hora.

O valor do vazamento obtido nesta equação é apenas orientativo, permitindo estimar a quantidade aproximada de produto perdida para a atmosfera.

O próprio aparelho analisador TVA-1000B Toxic Vapor Analyzer da Thermo Scientific ou similar tem saída em ppm e lb/h, usando os algoritmos aprovados pela EPA e a CMA.

Os cuidados com a qualidade do ar estão intrinsecamente ligados à saúde pública, aos danos à flora e à fauna e aos malefícios da chuva ácida, que deteriora materiais e equipamentos, sendo, pois razões determinantes para o controle de vapores e emissões poluentes.

É importante lembrar que estas emissões são, na realidade, perda de produtos para o meio ambiente.

Com a aplicação dos métodos da CMA/EPA é possível estimar o valor anual da perda de produtos, que é um custo para as empresas.

Logo, o emprego do programa LDAR-*Leak Detection and Repair* pode, além de reduzir a poluição, trazer benefícios econômicos.

6. Contratos de serviço de monitoramento e medições de emissões fugitivas

6.1. Geral

A Gestão das Emissões Fugitivas deve ser atividade desenvolvida e implementada por pessoal próprio da refinaria, petroquímica ou planta química.

Com o objetivo de controlar e minimizar as emissões fugitivas de hidrocarbonetos em refinarias de petróleo, petroquímicas e plantas de produtos químicos, a estratégia é implantar um programa de controle de emissões fugitivas como o LDAR.

A implantação do programa de controle de emissões fugitivas deve ser por contratação de serviços de empresa especializada, para a execução de inspeção, monitoramento e medição, nas fontes com potencial de vazamentos.

Principais fases de um programa LDAR, a serem cumpridas pela empresa Contratada, em cada planta de processo e áreas externas *offsites* para controle de emissões fugitivas:

- Cadastramento das fontes potenciais de emissões fugitivas
- Tagueamento
- Elaboração dos roteiros de monitoração
- Monitoração de campo
- Realização de medições periódicas nos pontos cadastrados
- *Software* para gerenciamento e emissão de relatórios técnicos
- Reparos

a. Cadastramento das fontes potenciais de emissões fugitivas

Os locais ou fontes com potencial de emissões fugitivas e que devem ser incluídos e cadastrados em um programa LDAR são:

- Haste de válvulas de bloqueio;
- Haste de válvulas de controle;
- Selagem de eixo de máquinas: bombas, compressores, turbinas a gás;
- Ligações flangeadas e roscadas de equipamentos, tubulações e conectores;
- Engaxetamento de eixos de agitadores e misturadores;
- Descarga de válvulas de alívio de pressão;
- Linhas com extremidade aberta;
- Conexões para amostragem;
- Drenos;
- Respiros ou vents;
- Castelo de válvulas.

b. Tagueamento

Usar sistema de tagueamento em cada ponto ou fonte potencial de vazamento com plaqueta de Alumínio ou código de barras para permitir o acompanhamento e controle de execução do LDAR.

c. Elaboração dos roteiros de monitoração

Devem ser estabelecidas as rotas de medição a serem seguidas durante o monitoramento em campo. Cada rota deve definir os pontos nos quais as medições vão ocorrer em um mesmo dia.

As rotas de medição devem ser montadas e geradas em um sistema informatizado de gestão.

Cada unidade de processo e as áreas externas *offsites* devem ter cadastrado no sistema um plano de monitoramento com as rotas de medição e pontos de medições especificados.

d. Monitoração de campo

É a realização de inspeção e medições periódicas nos pontos cadastrados, utilizando o procedimento de monitoramento conforme EPA Method 21-*Determination of volatile organic compound leaks*, que é próprio para cada fonte: bombas, compressores, PSVs, drenos, vents, válvulas, bocais flangeados ou roscados, etc..

Os pontos de vazamento identificados são detalhados em um formulário denominado Notas de Manutenção e os serviços de reparo são programados, por meio de sistema informatizado de manutenção.

e. Realização de campanhas de medições periódicas nos pontos cadastrados

As campanhas de medições são as etapas de monitoramento periódico em pontos cadastrados e realizadas por meio de instrumento ou aparelho analisador e medidor das emissões fugitivas de gases e vapores.

Utilizar, para medições de emissões fugitivas de COVs, um aparelho analisador de gases e vapores do tipo TVA-Toxic Vapor Analyzer com detecção de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector*, range de concentração de 0 a 50.000 ppm, definição de $\pm 5\%$ e intrinsecamente seguro e certificado para uso em atmosferas explosivas

O valor medido pelo instrumento em ppm (partes por milhão) deve ser convertido para unidades de vazão em massa g/h ou lb/h, conforme o tipo de fonte: válvula, flange ou rosca, bomba, conexões, PSV, vent e dreno, etc..

Para a realização das medições de emissões fugitivas recomenda-se o uso do aparelho analisador portátil TVA 1000B da empresa Thermo Scientific ou similar, com detector de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector*, escala total de medição com range de detecção de 0 a 50.000 ppm de COVs, certificado para uso em ambiente explosivo, equipado com um instrumento de coleta de dados, permitindo assim que as emissões sejam precisamente caracterizadas e que todos os pontos que apresentem concentrações acima do limite aceitável sejam identificados.

O analisador portátil deverá ser capaz de gerar arquivos com extensão ".txt", como é o padrão gerado pelo TVA 1000B, para que seja possível carregar as rotas de medição e exportar os dados de medições em campo para um sistema informatizado de gestão.

f. Software para gerenciamento e emissão de relatórios técnicos

A Contratada deve possuir um *software* de gestão e planejamento para alimentar com:

- Registros de dados relativos às rotas de medição e as características cada ponto ou fonte de vazamento por emissões fugitivas selecionado na instalação ou planta industrial;
- Coletar as informações dos dados das medições de campo do aparelho detector de gases com a identificação dos locais com vazamento;
- Detalhar em um formulário denominado Notas de Manutenção os serviços de reparo a serem programados e executados pela Gerência de Manutenção da planta;
- Registro dos dados de remediação dos locais depois de reparados;
- Preparação e emissão de relatórios semestrais e anuais com os resultados das campanhas de medições e remediações:
 - Quantitativos de emissões fugitivas, antes e após reparo;
 - Identificação de acessórios sistematicamente defeituosos e que evidenciam fabricantes sem qualidade e/ou instalação com problemas e/ou materiais inadequados;

- Vida útil destes acessórios;
- Identificação de equipamentos e tubulações críticos quanto à frequência de vazamentos e estabelecimento de planos para solução;
- Atendimento aos indicadores das metas de redução das emissões fugitivas (por ex. Taxa de vazamento = n° de vazamentos/n° de pontos monitorados).

Nota:

O resultado do programa prevê melhorias contínuas de desempenho na instalação, mas o foco ou benefício final do trabalho de execução do programa LDAR é a redução das emissões fugitivas de COVs/VHAPs.

g. Execução de reparos

Nos reparos a executar em locais com problemas de emissão fugitiva de COVs, privilegiar as seguintes providências, que já demonstraram reduções reais das perdas da ordem de 50% a 75% e um diferencial positivo de desempenho eficiente dos equipamentos e sistemas de tubulações.

Válvulas	Na selagem das hastes de válvulas de bloqueio e de controle, usar gaxetas de baixa emissão. Especificar, sempre que possível, as válvulas tipos esfera e macho, cujo fechamento ocorre por movimento de 90°, com sede confeccionada de material resiliente e dupla selagem.
	Uso preferencial de gaxetas feitas de Grafite ou Teflon (PTFE), a depender de o serviço ser "fire safe".
	Nas caixas de gaxetas, usar molas especiais que promovem o aperto de compressão constante sobre as gaxetas.
Conexões flangeadas	Substituição da junta de vedação e adotar o procedimento de aperto controlado de montagem e de reaperto na etapa inicial da partida para operação.
Conexões roscadas	Selar com solda de selagem as conexões roscadas.
Maquinas de fluxo	Utilização de selo mecânico em equipamentos rotativos.
PSVs	Instalação de disco de ruptura à montante das válvulas de segurança e alívio ou interligação da descarga com a Tocha de segurança da planta, sempre que possível.
Extremidades abertas de tubulações	Colocação de válvula de bloqueio e/ou tampão em extremidades abertas de tubulações.
Pontos de alívio, drenagem e amostragem	Interligação desses pontos com um sistema de recuperação ou queima das perdas por vazamentos ou emissões.

6.2. Orientações para contratos de controle de emissões fugitivas

As orientações para os contratos de controle de emissões fugitivas são.

- Maior número de empresas realizando o serviço, simultaneamente em toda a unidade ou planta, ao invés de uma única empresa, atendendo às unidades de processo e às áreas externas *offsites*;
- Condução padronizada dos contratos do programa de controle de emissões fugitivas;
- Duração dos contratos por 3 anos, prorrogável por igual período, e em cada ano deve ser previsto ao menos uma campanha de medição por semestre;
- Preparação de uma Especificação Técnica padrão a ser utilizada nos contratos, contemplando as especificidades de cada planta;
- Prever a fiscalização e gerenciamento dos contratos conforme as orientações da sede da Cia;
- É recomendável que a gerência e a fiscalização dos contratos sejam de responsabilidade da gerência de SMS-Saúde, Meio Ambiente e Segurança da empresa;
- Adotar o programa de controle de emissões fugitivas segundo a metodologia LDAR *Leak Detection and Repair* estabelecida pela EPA-USA.

O LDAR é composto das seguintes etapas sequenciais:

- Levantamento e cadastramento dos pontos passíveis de vazamento para medição periódica;

- Todos os pontos em tubulações e equipamentos da unidade industrial que operem com gases e vapores de líquidos leves e líquidos pesados de hidrocarbonetos devem ser medidos;
- Estabelecimento do limite admissível de concentração de vazamento em cada ponto ou fonte cadastrada;
- Estabelecimento das rotas de medição;
- Medição em cada ponto ou fonte e identificação dos vazamentos baseados no limite admissível de concentração de COVs;
- Para os procedimentos de medição em campo deve ser exigida metodologia da EPA – Method 21- *Determination of Volatile Organic Compound Leaks*;
- Identificação dos pontos a serem reparados e preparação das Notas de Manutenção;
- Carregamento dos dados no sistema informatizado de gestão;
- As Notas de Manutenção devem ser emitidas pela fiscalização do contrato;
- As intervenções para eliminação das emissões fugitivas devem ser realizadas pelas gerências de Manutenção;
- Realização dos reparos necessários;
- Remedição dos pontos reparados;
- Toda solicitação de eliminação das emissões fugitivas deve ser atendida em um prazo máximo de 30 (trinta) dias após a detecção;
- As remedições dos pontos que receberam intervenção da Manutenção devem ser realizadas no prazo máximo de 30 dias após a intervenção;
- Produtos que devem ser previstos no contrato e que são os itens da planilha preços unitários:
 - Pontos cadastrados no sistema informatizado
 - Pontos medidos
 - Pontos reparados
 - Pontos para remedição após os reparos
 - Pontos com necessidade de recadastramento
 - Pontos novos
 - Relatórios semestrais de comparação entre as campanhas de medição
 - Relatórios Anuais de cada campanha de medição realizada
- As rotas de medições devem ser executadas com periodicidade de 6 meses;
- Todos os pontos cadastrados e novos pontos em cadastro devem ser medidos obrigatoriamente, em cada unidade de processo e áreas externas *offsites*;
- Os pontos que são medidos devem ser exatamente os mesmos pontos, não sendo permitido a redução ou aumento do número de pontos a serem medidos e nem a substituição de pontos que foram medidos por outros diferentes;
- Perfazer o cálculo da redução das emissões fugitivas entre uma e outra campanha de medição, para avaliação da eficiência do programa de controle de emissões fugitivas.

6.3. Modelo de contrato de Gestão de Emissões Fugitivas base LDAR

6.3.1. Introdução

O LDAR é mais que uma boa prática nas refinarias dos EUA, Canadá e Europa, sendo um programa consagrado e obrigatório na maioria dos locais desde a década de 80, fazendo parte da rotina operacional das plantas industriais destes países.

É composto de etapas sequenciais e dependentes entre si:

- Identificação de perdas por emissões fugitivas por medição do vazamento
- Programação e efetivação dos reparos nos pontos identificados com vazamento
- Remedição para verificação da eficácia da manutenção
- Sistema informatizado customizado para gerenciamento das informações
- Benefícios diretos, tais como:
 - Subsídios para controle de qualidade da mão-de-obra e dos acessórios de tubulação, incluindo sistemas de vedação.
 - Redução dos riscos relacionados à segurança
 - Redução de exposição do trabalhador
 - Redução da emissão de Compostos Orgânicos Voláteis-COVs, poluentes e tóxicos do meio

- ambiente
- Redução de perdas de produtos

6.3.2. Escopo da Contratação

O escopo do Contrato é a implantação de um sistema de Monitoração, Detecção, Medição, Registro e Reparo do inventário de emissões fugitivas de gases e vapores de hidrocarbonetos e outros poluentes, empregando a metodologia do programa LDAR-*Leak Detection and Repair*, em unidades de processo e nas áreas externas *offsites* de uma planta industrial de óleo&gás.

O objetivo do programa é reduzir as emissões fugitivas para o meio ambiente.

O trabalho consiste na medição periódica das emissões de hidrocarbonetos e outros poluentes voláteis, VHAP- *Volatile Hazardous Atmospheric Pollutants* ou Poluentes Atmosféricos Voláteis Perigosos, nos acessórios e componentes de equipamentos e tubulações e uma vez detectados os pontos de vazamento, estes devem ser reparados dentro de um período de tempo pré-definido.

O serviço contratado consiste também da implantação de banco de dados com as seguintes informações sobre os acessórios e componentes dos equipamentos e tubulações, que operem com hidrocarbonetos e outros poluentes COVs/VHAPs:

- Especificação técnica (tipo, dimensões e material);
- Condições de operação (fluido, pressão e temperatura);
- Localização geográfica e.
- “Tag” ou código de identificação.

Este banco de dados deve ser completo para viabilizar a monitoração e o controle de fontes passíveis de emissões fugitivas de hidrocarbonetos e outros poluentes voláteis.

- O banco de dados é um sistema informatizado para gestão da informação.
- O banco de dados a ser implantado deve ser amigável e dispor de funções que permitam a identificação visual dos pontos medidos.

A Contratada deve realizar medições periódicas das emissões fugitivas nos pontos cadastrados com base na metodologia especificada no documento EPA-Method 21 - *Determination of Volatile Organic Compound Leaks*.

<https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-06/documents/m-21.pdf>

Os pontos de vazamento identificados devem ser detalhados em Notas de Manutenção e os serviços de reparo devem ser programados imediatamente para execução em até 30 dias, após detecção, no *software* de programação das atividades da Gerência de Manutenção.

A Contratada deve calcular as emissões de cada ponto a partir da medida de concentração de COVs/VHAPs encontrada próxima ao acessório, durante a medição.

O cálculo deve ser feito através do uso de protocolos da USEPA- Órgão Ambiental dos EUA, cujas definições e critérios são considerados referências mundiais.

Os pontos passíveis de se constituírem em fontes de vazamento por emissões fugitivas em equipamentos e sistemas de tubulações, são dentre outros:

- Hastes de válvula de bloqueio e de válvula de controle;
- Castelo de válvulas;
- Selagem de máquinas: bombas, compressores e turbinas a gás;
- Selagem de agitadores e misturadores;
- Bocais flangeados e ligações flangeadas;
- Ligações roscadas;
- Drenos e respiros *vents*;
- Conexões para amostragem;
- Descargas de válvulas de alívio e segurança PSVs;
- Linhas com extremidade aberta.

6.3.3. Limites de vazamento tipo emissões fugitivas

O limite admissível de vazamento tipo emissão fugitiva deve ser como se segue:

- Equipamentos e tubulações em que o produto possa conter COVs com mais de 5% de um VHAP- *Volatile Hazardous Atmospheric Pollutants* ou Poluentes Atmosféricos Voláteis Perigosos na sua composição.
 - 1000 ppm 1^o ano
 - 500 ppm a partir do 2^o ano
- Equipamentos e tubulações em que o produto possa conter outros COVs
 - 1000 ppm para COVs 1^o ano
 - Reduzir gradativamente até 500 ppm a depender da ação de reparo da Gerência de Manutenção.

6.3.4. Atividades de Gerência do Contrato

- a. Estabelecimento da linha de corte de definição de vazamentos admissíveis, adotar os seguintes limites:
 - Válvulas industriais e de controle: 500 ppm;
 - Ligações flangeadas e conexões roscadas: 500 ppm;
 - Válvulas de alívio e segurança PSVs: 1000 ppm;
 - Tomadas de amostras: 500 ppm;
 - Vents ou respiros: 500 ppm;
 - Drenos: 500 ppm;
 - Selos de bombas: 1000 ppm;
 - Selos de compressores e turbinas a gás: 1000 ppm;
 - Engaxetamento de eixos agitadores e misturadores: 10000 ppm.
- b. Análise crítica dos resultados das medições de emissões fugitivas
- c. Fiscalização das seguintes etapas do contrato:
 - Execução dos reparos/trocas de acessórios a partir da lista de reparos ou Nota de Manutenção dentro do prazo máximo estabelecido de 30 dias após detecção;
 - Informação dos pontos que foram reparados ou que necessitam de parada de unidade, para sofrerem intervenção, a fim de a Contratada manter atualizado o *software* de gestão;
 - Execução eventual de nova correção após verificação do reparo com a atividade de remediação pela Contratada.

6.3.5. Atividades da Contratada

- a. A partir das rotas de medições estabelecidas identificar os acessórios e componentes em campo, tirar fotos e “taguear”.
- b. Cadastrar os acessórios e componentes selecionados no *software* de gestão.
- c. Fazer as medições em campo.

Para a realização das medições de emissões fugitivas deve ser utilizado o aparelho analisador portátil TVA 1000B da empresa Thermo Scientific, ou similar, com detector de ionização por chama FID-*Flame Ionization Detector*, certificado para uso em atmosfera explosiva, escala total de medição com range de detecção de 0 a 50.000 ppm de COVs, equipado com um coletor para arquivo de dados, permitindo assim que as emissões sejam precisamente caracterizadas e que todos os pontos que apresentem concentrações acima do limite aceitável sejam identificados.
- d. Gerar listas de reparo ou Nota de Manutenção dos pontos com vazamento, ou seja, com concentração acima da linha de corte.
- e. Registrar os pontos já reparados ou que aguardam parada de equipamentos no *software* de gestão.
- f. Remediação dos pontos reparados e geração de lista de pontos que ainda continuaram vazando.
- g. Emissão de relatórios com:
 - Quantitativos de emissões fugitivas, antes e após reparo;
 - Identificação de acessórios sistematicamente defeituosos e que evidenciam fabricantes sem qualidade e/ou instalação com problemas e/ou materiais inadequados;
 - Vida útil destes acessórios;

- Identificação de equipamentos e tubulações críticos quanto à frequência de vazamentos e estabelecimento de planos para solução.

O resultado do programa prevê melhorias contínuas de desempenho na instalação, mas o foco ou benefício final do trabalho de execução do programa LDAR é a redução das emissões fugitivas de COVs/VHAPs.

Nos casos de plantas industriais de grande nº de possíveis vazamentos em pontos de difícil acesso e também para viabilizar um maior número de campanhas de medições, prever a utilização da metodologia *Smart* LDAR, que consiste no emprego de câmeras GasFindIR[®] da empresa FLIR Systems, ou similar, de imagem ótica com infravermelho-IR para a visualização de emissões, de gases e vapores, que permite a localização dos pontos que apresentam vazamentos mais intensos, sem que haja necessidade de medição em todos os componentes de processo, priorizando pontos mais críticos para a medição com o aparelho analisador de gases.

É um instrumento para detecção de locais com vazamentos e havendo a necessidade de quantificar o vazamento, isto é feito com o auxílio do aparelho analisador de gases.

-X-