

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

CAP. QOBM/Comb. LEONARDO ALBERTO FERNANDES DA COSTA



**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
ESPECTROSCÓPICOS EM ATENDIMENTO ÀS OCORRÊNCIAS
ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS NO CBMDF**

**BRASÍLIA
2021**

CAP. QOBM/Comb. **LEONARDO** ALBERTO FERNANDES DA COSTA

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
ESPECTROSCÓPICOS EM ATENDIMENTO ÀS OCORRÊNCIAS
ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS NO CBMDF**

Monografia apresentada ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Orientadora: MAJ. QOBM/Comb. IVE **LORENA** ATHAYDES DA SILVA

BRASÍLIA
2021

CAP. QOBM/Comb. **LEONARDO** ALBERTO FERNANDES DA COSTA

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS
ESPECTROSCÓPICOS EM ATENDIMENTO ÀS OCORRÊNCIAS
ENVOLVENDO PRODUTOS PERIGOSOS NO CBMDF**

Trabalho monográfico apresentado ao Centro de Estudos de Política, Estratégia e Doutrina como requisito para conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Oficiais Combatentes do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal.

Aprovado em: 11/02/2021.

BANCA EXAMINADORA

André Telles Campos – Ten-Cel QOBM/Comb.
Presidente

José **Genilson** dos Santos – Ten-Cel QOBM/Comb.
Membro

Rodrigo **Rasia** – Maj. QOBM/Comb.
Membro

Ive **Lorena** Athaydes da Silva – Maj. QOBM/Comb.
Orientadora

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO

AUTOR: Cap. QOBM/Comb. **Leonardo** Alberto Fernandes Da Costa

TÍTULO: Análise da Utilização dos Equipamentos Espectroscópicos em Atendimento às Ocorrências Envolvendo Produtos Perigosos no CBMDF

Data De Defesa: 20/02/2021.

| | | |
|--|--|---|
| Acesso ao documento | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Texto completo | <input type="checkbox"/> Texto parcial | <input type="checkbox"/> Apenas metadados |
| Em caso de autorização parcial, especificar a(s) parte(s) que deverá(ão) ser disponibilizadas: | | |

| |
|--|
| Licença |
| <p>DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO EXCLUSIVA</p> <p>O referido autor:</p> <p>a) Declara que o documento entregue é seu trabalho original, e que detém o direito de conceder os direitos contidos nesta licença. Declara também que a entrega do documento não infringe, tanto quanto lhe é possível saber, os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade.</p> <p>b) Se o documento entregue contém material do qual não detém os direitos de autor, declara que obteve autorização do detentor dos direitos de autor para conceder ao CBMDF os direitos requeridos por esta licença, e que esse material cujos direitos são de terceiros está claramente identificado e reconhecido no texto ou conteúdo do documento entregue.</p> <p>Se o documento entregue é baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o CBMDF, declara que cumpriram quaisquer obrigações exigidas pelo respectivo contrato ou acordo.</p> <p>LICENÇA DE DIREITO AUTORAL</p> <p>Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo a Biblioteca da Academia de Bombeiro Militar disponibilizar meu trabalho por meio da Biblioteca Digital do CBMDF, com as seguintes condições: disponível sob Licença Creative Commons 4.0 International, que permite copiar, distribuir e transmitir o trabalho, desde que seja citado o autor e licenciante. Não permite o uso para fins comerciais nem a adaptação desta.</p> <p>A obra continua protegida por Direito Autoral e/ou por outras leis aplicáveis. Qualquer uso da obra que não o autorizado sob esta licença ou pela legislação autoral é proibido.</p> |

Leonardo Alberto Fernandes da Costa

Dedico esse trabalho a minha esposa Karla Feldkircher e a minha família que me ajudaram a manter o foco em meio a tantos problemas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sabe de todas as coisas e que nem mesmo uma folha morta cai sem que seja da vontade dele.

Agradeço a minha orientadora por toda compreensão e paciência durante o processo de construção desta pesquisa.

Agradeço a minha esposa, que sempre fez parte de todas as minhas conquistas na vida.

Agradeço aos meus pais que nos acolheram nesse momento de atribuições.

Agradeço ao amigo e Prof. Dr. Vianney O. S. Junior, por todo o apoio e a ajuda com a parte conceitual de espectroscopia.

“Não pretendemos que as coisas mudem, se sempre fazemos o mesmo. A crise é a melhor bênção que pode ocorrer com as pessoas e países, porque a crise traz progressos. A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias.”

Albert Einstein

RESUMO

Esta pesquisa exploratória teve por objetivo analisar a utilização de equipamentos espectroscópicos para atendimento de ocorrências envolvendo produtos perigosos no âmbito do CBMDF, utilizando levantamento bibliográfico e documental e aplicação de questionários aos militares que concluíram o Curso de Intervenção em Produtos Perigosos Nível Técnico no CBMDF. O resultado obtido mostra que grande porcentagem dos Técnicos formados no CBMDF não se considera habilitado para realizar identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe.

Palavras-chave: Espectroscopia, Hazmat, infravermelho, Produtos Perigosos, Raman.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Painel de segurança e rótulo de risco | 21 |
| Figura 2. Diagramas de energias para os fenômenos de espalhamento. Adaptado da referência. | 29 |
| Figura 3. Diagramas de energia para as transições Raman: efeito Raman ordinário (1), efeito Raman pré-ressonante (2), efeito Raman ressonante discreto (3), efeito Raman ressonante contínuo (4). | 34 |
| Figura 4 – Principais equipamentos de detecção utilizados em no CBMDF | 41 |
| Figura 5 – Análise da primeira questão não numerada identificação da graduação dos respondedores | 54 |
| Figura 6 – Análise do questionário. Qual o ano de realização do Curso (CIPP- TEC) | 55 |
| Figura 7 – Percentagem dos técnicos que têm alguma noção sobre as bandas características das principais funções orgânicas. | 57 |
| Figura 8 – Percentagem dos técnicos que consideram insuficientes os ensinamentos ministrados no curso. | 60 |
| Figura 9 – Percentagem dos técnicos que se consideram inabilitados para operar os equipamentos e realizar identificação de substâncias sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe. | 61 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------------|---|
| ATR | Reflectância Total Atenuada |
| CBMGO | Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás |
| CBMPE | Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Pernambuco |
| CDN | Conselho de Defesa Nacional |
| DPRF | Departamento de Polícia Rodoviária Federal |
| ESG | Escola Superior de Guerra |
| FTIR | Espectroscopia Infravermelho por Transformada de Fourier |
| GDF | Governo do Distrito Federal |
| GLP | Gás Liquefeito de Petróleo |
| SSPDF | Secretaria de Estado de Segurança Pública do Distrito Federal |
| SAEPP | Serviço de Atendimento à Emergência com Produtos Perigosos |
| CAESB | Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal |
| CNEN | Comissão Nacional de Energia Nuclear |
| OMS | Organização Mundial de Saúde |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| UnB | Universidade de Brasília |
| QBRN | Químicas, Biológicas, radiológicas e Nucleares |
| SSP-DF | Secretaria de Estado de Segurança Pública do Distrito Federal |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|---------------|--|
| m | Metro |
| kg | Quilograma |
| \S | Parágrafo |
| cm^{-1} | Número de Onda (unidade de frequência vibracional) |
| $\%$ | Por cento |
| $^{\circ}$ | Grau |
| (P) | Momento de dipolo induzido |
| ΔP | Varição no momento de dipolo induzido |
| (E) | Campo elétrico da radiação incidente |
| α | Tensor de polarizabilidade |
| $h\nu_0$ | Energia do estado inicial de um fóton |
| μ_j | momento de dipolo induzido na molécula durante a vibração, α_{ij} |
| μ_i | momento de dipolo induzido na molécula durante a vibração, α_{ij} |
| ψ_m | Função de onda do estado vibracional inicial da molécula |
| ψ_n | Função de onda do estado vibracional final da molécula |
| q | Coordenada do movimento dos núcleos em qualquer tempo |
| q_{eq} | Coordenada de equilíbrio |
| | Diferença de energia entre dois estados vibracionais do estado |
| e_v | eletrônico fundamental |
| E_{ef} | Energia do fóton |
| k | Estados da molécula |
| ω_0 | Frequência da radiação incidente |
| ω_{km} | Frequência de transição do estado m para um estado k |
| Γ_k | Fator de amortecimento |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Definição do problema | 14 |
| 1.2 Justificativa | 15 |
| 1.3 Objetivo geral..... | 17 |
| 1.4 Definição de termos | 18 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 20 |
| 2.1 Produtos perigosos | 20 |
| 2.2 Fundamentos de análise instrumental | 25 |
| 2.3 Espectroscopia | 25 |
| 2.3.1 Espectroscopia no infravermelho..... | 26 |
| 2.3.2 Espalhamento Raman | 27 |
| 2.4 Produtos perigosos no CBMDF | 35 |
| 3 METODOLOGIA | 44 |
| 3.1 Procedimentos metodológicos | 44 |
| 3.2 Modelo de estudo | 45 |
| 3.3 Pesquisa exploratória | 46 |
| 3.4 Pesquisa bibliográfica e documental..... | 46 |
| 3.5 Método dedutivo | 47 |
| 3.6 Técnicas para coleta de dados | 49 |
| 3.7 Questionários..... | 49 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 52 |
| 4.1 Análise dos questionários aplicados | 52 |
| 4.2 Análise do currículo atualmente empregado no CIPP-TEC | 61 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| REFERÊNCIAS | 71 |
| APÊNDICES | 77 |
| APÊNDICE A – Questionários Aplicados aos Técnicos (CIPP-TEC)..... | 78 |
| APÊNDICE B – Proposta de Módulo para O Curso De Intervenção De Produtos Perigosos Nível Técnico (CIPP-TEC)..... | 84 |

| | |
|---|-----------|
| ANEXOS | 90 |
| ANEXO A – Malha Curricular do CIPP-TEC | 91 |

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico e industrial do último século trouxe consigo não só os benefícios e comodidades da tecnologia, mas também uma série de produtos e insumos que podem causar riscos graves às pessoas e ao meio ambiente (produtos perigosos). Esses insumos e produtos são transportados, diariamente, em estradas, aviões e no mar (CBMDF, 2011b).

Em sua maioria esses insumos têm um uso considerado benéfico à humanidade, entretanto é crescente em nível mundial a utilização de tecnologia para defender o poderio econômico das nações e interesses políticos das mais diversas naturezas. Acidentes no transporte, uso, processamento, ou armazenamento desses insumos, bem como o seu emprego em ameaças terroristas são uma realidade mundial, que chega ao Brasil (LOPES, 2006). De forma que equipamentos para identificação de substâncias passaram a ser úteis não só nas universidades e grupos de pesquisa, como também para agentes de defesa civil e militar, além da maioria das forças policiais no mundo.

Nesse contexto, no Brasil, o Distrito Federal (DF), apesar de não possuir grandes áreas industriais, situa-se em uma posição geográfica que o transforma no principal corredor do centro-oeste, tendo assim uma enorme carga viária envolvendo produtos perigosos. Essa frota, apesar de apenas trafegar pelo DF, naturalmente gera o risco de acidentes rodoviários no seu trajeto (CBMDF, 2012).

Vale destacar que vários eventos esportivos internacionais tiveram sede no DF em 2013 e 2014, como jogos da Copa do Mundo e Copa das Confederações e as Olimpíadas em 2016, o que pode vir a ocorrer novamente no futuro. Além disso, houve diversas manifestações de cunho político que ocorreram nos últimos anos. O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal (CBMDF) é legalmente a instituição responsável por dar resposta a acidentes e atentados envolvendo materiais perigosos (DISTRITO FEDERAL, 2017).

Nesse contexto, são necessários estudos e investimentos contínuos capazes de prover o CBMDF de estrutura, equipamentos e capacitação de recursos humanos para atuar em ocorrências envolvendo produtos perigosos e para promover a

segurança das centenas de pessoas que passam ou vivem na capital do país e que, por sua vez, podem ser também alvo de ações terroristas, que podem fazer uso de substâncias perigosas.

Assim, o CBMDF fez investimentos em equipamentos e em capacitação de técnicos e especialistas aptos para o atendimento de ocorrências envolvendo produtos perigosos. Em 2013 o custo total estimado para aquisição de materiais relacionados à intervenção com produtos perigosos foi de R\$ 22.993.806,8 (vinte e dois milhões, novecentos e noventa e três mil, oitocentos e seis reais e oitenta centavos), conforme o Edital de Licitação pregão eletrônico n.º 35/2013–DICOA/DEALF/CBMDF.

Dentre os equipamentos que o CBMDF possui para atuação em ocorrências de produtos perigosos, estão equipamentos que utilizam detectores espectroscópicos. Esses detectores quantificam a absorção de luz em cada frequência para identificar substâncias analisadas. Esse método é bem popular no meio científico (SKOOG, 2009), no entanto, hoje em dia a análise feita no atendimento de ocorrências no CBMDF está fundamentada apenas na biblioteca de espectros presentes nesses equipamentos, conforme previsto na proposta pedagógica do curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Técnico (CBMDF, 2017).

Dessa forma, um estudo avaliando a capacidade e o potencial de uso dos equipamentos espectroscópicos adquiridos pelo CBMDF e da capacitação dos militares especialistas para extrair esse potencial é imprescindível. Os resultados dessa pesquisa apontam para adequações no serviço de atendimento às ocorrências envolvendo Produtos Perigosos no âmbito do Distrito Federal e entorno.

1.1 Definição do problema

A Constituição Federal, em seu art. 144 §5º, define as atribuições dos Corpos de Bombeiros nos seguintes termos “além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil” (BRASIL, 1988). A Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, em seu art. 2º, cita as competências do órgão, entre elas está a realização de busca e salvamento.

Portanto, cabe ao CBMDF a missão de realizar os atendimentos que envolvam Produtos Perigosos. Com esse intuito, o CBMDF fez investimentos de mais de vinte milhões de reais em equipamentos e em capacitação de técnicos e especialistas aptos para o atendimento desse tipo de ocorrência.

Assim, o problema de pesquisa proposto traduz-se na seguinte pergunta: **o investimento financeiro em Recursos Humanos e na gama de equipamentos com detectores espectroscópicos que o CBMDF possui está sendo aproveitado em seu potencial máximo ou está havendo desperdício de tempo e dinheiro em equipamentos e capacitação humana inadequada?**

1.2 Justificativa

O Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal tem suas atividades finalísticas definidas, conforme Lei Distrital n.º 21.930, de 31 de janeiro de 2001 no art. 3º, incisos I e II, combinado com o Decreto nº 31.817, de 21 de junho de 2010, que regulamenta o inciso II, do art. 10-B, da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal

Nesse escopo, o CBMDF tem entre as suas obrigações o atendimento a emergências com Produtos Perigosos, conforme previsto no inciso IV do art.2º do Decreto Nº 7.163, de 29 de abril de 2010 concomitante ao disposto no inciso IV do art.2º da Lei Nº 8.255, de 20 de novembro de 1991. Além do parágrafo 5º do art. 28 da Lei Nº 12.086, de 6 de novembro de 2009, e com o previsto no inciso 2º do art. 3º da Decreto Distrital N.º 21.930, de 31 de janeiro de 2001, alterado pelo Decreto Distrital nº 38.528 de 3 de outubro de 2017.

Além da obrigação prevista em Lei, o atendimento a ocorrências envolvendo produtos perigosos é de essencial importância considerando o atual cenário político e econômico mundial. Torna-se cada vez mais frequente o surgimento de atentados terroristas e acidentes com produtos químicos utilizados como insumo nos mais

diversos processos industriais no país e no mundo (MARSHAL, 2005).

Considerando a produção dos insumos necessários para manter nível tecnológico adquirido pela sociedade atual, tornou-se inevitável o transporte e armazenamento de produtos químicos, gases, derivados de petróleo e substâncias perigosas em geral, que são necessárias à indústria tecnológica, pois esta última mantém as comodidades do modo de vida baseado em tecnologia.

Nesse contexto, é essencial que os órgãos de Segurança Pública e Defesa Civil, em especial o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, que atende o centro político do país, esteja preparado para o atendimento de ocorrências envolvendo produtos perigosos.

Dessa forma, o CBMDF fez investimentos em equipamentos e em capacitação de técnicos e especialistas aptos para o atendimento desse tipo de ocorrência. Só no ano de 2013 o custo estimado para aquisição de materiais relacionados à intervenção com produtos perigosos foi de R\$ 22.993.806,8 (vinte e dois milhões, novecentos e noventa e três mil, oitocentos e seis reais e oitenta centavos), conforme o Edital de Licitação pregão eletrônico N.º 35/2013–DICOA/DEALF/CBMDF (CBMDF, 2013).

Nesse rol de equipamentos que o CBMDF possui para atuação em ocorrências de produtos perigosos, existe atualmente uma porcentagem considerável de equipamentos que utilizam detectores espectroscópicos. Esses detectores quantificam a absorção de luz em cada frequência para identificar substâncias analisadas. Esse método é bem popular no meio científico (SKOOG,2009), no entanto, hoje em dia a análise feita no atendimento de ocorrências no CBMDF está fundamentada apenas na biblioteca de espectros presentes nesses equipamentos, conforme previsto no currículo do curso de Intervenção em Produtos Perigosos Nível Técnico (CBMDF, 2017).

De forma geral, os equipamentos comerciais de identificação de substância foram construídos para serem utilizados por especialistas e não garantem a identificação correta da amostra (SOLOMOS, 2018). De outra forma a identificação de substâncias não se esgota apenas no equipamento, pois depende da manipulação das amostras e das ações corretas do operador nas fases limpeza, manutenção, coleta, manipulação e interpretação dos resultados. Mesmo em equipamentos

portáteis, que costumam ser menores e mais robustos, porém, muitas vezes, menos precisos, o operador tem grande influência no sucesso em obter resultados corretos (ARAUJO, 2018).

No caso dos espectrômetros, que são alvo desta pesquisa, a biblioteca de espectros dos equipamentos de identificação não tem a função de encerrar a identificação da amostra, mas sim fornecer um auxílio ao especialista/ operador na comparação do espectro da amostra analisada com espectros de substâncias conhecidas. (SMITHS DETECTION, 2004a; SMITHS DETECTION, 2007).

Uma das dificuldades encontradas no processo é que normalmente a biblioteca apresenta espectros de substâncias livres de contaminantes, diferente do que pode ocorrer em uma amostra real. No caso específico de produtos perigosos, a substância perigosa pode, inclusive, ser um contaminante da amostra analisada, ou seja, estar em proporção menor em uma amostra constituída de uma mistura (MUKHOPADHYAY, 2004).

Nesse contexto, é fundamental um estudo para verificar como se dá o uso desses equipamentos no CBMDF. Também é necessário verificar a necessidade da inclusão de disciplina básica de espectroscopia no curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Técnico e/ou a necessidade de atualização de equipamentos e bibliotecas digitais, e/ou atualização do protocolo de ação dos interventores nível técnico com relação à utilização de equipamentos com detectores espectroscópicos, ou ainda, atualização dos técnicos já formados pelo CBMDF.

1.3 Objetivo geral

Analisar a utilização de equipamentos com detectores espectroscópicos no CBMDF.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Conceituar e caracterizar o serviço de PP no CBMDF;

- Identificar as capacidades do aparato tecnológico atual do CBMDF relativo à espectroscopia Raman e infravermelho utilizada na atuação em PP;
- Identificar o nível de conhecimento mínimo em espectroscopia para utilização adequada dos equipamentos espectroscópicos em ocorrências de PP;
- Identificar o nível de conhecimento atual dos técnicos em PP formados no CBMDF;
- Avaliar se é necessária mudança no currículo do CIPP-TEC, atualização das bibliotecas ou do *modus operandi* atual para com estes equipamentos.
- Analisar se todos os equipamentos espectroscópicos estão sendo empregados operacionalmente da melhor forma ou se têm mais a oferecer.

1.4 Definição de termos

Biblioteca de espectros: são coleções de espectros que cobrem compostos puros e uma grande gama de compostos comerciais (Harris, 2017; ATKINS, 2006).

Espectroscopia: estudo da interação entre a radiação eletromagnética e a matéria através de fenômenos físico-químicos (reflexão, refração, espalhamento elástico, interferência e difração) ou alterações nos níveis de energia de moléculas ou átomos (RIBEIRO, 2011).

Espectro representação das amplitudes ou intensidades - o que geralmente traduz-se por energia. Os espectros se devem às transições entre estados de energia. A espectroscopia molecular fornece o valor da variação da energia interna quando uma molécula absorve, emite ou espalha a radiação eletromagnética em quantidades discretas ou quantizadas (SKOOK,2009).

Efeito Raman: é a dispersão inelástica dos fótons pela matéria onde há uma troca de energia e uma mudança na direção da luz (SALA,2008).

Espectrômetro: é um instrumento óptico usado para medir as propriedades da luz numa determinada faixa do espectro eletromagnético ao interagir com a

matéria, permitindo a identificação da intensidade luminosa de cada comprimento de onda que no feixe incidente de modo a permitir a caracterização de uma série de materiais quanto à sua absorção luminosa, fluorescência, transmissão entre outros (SKOOG, 2009).

Hazmat: a abreviação de *hazardous materials* ou “materiais perigosos”, que são substâncias ou materiais que devido a sua forma de apresentação ou quantidade podem representar um risco razoável para a saúde, a propriedade ou o meio ambiente. Podem incluir substâncias tais como produtos químicos tóxicos, combustíveis, resíduos nucleares e agentes biológicos, químicos e radiológicos. podendo ser liberados como líquidos, sólidos, gases ou uma combinação ou forma de todos os três, incluindo poeira, fumos, gás, vapor, névoa e fumaça. (OLIVEIRA,2000; NIOSH, 2020)

2 REVISÃO DA LITERATURA

A análise da utilização de equipamentos espectroscópicos para identificação de substâncias em ocorrências envolvendo produtos perigosos pressupõe, de antemão, o entendimento de alguns conceitos ou técnicas importantes.

Dentre os conceitos básicos necessários à análise proposta estão os conceitos de produtos perigosos ou Hazmat, espectroscopia, espectroscopia de infravermelho, espectroscopia Raman, imagem térmicas ou de infravermelho, análise instrumental, técnicas instrumentais de identificação de substâncias e intervenção em emergências envolvendo produtos perigosos. Considerando que o universo desta pesquisa se restringe ao CBMDF, torna-se imprescindível apresentar ao leitor os equipamentos espectroscópicos que atualmente o CBMDF emprega na identificação de substâncias, bem como aspectos básicos da formação dos militares que operam tais equipamentos.

Este capítulo tem por objetivo esclarecer tais conceitos e técnicas de forma a permitir ao leitor melhor interpretação dos objetivos do trabalho e compreensão dos resultados obtidos.

2.1 Produtos perigosos

Produtos perigosos ou Hazmat geralmente são termos utilizados para se referir a substâncias ou materiais que causam risco a saúde, patrimônio ou meio ambiente e estão geralmente sujeitos a regulamentações legais para armazenamento e transporte. Hazmat é uma abreviação da junção das palavras da língua inglesa “*Hazardous Material*”, que em uma tradução mais literal corresponderia a “materiais perigosos”. Essa palavra também pode ser utilizada para designar equipes de intervenção com produtos perigosos (OLIVEIRA, 2000).

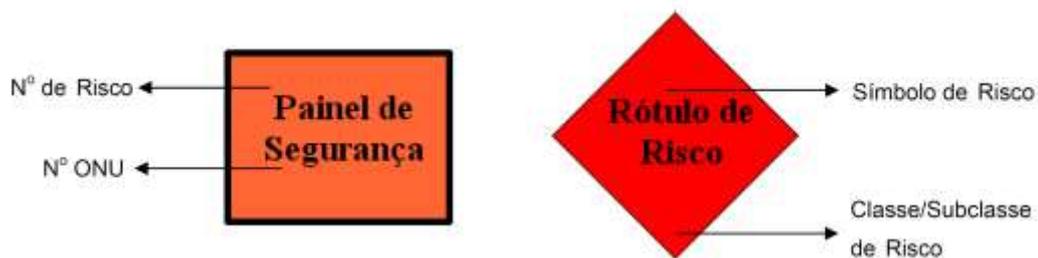
Equipes Hazmat são pessoas especialmente treinadas para manusear artefatos ou mercadorias perigosas, que incluem materiais que são radioativos, inflamáveis, explosivos, corrosivos, oxidantes, asfixiantes, agentes biológicos perigosos, tóxicos, patogênicos ou alergênicos. Também estão incluídas as condições

físicas, como gases e líquidos comprimidos ou materiais quentes, incluindo todos os bens que contenham tais materiais ou produtos químicos, ou podem ter outras características que os tornam perigosos em circunstâncias específicas (ABNT,2007).

Uma das normas mundialmente utilizadas para classificação e identificação de produtos perigosos durante o transporte é o código da ONU ou número da ONU, que consiste em um número de quatro algarismos que indicam e diferenciam os produtos químicos, institucionalizando um padrão internacional.

O Código da ONU foi pensado para ficar inscrito no painel de segurança que é obrigatório nos veículos que fazem transporte de produtos perigosos. Consiste em uma placa retangular de 40 cm x 30 cm, de cor laranja, borda preta, com inscrições em preto que trazem dois números, conforme exemplo na figura 1.

Figura 1 – Painel de segurança e rótulo de risco



Fonte: CBMSP, 2006.

O número de risco: na parte superior da placa, com 2 (dois) algarismos, via de regra. O primeiro indica o risco primário e o segundo o risco secundário ou subsidiário. A repetição de um número indica, em geral, um aumento da intensidade daquele risco específico. Quando o risco associado a uma substância puder ser adequadamente indicado por um único algarismo, este será seguido por zero (ABIQUIM, 2015).

As informações inseridas no painel de segurança e no rótulo de risco, conforme determina a legislação, abrangem o número de risco e o número da ONU, no Painel de Segurança, e o Símbolo de Risco e a Classe/Subclasse de Risco no Rótulo de Risco, conforme pode ser observado na Figura 1.

No Brasil a norma ABNT NBR 14725, sob o título geral “Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente”, estabelece as informações de segurança relacionadas ao produto perigoso a serem incluídas na rotulagem, não definindo um formato fixo, mas de forma geral acompanha as nove classes de substâncias utilizadas no código da ONU, que é mundialmente reconhecido. A primeira parte da norma brasileira é dividida em 4 (quatro) partes, sendo: terminologia, sistema de classificação de perigo; rotulagem e ficha de informações de segurança de produtos químicos (FIPSQ). A segunda parte da norma brasileira consiste em determinar 9 (nove) classes e suas respectivas subclasses de produtos perigosos. Essas classes podem ser encontradas também no Sistema Integrado De Informações Para Atendimento de Ocorrências no Transporte de Produtos Perigosos.

Não é objetivo deste trabalho o aprofundamento em classificação de substâncias perigosas, no entanto, a classificação dessas substâncias conforme o código da ONU traz para o leitor um vislumbre do enorme rol de substâncias e materiais com que os militares empregados nessa área de atuação podem vir a lidar. Ao mesmo tempo, essa abordagem dá ao leitor uma noção do quão importante se torna o serviço dos técnicos em intervenção com produtos perigosos ao lidar com cargas ou produtos sem identificação.

Dessa forma fica evidenciada a importância dos equipamentos de detecção e identificação de substâncias que são o cerne desta pesquisa. Dito isso, segue abaixo uma breve descrição das 9 (nove) classes de substâncias perigosas conforme o Código da ONU **precedidas pelos respectivos números que identificam cada classe e subclasse conforme código mundialmente utilizado:**

1. Explosivos;
 - 1.1 Substâncias e artigos com risco de explosão em massa;
 - 1.2 Substâncias e artigos com risco de projeção, mas sem risco de explosão em massa;
 - 1.3 Substâncias e artigos com risco de fogo e com pequeno risco de explosão ou de projeção, ou ambos, mas sem risco de explosão em massa;
 - 1.4 Substâncias e artigos que não apresentam risco significativo;

1.5 Substâncias muito insensíveis, com risco de explosão em massa;

1.6 Artigos extremamente insensíveis, sem risco de explosão em massa.

2. Gases;

2.1 Gases inflamáveis: são gases que a 20°C e à pressão normal são inflamáveis quando em mistura de 13% ou menos, em volume, com o ar ou que apresentem faixa de inflamabilidade com o ar de, no mínimo, 12%, independente do limite inferior de inflamabilidade (ABIQUIM, 2015);

2.2 Gases não-inflamáveis, não tóxicos: são gases asfixiantes, oxidantes ou que não se enquadrem em outra subclasse;

2.3 Gases tóxicos: são gases, reconhecidamente ou supostamente, tóxicos e corrosivos que constituam risco à saúde das pessoas;

3. Líquidos Inflamáveis: são líquidos, misturas de líquidos que contenham sólidos em solução ou suspensão, que produzam vapor inflamável a temperaturas de até 60,5°C, em ensaio de vaso fechado, ou até 65,6°C, em ensaio de vaso aberto ou, ainda, os explosivos líquidos insensibilizados dissolvidos ou suspensos em água ou outras substâncias líquidas;

4. Sólidos Inflamáveis: substâncias sujeitas à combustão espontânea; substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis;

4.1 Sólidos inflamáveis, substâncias auto-reagentes e explosivos sólidos insensibilizados: sólidos que, em condições de transporte, sejam facilmente combustíveis ou que, por atrito, possam causar fogo ou contribuir para tal; substâncias auto-reagentes que possam sofrer reação fortemente exotérmica; explosivos sólidos insensibilizados que possam explodir se não estiverem suficientemente diluídos;

4.2 Substâncias sujeitas à combustão espontânea: substâncias sujeitas a aquecimento espontâneo em condições normais de transporte ou a aquecimento em contato com ar, podendo inflamar-se;

4.3 Substâncias que, em contato com água, emitem gases inflamáveis: substâncias que, por interação com água, podem tornar-se espontaneamente inflamáveis ou liberar gases inflamáveis em quantidades perigosas;

5. Substâncias Oxidantes e Peróxidos Orgânicos;

5.1 Substâncias oxidantes: são substâncias que podem, em geral pela liberação de oxigênio, causar a combustão de outros materiais ou contribuir para isso.

5.2 Peróxidos orgânicos: são poderosos agentes oxidantes, considerados como derivados do peróxido de hidrogênio, termicamente instáveis que podem sofrer decomposição exotérmica auto-acelerável;

6. Substâncias Tóxicas e Substâncias Infectantes;

6.1 Substâncias tóxicas: são substâncias capazes de provocar morte, lesões graves ou danos à saúde humana se ingeridas ou inaladas, ou se entrarem em contato com a pele;

6.2 Substâncias infectantes: são substâncias que contém ou possam conter patógenos capazes de provocar doenças infecciosas em seres humanos ou em animais;

7. Material radioativo;

8. Substâncias corrosivas: substâncias que, por ação química, causam severos danos quando em contato com tecidos vivos ou, em caso de vazamento, danificam ou mesmo destroem outras cargas ou o próprio veículo;

9. Substâncias e Artigos Perigosos Diversos: aqueles que apresentam, durante o transporte, um risco não abrangido por nenhuma das outras classes.

2.2 Fundamentos de análise instrumental

Considerando o grande número de materiais e substâncias nas nove classes apresentadas na seção anterior, que podem ser considerados produtos perigosos, a química analítica torna-se de grande importância na identificação desses materiais. Na química os métodos analíticos são classificados em clássicos e instrumentais. No início do século XX, os químicos começaram a explorar novos fenômenos naturais e descobertas para resolver problemas analíticos.

A partir daí a medida de propriedades físicas dos analitos como, condutividade, potencial de eletrodo, emissão ou absorção de luz, razão massa carga e fluorescência, começaram a ser usadas para análise e identificação de substâncias (SKOOG, 2009). Nesse contexto, também surgiram técnicas mais eficientes de separação como cromatografia e eletroforese que vieram substituir e complementar as clássicas (destilação, extração, precipitação etc.).

Esses métodos mais modernos de separação e determinação de espécies químicas são conhecidos como métodos instrumentais de análise (SKOOG, 2009). Atualmente esses métodos constituem a base da identificação de substâncias no atendimento de ocorrência envolvendo produtos perigosos no CBMDF e no mundo.

2.3 Espectroscopia

Espectroscopia é um termo para a ciência que estuda a interação dos diferentes tipos de radiação com a matéria. Esse termo foi expandido para incluir a interação de outras formas de energia com a matéria (SKOOG, 2009). A espectrometria e os métodos espectrométricos se referem às medidas de intensidade da radiação usando transdutores fotoelétricos ou outros tipos de dispositivos eletrônicos (HARRIS, 2017).

Os métodos espectrométricos mais amplamente utilizados fazem uso da radiação eletromagnética, que pode assumir várias formas, como luz visível e o calor radiante (SKOOG, 2009). Considerando o universo desta pesquisa, este trabalho abordou apenas a parte da espectroscopia que compreende a interação da matéria com a faixa do espectro eletromagnético correspondente à região do infravermelho. Isso porque esta faixa compreende as frequências vibracionais utilizadas na

espectroscopia Raman e Infravermelho, que são as tecnologias atualmente empregadas nos detectores que o CBMDF possui.

2.3.1 Espectroscopia no infravermelho

A espectroscopia no infravermelho tem por base o fato de que as ligações químicas possuem frequências de vibração específicas, ou seja, as moléculas vibram naturalmente em frequências específicas. Essas frequências correspondem aos níveis vibracionais das moléculas, que são níveis de energia da molécula. Essas frequências dependem da geometria da molécula, das massas dos átomos, da energia potencial da molécula, entre outros (HARRIS, 2017).

Em suma, se a molécula receber radiação eletromagnética com a mesma energia (frequência) de uma de suas vibrações naturais, essa molécula absorve energia naquela frequência, desde que sejam atendidas determinadas condições. Como cada molécula apresenta várias vibrações que têm atividade no infravermelho, cada molécula vai apresentar um espectro, praticamente único, de absorção em frequências específicas do infravermelho. Determinados grupos químicos comuns a várias moléculas orgânicas possuem absorções em frequências características que permitem a identificação desses grupos e das substâncias analisadas (SKOOG, 2009).

No CBMDF foi definido o emprego da tecnologia espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) já que é utilizada para a identificação rápida de substâncias químicas baseada em sua impressão molecular distinta, com uma extensa biblioteca de espectros. Ao invés de coletar os dados variando-se a frequência da luz infravermelha monocromática, a luz com todos os comprimentos de onda da faixa de infra vermelho é guiada através de um interferômetro (SKOOG,2009). Após passar pela amostra o sinal medido é o interferograma. Realizando-se uma transformada de Fourier no sinal resulta-se em um espectro idêntico ao da espectroscopia convencional (dispersiva).

2.3.2 Espalhamento Raman

Ao contrário do que ocorre nas técnicas espectroscópicas de absorção, onde o fóton é geralmente absorvido, o efeito Raman está baseado no fenômeno de espalhamento de luz. Ao atravessar um meio material, uma parte da radiação eletromagnética sofre espalhamento em todas as direções e isso ocorre porque espécies presentes no meio espalham uma fração do feixe incidente (SALA, 2008).

A maior parte da radiação espalhada sofre espalhamento elástico, ou seja, é espalhada sem que haja alteração na frequência (energia) do fóton incidente. Esse fenômeno é conhecido como espalhamento Rayleigh. A intensidade do fenômeno de espalhamento varia com a quarta potência da frequência da radiação espalhada, assim, radiações eletromagnéticas com menor comprimento de onda sofrem maior espalhamento. Esse fenômeno explica, por exemplo, a preponderância da cor azul no céu (RIBEIRO, 1992 e SALA, 2008).

Da fração de radiação que é espalhada, apenas uma pequena parte, cerca de um em cada um milhão de fótons sofre espalhamento inelástico, ou seja, é espalhado com uma frequência (energia) diferente da radiação incidente. Esse efeito foi previsto teoricamente pelo físico teórico austríaco Adolf Smekal em 1923 (SALA, 2008).

Em 1928, durante estudos em busca de uma analogia óptica com o efeito Compton, o físico Indiano Chandrasekhara Venkata Raman observou na prática esse efeito durante alguns de seus experimentos. Raman notou que mesmo um feixe de radiação monocromática é espalhado pelas moléculas do meio com frequência diferente da original. Essa descoberta valeu-lhe o prêmio Nobel de Física em 1930 (RIBEIRO, 1992)

A física clássica trata o espalhamento da radiação eletromagnética como uma colisão elástica entre o fóton e as partículas do meio. Assim, após incidir em uma determinada superfície, o fóton muda de direção, mas conserva sua energia inicial (SALA, 2008).

No espalhamento Raman, além de mudar a direção de propagação, o fóton sofre uma colisão inelástica e troca energia com as moléculas do meio sobre o qual a radiação está incidindo, o que provoca a mudança em sua energia inicial (SCHMITT,

2006) A radiação espalhada inelasticamente tem informação vibracional molecular contida nele de forma análoga à espectroscopia de infravermelho.

Apesar de tanto a espectroscopia Raman quanto a espectroscopia de absorção no infravermelho fornecerem informações a respeito dos modos vibracionais moleculares, os mecanismos são bem distintos e conseqüentemente a abrangência de cada técnica é diferente (SALA, 2008).

Para que um modo vibracional apresente atividade Raman é necessário que, durante a vibração, haja variação do momento de dipolo induzido, o qual é regido pelo tensor de polarizabilidade do sistema espalhador. Isso possibilita a obtenção de informações vibracionais de moléculas que não apresentam atividade vibracional no infravermelho (SALA, 2008).

Assim, após incidir em uma determinada superfície, o fóton muda de direção, mas conserva sua energia inicial. No espalhamento Raman, além de mudar a direção de propagação, o fóton sofre uma colisão inelástica e troca energia com as moléculas do meio sobre o qual a radiação está incidindo, o que provoca a mudança em sua energia inicial (TURRELL, 1996; MACREERY, 2000).

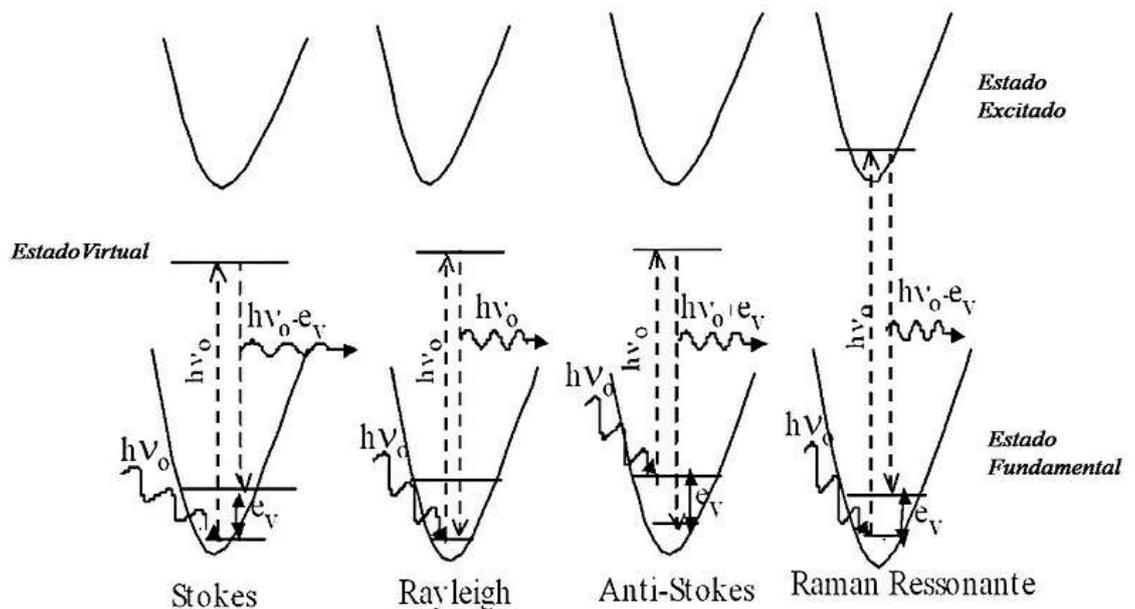
A radiação espalhada inelasticamente pode ter energia maior ou menor que a incidente. Quando a radiação espalhada tem frequência menor que a inicial o fenômeno é chamado de espalhamento Raman Stokes e quando esta tem frequência maior que a incidente o fenômeno é chamado de espalhamento Raman anti-Stokes. Essa diferença de energia entre a radiação incidente e espalhada é igual à energia de uma transição vibracional da molécula que provocou o espalhamento. Quando não há diferença de energia entre os fótons incidentes e espalhados (espalhamento Rayleigh), ou seja, quando o espalhamento é elástico, não há informação vibracional molecular contida nele (SALA, 2008).

Para que a radiação seja espalhada com frequência maior que a incidente é necessário que a energia vibracional da molécula seja transferida para o fóton, sendo, portanto, necessário que no momento da interação, esta passe do nível vibracional excitado para o nível fundamental, transferindo essa energia (vibracional) para o fóton espalhado.

A probabilidade de determinada molécula se encontrar no estado vibracional excitado durante a colisão com o fóton é muito baixa, pois a ocupação dos níveis vibracionais segue a distribuição de Boltzmann, segundo a qual, a fração de moléculas que estão no estado excitado é muito menor que as que estão no estado fundamental quando se está longe de temperaturas que propiciam a dissociação espontânea das moléculas em questão (SKOOG, 2009). Assim, o espalhamento Raman anti-Stokes é o menos intenso dos três processos mencionados até agora. É importante ressaltar que o espalhamento Raman é um fenômeno extremamente fraco, necessitando, portanto, de fontes de excitação intensas e detectores sensíveis (TURRELL, 1996; MACREERY, 2000).

O diagrama da Figura 2 mostra, de forma comparativa, os fenômenos de espalhamento tratados até agora.

Figura 2. Diagramas de energias para os fenômenos de espalhamento.



Fonte: SALA, 2008, adaptado.

A interação do fóton com as moléculas do meio pode ser tratada quanticamente da seguinte forma: o fóton com energia $h\nu_0$ incide sobre a molécula e é levado para um estado virtual, não correspondente a um auto-estado da molécula. Logo em seguida, ocorre a emissão de outro fóton com energia $h\nu_0 - e_v$, onde e_v é a diferença de energia entre dois estados vibracionais do estado eletrônico fundamental. A partir

da diferença entre a energia do fóton incidente e aquela do fóton espalhado obtemos as frequências vibracionais da molécula. Quando o fóton retorna do estado virtual para um estado vibracional excitado essa diferença é menor que $h\nu_0$, ou seja, o fóton é espalhado com energia menor que a incidente. Quando a molécula se encontra no estado vibracional excitado e retorna ao seu estado fundamental no momento da interação com o fóton, um quantum vibracional de energia é transferido para o fóton e este é espalhado com energia maior ($h\nu_0 + e_\nu$) que a do fóton incidente ($h\nu_0$) (ver Fig. 2).

Apesar de tanto a espectroscopia Raman quanto a espectroscopia de absorção no infravermelho fornecerem informações a respeito dos modos vibracionais moleculares, os mecanismos são bem distintos e conseqüentemente as regras de seleção também serão diferentes em cada técnica. Embora ambas dependam da geometria molecular, para que um modo vibracional de uma molécula seja ativo no infravermelho é necessário que haja uma variação do momento de dipolo da molécula durante a vibração. Assim, moléculas diatômicas homonucleares, por exemplo, não terão atividade vibracional no infravermelho, mas terão no Raman (NAKAMOTO, 2006).

Para que um modo vibracional apresente atividade Raman é necessário que, durante a vibração, haja variação do momento de dipolo induzido, o qual é regido pelo tensor de polarizabilidade do sistema espalhador. Isso possibilita a obtenção de informações vibracionais de moléculas que não apresentam atividade vibracional no infravermelho (RUBIM, 1995).

Como a atividade Raman de uma molécula depende de seu tensor polarizabilidade. As oscilações forçadas do momento de dipolo induzido (\mathbf{P}) pelo campo elétrico da radiação excitante (\mathbf{E}) dão origem ao espalhamento de luz. O tensor de polarizabilidade de transição, que pode ser considerado um invólucro eletrônico molecular, espalha a luz incidente. Esse processo de espalhamento é mais rápido que o movimento nuclear, ou seja, segundo a aproximação de Born-Oppenheimer, podemos considerar que a molécula está parada durante o processo (TURRELL, 1996). A configuração nuclear vai determinar se haverá uma perturbação na nuvem eletrônica molecular e o espalhamento Raman só ocorrerá se houver uma variação do momento de dipolo induzido durante a vibração (Sala 2008).

A relação entre o momento de dipolo induzido e o campo elétrico da radiação incidente é dada pela seguinte expressão:

$$P = \alpha \cdot E \quad (2)$$

Para um modo normal apresentar atividade Raman, ΔP deve ser diferente de zero durante a vibração. Assim, o tensor de polarizabilidade, α , deve variar de acordo com a posição relativa dos núcleos, ou seja, tem que variar durante a vibração. A equação (3) abaixo relaciona o movimento dos núcleos com o tensor de polarizabilidade, onde q é a coordenada em qualquer tempo e q_{eq} é a coordenada de equilíbrio.

$$\alpha = \alpha_0 + (q - q_{eq}) \left(\frac{\partial \alpha}{\partial q} \right) + (q - q_{eq})^2 \left(\frac{\partial^2 \alpha}{\partial q^2} \right) + \dots \quad (3)$$

Durante a vibração o campo elétrico da radiação excitante induz um momento de dipolo na molécula nas direções x, y e z.

$$\begin{aligned} P_x &= \alpha_{xx} E_x + \alpha_{xy} E_y + \alpha_{xz} E_z \\ P_y &= \alpha_{yx} E_x + \alpha_{yy} E_y + \alpha_{yz} E_z \\ P_z &= \alpha_{zx} E_x + \alpha_{zy} E_y + \alpha_{zz} E_z \end{aligned} \quad (4)$$

O espalhamento Raman depende da perturbação na função de onda da molécula que está espalhando a luz, de forma que a variação no momento de dipolo induzido de um estado inicial n para um estado final m é dado pela integral:

$$P_{nm} = \int \psi_n \hat{P} \psi_m d\tau \quad (5)$$

O cálculo do momento do dipolo induzido escrito em função da polarizabilidade envolve uma abordagem mais aprofundada de mecânica quântica e leva em consideração a direção do momento, as frequências e as intensidades das radiações incidentes e espalhadas e a energia das transições envolvidas. Não é objetivo deste trabalho apresentar todo formalismo matemático relativo à descrição mecânico-quântica do espalhamento Raman, mas apresentar um resultado aproximado para a polarizabilidade de transição (α) permitindo ao leitor uma compreensão rasa do fenômeno de variação do momento de dipolo induzido. Condição necessária para que uma molécula tem atividade no Raman. A polarizabilidade de transição relativa à uma transição entre dois estados, m e n , pode ser descrita pela teoria de perturbações como:

$$(\alpha_{ij})_{nm} = \frac{1}{\hbar} \sum_{k=1}^{\infty} \left[\frac{\langle \psi_n | \mu_i | \psi_k \rangle \langle \psi_k | \mu_j | \psi_m \rangle}{\omega_0 + \omega_{km} + n\Gamma_k} - \frac{\langle \psi_n | \mu_j | \psi_k \rangle \langle \psi_k | \mu_i | \psi_m \rangle}{\omega_0 - \omega_{km} - n\Gamma_k} \right] \equiv \langle \psi_n | \hat{\alpha}_{ij} | \psi_m \rangle \quad (6)$$

A Eq. (6) acima é conhecida como equação de Kramers-Heisenberg-Dirac (K.H.D.). Onde μ_j e μ_i representam os momentos de dipolo induzidos na molécula durante a vibração, α_{ij} se referem aos termos α_{xx} , α_{xy} , α_{xz} , etc., ψ_m e ψ_n são funções de onda dos estados vibracionais inicial e final da molécula, respectivamente, e a somatória é sobre todos os estados k da molécula. ω_0 é a frequência da radiação incidente, ω_{km} é a frequência de uma transição do estado m para um estado k e Γ_k é um fator de amortecimento (RIBEIRO,1992; NAKAMOTO, 2006).

A função de onda de cada estado é modificada ou distorcida pela perturbação (campo elétrico da radiação excitante), e a nova função de onda gerada descreve uma mistura de todos os estados do sistema, onde terá um peso maior o estado com energia mais próxima da energia de excitação (ω_0). Na teoria de perturbação diz-se que a perturbação induz "transições virtuais" do estado em questão para todos os

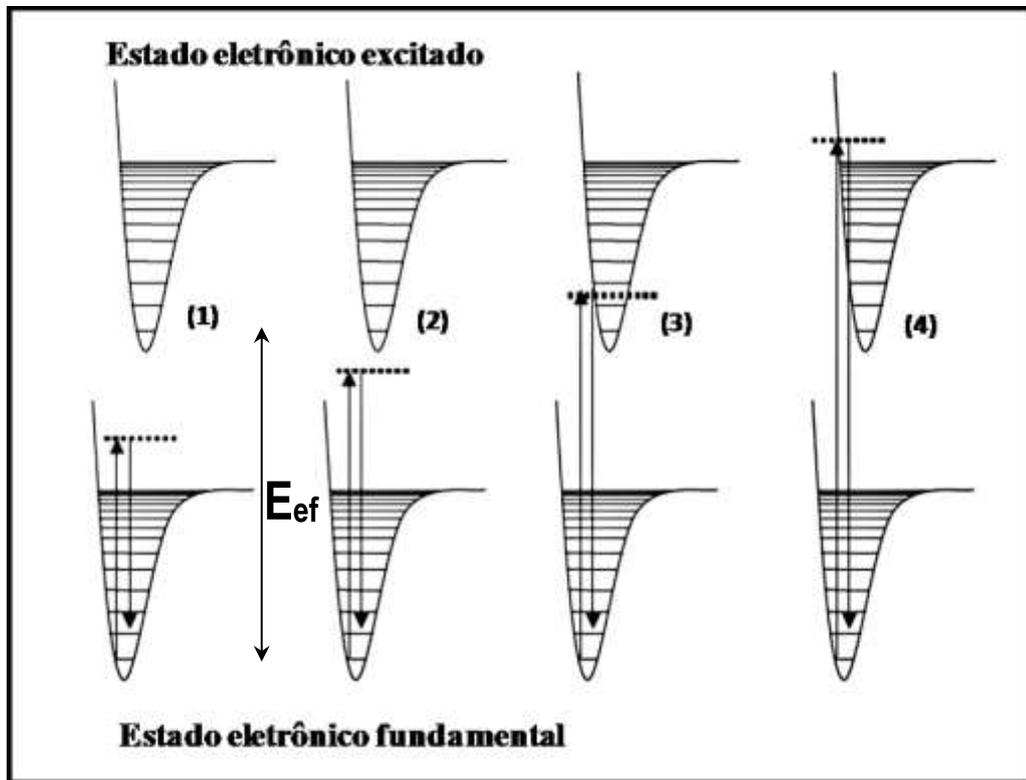
estados do sistema. O primeiro termo dessa equação refere-se ao efeito Raman não-ressonante, e o segundo ao efeito Raman ressonante (LONG, 2002; SANTOS, 2006).

O efeito Raman ressonante foi observado experimentalmente pela primeira vez em 1946 por Harrand e Lennuier (RUBIM, 1982). Trata-se de um efeito de intensificação extremamente poderoso, proporcionando o aumento de várias ordens de grandeza na intensidade de algumas linhas Raman da amostra investigada, contornando assim o fato de o espalhamento Raman ordinário ser um fenômeno intrinsecamente fraco.

O efeito Raman ressonante ocorre quando a frequência da radiação incidente se aproxima ou coincide com a energia de uma transição eletrônica permitida da molécula, provocando a intensificação de alguns modos vibracionais (ver Fig. 1). A intensificação é seletiva, dependendo se o modo vibracional no estado excitado distorce a simetria da molécula ou se os modos vibracionais acoplam diferentes estados eletrônicos excitados. O ganho de intensidade provocado pela ressonância pode chegar a cinco ordens de grandeza (RUBIM, 1982).

Experimentalmente, o efeito Raman ressonante pode ser obtido com a variação da energia de excitação. Um fator chamado polarizabilidade de transição modula a intensidade Raman, fenômeno que é essencialmente vibrônico. No caso do espalhamento Raman ordinário a energia dos fótons de excitação é bem menor que a energia do primeiro estado excitado da molécula (NAKAMOTO, 2006, apud Costa, 2011).

Figura 3. Diagramas de energia para as transições Raman: efeito Raman ordinário (1), efeito Raman pré-ressonante (2), efeito Raman ressonante discreto (3), efeito Raman ressonante contínuo (4).



Fonte: Costa, 2011.

Dependendo da energia do fóton incidente, diferentes processos Raman podem ser observados. Se a energia do fóton incidente é bem menor que a energia de uma transição eletrônica altamente permitida para a molécula (E_{ef} , Figura 3), ou seja, o estado de chegada na transição Raman não é um auto-estado da molécula, temos o espalhamento Raman normal (Figura 3. (2)). Se a energia do fóton incidente é menor, mas muito próxima de E_{ef} temos o efeito Raman pré-ressonante (Figura 3. (2)). Caso a energia do fóton incidente coincida com E_{ef} , (equivalente a dizer que $\omega = \omega_{km}$ na Eq. (6)), temos o efeito Raman ressonante discreto. Se a energia do fóton incidente permitir que estados vibracionais altamente excitados (região do contínuo) do estado eletrônico excitado sejam populados, teremos o efeito Raman ressonante contínuo (Figura 3 (4)) (JOHNSON, 1976 apud COSTA, 2011).

Além da informação vibracional, obtida no Raman ordinário, o efeito Raman ressonante permite a obtenção de informações sobre o estado eletrônico excitado da molécula medindo-se a intensidade dos modos Raman em função da frequência da

radiação excitante, conhecido como perfil de excitação Raman ressonante (PRR) (RUBIM,1982).

De acordo com a Eq. (1), a intensidade da radiação espalhada varia com a quarta potência da frequência desta radiação (ω_{es}^4). Portanto, para se eliminar a contribuição do termo ω_{es}^4 no Raman ressonante, faz-se necessário o uso de um padrão interno. Por exemplo, no caso de soluções, deve-se usar um sinal Raman do solvente como padrão interno. O PRR de um modo vibracional intensificado via efeito Raman ressonante será dado pela variação da intensidade desse modo em relação ao padrão interno em função da energia (ou frequência) da radiação excitante. O estudo detalhado desses perfis permite obter informações do estado eletrônico excitado que dificilmente se conseguiria com outras técnicas (RIBEIRO,1993)

Embora não seja necessário que um técnico de intervenção em produtos perigosos conheça a fundo os fenômenos e o formalismo matemático apresentados nesta seção da pesquisa, é importante que ao operar os equipamentos espectroscópicos que utilizam Raman ou Infravermelho, o técnico saiba que tipo de moléculas não aparecerão no espectro mesmo estando presentes no ambiente dependendo de qual equipamento for empregado.

Nesse contexto a próxima seção apresenta um panorama do serviço de atendimento a emergências com produtos perigosos no CBMDF e o rol de tecnologias e equipamentos empregados no serviço.

2.4 Produtos perigosos no CBMDF

O serviço de intervenção em ocorrências envolvendo produtos perigosos é uma área relativamente nova no CBMDF e cuja atuação precisa ser analisada para que seja possível o processo de melhoria contínua que já é empregado nas demais áreas operacionais da corporação

O CBMDF criou o serviço de Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos, de acordo com a Portaria nº 041 de 19 de fevereiro de 2004 (CBMDF, 2004). Atualmente, esse serviço é realizado pelo Grupamento de Proteção Ambiental (GPRAM) (CBMDF,2020). Existe uma prerrogativa legal para que haja o atendimento

a essas ocorrências como a missão constitucional de defesa civil, definida no §5º do art. 144 da Constituição Federal, assim como pode ser visto em outras atribuições encontradas na Lei nº 8225, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF (BRASIL, 1991).

O Serviço de Atendimento à Emergência com Produtos Perigosos – SAEPP institucionalizado pela Portaria nº 041, de 19 de fevereiro de 2004, foi originalmente sediado na 14ª CRI instalada na região administrativa do Cruzeiro, coexistindo com o socorro ordinário da Unidade. Naquele período houve capacitação de todos os militares envolvendo outros órgãos, inclusive (CAESB; CNEN; OMS/ONU; INFRAERO; Defesa Civil DF e outros). O CBMDF apoiou o Programa de Controle da Movimentação de produtos perigosos (Defesa Civil DF/ fiscalização integrada - SSPDF e outros) e realizou parceria com Especialistas QBRN's (IQ/UNB; CIATE-DF; CNEN).

Após a criação do Grupamento de Proteção Ambiental pelo Decreto nº 31817, de 21 de junho de 2010, o serviço de atendimento a emergências com produtos perigosos foi atribuído àquela unidade especializada. Conforme a legislação vigente compete ao GPRAM:

I – executar, no âmbito do Distrito Federal:

b) as atividades relativas ao atendimento às emergências com produtos perigosos.

II – promover a capacitação continuada do pessoal lotado nas Unidades de multiemprego para a execução das ações de prevenção e combate a incêndio florestal e atendimento às emergências com produtos perigosos (BRASIL, 2010)

No CBMDF, o ensino na área de intervenção em emergências com produtos perigosos já contou com um curso voltado para os primeiros respondedores em nível de aviso, sendo este ministrado para militares e civis. Na corporação o ensino nessa área teve avanço com a Portaria nº 74, de 07 de outubro de 2011 (retificada pela Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014), que criou o Curso de Intervenção com Produtos Perigosos – Nível Técnico.

A criação do curso teve como objetivo aprofundar os conhecimentos básicos na área de Produtos Perigosos e criar uma equipe especializada e preparada para qualquer intervenção em emergências envolvendo Produtos Perigosos. Dessa forma,

as disciplinas ministradas no curso, que visavam treinar os primeiros respondedores para o aviso, passaram a ser a parte inicial do Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Operações.

Atualmente o existe no CBMDF apenas o Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Operações (CIPP-Op.) e o Curso de Intervenção com Produto Perigosos Nível Técnico (CIPP- Tec.).

Segundo relatório interno do CBMDF, formalmente o CIPP-Técnico pode ser considerado em conformidade com o mais alto nível de treinamento, seguindo padrões internacionais para aprimorar a formação dos militares da Corporação (CBMDF, 2017).

O primeiro CIPP-TEC do CBMDF ocorreu no ano de 2014, ano de realização da Copa do Mundo de Futebol no Brasil e também ano em que grande parte dos equipamentos empregados ainda foram adquiridos pela corporação (CBMDF, 2011).

Após o término do primeiro CIPP-TEC, houve uma formalização do currículo com redução de carga horária justificada pela comparação da carga horária de cursos externos:

Após a realização do primeiro curso percebeu-se que não havia a necessidade de uma carga horária tão extensa para formação de técnicos na área. Foram tomados como base, os Cursos da Polícia Real Montada do Canada, o Curso Ministrado pelos Bombeiros da França, em preparação para Copa do Mundo e o curso de técnico, com certificação Internacional, da empresa SUATRANS, todos com carga horária inferior ao que foi proposto inicialmente. (CBMDF, 2017)

Ainda em 2014 a Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014, publicada no boletim geral nº 137 do CBMDF, normatizou os níveis de competência na atuação em ocorrências com produtos perigosos e revogou a portaria nº74, de 7 de outubro de 2011 que criou Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Especialista (CIPP-ESP) e este último deixou de existir no CBMDF.

Nesse contexto, com relação à carga horária de ensino relacionada à utilização dos equipamentos de identificação, atualmente, está dividida da seguinte forma: das 415h/aula do CIPP-TEC, 15h/aula são dedicadas à disciplina Noções de

Física e Química (NFQ) e 35h/aula são dedicadas à disciplina Equipamentos Operacionais (EQOP).

Na disciplina EQOP o módulo dedicado a equipamentos de detecção conta com apenas 15h/aula para os equipamentos, onde, já estão incluídas as instruções teóricas sobre cada equipamento (CBMDF, 2017).

De fato, a implementação do curso e as reformulações na área de produtos perigosos na corporação mostram que o CBMDF tem, nos últimos anos, alcançando um avanço significativo nas suas áreas operacionais, conseguindo atender cada vez melhor à população que utiliza seus serviços, executando-os com melhor qualidade e profissionais cada vez mais capacitados. Entretanto, para que seja possível o processo de melhoria contínua, é fundamental a padronização de procedimentos.

Porém, as ocorrências envolvendo produtos da seção de perigosos ainda não estão bem especificadas e definidas, como pode ser visto no anuário estatístico de ocorrências da corporação (CBMDF, 2019). Em muitos casos, torna-se bem generalizada a atuação nessa área, como, por exemplo, nos casos de emergências pré-hospitalares envolvendo algum agente químico, ou nos casos de incêndios urbanos, onde há vazamentos, em alguns casos, de GLP dos botijões de gás e cianeto gerado pela queima de polímeros.

Além disso, o DF possui uma característica especial que é a presença de todas as embaixadas na região, sendo assim, é importante a capacitação de profissionais nas ocorrências relacionadas a produtos perigosos.

Assim, existe uma relevância considerável no estudo do tema, a fim de melhorar a qualidade e excelência nos serviços prestados pela corporação à comunidade, por meio da padronização dos procedimentos no desenvolvimento do manual de procedimentos operacionais envolvendo produtos perigosos. Um dos conceitos de produtos perigosos é: “todo o agente químico, biológico ou radiológico, que tem a propriedade de provocar algum tipo de dano às pessoas, bens ou ao meio ambiente” (CBMDF, 2012; IBAMA, 2010).

Tendo em mente esse conceito, os produtos perigosos podem ser divididos em três categorias: agentes químicos, biológicos e radiológicos. Essas categorias

compreendem elementos ou compostos tóxicos, corrosivos, quimicamente reativos ou instáveis durante estocagem prolongada, capazes de provocar explosões, com alta combustibilidade, agentes biológicos que provocam enfermidades ou morte nos indivíduos a eles expostos.

Por estar situado na capital do país e no centro político onde são decididos os rumos da nação brasileira, o CBMDF tem em seu território de atuação locais estratégicos para manifestações e para a política nacional, que por sua vez podem ser também alvo de ações terroristas, que podem fazer uso de substâncias perigosas.

Nesse cenário o CBMDF fez investimentos em equipamentos, em capacitação de técnicos e especialistas aptos para o atendimento de ocorrências envolvendo produtos perigosos. Como já mencionado na seção de introdução, só em 2013 o custo total estimado para aquisição de materiais relacionados à intervenção com produtos perigosos, foi de R\$ 22.993.806,8 (vinte e dois milhões, novecentos e noventa e três mil, oitocentos e seis reais e oitenta centavos), conforme o Edital de Licitação pregão eletrônico N.º 35/2013–DICOA/DEALF/CBMDF (CBMDF, 2013).

Os equipamentos que o CBMDF possui para atuação em ocorrências de produtos perigosos classificam-se, de acordo com suas características, em:

- Equipamentos de proteção individual;
- Equipamentos de descontaminação;
- Equipamentos de detecção;
- Equipamentos absorventes;
- Equipamentos de vedação;
- Equipamentos de contenção;
- Equipamentos de transbordo;
- Equipamentos de usos diversos.

Dentre equipamentos operacionais, para atuação em produtos perigosos, que o CBMDF possui, estão os equipamentos de detecção, os quais adquirem uma

importância maior para os militares possuidores do Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Técnico, que de fato farão a operação de tais equipamentos (CBMDF, 2017). Dentre as diversas tecnologias de análise empregadas nos equipamentos de detecção, as principais são:

- Química de mudança de cor (colorimetria);
- Sensores eletroquímicos / catalíticos;
- Sensores de óxido de metal (Taguchi);
- Detectores de fotoionização (PID);
- Espectrofotometria da chama (FPD);
- Espectrometria da mobilidade iônica (IMS);
- Espectroscopia infravermelha (IR);
- Espectroscopia Raman;
- Detecção de raios gama e nêutrons;
- Cromatografia de gases e espectrometria de massa (GC-MS);
- Reação em cadeia de polimerase (PCR).

Apesar do grande número de tecnologias empregadas, podemos resumir o aparato tecnológico de detecção do CBMDF em oito equipamentos principais (figura 4), sendo que os dois últimos correspondem a câmeras de imagens térmicas com tecnologias específicas baseadas em espectroscopia de infravermelho (CBMDF,2017) conforme listado abaixo:

- HGVI: *Hazardous Gas and Vapor Identifier* – Identificador de gases perigosos (emprega IMS, PID, TGS e um dosímetro de radiação gama);
- GASID: Identificador portátil para gases e vapores químicos (emprega espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier - FTIR);

- HAZMATID 360°: Identificador portátil para líquidos e sólidos (emprega espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier – FTIR)
- RESPONDER RCI: *Responder Raman Chemical Identifier* – Respondedor e Identificador Químico Raman (emprega espectroscopia Raman)
- RADSEEKER: Identificador de Radioisótopos Portátil (emprega detecção de raios gama e nêutrons)
- CORIOLIS + VEREDUS: Concentrador de amostra presente no ar mais Identificador de agentes biológicos (emprega Reação em Cadeia de Polimerase (PCR))
- SECOND SIGHT: Gerador de imagens espectral infravermelho que detecta, identifica e visualiza a nuvem de gás sólidos (emprega espectroscopia de infravermelho para geração de imagens).
- BULLARD T4MAX: Câmera térmica (emprega espectroscopia de infravermelho para geração de imagens).

Figura 4 – Principais equipamentos de detecção utilizados no CBMDF



Fonte: Smiths, 2020 e Google, 2020.

Na figura 4 os equipamentos foram numerados sendo a imagem (01) do HGVI, imagem (02) do GASID, imagem (03) do HazmatID 360°, imagem (04) do Responder

RCI, imagem (05) do Radseeker, imagem (06) do Second Sight, imagem (07) do Bullard T4 Max e imagem (08) do Coriolis com o Veredus.

É imprescindível salientar que dos oito equipamentos citados acima apenas três não têm a espectroscopia infravermelho ou Raman como base do seu funcionamento (SMITHS, 2004a, 2004b, 2004c).

Os equipamentos de detecção e identificação de substâncias são essenciais para uma equipe especializada em Hazmat quando é necessária uma intervenção de emergência e não há identificação da carga ou quando se lida com produtos e materiais desconhecidos (LOPES, 2006).

A não identificação do material ou substância ou qualquer incerteza nesse processo obriga a equipe de intervenção a adotar medidas mais drásticas de isolamento, equipamentos de proteção individual mais caros e resistentes, que em geral restringem a mobilidade e aumentam muito o tempo de operação e custos diretos e secundários do processo (LAM, 2018).

Dependendo do local afetado, o CBMDF possui capacidade de realizar pequenos isolamentos, porém, para médios e grandes isolamentos o custo e o impacto na sociedade podem ser muito grandes, o que torna essencial a identificação mais precisa possível durante a intervenção (LOPES, 2006).

A identificação errada de um contaminante pode levar ao uso desnecessário de insumos e equipamentos caros de descontaminação ou ainda à perda de vidas, degradação de patrimônios e meio ambiente (MMA,2020).

O Serviço de Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos – SAEPP – tem como responsabilidade atender a emergências que envolvam todas as nove classes de substâncias presentes na classificação da ONU.

Ademais a estas substâncias, o SAEPP se depara com emergências conjugadas, ou seja, ocorrências que envolvam mais de um risco ou um produto, a exemplo do ocorrido no dia 19 de outubro de 2011 nas dependências da fábrica da SADIA em que ocorreu um incêndio com vazamento de Amônia, produto empregado na refrigeração do local (G1DF, 2020a). Vazamento de grandes proporções de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) no Hospital Regional de Santa Maria-DF, no dia 26 de

outubro de 2019, que desalojou pacientes e funcionários (G1DF, 2020b). Vazamento de amônia na fábrica da JBS em março de 2020 (CORREIO BRAZILIENSE, 2020). Explosão de bueiro na W3 Norte em 7 de outubro de 2020 (METROPOLES, 2020).

Para esses tipos de incidentes fazem-se necessários materiais com resistência ao calor, haja vista que, mesmo que o interventor de produtos perigosos não venha a realizar o combate ao incêndio, ele corre riscos de estar exposto a fenômenos do fogo, tais como “*flash over*”, que é uma súbita e intensa combustão causada por ignição de uma mistura de ar e uma substância dispersa inflamável, como um sólido (incluindo poeira), líquidos inflamáveis (como um óleo leve ou álcool) ou um gás inflamável. É caracterizado por ser de alta temperatura, de curta duração e produzir um rápido movimento de chama para frente (HOLBORN, 2004)

Outro tipo de ocorrência deparada pelo SAEPP são as denominadas ocorrências órfãs, em que não se pode precisar o responsável pelo produto, exemplo disso ocorreu no dia 21 de outubro de 2011, nas dependências do Centro de Ensino Darcy Ribeiro, no Paranoá, região administrativa a 26 quilômetros de Brasília, em que uma bomba suja fora implantada na escola (CBMDF, 2016) não sendo possível identificar o responsável.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho monográfico se caracteriza pela realização de uma pesquisa descritiva e exploratória (documental), com natureza qualitativa dos dados e emprego do método dedutivo. Sendo o universo delimitado ao CBMDF, especificamente atendo-se ao serviço de atendimento de ocorrências com produtos perigosos no CBMDF e aos militares que trabalham com produtos perigosos no ensino e no serviço de 24h. Foram empregadas como técnicas de coleta de dados o Levantamento Bibliográfico e aplicação de questionários.

3.1 Procedimentos metodológicos

A pesquisa científica passa pela criatividade individual do autor, no decorrer do processo de investigação científico propriamente dito. Assim, o resultado compreende uma apresentação organizada do conjunto de decisões tomadas pelo pesquisador durante a pesquisa em relação à investigação empreendida no processo de construção do trabalho científico.

De acordo com a natureza deste trabalho, tem-se que ele é uma pesquisa aplicada, pois de acordo com Gil (2017, p. 33), elas são “voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica.”

Esse processo de investigação é flexível e dinâmico e seu planejamento é feito ao longo de toda a trajetória do trabalho de pesquisa e não apenas no momento da elaboração do projeto de pesquisa. Essa flexibilidade se dá em razão da descoberta natural de novas possibilidades metodológicas durante esse processo (GONÇALVES, 2007).

Por isso, este trabalho desenvolve pesquisa aplicada ao uso dos equipamentos espectroscópicos de análise na identificação de substâncias em ocorrências envolvendo produtos perigosos. Com esse objetivo foi feito uso do método dedutivo para a realização da pesquisa exploratória descritiva, com abordagem quali-quantitativa por meio de levantamento bibliográfico, documental e aplicação de questionários aos militares envolvidos.

3.2 Modelo de estudo

O desenvolvimento de um projeto de pesquisa pressupõe que o autor tenha claramente definidas as suas pretensões com relação ao trabalho, facilitando o trajeto rumo à elaboração e conclusão do trabalho, evitando que haja perda do foco ou desperdício de tempo e energia. Sendo assim, a definição da metodologia a ser empregada no desenvolvimento torna-se um fator primordial e determinante no desenrolar de toda a pesquisa.

Nesse contexto, a metodologia empregada acaba, em algum grau, sendo determinada pela vivência e fatores intrínsecos ao pesquisador. Nas palavras de Gonçalves (2007):

A metodologia inclui também a criatividade e a experiência do pesquisador. A partir deste entendimento, pesquisadores, de posse de elementos próprios do campo de investigação social, têm o poder de criar o seu próprio caminho e, ao narrarem os seus percursos, poderão evidenciar o método como aquilo se construiu ao caminhar. (GONÇALVES, 2007, p. 63)

A importância da escolha da metodologia utilizada na pesquisa é fundamenta na trajetória que o pesquisador vai trilhar durante todo o processo investigativo (GIL, 2008). Toda pesquisa necessita de um confronto entre os dados, informações, evidências e o conhecimento teórico acumulado pelo pesquisador. (LUDKE; ANDRÉ, 1986) Segundo Gil:

Para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação. Ou, em outras palavras, determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento. [...] Pode-se definir método como caminho para se chegar a determinado fim. E método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento.(Gil, 2008, p. 27)

Nesse contexto, a pesquisa científica apresenta fases diferentes. A primeira fase pode ser entendida como a aproximação inicial do pesquisador com o objeto de estudo. Alguns autores classificam essa fase inicial como fase exploratória, embora, algumas pesquisas possam ser classificadas como exploratórias em um contexto macro, toda pesquisa apresenta uma fase exploratória independente de sua natureza (Gil, 2017).

3.3 Pesquisa exploratória

A pesquisa exploratória tem por finalidade familiarizar o pesquisador com o problema estudado, visando torná-lo mais claro e proporcionando o aprimoramento de ideias e possibilitando que o pesquisador faça inferências necessárias para compreender o problema (GIL, 2008).

Dessa forma, a pesquisa exploratória proporciona o desenvolvimento e esclarecimento de ideias, oferecendo uma visão panorâmica, ou seja, uma aproximação inicial ao objeto de pesquisa que pode ser um fenômeno pouco explorado (GONÇALVES, 2007). Nesse sentido, a pesquisa exploratória se adequa perfeitamente ao processo de caracterização do atendimento de emergência envolvendo produtos perigosos no Distrito Federal, em especial nos aspectos de organização e formas de atuação e ensino do uso de equipamentos espectroscópicos.

3.4 Pesquisa bibliográfica e documental

Toda pesquisa implica em levantamento de dados, que podem constar das mais variadas fontes, independente dos métodos e técnicas utilizados (LAKATOS; MARCONI, 2005). Sendo assim a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica são imprescindíveis na fase inicial do processo investigativo. Sendo que a pesquisa documental é caracterizada pela consulta de fontes primárias como documento originais e leis (GIL, 2008).

Nessa perspectiva a pesquisa bibliográfica é caracterizada pela análise de fontes de informação secundárias transcritas de fontes primárias e abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao objeto de estudo.

Assim, esses dois métodos são imprescindíveis para compreender a logística organizacional do atendimento de ocorrências com produtos perigosos no CBMDF e descrever as principais metodologias da atuação dos profissionais responsáveis pela operação dos equipamentos de detecção baseados em análise espectroscópica. Além disso, é recomendado que sejam consideradas fontes documentais quando o material consultado é interno à organização (GIL, 2017, p. 35).

Desse modo a pesquisa documental é fundamental para a realização do levantamento dos recursos tecnológicos necessários à natureza e a complexidade do

trabalho de atendimento a produtos perigosos no que tange à utilização de espectroscopia. Para esclarecer a ideia central de uma pesquisa documental é preciso definir o que seja um documento:

Qualquer informação sob a forma de textos, imagens, sons, sinais etc., contida em um suporte material (papel, madeira, tecido, pedra), fixados por técnicas especiais como impressão gravação, pintura, incrustação etc. Quaisquer informações orais (diálogos, exposições, aula, reportagens faladas) tornam-se documentos quando transcritas em suporte material. (CHIZZOTTI, 1991, p. 109)

Assim documento compreende qualquer informação organizada sistematicamente e registrada em suporte material. Dessa forma a pesquisa documental é muito próxima da pesquisa bibliográfica e a diferença básica reside na natureza das fontes que podem ser secundárias ou primárias.

Apesar de geralmente uma fonte primária se caracterizar pela proximidade com o fenômeno ou evento a qual está relacionada, essa proximidade não garante a confiabilidade da fonte ou a veracidade da informação (RICHARDSON, 1985):

Qualquer pessoa que relata um acontecimento não o faz imparcialmente; apresenta a versão pessoal com suas distorções conscientes ou inconscientes. Portanto, a fonte primária não se refere à exatidão ou veracidade do registro, mas à minimização de interferência entre o registro e o acontecimento. (RICHARDSON, 1985, p. 207)

Nesse contexto, é também preciso considerar que em fontes secundárias não se tem uma relação direta com o fato ou fenômeno registrado, mas sim a impressão ou a versão de sujeitos mediadores. Assim, diante do grande número de possibilidades de obtenção de informações, a escolha do caminho metodológico correto se torna imprescindível.

3.5 Método dedutivo

Quanto ao método da pesquisa, será utilizado o método dedutivo, onde o raciocínio dedutivo parte de enunciados gerais dispostos em ordem, como premissas de um raciocínio para chegar a uma conclusão particular. Essa abordagem possibilita transformar conhecimentos gerais em específicos (SEVERINO, 2008, p. 55). Ainda

segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 105), partindo das teorias e leis, na maioria das vezes prediz a ocorrência dos fenômenos particulares.

A escolha dos métodos adequados é imprescindível na elaboração da pesquisa. Os métodos que proporcionam as bases lógicas para a investigação e revelam os procedimentos lógicos a serem seguidos no processo de investigação. *Métodos* significa caminho para chegar a um fim, enquanto *logos* indica estudo sistemático, *investigação*. A escolha do método empregado depende da natureza do objeto de pesquisa, dos recursos disponíveis, do nível de abrangência pretendido e dos preceitos filosóficos do autor (Gil, 2008).

No tangente ao método de abordagem metodológica, um projeto de pesquisa pode ser indutivo, dedutivo, hipotético dedutivo, dialético e/ou fenomenológico. Esses métodos esclarecem acerca dos procedimentos lógicos seguidos durante o processo de investigação científica. São métodos de elevado grau de abstração que norteiam as decisões do pesquisador a respeito do alcance de sua investigação. Cada método vincula-se a uma das correntes filosóficas que se propõem a explicar o processo de conhecimento da realidade (GONÇALVES, 2007).

O método dedutivo fundamenta-se no racionalismo e se baseia em argumentos gerais cuja veracidade não possa ser questionada e para a partir destes se obter conclusões lógicas. O método indutivo relaciona-se ao empirismo e procede inversamente ao dedutivo, partindo do particular para a generalização, assim, a generalização não deve ser buscada aprioristicamente e sim constatada.

O método hipotético dedutivo fundamenta-se no neopositivismo, segundo essa corrente o cientista alcança um conjunto de postulados que governa os fenômenos pelos quais está interessado através de observações cuidadosas, antecipações hábeis e intuição científica, então, por meio de experimentação, o pesquisador deduz as consequências refutando e substituindo os postulados quando necessário. O método dialético baseado no materialismo dialético, no qual as contradições se transcendem, mas dão origem a novas contradições que passam a requerer solução. O método fenomenológico tem base na fenomenologia, que só visa o dado sem querer decidir se este é uma realidade ou uma aparência (GIL, 2008).

Tendo em vista o exposto acima, o caminho metodológico que melhor se aplica a uma análise dos equipamentos espectroscópicos do CBMDF compreende segundo o objetivo um estudo exploratório e descritivo. Levando em consideração os procedimentos de coleta de informação e suas fontes, este trabalho engloba um levantamento bibliográfico e documental participativo de natureza qualitativa com bases lógicas baseadas no método dedutivo.

3.6 Técnicas para coleta de dados

Para atingir os objetivos propostos, além do levantamento bibliográfico e da pesquisa documental, fez-se necessária também a aplicação de questionários estruturados com perguntas fechadas, dirigidas a todos os técnicos em intervenção com produtos perigosos, em especial os integrantes da escala atual de 24hx72h no Grupamento de Proteção Ambiental. Os questionários foram aplicados a todos os técnicos em produtos perigosos formados nos três cursos ministrados na corporação até a presente data, totalizando 63 (sessenta e três) militares.

Dessa forma, a coleta de dados é uma tarefa imprescindível na pesquisa e compreende, dentre outros passos, a elaboração do instrumento de coleta, a programação da coleta e a escolha do tipo de dados a ser coletado. Como fontes primárias, foram escolhidos, além de documentos de serviço e dos cursos, a aplicação de questionários que estão entre os instrumentos de coleta mais utilizados, onde também figuram a entrevista e o formulário

3.7 Questionários

Considerando os objetivos da pesquisa, e que, como dito anteriormente, as técnicas de coleta de dados de uso corrente para esse fim são: o formulário a entrevista e os questionários, foi escolhida a aplicação de questionários online por meio da ferramenta gratuita *Google Forms* da empresa Google LCC. No caso da entrevista e do formulário, além do informante, é necessária a presença do pesquisador para registrar as informações, o que se torna difícil e essencialmente desnecessário para atingir o objetivo do trabalho, tendo em vista os tempos atuais de pandemia de Coronavírus.

O questionário, além de não exigir a presença do pesquisador, possibilita um maior controle do processo e dificulta interferências indesejadas. Nesse método o pesquisador pode determinar o tipo de pergunta, que pode ser fechada, possibilitando um número limitado de opções, ou aberta. Nesse contexto o pesquisador determina maior ou menor grau de exatidão e o grau de dificuldade na tabulação e análise das informações, levando em consideração a disponibilidade de tempo e os recursos disponíveis (SILVA, 2005).

Nesta pesquisa o processo de coleta de dados escolhido envolve uma fase de identificação das variáveis sobre as quais estão estruturadas as questões; a seleção do tipo de pergunta, que nesse caso são essencialmente questões fechadas e em alguns casos com possibilidade de justificativa (aberta); a elaboração de mais de uma pergunta referente a cada dado que se pretende levantar; a análise das questões elaboradas quanto à clareza e redação, classificação e real necessidade; a realização de um pré-teste para identificar possíveis correções antes da aplicação; a elaboração de instruções claras e precisas sobre o preenchimento; a tabulação e análise das respostas.

Considerando que o universo da pesquisa compreende 63 militares, foram escolhidos 6 militares integrantes do CAO 2020 (aproximadamente 10% do universo), dois deles possuidores do curso técnico em intervenção com produtos perigosos, para responderem o questionário como forma de pré-teste.

Dessa forma um questionário deve ser impessoal e limitado em sua extensão e finalidade a fim de assegurar a uniformidade na avaliação (Severino 2014, p. 76). Esse método possui a vantagem de os respondentes se sentirem mais confiantes, dado o anonimato, possibilitando a coleta de informações mais reais, o que se caracteriza como pesquisa de campo. O formulário modelo utilizado nesta pesquisa consta no Anexo 1 deste trabalho.

O questionário foi construído digitalmente através da ferramenta gratuita *Google Forms* da empresa Google LCC. A população alvo pretendida inicialmente eram os sessenta e três militares do CBMDF que concluíram um dos três Cursos de Intervenção em Produtos Perigosos Nível Técnico que já foram ministrados na corporação. Embora o formulário tenha sido enviado para todos os técnicos

constantes da base de dados do GPRAM, objetivando uma análise censitária, apenas vinte e oito militares responderam à pesquisa.

Levando-se em conta o intuito da pesquisa de apresentar a proporção populacional dos fenômenos estudados, sem referências de pesquisas prévias, entende-se que os valores associados ao seu erro máximo de estimativa E possam ser obtidos através da Fórmula 1, a seguir (LEVINE; STEPHAN; SZABAT, 2016):

$$n = Z_{\alpha/2} \cdot 0,25E^2$$

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot 0,25}{E^2} \quad (7)$$

Onde n é o tamanho da amostra e $Z_{\alpha/2}$ um valor crítico, fixo, o qual, associado a um grau de confiança de 95%, apresenta-se como 1,96 (LEVINE; STEPHAN; SZABAT, 2016). Dessa forma a pesquisa apresenta um erro máximo de estimativa de 5%, considerado admissível em pesquisas sociais (GIL, 2017).

Dessa forma, foi analisada uma amostra de 44,5% do universo da população de interesse quando se consideram todos os sessenta e três técnicos. Considerando um intervalo de confiança de 95% e o tamanho da amostra analisada (28 técnicos) tem-se que o erro amostral, ou seja, a diferença entre um resultado amostral e o verdadeiro resultado populacional é de 18,5% que resultam de flutuações amostrais aleatórias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos questionários aplicados

A fim de entender e avaliar a utilização e manejo dos equipamentos espectroscópicos de análise e identificação de substâncias no CBMDF, foi elaborado um questionário aplicado aos militares do CBMDF que concluíram o Curso de Intervenção em Produtos Perigosos Nível Técnico, especialmente os militares lotados no GPRAM e que concorrem a escala de 24h no atendimento a Emergências com produtos Perigosos.

As perguntas do questionário foram elaboradas com base no levantamento bibliográfico realizado no início da pesquisa. De forma que foram consideradas as especificidades dos equipamentos espectroscópicos que o CBMDF emprega atualmente, os quais não foram atualizados desde 2013, ou seja, são os mesmos equipamentos que os técnicos tiveram contato durante sua formação, uma vez que o primeiro CIPP-Tec foi ministrado em 2014.

O questionário foi composto por três questões iniciais que visavam identificar o ano de realização do curso, a graduação do militar e a existência de alguma formação externa na área em questão. Além das três questões iniciais, fizeram parte do questionário mais dez questões diretas que visam identificar o conhecimento mínimo para operar os equipamentos com segurança e confiabilidade das análises, além da capacidade de identificação de erros e interpretação de resultados.

Essa pesquisa não teve o objetivo de esgotar o assunto sobre o que seria o nível mínimo de conhecimento exigido para um técnico em Intervenção de Produtos Perigosos do CBMDF, pois seria subjetivo. Portanto, para estabelecer o que seria o mínimo aceitável em questão de conhecimentos para bem operar sem causar danos aos equipamentos, promover erros grosseiros de análise ou interpretação e não colocar em risco a equipe de trabalho.

Nesse sentido as questões abordaram conhecimentos básicos em espectroscopia, levantados no referencial teórico, necessários para reconhecimento e comparação eficiente dos espectros das amostras com os espectros das bibliotecas dos equipamentos sobre os equipamentos. Também foram incluídos

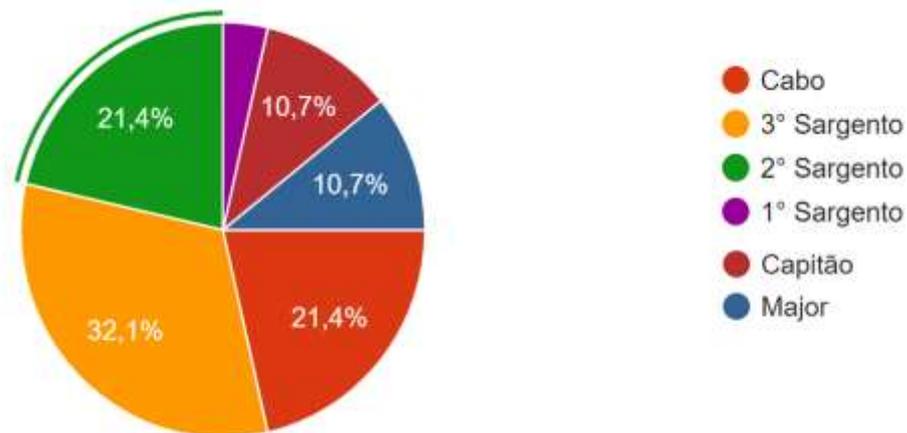
parâmetros básicos obtidos do fabricante de cada equipamento e feita comparação com os conhecimentos técnicos mínimos necessários para bem operar os equipamentos conforme descrito na literatura e especificações de cada fabricante

Tais questões visavam identificar, por exemplo, conhecimento sobre qual a técnica de identificação ou detecção é utilizada por determinado equipamento. Embora o universo desta pesquisa esteja limitado aos equipamentos espectroscópicos de análise, mais precisamente espectroscopia no infravermelho e Raman, técnicas que abrangem a maior percentagem dos equipamentos, é imprescindível que os técnicos saibam ao menos quais são os equipamentos que empregam espectroscopia ou outro método de análise. Entre as opções havia equipamentos que empregam outras técnicas como mobilidade iônica e detectores radiológicos, ou detectores de gás Taguchi etc.

Dessa forma as três primeiras questões não foram numeradas, pois visavam qualificar as amostras e foram elaboradas sem o intuito de identificar capacidade técnica. A primeira questão era: **Qual o seu Posto/Graduação?**

A análise das respostas dessa questão permite identificar, conforme Figura 3, que 78% dos técnicos que responderam à pesquisa são praça e apenas 22% são oficiais. As demais graduações não aparecem no gráfico representado na Figura 3, por apresentarem percentagem de respostas igual ou muito próximas de zero.

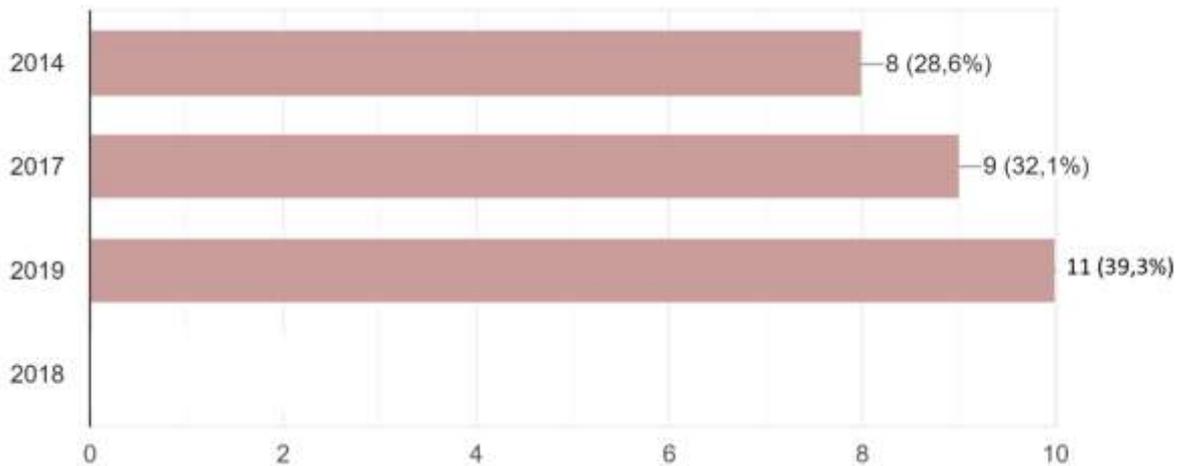
Figura 5 – Análise da primeira questão não numerada identificação da graduação dos respondedores



Fonte: o autor.

A próxima questão foi: **Qual o ano de realização do Curso (CIPP- TEC)?** A análise das respostas dessa questão permite identificar, conforme (Figura 5), que 28,6% dos técnicos que responderam à pesquisa concluíram o curso em 2014, 32,1% concluíram o curso em 2017 e a maior parte, 39,3%, concluiu o curso em 2019. Dessa forma é possível inferir que 71% dos técnicos que responderam à pesquisa concluíram o curso nos últimos três anos. Não há, portanto, um grande lapso temporal entre a aquisição dos conhecimentos adquiridos no curso e a realização desta pesquisa, o que justificaria possíveis equívocos ou desatualização dos respondedores em relação ao que tem sido ministrado no curso.

Figura 6 – Análise do questionário. Qual o ano de realização do Curso (CIPP- TEC)?



Fonte o autor.

A questão seguinte foi: O senhor possui algum curso ou formação fora do CBMDF relacionado à utilização dos equipamentos de identificação de substâncias? A análise das respostas dessa questão permite identificar que 25,6% dos técnicos que responderam à pesquisa possuem algum tipo de formação fora do CBMDF que se relaciona ou contribui para a utilização de equipamentos de detecção e identificação. Dentre os cursos e formações mencionados pelos respondedores estão: Graduação ou pós graduação em química, geoquímica, física, biologia, engenharia química e cursos específicos na área de Hazmat realizados no exterior.

A seguir foram analisadas as questões numeradas que visam identificar conhecimentos a respeito das técnicas e equipamentos empregados na detecção de identificação de substâncias, além da familiaridade com o aparato tecnológico de que o CBMDF dispõe. A questão nº01 foi: **O senhor(a) sabe informar dentre equipamentos listados abaixo, que o CBMDF possui, quais usam métodos espectroscópicos de identificação de substâncias perigosas?**

Dentre as opções de resposta para marcação estavam: HGVI, GAS ID, HAZMATID 360°, RESPONDER RIC e RAD SEEKER. Considerando a formulação da questão, embora não corresponda ao conceito tradicional de equipamentos

espectroscópicos, seria aceitável como resposta correta marcar que todos os equipamentos listados usam métodos espectroscópicos de identificação, já que ao longo da história o termo espectroscopia teve sua definição ampliada para abranger não só métodos de análise que utilizam radiação de qualquer frequência espectro eletromagnético como também outras técnicas de análise como mobilidade iônica. Atualmente fala-se em espectroscopia de raios gama ou espectroscopia de mobilidade iônica (SKOOG, 2009; HARRIS, 2017).

Entretanto, analisando as respostas obtidas, ficou evidenciado que 25% dos técnicos que responderam à pesquisa não marcaram como sendo equipamento espectroscópico o RESPONDER RIC (*Responder Raman Chemical Identifier*), que é um espectrômetro Raman portátil.

Outro fato importante foi que 28,6% não marcou o HARZMATID 360°, identificador portátil para gases e vapores químicos que emprega espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier – FTIR.

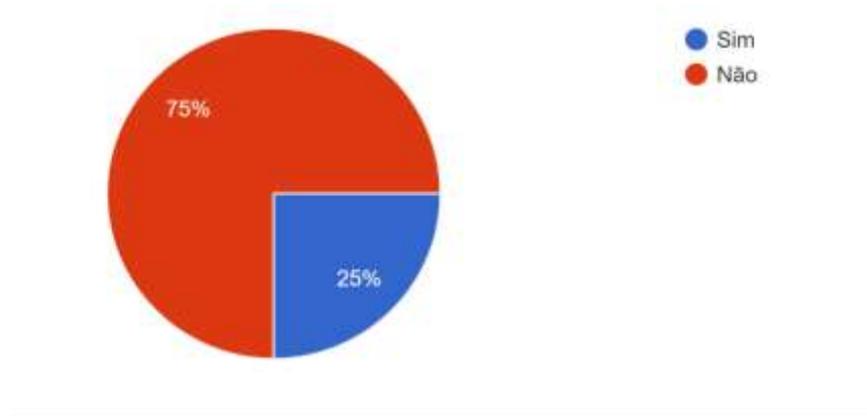
Destaca-se também que 50% não marcou o GAS ID, identificador portátil para gases e vapores químicos (emprega espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier – FTIR).

Dados os resultados obtidos, é possível inferir que grande porcentagem dos técnicos não compreende claramente os princípios de funcionamento dos equipamentos utilizados diariamente no socorro.

A questão nº02 foi: **O(A) Senhor (a) tem alguma noção de em que frequência (cm^{-1}) de um espectro de infra vermelho apareceriam as vibrações referentes às ligações químicas principais dos grupos ou funções químicas (álcool, aldeído, cetona, ácido carboxílico, cetona, amina, amida)?**

A análise das respostas dessa questão mostra que a grande maioria dos técnicos não têm nem mesmo uma noção básica de como se apresentam os espectros ou as bandas espectrais características das sete principais funções químicas presentes na maioria das substâncias orgânicas, Figura 5.

Figura 7 – Percentagem dos técnicos que têm alguma noção sobre as bandas características das principais funções orgânicas.



Fonte: o autor.

Embora seja possível utilizar os equipamentos sem esse conhecimento, a falta de uma noção básica de espectroscopia impede, por exemplo, que um técnico identifique que o dióxido de carbono e a água da respiração dele possam estar interferindo na análise e o torna refém da biblioteca do equipamento. Também impede a possível eliminação lógica de outros interferentes e uma análise mais racional das opções de correspondência entre o espectro obtido da amostra e as opções de correspondência apresentados na biblioteca do equipamento.

A questão n° 3 era: **Considerando os equipamentos que o CBMDF possui. O(A) senhor (a) sabe dizer se amostras que contenham água podem ser analisadas nos equipamentos que utilizam espectroscopia de infravermelho como método de identificação?**

Analisando as respostas dessa questão, identifica-se que 39,2% dos técnicos que responderam ao questionário entendem que as bandas características da água interferem diretamente na análise, muitas vezes saturando o espectro. Enquanto mais de 60% dos técnicos não tem certeza sobre poder ou não analisar amostras

aquosas nos equipamentos que o CBMDF possui para análise com infravermelho (Gás ID e HazmatID 360°).

A questão n° 4 era: **RESPONDER RIC, RAZMATID 360°, GAS ID, HGVI, RAD SEEKER. Dos equipamentos listados acima adquiridos pelo CBMDF em 2013, quais utilizam espectroscopia Infravermelho?**

Apenas metade dos técnicos marcaram RAZMATID 360° e GAS ID. Analisando as respostas dessa questão, identifica-se que 50% dos técnicos que responderam ao questionário não sabem quais equipamentos utilizam espectroscopia de infravermelho para detecção e identificação das amostras.

A questão n° 5 era: **RESPONDER RIC, RAZMATID 360°, GAS ID, HGVI, RAD SEEKER. Dos equipamentos listados acima adquiridos pelo CBMDF em 2013, quais utilizam espectroscopia Raman?**

Apenas 64,3% dos técnicos marcaram RESPONDER RIC. Analisando as respostas desta questão, identifica-se que mais de 35% dos técnicos que responderam ao questionário não sabem quais equipamentos utilizam espectroscopia Raman para detecção e identificação das amostras.

A questão n°6 era: **o(a) senhor(a) sabe dizer qual ou quais das afirmativas abaixo representam diferenças entre espectroscopia Raman e Infravermelho?**

Apenas 39% dos técnicos que responderam ao questionário não souberam identificar diferenças entre as duas técnicas.

A questão n°7 era: **Quando um dos equipamentos espectroscópicos (utilizados no CBMDF) aponta três opções de similaridade entre o espectro obtido na ocorrência e espectros de referência da biblioteca interna, isso significa que:**

Opção 1: A primeira opção apontada é a substância que se quer identificar, pois corresponde à biblioteca interna do equipamento.

Opção 2: A substância foi identificada, com certeza, pois do contrário o equipamento apontaria que não há similaridade entre a amostra e a biblioteca do equipamento

Opção 3: As opções apresentadas são apenas um indicativo de qual pode ser a substância analisada.

Opção 4: A primeira opção é a substância cujo espectro que mais se aproxima da amostra analisada, mas o equipamento não garante que seja.

Opção 5: As opções apresentadas pelo equipamento são apenas um auxílio, cabe ao técnico que está operando fazer a identificação da substância com base em seus conhecimentos de espectroscopia.

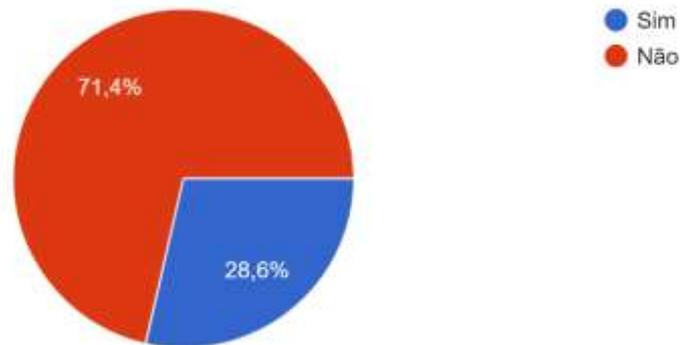
As duas primeiras afirmativas estão equivocadas pois atribuem exclusivamente ao equipamento a identificação de substâncias. As três últimas afirmativas estão corretas e dizem basicamente a mesma coisa, com palavras diferentes. Apenas 3,4% dos técnicos que responderam ao questionário não entendem que as opções apresentadas pelo equipamento são apenas um auxílio da identificação da substância. Embora a maioria esmagadora dos técnicos saiba desse fato, nas questões seguintes foi identificado que a maioria também afirma ter conhecimento insuficiente para operação sem causar erros de análise.

A questão nº8 era: o(a) senhor(a) considera que os ensinamentos sobre os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no Curso de Intervenção Com produtos Perigosos Nível Técnico do CBMDF (CIPP-TEC) são suficientes para operação dos equipamentos espectroscópicos e identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança do operador?

Analisando as respostas dessa questão, identifica-se que 71,4% dos técnicos que responderam ao questionário consideram que os ensinamentos sobre os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no Curso de Intervenção Com produtos Perigosos Nível Técnico do CBMDF não são suficientes para operação dos equipamentos espectroscópicos e identificação de substâncias em

ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança do operador, Figura 6.

Figura 8 – Percentagem dos técnicos que consideram insuficientes os ensinamentos ministrados no curso.



Fonte: o autor.

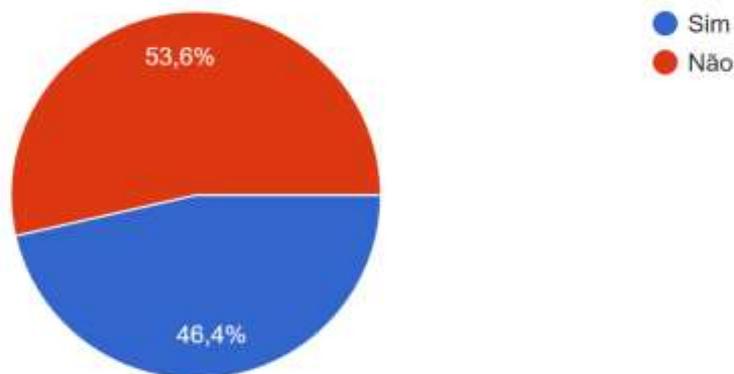
A questão nº9 era: **como Técnico em Intervenção com Produtos perigosos e considerando seus conhecimentos em espectroscopia, o quanto o(a) senhor(a) se considera habilitado para identificar um erro grosseiro de análise ou do equipamento ao comparar um espectro obtido na ocorrência com a biblioteca de espectros do equipamento?**

Analisando as respostas dessa questão, identifica-se que 3,4% dos técnicos que responderam ao questionário se consideram totalmente habilitados para identificar um erro grosseiro de análise ou do equipamento; 27,6% se consideram habilitados; 51,7% se consideram parcialmente ou pouco habilitados e 17,2% se consideram inabilitados

A questão nº10 era: **como Técnico em Intervenção com Produtos perigosos, o(a) senhor(a) se considera habilitado para operar todos os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no CBMDF (CIPP-TEC) e realizar identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe?**

Analisando as respostas dessa questão, identifica-se que 53,6% dos técnicos que responderam ao questionário não se consideram habilitados para operar todos os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no CBMDF (CIPP-TEC) e realizar identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe. Figura 7.

Figura 9 – Percentagem dos técnicos que se consideram inabilitados para operar os equipamentos e realizar identificação de substâncias sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe.



. Fonte: o autor.

4.2 Análise do currículo atualmente empregado no CIPP-TEC

A fim de entender melhor e avaliar os resultados obtidos na análise dos questionários aplicados foi feita uma análise na base curricular do Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Técnico.

Embora o currículo do curso ainda não tenha sido publicado em boletim geral da corporação, a análise foi feita com base em pesquisa documental, utilizando o documento mais atualizado que norteia os militares da Seção de Doutrina Ensino e Instrução do GPRAM quanto ao curso, que é a nova proposta pedagógica para o curso e sua malha curricular constante do Anexo 1. Esse novo currículo passou a ser empregado em 2017 já na execução do segundo curso ministrado no CBMDF.

Tal proposta reduziu o tempo de realização de 11 para 8 semanas, visando dar viabilidade, eficiência e economicidade à execução do curso,

Conforme relato dos militares que realizaram o primeiro CIPP-TEC, usualmente na corporação o primeiro curso ministrado em determinada área oficializa também a formação dos instrutores no curso, que no caso específico do CEIPP-TEC contou com instrutores do CBMDF com diversas formações na área, adquiridas no Brasil e no exterior (Curso com a Polícia Real Montada do Canada; Curso com a Guarda Nacional Norte Americana; Curso com a empresa SUATRANS do Estado de São Paulo) (CBMDF, 2017).

Partindo do pressuposto que no primeiro curso de qualquer área sempre há um certo nível de experimentação e adequação de técnicas e táticas à realidade da corporação, além da junção de conhecimentos de vários cursos externos que capacitaram os instrutores, pode-se considerar que o primeiro curso ministrado costuma ser atípico. O que não seria diferente no primeiro CIPP-TEC do CBMDF, especialmente por ter ocorrido no ano de 2014, ano de realização da Copa do Mundo de Futebol no Brasil e também ano em que grande parte dos equipamentos empregados ainda havia sido recentemente adquirida pela corporação (CBMDF, 2011).

Após o término do primeiro CIPP-TEC, houve uma formalização do currículo e ao mesmo tempo uma reformatação da proposta pedagógica desenvolvida anteriormente. Com auxílio dos instrutores e dos Oficiais do Grupamento, o Comandante do GPRAM à época formalizou uma redução de carga horária justificada pela comparação da carga horária de cursos externos que serviram de base para a criação do CIPP-TEC, como segue:

Após a realização do primeiro curso percebeu-se que não havia a necessidade de uma carga horária tão extensa para formação de técnicos na área. Foram tomados como base, os Cursos da Polícia Real Montada do Canada, o Curso Ministrado pelos Bombeiros da França, em preparação para Copa do Mundo e o curso de técnico, com certificação Internacional, da empresa SUATRANS, todos com carga horária inferior ao que foi proposto inicialmente. (CBMDF, 2017)

É importante ressaltar que a Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014, publicada no boletim geral nº 137 do CBMDF, normatiza os níveis de competência na atuação

em ocorrências com produtos perigosos. Embora a portaria nº74, de 7 de outubro de 2011 tivesse criado Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Especialista (CIPP-ESP), a Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014, retifica e estabelece que em vez do nível especialista, havia sido criado o nível técnico.

Nesse contexto, percebe-se a convergência da atuação em produtos perigosos para uma visão mais operacional. Identifica-se que a Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014, traz mais importância para o nível técnico e reduz o nível especialista a uma espécie de “consultor” a quem o técnico pode recorrer caso haja um especialista na cena. Assim, o nível especialista deixa de fazer parte do rol de cursos ministrados pelo CBMDF antes mesmo da realização do primeiro CIPP-ESP.

Art. 117. O nível de especialista só pode ser obtido em órgãos externos ao CBMDF, pois os mesmos devem, por definição, agregar novos conhecimentos aos militares de nível técnico, e possuir conhecimentos específicos e únicos (CBMDF, 2014)

Dessa forma, pode-se dizer que o militar especializado em intervenção com produtos perigosos pelo CBMDF é Técnico em Intervenção com Produtos Perigosos. Do Art. 35º ao 113º da Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014, são apresentadas todas as obrigações e responsabilidades do Nível Técnico de Competência dentre as quais vale ressaltar:

[...] Técnicos em Produtos Perigosos devem identificar as etapas de um processo de análise para identificar sólidos e líquidos desconhecidos [...] identificar as etapas de um processo de análise para a identificação de uma atmosfera desconhecida [...] identificar o(s) tipo(s) de tecnologia de monitorização utilizados para determinar os riscos [...] identificar as capacidades e fatores limitantes associados com a seleção e utilização [...] dos aparelhos de monitorização. (CBMDF,2014)

Dessa forma, fica evidenciado que são baixas as chances de existir um especialista da área presente na cena no primeiro momento de identificação de substâncias por meio dos equipamentos de análise atualmente empregados no CBMDF. Também fica claro que um consultor, com nível especialista, pode não necessariamente ter intimidade com o manuseio dos equipamentos de detecção, mas apenas conhecimento teórico sobre o produto perigoso em questão. Dessa maneira fica evidenciado que a responsabilidade pela correta utilização dos equipamentos é do técnico.

Nesse contexto tornam-se imprescindível ao técnico os conhecimentos para bem operar os detectores sem causar dano aos equipamentos ou colocar em risco a segurança da equipe por um erro de análise ou falta de conhecimento para interpretação de resultados.

Com relação à carga horária de ensino relacionada à utilização dos equipamentos de identificação, atualmente das 415h/aula do CIPP-TEC, 15h/aula são dedicadas à disciplina Noções de Física e Química (NFQ) e 35h/aula são dedicadas a disciplina Equipamentos Operacionais (EQOP).

Entretanto a disciplina NFQ não traz em sua ementa nenhum conteúdo sobre espectroscopia Raman ou Infravermelho. Já a disciplina EQOP apresenta uma ementa mais genérica e não ficam claros detalhes sobre quais teorias e técnicas devem ser abordadas (mobilidade iônica, espectroscopia, Raman, infravermelho, fotometria de chama, radioisótopos, química nuclear etc.). A ementa da disciplina EQOP, na íntegra, está posta da seguinte forma:

Introdução a análise de gases; Demonstração do manuseio dos detectores de gás; Apresentação dos indicadores de gás na atmosfera; Análise dos principais medidores de gases; Estudo sobre as particularidades dos aparelhos apresentados; Apresentação dos materiais utilizados para contenção de vazamentos; Apresentação das bombas de transbordo e as formas de utilização; Demonstração da importância do aterramento e da inertização para realização de transbordo; Confecção de simulados. (CBMDF, 2017)

Ainda sobre a disciplina EQOP, o módulo dedicado a equipamentos de detecção conta com apenas 15h/aula para os equipamentos, onde já estão incluídas as instruções teóricas sobre cada equipamento. Considerando-se apenas os oito principais equipamentos de detecção, serão menos de duas horas/aula para aprender sobre teoria e funcionamento de cada um. O módulo de equipamentos de detecção traz como habilidades e competências:

Conhecer o histórico da análise de gases; rememorar a composição da atmosfera terrestre; definir a utilização correta dos tubos colorimétricos; conhecer os erros de leitura; diferenciar explosividade e inflamabilidade; [...] uso correto uso e calibração do explosímetro; [...] correto uso e calibração de medidores multigases. [...] executar medições corretas utilizando os aparelhos apresentados; escrever as formas de calibração dos diversos equipamentos; dominar os conceitos relativos à explosividade e inflamabilidade; [...] ser capaz de utilizar os equipamentos disponibilizados no treino desde a etapa de calibração à etapa de leitura dos resultados; [...] saber

utilizar os conceitos técnicos para tomar atitudes frente ao resultado das leituras realizadas. (CBMDF, 2017)

Não há menção sobre nenhum conteúdo de simetria de moléculas, espectroscopia de infravermelho ou Raman. Assim, considerando a utilização de equipamentos espectroscópicos, fica mais evidente a necessidade de ampliação do número de horas aula da disciplina ou a criação de uma nova disciplina para abordar análise instrumental e teoria de identificação de substâncias deixando EQOP apenas para conhecimento e prática com os equipamentos, o que está mais relacionado com especificidades dos softwares de cada fabricante do que com o uso racional da teoria que embasa o uso de cada equipamento.

Considerando o currículo empregado no curso e o nível de conhecimento e capacitação atual dos técnicos para interpretar os espectros obtidos em amostras de ocorrências reais, é possível inferir que não existem condições apropriadas e conhecimento suficiente para que os técnicos discordem que a primeira das opções de correspondência de espectro apontadas pelos equipamentos seja o da amostra em análise.

Embora a maioria dos equipamentos aponte o grau de similaridade entre o espectro da amostra e o espectro com maior correspondência na biblioteca, no caso de misturas, especialmente em que o produto perigoso esteja em menor quantidade ou seja muito parecido com o espectro de outra substância com menor risco o técnico no mínimo terá dificuldades em interpretar a situação que se apresenta.

Considerando ainda as disciplinas e os conteúdos ministrados no curso, é possível inferir que nos casos em que os equipamentos indicarem que não há similaridade entre a amostra analisada e a biblioteca de espectros, o operador não terá condições sequer apontar quais funções ou grupos funcionais podem estar presentes, a menos que o técnico tenha formação fora do CBMDF que o auxilie nessa interpretação. Também não há formação adequada para que os técnicos identifiquem casos em que haja contaminação durante a análise, ou que, por exemplo, o gás carbônico e vapor de água da respiração do operador possam estar interferindo na análise ou dificultando a visualização de bandas espectrais.

Não há, portanto, racionalização na análise das substâncias encontradas na

ocorrência. Essa análise ocorre atualmente de forma mecânica e com base em análise do software de cada equipamento, que compara o produto analisado com a biblioteca. Não há, portanto, condições propícias para identificar erros dos equipamentos por falha de calibração, falha mecânica ou coleta inadequada de amostras.

Embora o CBMDF esteja à frente de grande parte dos corpos de bombeiros do país, o último grande investimento bem sucedido em equipamentos de detecção de substâncias foi realizado em 2013 (CBMDF, 2013).

Também foi verificado que muitos equipamentos de detecção que o CBMDF adquiriu em 2013 não são mais fabricados e estão fora de linha. A título de exemplo, no site da empresa Smiths Detection, fabricante de grande parte desses equipamentos, verifica-se que, embora ainda se fabrique peças e exista manutenção, todos os equipamentos da marca adquiridos pelo CBMDF já se encontram fora de linha ou já foram substituídos por aparelhos equivalentes mais modernos (SMITHS,2021).

Embora esteja claro que investimentos na atualização do aparato tecnológico do CBMDF são necessários e cada vez mais urgentes, é possível inferir que a ampliação do conhecimento teórico dos técnicos sobre as teorias que embasam o funcionamento dos equipamentos de detecção também é necessária.

Nesse ponto é importante ressaltar se o curso de formação dos técnicos e operadores for voltado essencialmente à operação dos softwares de cada fabricante, esse conhecimento se tornará obsoleto junto com os equipamentos. Entretanto, se o curso for mais voltado para a teoria por trás dos equipamentos e os cuidados básicos e interferências gerais que podem afetar cada técnica, esse conhecimento se tornará mais perene e poderá ser utilizado de forma análoga em equipamentos de outros fabricantes.

Nesse contexto, este estudo propõe como produto a proposta de criação da disciplina Fundamentos de Análise Instrumental (FAINS) no Curso de Intervenção com produtos Perigosos Nível Técnico, onde serão abordados aspectos e teorias básicas necessárias à identificação instrumental de substâncias e interpretação de resultados. A disciplina seria composta por 40 horas aula, ampliando em uma semana a duração do CIPP-TEC, e abordaria os seguintes módulos:

Modulo I – Sensores, Detectores e Colorimetria

- Sensores eletroquímicos / catalíticos;
- Sensores de óxido de metal (Taguchi);
- Detectores de fotoionização (PID);
- Espectrofotometria da chama (FPD);
- Espectrometria da mobilidade iônica (IMS);

Modulo II – Espectroscopia Molecular

- Funções orgânicas básicas;
- Simetria molecular e modos de vibração;
- Fundamentos de Espectroscopia infravermelha (IR);
- Fundamentos de Espectroscopia Raman;

Modulo III – Radiação e Espectrometria de Raios Gama

- Detecção de raios gama e nêutrons;

Modulo IV – Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e Cromatografia;

- Cromatografia Gasosa (CG);
- Espectrometria de massa (GC-MS).

Modulo V – Genética Básica e Detectores Biológicos

- Vírus bactérias e outros agentes patogênicos;
- Noções de genética e replicação de DNA.
- Reação em cadeia de polimerase (PCR).
- Sensores e detectores biológicos.

De forma concreta foi possível apresentar como produto a proposta pedagógica do módulo de Espectroscopia Raman e Infravermelho da disciplina FAINS constante do Apêndice B.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizando todo o levantamento bibliográfico e documental realizado, além dos resultados da aplicação de questionários aos militares que concluíram o Curso de

Intervenção em Produtos Perigosos Nível Técnico no CBMDF, é possível concluir que o objetivo principal desta pesquisa exploratória, que é analisar a utilização de equipamentos espectroscópicos para atendimento de ocorrências envolvendo produtos perigosos no âmbito do CBMDF, foi atingido.

Os resultados obtidos mostram que grande porcentagem dos Técnicos formados no CBMDF não se considera habilitado para realizar identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe.

Também foi identificada a necessidade de inclusão de uma nova disciplina voltada para teoria de análise instrumental, especialmente espectroscopia de infravermelho e Raman, no currículo do CIPP-TEC.

Embora também tenha ficado claro que investimentos na atualização do aparato tecnológico do CBMDF são necessários e cada vez mais urgentes, é possível inferir que, a ampliação do conhecimento teórico dos técnicos sobre as teorias por trás dos equipamentos de detecção também é necessária.

Nesse ponto é importante ressaltar que quando o curso de formação dos técnicos e operadores volta-se essencialmente à operação dos softwares de cada fabricante, esse conhecimento torna-se obsoleto junto com os equipamentos. Já quando o curso se volta mais à teoria por trás do conhecimento e aos cuidados básicos e interferências gerais que podem afetar cada técnica, esse conhecimento torna-se mais perene e pode ser utilizado de forma análoga em equipamentos de outros fabricantes.

Obviamente, a instrução específica sobre o software de cada fabricante não deixará de ser imprescindível para operação dos equipamentos, mas quando o foco maior está na teoria que embasa a análise, o operador fica menos refém do software. Também tem peso nessa análise o fato de, geralmente, uma instrução sobre o software do fabricante ser, em geral, muito mais mecânica, simples e curta do que uma instrução sobre a teoria por trás do funcionamento de cada equipamento, mesmo quando não aprofundada.

Dessa forma, considerando o alto investimento necessário para atualização do aparato tecnológico de detecção empregado no CBMDF e considerando também as fragilidades na formação dos técnicos apontadas neste estudo, é possível inferir que fazer um novo grande investimento em tecnologia sem avaliar, melhorar e ampliar continuamente os conhecimentos dos técnicos pode acarretar a aquisição de equipamentos que não terão seu potencial empregado de forma adequada no socorro, ou no mínimo darão respostas que podem ser interpretadas erroneamente pelos operadores.

REFERÊNCIAS

ATKINS, P. W.; JONES, Loretta (Autor). **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006

ABIQUIM, Associação Brasileira da Indústria Química. **Manual para Atendimento a Emergências: Guia para as primeiras ações em acidentes**. 6. ed. São Paulo: [s.n.], 2015.

ABNT NBR 14064. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Transporte rodoviário de produtos perigosos - Diretrizes no atendimento à emergência**. 2014.

ABNT NBR 14725. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 1: Operações**. 2009

ABNT NBR 15480. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Transporte rodoviário de produtos perigosos - Plano de ação de emergência (PAE) no atendimento a acidentes**. 2007.

ABNT NBR 7500. Associação Brasileira de Normas Técnicas/Norma Brasileira 7500. **Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos perigosos**. 2012.

AHLS. **Advanced Hazmat Life Suport. Professional Manual**. 4. Ed. University of Arizona, 2014.

ARAUJO, W.R. et al. **Portable analytical platforms for forensic chemistry: a review**. *Analytica Chimica Acta*, 2018.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Diário Oficial da União. Poder Executivo, Brasília, DF, 05 out. 1988. Seção 1, p.1. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 30 set. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 8.255, de 20 de Novembro de 1991**. Sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal, 1991.

BRASIL. **Lei nº 12.086, de 6 de novembro de 2009b**. Dispõe sobre os militares da Polícia Militar do Distrito Federal e do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 nov. 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12086.htm>. Acesso em: 25 dez. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 7.163, de 29 de abril de 2010**. Regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Diário Oficial da União, Poder

Executivo, Brasília, DF, 30 out. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7163.htm>. Acesso em: 23 dez. 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL **Portaria nº 6, de 15 de abril de 2020**. Aprova o Regimento Interno do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal e dá outras providências. Publicada no Boletim Geral nº 072 de 16 de abril de 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Portaria nº 041 de 19 de fevereiro de 2004**. Cria o Serviço Atendimento a Emergências com Produtos Perigosos. Brasília-DF. Publicada no Boletim Geral nº 033 de 22 de fevereiro de 2004.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Edital De Licitação Pregão Eletrônico N.º 35/2013–DICOA/DEALF/CBMDF**. Brasília, 2013.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Nova proposta pedagógica para o curso de intervenção em produtos perigosos nível técnico**. Brasília, 2017.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF). **Anuário Estatístico de Atendimentos do ano de 2016-2019**. Disponível em: <<https://www.cbm.df.gov.br/2012-11-12-17-42-33/2012-11-13-16-14-57?task=document.viewdoc&id=16787>>. Acesso em: 10 ago. 2020.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 041, de 19 de fevereiro de 2004. Cria o Serviço de Emergência com Produtos Perigosos, e dá outras providências. **Boletim Geral nº 034**, Brasília, DF, 19 fev. 2004

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 21, de 21 de julho de 2014. Aprova a Normatização dos Níveis de Competências para Atuação em Ocorrências com Produtos Perigosos e padroniza os termos da atividade, e dá outras providências. **Boletim Geral nº 137**, Brasília, DF, 29 jul. 2014

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Portaria nº 74, de 7 de outubro de 2011. Cria, no âmbito do CBMDF, o Curso de Intervenção com Produtos Perigosos - Nível de Especialista (CIPP-ESP). **Boletim Geral nº 196**, Brasília, DF, 17 out. 2011a.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. Aprovação do Glossário de Ocorrências Bombeiro Militar para uma nova classificação das ocorrências atendidas pelo Corpo Bombeiros Militar do Distrito Federal.. **Boletim Geral nº 191**, Brasília, DF, 07 out. 2011b

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL. **Relatório nº 01-2012/GPRAM**. Relatório de reunião do Comando Operacional do CBMDF realizada em 12 de março. **Brasília, 2012**.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO RIO DE JANEIRO. **Manual de operações**

com produtos perigosos/Grupo de operações com produtos perigosos. Manual técnico de bombeiros. 1. Ed. Rio de Janeiro, 2004.

CORREIO BRAZILIENSE. **Fábrica da JBS é evacuada após vazamento de amônia.** Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2020/03/18/interna_cidade_sdf,835040/video-fabrica-da-jbs-e-evacuada-apos-vazamento-de-amonia.shtml>. Acesso em: 20 dez. 2020.

COSTA, L. A. F. O Espalhamento Raman Intensificado por Superfícies (SERS) em Eletrodos de Cobre e Prata em Meio de Líquidos Iônicos: Efeito da Água e do Benzotriazol. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2011

DISTRITO FEDERAL. **Decreto Distrital nº 31.817, de 21 de junho de 2010.** Regulamenta o inciso II, do artigo 10-B, da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a Organização Básica do Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal. Disponível em: <http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/63268/Decreto_31817_21_06_2010.html>. Acesso em 20 nov. 2020.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto Distrital nº 21.930, de 31 de janeiro de 2001.** Dispõe sobre o Programa de Controle da Movimentação de Produtos Perigosos no Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: <http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/39536/exec_dec_21930_2001.html>. Acesso em 20 nov. 2020.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto Distrital nº 38.528, de 03 de outubro de 2017.** Dispõe sobre a criação da Comissão Distrital do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - CD-P2R2 no âmbito do Distrito Federal, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/c545017e537e4bdb842c377c8ab388e2/exec_dec_38528_2017.html#art9l>. Acesso em 20 nov. 2020.

FIGUEIREDO, A. M. D.; SOUZA, S. R. G. D. **Projetos, Monografias, Dissertações e Teses.** Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

G1DF. **Vazamento de gás no Hospital de Santa Maria, no DF, assusta pacientes.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito-ederal/noticia/2019/10/26/vazamento-de-gas-no-hospital-de-santa-maria-no-df-assusta-pacientes.ghtml>>. Acessado em 20 de dezembro de 2020.

G1DF. **Incêndio atinge frigorífico em Samambaia, no Distrito Federal.** Disponível em: <<http://g1.globo.com/distrito-federal/noticia/2011/10/incendio-atinge-frigorifico-em-samambaia-no-distrito-federal.html>>. Acessado em 20 de dezembro de 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6^a. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6^a. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, E. P. **Iniciação á Pesquisa Científica.** 4^a. ed. São Paulo: Editora Alínea, 2007.

Harris, Daniel C; Lucy, Charles A. **Análise Química Quantitativa**. LTC; 9ª Edição, 2017.

HOLBORN, P. G.; NOLAN, P. F.; GOLT, J. An analysis of fire sizes, fire growth rates and times between events using data from fire investigations. **Fire Safety Journal**, v. 39, n. 6, p. 481-524, 2004.

IBAMA, **Relatório acidentes 2010 final**. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/relatorios/acidentes_ambientais/ibama-2010-relatorio_acidentes_ambientais.pdf/>. Acesso em: 29 ago. 2020.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas 2005.

LAM, R. **Person-portable equipment in environmental forensic investigations: application to fire scene**. Australian Journal of Forensic Sciences, 2018.

LONG, D. A. **The Raman Effect: A Unified Treatment of the Theory of Raman Scattering by Molecules**. John Wiley & Sons Ltd: Bradford, UK, 2002.

LOPES, Marta Regina et al. **Manual de Produtos Químicos: Segurança, Manuseio e Transporte**. 1.ed.Rio Grande do Sul: UFSM, 2006.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas (Temas Básicos de Educação)**. São Paulo: EPU, 1986.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SÃO PAULO. **Manual de atendimento às emergências com produtos perigosos**. Coletânea de manuais técnicos de bombeiros. 1. Ed. V. 1. São Paulo, 2006.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARSHAL, O. S. T. **Grounding and Bonding Standard Operating Guidelines**. Regional Hazardous Material Emergency Response Teams, 2005.

McCREERY, R. L. **Raman Spectroscopy for Chemical Analysis**. Wiley-interscience: Ohio, 2000.

METROPOLES, **Explosão em bueiro causa pânico na W3 Norte, próximo a shopping**. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/distrito-federal/explosao-em-bueiro-causa-panico-na-w3-norte-proximo-a-shopping>>. Acessado em 20 de dezembro de 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/emergencias-ambientais/estatisticas-de-acidentes>>. Acesso em: 21 ago.2020

MUKHOPADHYAY R.**Portable FTIR spectrometers get moving Experts predict more applications will develop in the future**. American Chemical Society, A nalytical

chemistry, 2004.

NAKAMOTO, K., **Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds: Part A: Theory and Applications in Inorganic Chemistry**. Sixth Edition: New Jersey, 2009

NIOSH. National Institute for Occupational Safety and Health (Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, Disponível em: < <https://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html>>. Acesso em 20 set. 2020.

OLIVEIRA, M. **Emergências com produtos perigosos: manual básico para equipes de primeira resposta de bombeiros**. 1. Ed. Florianópolis, 2000.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIBEIRO, M. C. C.; SANTOS, P. S., **Química Nova**. 1992

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

RUBIM, J. C. **Utilização do Espalhamento Raman Intensificado por Superfície no Estudo do Inibidor de Corrosão (Benzotriazol) Adsorvido em Eletrodos de Cobre e Prata**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

RUBIM, J. C. **Raman Spectroscopy**. The Journal of Physical Chemistry, 1995.

SALA, O., **Fundamentos da Espectroscopia Raman e no Infravermelho**. UNESP: São Paulo, 2008.

SEVERINO. A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

SCHMITT, M.; POPP, J., **Journal of Raman Spectroscopy**. 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES PARA ATENDIMENTO DE OCORRÊNCIAS NO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS. Disponível em <http://200.144.30.103/siipp/public/imprime_classificacao.aspx>. Acesso em: 28 nov. 2020

SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; NIEMAN, T. A. **Princípios de Análise Instrumental**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SMITHS DETECTION, RespondeR Guia do Usuário, Espectrômetro Raman Portátil, 2004a.

SMITHS DETECTION, HazMatID Guia do Usuário, Identificador Químico Portátil, 2004b.

SMITHS DETECTION, GasID Guia do Usuário, Analisador Infravermelho de Gases, 2004c.

SMITHS DETECTION, HGVI General Specifications Usage Guide, 2007.

SMITHS DETECTION. **Chemical detection or identification**. Disponível em: <<https://www.smithsdetection.com/product-finder/chemical-detection-or-identification>>. Acesso 03 jan. 2021.

SCHMITT, M. *Journal of Raman Spectroscopy*. 2006

SOLOMONS, T. W. Graham; Fryhle, Craig B. **Química Orgânica**, vol. 1 e 2. 12^a ed. 2018

TURRELL, G. **The Raman Effect**. In **Raman Microscopy**. Eds. Academic Press: London, 1996.

SANTOS, V. O et al, **Journal of Physical Chemistry**. 2006

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionários Aplicados aos Técnicos (CIPP-TEC)



**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DIRETORIA DE ENSINO
CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA**



**QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MILITARES QUE CONCUÍRAM UMA DAS
TRÊS EDIÇÕES DO CURSO DE INTERVENÇÃO EM PRODUTOS PERIGOSOS
NÍVEL TÉCNICO NO CBMDF**

**Análise dos Equipamentos Espectroscópicos de Identificação de Substâncias
Perigosas no CBMDF**

Texto de abertura:

Se o senhor(a) possui Curso de Intervenção com Produtos Perigosos Nível Técnico (CIPP- TEC), por favor responda as perguntas abaixo, apenas com o conhecimento que possui, sem consultar outras fontes. Só vai levar um minuto!!! Trata-se de uma pesquisa a respeito do uso dos equipamentos espectroscópicos para identificação de substâncias em ocorrências envolvendo produtos perigosos atendidas pelo CBMDF. As respostas farão parte do meu trabalho de conclusão de Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais - CAO 2020. Não é necessário se identificar. Desde já agradeço a paciência, são poucas perguntas.

*Obrigatório

Qual o seu Posto/Graduação? *

- Tenente Coronel
- Tenente Coronel
- Major
- Capitão
- 1° Tenente

- 2° Tenente
- 1 °Sargento
- 2° Sargento
- 3° Sargento
- Cabo
- Soldado

Qual o ano de realização do Curso (CIPP- TEC)? *

- 2014
- 2017
- 2019

O senhor possui algum curso ou formação fora do CBMDF relacionado á utilização dos equipamentos de identificação de substâncias? *

- Graduação em Química
- Graduação em Biologia
- Graduação em Física
- Curso técnico em física, química ou biologia.
- Formação intervenção com Produtos perigosos fora do CBMDF
- Outro:

1. O senhor(a) sabe informar dentre equipamentos listados abaixo, que o CBMDF possui, quais usam métodos espectroscópicos de identificação de substâncias perigosas? *

- Responder IC
- Hazmat 360
- Gas ID
- HGVI
- Radsseker
- Outro:

2. O Senhor (a) tem alguma noção de em que frequência (cm⁻¹) de um espectro

de infra vermelho apareceriam as vibrações referentes as ligações químicas principais dos grupos ou funções químicas (álcool, aldeído, cetona, ácido carboxílico, cetona, amina, amida)? *

- Sim
- Não

3. Considerando os equipamentos que o CBMDF possui. O senhor (a) sabe dizer se amostras que contenham água podem ser analisadas nos equipamentos que utilizam espectroscopia de infravermelho como método de identificação? *

- Podem. Mas não sei o porquê.
- Não podem, mas não sei o porquê.
- Podem, porque o equipamento utiliza uma cela de diamante que não absorve água.
- Não podem, porque o equipamento utiliza uma cela ATR (Reflectância Atenuada) de cloreto de sódio que seria danificada.
- Não podem, porque a água apresenta muitas bandas de absorção na região do infravermelho o que inviabiliza a análise de do espectro.
- Podem, não há nenhum impedimento técnico para tal.
- Não sei.

4. Responder IC, RazmatID 360, Gas ID, HGVI, Radseeker. Dos equipamentos listados acima adquiridos pelo CBMDF em 2013, quais utilizam espectroscopia Infra vermelho? *

- ResponderR IC
- RazmatID 360
- Gas ID
- HGVI
- Radseeker

5. Responder IC, RazmatID 360°, Gas ID, HGVI, Radsseker. Dos equipamentos listados acima adquiridos pelo CBMDF em 2013, quais utilizam espectroscopia Raman? *

- Responder IC
- RazmatID 360°
- Gas ID

- Radseeker
- HGVI

6. O senhor(a) sabe dizer qual ou quais das afirmativas abaixo representam diferenças entre espectroscopia Raman e Infravermelho? *

- Para ser ativa no infravermelho o modo de vibração de uma molécula deve sofrer variação no momento de dipolo magnético durante a vibração o que não é necessário na espectroscopia Raman.
- No (os) equipamento(s) que utilizam espectroscopia Raman pode-se analisar amostras aquosas no infravermelho não.
- A espectroscopia Raman tem menos acurácia uma vez que os equipamentos de infravermelho utilizam Transformada de Fourier
- Embora as moléculas ativas no Raman seja também ativas no infravermelho, Raman é uma técnica mais precisa

7. Quando um dos equipamentos espectroscópicos (utilizados no CBMDF) aponta três opções de similaridade entre o espectro obtido na ocorrência e espectros de referência da biblioteca interna, isso significa que: *

- A primeira opção apontada é a substância que se quer identificar, pois corresponde a biblioteca interna do equipamento.
- A substância foi identificada, com certeza, pois do contrário o equipamento apontaria que não há similaridade entre a amostra e a biblioteca do equipamento
- As opções apresentadas são apenas um indicativo de qual pode ser a substância analisada.
- A primeira opção é a substância cujo espectro mais se aproxima da amostra analisada, mas o equipamento não garante que seja.
- As opções apresentadas pelo equipamento são apenas um auxílio, cabe ao técnico que está operando fazer a identificação da substância com base em seus conhecimentos de espectroscopia.

8. O senhor(a) considera que os ensinamentos sobre os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no Curso de Intervenção Com produtos Perigosos Nível Técnico do CBMDF (CIPP-TEC) são suficientes para operação

dos equipamentos espectroscópicos e identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança do operador? *

Sim

Não

9. Como Técnico em Intervenção em Produtos Perigosos e considerando seus conhecimentos em espectroscopia, o quanto o senhor(a) se considera habilitado para identificar um erro grosseiro de análise ou equipamento ao comparar um espectro obtido na ocorrência com a biblioteca de espectros do equipamento? *

Totalmente habilitado

Habilitado

Parcialmente habilitado

Pouco habilitado

Inabilitado

10. Como Técnico em Intervenção com Produtos perigosos, o senhor(a) se considera habilitado para operar todos os equipamentos de análise espectroscópicas ministrados no CBMDF (CIPP-TEC) e realizar identificação de substâncias em ocorrências reais sem causar dano aos equipamentos, erros de análise ou colocar em risco a segurança da equipe? *

Sim

Não

**APÊNDICE B – Proposta de Módulo para O Curso De Intervenção De Produtos
Perigosos Nível Técnico (CIPP-TEC)**



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL
DEPARTAMENTO DE ENSINO, PESQUISA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA



DIRETORIA DE ENSINO

CENTRO DE ESTUDOS DE POLÍTICA, ESTRATÉGIA E DOCTRINA

PROPOSTA DE MÓDULO DA DISCIPLINA FUNDAMENTOS DE ANÁLISE INSTRUMENTAL (FAINS) PARA O CURSO DE INTERVENÇÃO DE PRODUTOS PERIGOSOS NÍVEL TÉCNICO (CIPP-TEC)

Fundamentos de Análise Instrumental (FAINS)

1.2 Justificativa

A partir do estudo exploratório sobre o uso dos equipamentos espectroscópicos nas ocorrências envolvendo produtos perigosos no CBMDF, foi identificada a necessidade de ampliação dos conhecimentos dos técnicos sobre às tecnologias e teorias por trás do funcionamento dos equipamentos de detecção e identificação.

Após a análise do aparato tecnológico do CBMDF utilizado na identificação de substâncias e levantamento do nível de conhecimento que os técnicos têm sobre o funcionamento dos equipamentos, este estudo propõe como produto uma proposta de criação da disciplina Fundamentos de Análise Instrumental (FAINS) no Curso de Intervenção com produtos Perigosos Nível Técnico.

Na nova disciplina serão abordados aspectos e teorias básicas necessárias à identificação instrumental de substâncias e interpretação de resultados. A disciplina seria composta por 40 horas aula ampliando em uma semana a duração do CIPP-TEC, e incluiria os seguintes módulos:

1.2 Modulo I – Sensores, Detectores e Colorimetria

- Sensores eletroquímicos / catalíticos;
- Sensores de óxido de metal (Taguchi);
- Detectores de fotoionização (PID);
- Espectrofotometria da chama (FPD);
- Espectrometria da mobilidade iônica (IMS);

1.3 Modulo II – Espectroscopia Molecular

- Funções orgânicas básicas;
- Simetria molecular e modos de vibração;
- Fundamentos de Espectroscopia infravermelha (IR);
- Fundamentos de Espectroscopia Raman;

1.4 Modulo III – Radiação e Espectrometria de Raios Gama

- Detecção de raios gama e nêutrons;

1.5 Modulo IV – Ressonância Magnética Nuclear (RMN) e Cromatografia;

- Cromatografia Gasosa (CG);
- Espectrometria de massa (GC-MS).

1.6 Modulo V – Genética Básica e Detectores Biológicos

- Vírus bactérias e outros agentes patogênicos;
- Noções de genética e replicação de DNA.
- Reação em cadeia de polimerase (PCR).
- Sensores e detectores biológicos.

MODULO II – ESPECTROSCOPIA MOLECULAR

1. IDENTIFICAÇÃO

Estabelecimento de Ensino: Grupamento de Proteção Ambiental

Curso: Curso de Intervenção em Produtos Perigosos nível Técnico – CIPP
TÉC Ano de elaboração: 2021

Disciplina: Fundamentos de Análise Instrumental – FAINS Carga-
horária: 40 h/a

2. EMENTA

Introdução a funções orgânicas básicas; Análise de simetria molecular, grupos de simetria e modos de vibração; Noções básica do funcionamento de interferômetros; Fundamentos básicos de espectroscopia de infravermelho por Transformada de Fourier; Análise conceitual de transmitância, absorbância e reflectância. Identificação das principais bandas espectrais das ligações dos principais grupos funcionais orgânicos. Estudo dos principais interferentes e agentes causadores de erros na amostragem. Fundamentos básicos de Espectroscopia Raman.

3. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO / COMPETÊNCIAS

UNIDADE II – Espectroscopia Molecular

Carga-Horária 15 h/a

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Introdução a funções orgânicas básicas
2. Análise de simetria molecular,
 - 2.1 Grupos de simetria e modos de vibração;
 - 2.2 Noções básica do funcionamento de interferômetros;
3. Fundamentos básicos de espectroscopia de infravermelho por Transformada de Fourier;
 - 3.1 Transmitância;
 - 3.2 Absorbância
 - 3.4 Reflectância.
4. Identificação das principais bandas espectrais das ligações dos principais grupos funcionais orgânicos.
5. Estudo dos principais interferentes e agentes causadores de erros na amostragem. Fundamentos básicos de Espectroscopia Raman.

CONHECIMENTOS

- Conhecer as principais funções orgânicas;
- Compreender a importância da simetria molécula para o emprego da técnica de detecção;
- Definir a utilização correta de espectrômetros de infravermelho;
- Conhecer os erros de leitura;
- Identificar os principais agentes causadores de erro;
- Entender o efeito Raman;
- Entender os princípios fundamentais do funcionamento dos espectrômetros Raman.

HABILIDADES e COMPETÊNCIAS

- Executar medições corretas utilizando os aparelhos apresentados de forma racional;
- Descrever as formas de funcionamento e calibração dos diversos espectrômetros;
- Dominar os conceitos relativos a análises e identificação de substâncias.

ATITUDES

- Ser capaz de utilizar os equipamentos disponibilizados no treino desde a etapa de calibração até a etapa de leitura e interpretação dos resultados;
- Saber utilizar os conceitos técnicos para tomar atitudes frente ao resultado das leituras realizadas.

ANEXOS

ANEXO A – Malha Curricular do CIPP-TEC

MALHA CURRICULAR DO CIPP-TEC

| CURSO DE INTERVENÇÃO EM PRODUTOS PERIGOSOS NÍVEL TÉCNICO – CIPP TÊC. | | |
|--|--|----------------|
| Nº DE ORDEM | DISCIPLINA | CARGA HORÁRIA |
| I | SISTEMA DE IDENTIFICAÇÃO PARA PRODUTOS PERIGOSOS – SIPP | 35 h/a |
| II | NOÇÕES DE FÍSICA E QUÍMICA – NFQ | 15 h/a |
| III | SOCORRO DE EMERGÊNCIA A CONTAMINADOS – SEC | 15 h/a |
| IV | PADRÃO DE ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS COM PRODUTOS PERIGOSOS – PADRÃO/PP | 41 h/a |
| V | EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI | 35 h/a |
| VI | EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS – EQOP | 40 h/a |
| VII | DESCONTAMINAÇÃO – DESCON | 35 h/a |
| VIII | Treinamento Físico Militar – TFM | 24 h/a |
| IX | Introdução e Revisão de Produtos Perigosos – IRPP | 15 h/a |
| SOMA PARCIAL I | | 255 h/a |

ATIVIDADES COMPLEMENTARES DE ENSINO - ACE

| Nº DE ORDEM | ASSUNTO | CARGA HORÁRIA |
|---|------------------------|----------------|
| I | ACE – VISITAS TÉCNICAS | 50 h/a |
| II | AVA - AVALIAÇÃO | 60 h/a |
| III | ACE - COORDENAÇÃO | 50 h/a |
| SOMA PARCIAL II | | 160 h/a |
| SOMA PARCIAL I + SOMA PARCIAL II | | 415 h/a |

ANEXO B – Aulas da disciplina EQOP do CIPP-TEC

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL



GRUPAMENTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

OBJETIVOS



- 1. Classificar os tipos de Equipamentos Operacionais;**
- 2. Apresentar os principais Equipamentos Operacionais utilizados nas ocorrências envolvendo Produtos Perigosos;**
- 3. Dissertar sobre as principais características dos Equipamentos Operacionais utilizados no SAEPP/GPRAM.**

Instrutores / Facilitadores:

Cap João Henrique

3ºSgt Motta

3ºSgt Domingos

3ºSgt Layon

3ºSgt Ghisolfi

Cb João



EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS





EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS

Os EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS são de grande importância numa operação tendo em vista que serão eles os responsáveis por facilitar a vida do profissional que estiver envolvido, ou melhor, são eles que, aliados ao conhecimento técnico, vão propiciar o sucesso de uma operação envolvendo produtos perigosos.

EQUIPAMENTO OPERACIONAL é todo meio, dispositivo ou aparelho criado especificamente para determinadas situações em que o homem não possa, por meios próprios, sanar a emergência que o mesmo estiver envolvido, necessitando assim de ferramentas adequadas ao serviço.



CONTINUAÇÃO:

Para escolher os equipamentos necessários para uma equipe de atendimento a emergências envolvendo produtos perigosos vamos depender de uma série de fatores a serem considerados, como por exemplo:

- **Número de membros participantes da equipe de emergência;**
- **Características dos produtos perigosos que estarão envolvidos nas eventuais emergências;**
- **Volume potencial de cada tipo de produto perigoso que estará envolvido nas eventuais emergências e embalagens por eles utilizadas;**
- **Necessidade de atendimento externo, fora da área física da empresa, ou interna, localizada dentro das dependências da empresa (local controlado ou não);**
- **Facilidade de acesso aos locais das eventuais emergências.**



CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS OPERACIONAIS



Os equipamentos operacionais classificam-se, de acordo com suas características, em:

- **Equipamentos de proteção individual;**
- **Equipamentos de descontaminação;**
- Equipamentos de detecção;
- Equipamentos de absorventes;
- Equipamentos de vedação;
- Equipamentos de contenção;
- Equipamentos de transbordo;
- Equipamentos de usos diversos.



INTRODUÇÃO



Os diversos sistemas de detecção hoje empregados tiveram início no século XIX, nos Estados Unidos, em minas de carvão. Com frequência ocorriam vários óbitos e contaminações de trabalhadores por causa dos gases metano (decomposição de matérias orgânicas), e sulfídrico (enxofre) que eram gerados pela mineração.

Eram usados pelos mineradores pequenos animais como cães, ratos e pássaros. Quando estes ficavam agitados era sinal de que o ambiente possivelmente estaria contaminado ou com deficiência de oxigênio.



TECNOLOGIAS DE DETECÇÃO DISPONÍVEIS ATUALMENTE:



- Química de mudança de cor;
- Sensores eletroquímicos / catalíticos;
- Sensores de óxido de metal;
- Detectores de fotoionização (PID);
- [Espectrofotometria da chama \(FPD\)](#);
- Espectrometria da mobilidade iônica (IMS);
- Espectrometria infravermelha (IR);
- Espectroscopia Raman;
- Espectroscopia de raios gama;
- [Cromatografia de gases & espectrometria de massa \(GC-MS\)](#);
- Reação em cadeia de polimerase (PCR).



QUÍMICA DE MUDANÇA DE COR



DETECÇÃO COM PAPEL TORNASSOL

Papel tornassol, ph-metro, papel de ph, ..., são alguns nomes do método de detecção que utiliza o princípio POTENCIAL HIDROGENIÔNICO. Essa grandeza indica a ACIDEZ, NEUTRALIDADE, ou ALCALINIDADE de uma solução aquosa.

Consiste em papeis impregnados com tornassol (corante solúvel em água extraída de certos líquens) que indicam uma ampla faixa de cores sendo VERMELHA → ÁCIDOS, e AZUL → BASES/ÁLCALIS.

SENSORES ELETROQUÍMICOS / CATALÍTICOS

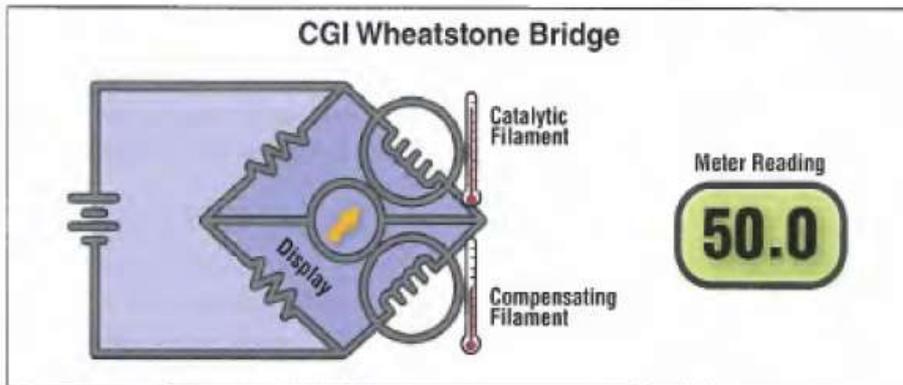


Figure 7.22 A CGI resistor circuit uses a hot filament coated with a catalyst.

EXPLOSÍMETRO / LIMITES DE INFLAMABILIDADE



Para que um gás ou vapor inflamável queime é necessário que exista, além da fonte de ignição, uma mistura ideal entre o oxigênio e o gás combustível.

A quantidade de gás combustível varia para cada produto, e é dimensionada através das constantes de LII e LSI.

0% _____ LII _____ LSI _____ 100%
 MISTURA POBRE MISTURA IDEAL MISTURA RICA

Os detectores atuais geralmente sinalizam e alarmam a partir de 15% (100% LII) resguardando assim as equipes de resposta.

Quando apresentados pelas fichas técnicas os LII e LSI são relacionados ao ambiente e não ao detector.

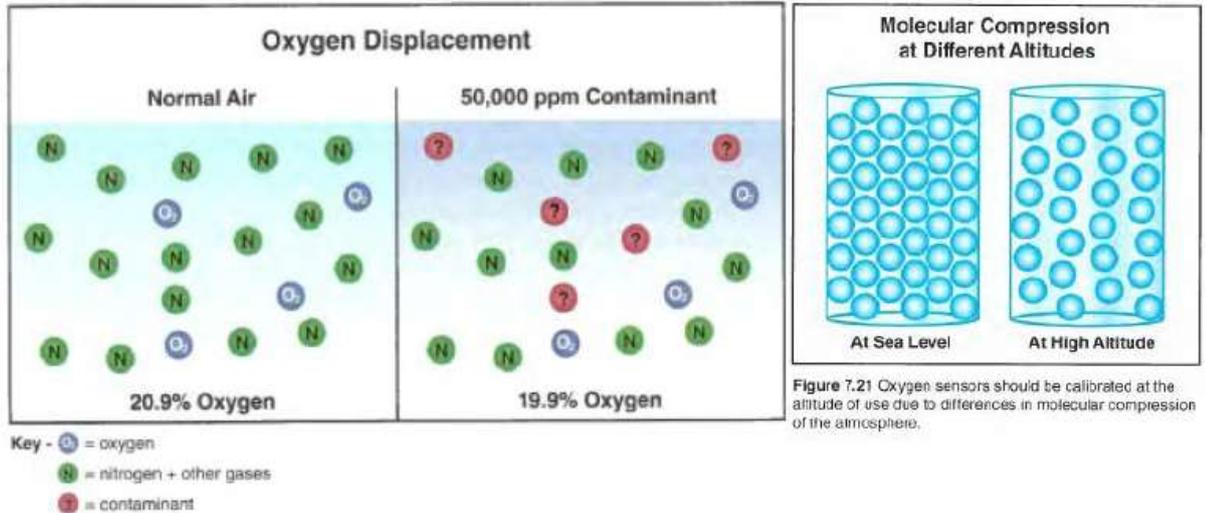
OXIGÊNIO - O₂



Valores normais sem prejuízo a saúde são entre 19,5 à 20,8%, onde será facultado a utilização de máscara com filtro químico (observar a indicação). Em valores fora do normal (19,5 à 20,8%) ou em ambientes confinados utilize sempre PA.

Observe sempre e tenha cuidado quando:

- Atmosferas acima de 25% apresentam perigo de combustão em materiais específicos ou reagentes com oxigênio, e produtos inflamáveis;
- Atmosferas abaixo de 19,5% é obrigatório o uso de epr autônomo;
- Suspeitar sempre de outras substâncias contaminantes ou presentes quando houver alteração do valor inicial de O₂ (teste de ar limpo), sem que os outros sensores acusem alterações.

CONTINUAÇÃO:**GÁS SULFÍDRICO - H₂S****CARACTERÍSTICAS:**

- Gás liquefeito, tóxico, e inflamável;
- Gás incolor originado principalmente pela decomposição de matéria orgânica (metano em conjunto);
- Em baixas concentrações possui cheiro de “ovo podre”, em altas inibe o olfato, e inibirá também pelo tempo (olfato < 0,1 ppm, tolerância = 8 ppm);
- Causar danos no aparelho respiratório, sistema nervoso central, e irritação nos olhos;
- Densidade do gás (ar = 1): 1,189, densidade do gás (água = 1): 0,79;
- Limites de inflamabilidade ou explosividade são LII = 4,3%, e LSI = 46%.

MONÓXIDO DE CARBONO - CO



CARACTERÍSTICAS:

- O monóxido de carbono é um gás inodoro, inflamável, incolor, e extremamente tóxico (afinidade com a hemoglobina);
- O monóxido de carbono é liberado no ambiente por fontes naturais, e como produto da combustão incompleta (massa combustível);
- Densidade do gás (ar = 1): 0,97, densidade do gás (água = 1): 0,791 A $-191,5^{\circ}\text{C}$;
- Limites de inflamabilidade ou explosividade são LII = 12%, e LSI = 75%.

TABELA DE CORREÇÃO

| Gás ou Vapor | Multiplicar o % LIE lido por: (FC) | Gás ou Vapor | Multiplicar o % LIE lido por: (FC) |
|------------------|---------------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| Acetato de Etila | 2,20 | Heptano | 2,50 |
| Acetileno | 1,80 | Hexano | 2,20 |
| Acetona | 1,20 | Hidrogênio | 1,42 |
| Acetona | 2,00 | Metano | 1,00 |
| Butano | 1,50 | Metanol | 1,42 |
| Ciclohexano | 2,00 | Metiletilcetona | 2,50 |
| Dicloroetileno | 1,70 | Octano | 3,33 |
| Dicloropropileno | 1,00 | Propano | 1,20 |
| Etano | 1,10 | Tetrahidrofurano | 2,50 |
| Etanol | 1,25 | Tolueno | 2,50 |
| Etileno | 1,42 | Xileno | 3,33 |
| Éter Etilico | 1,80 | | |



Built upon Durability

- Internally-integrated pump with recessed pump inlet minimizes snag hazards and break points
- Full 3-year warranty on detector and LEL, O₂, H₂S, CO, O₂, NO₂, and IR sensors
- Rugged housing withstands 10-ft. drop test
- Easy to operate

Powered by Performance

- 4-year sensor life on LEL, O₂, CO, H₂S, SO₂, NO₂, and IR sensors – 60% longer than industry average
- 3-year sensor life on NH₃ and Cl₂
- Advanced PID and IR sensor options
- MSA-exclusive instrument end-of-sensor-life warning
- MSA-exclusive MotionAlert™ and InstantAlert™ features
- 40% less calibration gas used per minute than industry average

Flexibility to meet your Needs

- Interchangeable plug-and-play sensor slots (XCell Sensors)
- Compatibility with MSA GALAXY® GX2 Test System calibration test stands and MSA Link™ Pro Software for fleet management.
- Monitors up to 6 gases simultaneously
- Bluetooth connection is standard on all new ALTAIR 5X Detectors
- Use the MSA ALTAIR™ Connect App to remotely monitor or configure detectors

Revolutionizing Sensor Technology

- Industry-first 60-second span calibration time for LEL, O₂, CO, H₂S, NO₂, and SO₂
- Sensor response and clear times in less than 15 seconds on LEL, O₂, CO, H₂S, NO₂, and SO₂ – 50% faster than industry average
- Typical cost savings of more than 50% on calibration gas, replacement sensors and maintenance
- Greater signal stability and repeatability within changing or extreme environmental conditions

DETECTOR & IDENTIFICADOR DE GASES E VAPORES PERIGOSOS – HGVI



TREINAMENTO DE OPERAÇÃO

HGVI USAGE GUIDE

smiths detection
bringing technology to life

| TIC | State | PID | TGS | IMS | IDLH* (ppm) | Cross-Responses |
|---|-------|-----|-----|-----|-------------|-------------------|
| ACETONE (ACE) | V | * | * | * | 2500 | VOC |
| BENZENE (BZN) | V | * | * | * | 500 | |
| CARBON DISULFIDE (CS2) | V | * | * | * | 500 | |
| CHLORINE (CL2) / BLOOD ^c | G | | | * | 10 | F2, HCL, HF |
| DIBORANE (DIB) | G | | * | * | 15 | F2 |
| ETHYLENE OXIDE (ETO) | G | * | * | * | 800 | ENV |
| FLUORINE (F2) | G | | * | * | 25 | CL2, HCL, HF |
| FORMALDEHYDE (FOR) | G | | * | * | 20 | ENV |
| HYDROGEN CHLORIDE (HCL) | G | | * | * | 50 | CL2, F2, HF, DIB |
| HYDROGEN CYANIDE (HCN) / BLOOD ^c | G | | * | * | 50 | DIB |
| HYDROGEN FLUORIDE (HF) | G | | * | * | 30 | CL2, F2, HCL, ENV |
| HYDROGEN SULFIDE (H2S) | G | * | * | * | 100 | |
| NITRIC ACID (NIT) | V | | * | * | 25 | |
| PHOSGENE (PHOS) / BLOOD ^c | G | | * | * | 0.2 | |
| PHOSPHOROUS TRICHLORIDE (PCL3) | V | * | * | * | 25 | HCL, HF |
| SULFUR DIOXIDE (SO2) | G | | * | * | 100 | |

ABBREVIATIONS

- G = Gas, V = Vapor (at Standard Temp and Press)
- VOC = Volatile Organic Compound / Solvent
- ENV = Environmental Background / Interferent

* Indicates approximate midpoint of viable identification range

USEFUL INFORMATION

- Only PID-active TICs will be quantified
- A (*) indicates response with CWA mode ON
- Sulfur compounds may spoil the TGS sensors

HGVI Usage Guide - Rev 2 - Oct 2009



Siglas e Abreviações

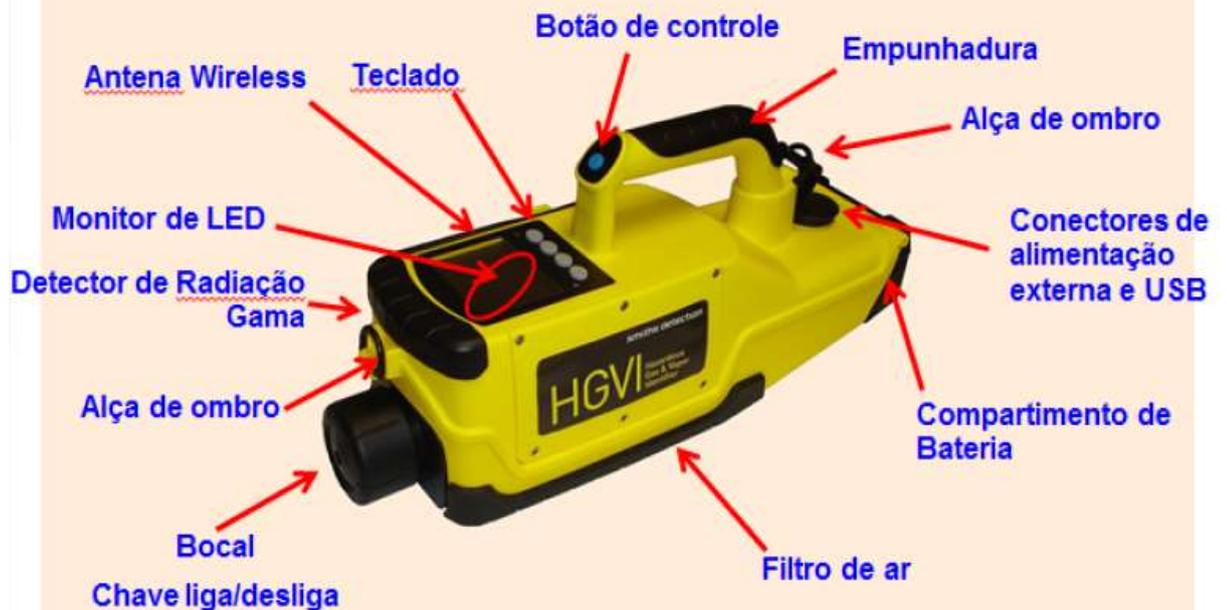
- **CWA** Chemical Warfare Agent => Agentes de guerra química.
- **ENV** Environmental Background Vapor => Vapor de fundo do ambiente.
- **GPS** Global Positioning System => Sistema de posicionamento global.
- **HGVI** Hazardous Gas and Vapor Identifier => Identificador de gas e vapor perigoso.
- **IMS** Ion Mobility Spectrometry => Espectroscopia por mobilidade iónica.
- **NIOSH** National Institute of Occupational Safety & Health => Instituto nacional de saúde e segurança ocupacional.
- **PID** Photoionization Detector => Detector por fotoionização.
- **P/T** PID / TGS (confidence test) => Teste de detecção para os sensores PID e TGS.
- **RAD** Radiation => Detector de radiação.
- **TIC** Toxic Industrial Chemical => Produtos industriais químicos tóxicos.
- **TGS** Taguchi Gas Sensor => Detector de gas Taguchi.
- **IDHL** Immediately Dangerous To Health and Life => Perigo imediato à saúde e vida.

Vantagens

- Sensores diferentes trabalhando simultaneamente
- Software avançado de interpretação de resultados
- Livre de fontes radioativas
- Deteccção e identificação automática de gases e vapores
- Dosímetro de radiação integrado



Componentes



Acessórios

| | |
|--------------------------------|-------------------------------|
| Refil do Filtro de Ar | Cabo USB |
| Cabos de Alimentação | Adaptador Veicular |
| Fonte do Carregador de Bateria | Chave 3/32 |
| Fonte de Alimentação do HGVI | Fusível |
| CD de Referência | Regulador de Fluxo |
| Alça de Transporte | Mangueira |
| Padrão de Teste – IMS | Conector |
| Padrão de Teste - PID/TGS | Bateria Recarregável de Lítio |
| | Carregador de Bateria |

Os acessórios devem ser sempre levados junto com o equipamento

Princípios de Detecção e Identificação

- HGVI foi desenvolvido para detectar substâncias perigosas antes de serem percebidas pelos sentidos humanos
- Variações de temperatura ou humidade relativa podem causar falsos alarmes
- A faixa de detecção de cada substância usa o respectivo índice IDLH como referência

Respostas Cruzadas (resultados)

Fontes comuns:

- Loção de barba, perfumes, etc
- Produtos de limpeza
- Fumaça (cigarros, escapamentos de motor)
- Alguns óleos para armas

• A maioria ocorre em espaços fechados ou quando a amostragem é realizada próximo a fonte

• Estes vapores podem impedir o HGVI de entrar em modo pronto

Tecnologia e cuidados

Detectores Primários

- IMS – Espectrômetro de Mobilidade Iônica
- PID – Detector de Fotoionização
- TGS – Sensor Taguchi

Auxiliar

- RAD – Dosímetro de Radiação Gama

Cuidados

- Não mergulhe em água ou qualquer outro líquido
- Temperatura de operação -10° até +40° C
- Faixa de humidade 10 a 90% a 21°C
- Não utilize solventes para limpeza

RAD – Dosímetro de Radiação Gama

Leitura do dosímetro RAD para taxa de dose:

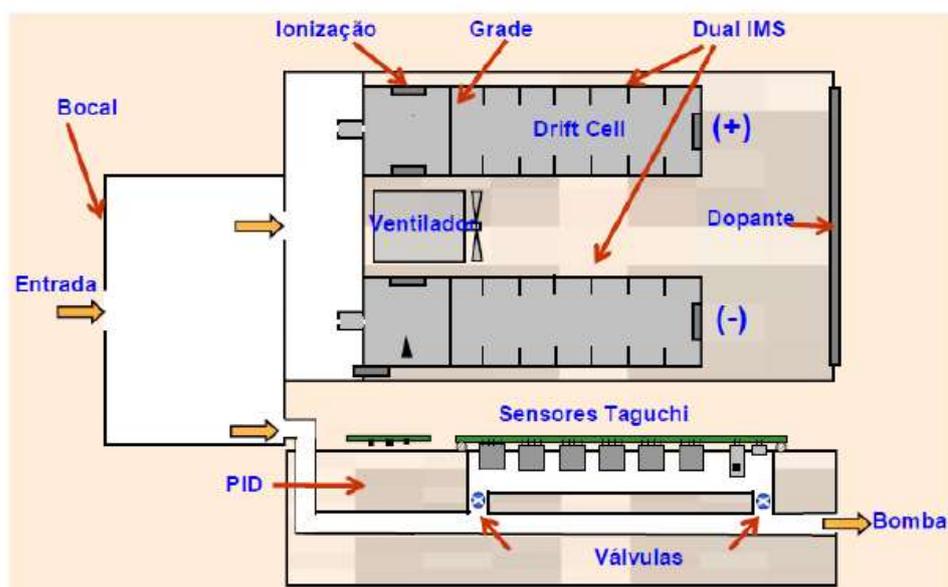
0,1uSv/h até 10Sv/h => Alarme: 10uSv/h

NORMA CNEN-NN-3.01
DIRETRIZES BÁSICAS DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

| Limites de Dose Anuais [a] | | | |
|----------------------------|---------------|------------------------------------|----------------------|
| Grandeza | Órgão | Indivíduo ocupacionalmente exposto | Indivíduo do público |
| Dose efetiva | Corpo inteiro | 20 mSv [b] | 1 mSv [c] |
| Dose equivalente | Cristalino | 150 mSv | 15 mSv |
| | Pele [d] | 500 mSv | 50 mSv |
| | Mãos e pés | 500 mSv | --- |



ESPECTROMETRIA DA MOBILIDADE IÔNICA (IMS)



IMS

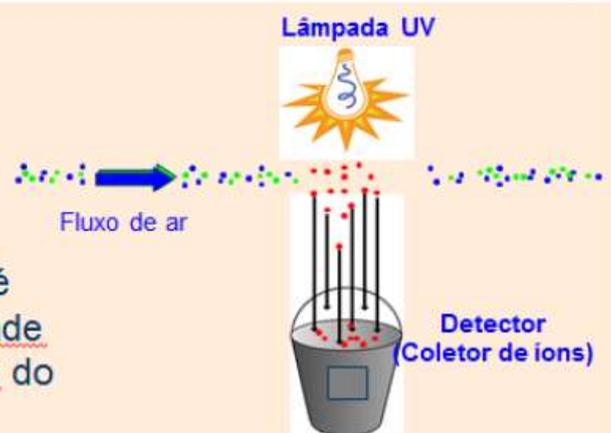


- Dual IMS: detecção simultânea de íons positivos e negativos
- Ionização com fonte não-radioativa
- Leitura a cada 5 segundos
- Alta sensibilidade para CWAs & TICs

PID



- Lâmpada UV de 10,6 eV
- Leitura a cada segundo
- O processo de detecção é ativado quando a intensidade do sinal ultrapassa o limite do detector.



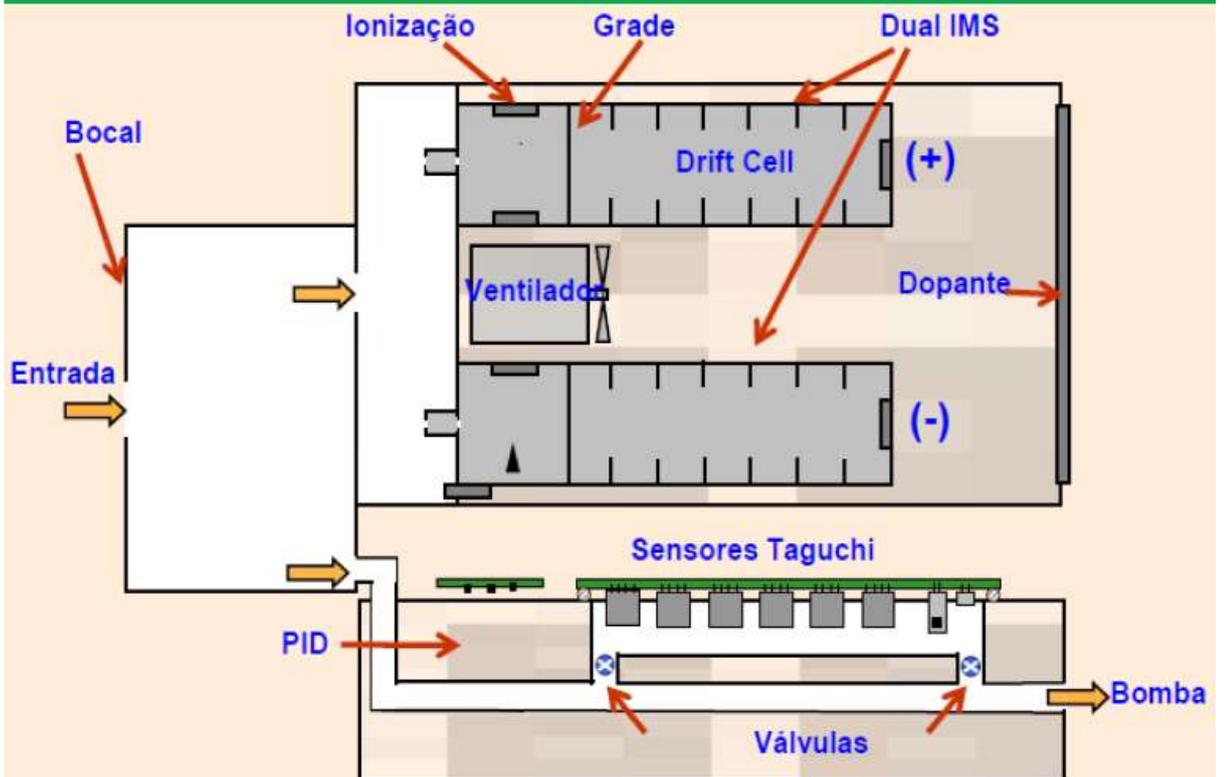
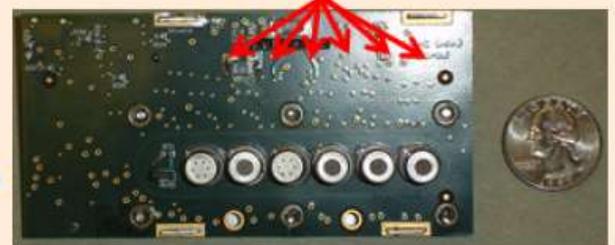
- Amostra
- Ar
- Amostra ionizada



TGS

- 6 sensores TGS de óxido metálico ajustados em faixas diferentes.
- O processo de deteção é ativado quando a variação na voltagem ultrapassa o limite do sinal
- Leitura a cada 200 ms

Sensores Taguchi



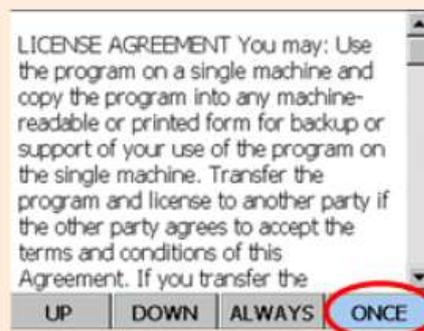
Ligando o HGVI



- Gire o bocal em sentido anti-horário



- Selecione **ALWAYS** ou **ONCE** para aceitar os termos da licença e acessar a tela de login



Login



- Use os botões **UP/DOWN** para escolher o usuário
- Pressione o botão **SELECT**
- Coloque a senha numérica: 1111
- Pressione o botão de controle



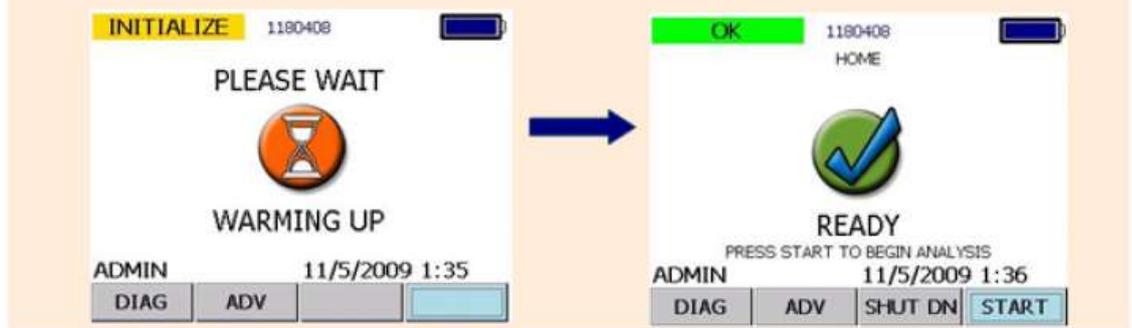
SELECT



Inicialização do sistema



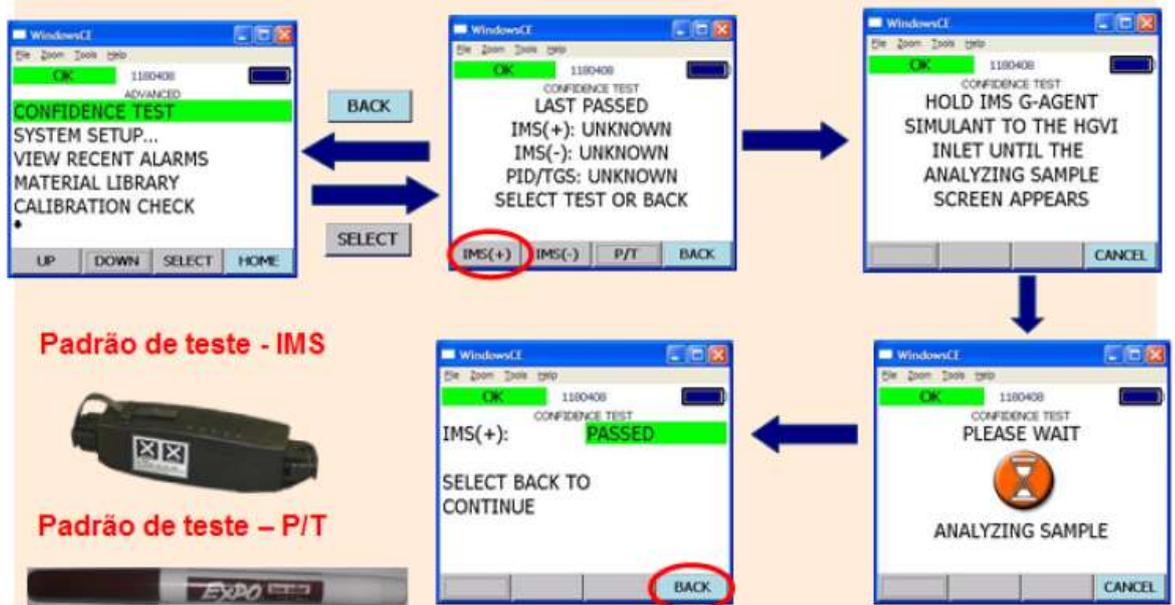
- O sistema entra automaticamente em processo de aquecimento (*WARMING UP*)
- Após ~2 minutos a tela mostrará que o sistema está em modo pronto (*READY*)
- Em temperaturas mais baixas o tempo de aquecimento pode ser mais longo



Menu ADV – Teste de aferição



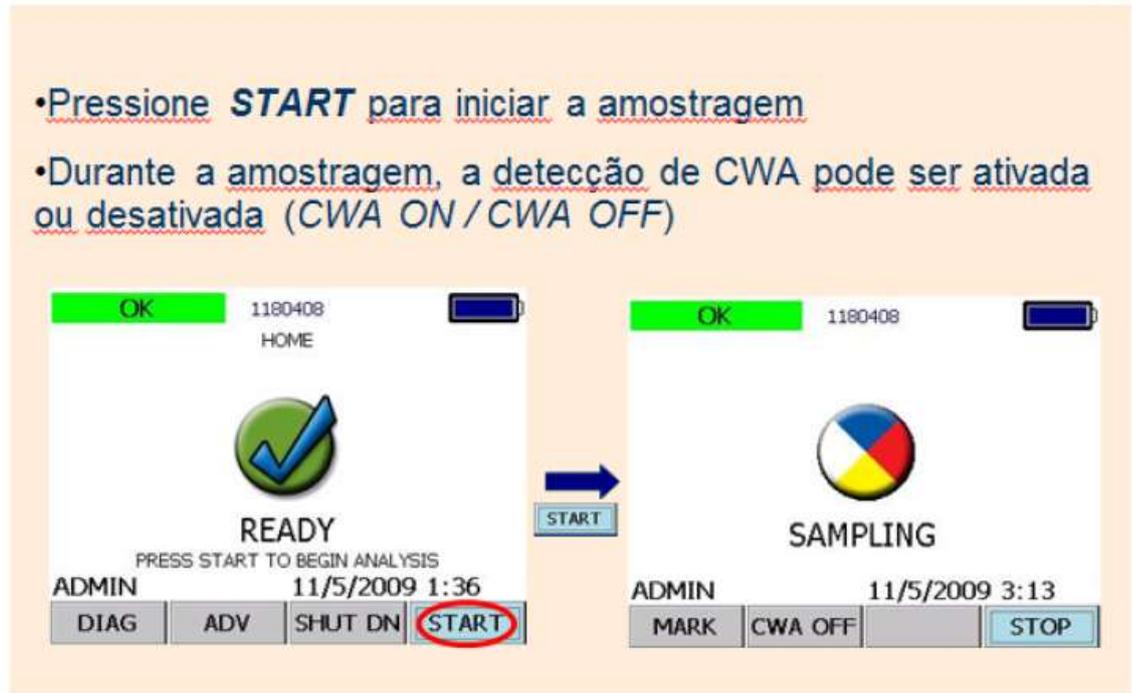
- Escolha CONFIDENCE TEST e pressione SELECT



Modo Pronto



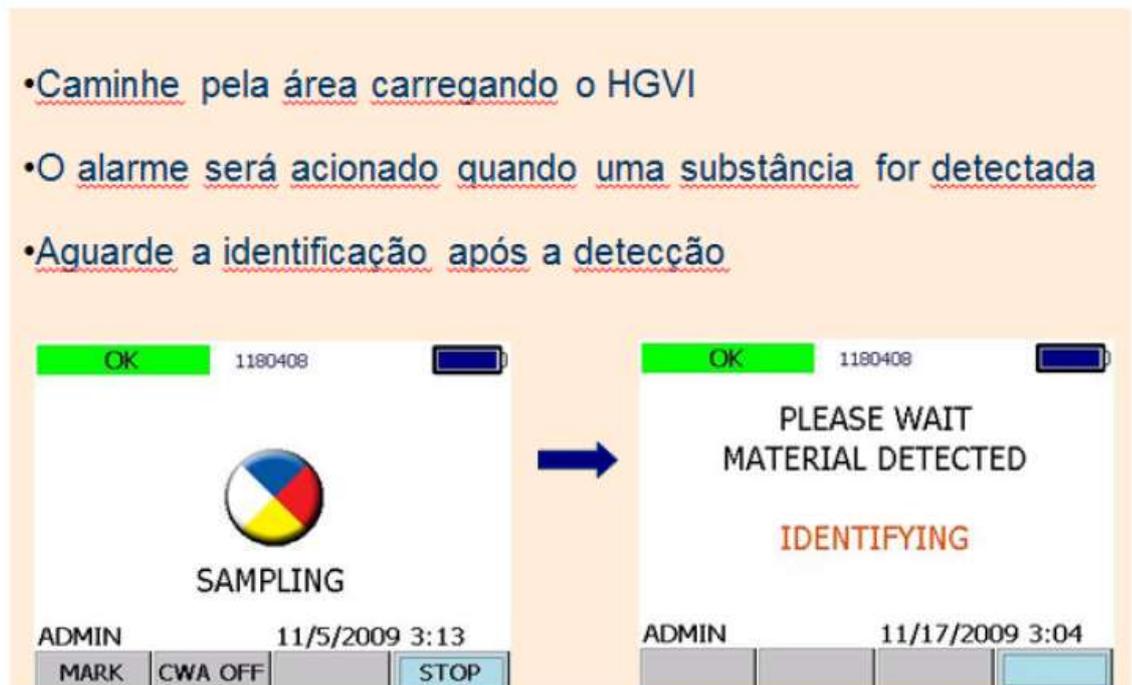
- Pressione **START** para iniciar a amostragem
- Durante a amostragem, a detecção de CWA pode ser ativada ou desativada (CWA ON / CWA OFF)



Detectando Vapores & Gases

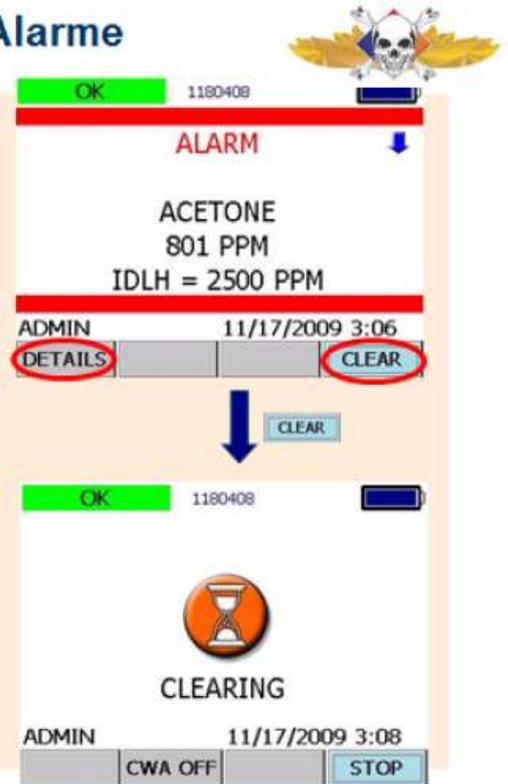


- Caminhe pela área carregando o HGVI
- O alarme será acionado quando uma substância for detectada
- Aguarde a identificação após a detecção



Procedimento em Alarme

- Pressione **Quiet** ou o botão azul para silenciar o alarme.
- Acesse o guia NIOSH pressionando **Details** (somente para TICs)
- Pressione **Clear** para cancelar o alarme e leve o HGVI para uma área com ar limpo
- Siga suas instruções de como lidar com o alarme (POP)



Níveis de Concentração

- Somente as substâncias próximas ao equipamento serão detectadas:
- A concentração no ambiente pode ser diferente da concentração detectada
- Vento e correntes de ar podem afetar a concentração



Faixa de Identificação

- Cada substância programada no HGVI tem uma faixa de identificação ótima
- O HGVI está programado para 16 produtos industriais tóxicos (TIC) e 10 armas químicas (CWA)

| TIC | State | PID | TGS | IMS | IDLH* (ppm) |
|---|-------|-----|-----|-----|-------------|
| ACETONE (ACE) | V | * | * | * | 2500 |
| BENZENE (BZN) | V | * | * | * | 500 |
| CARBON DISULFIDE (CS2) | V | * | | * | 500 |
| CHLORINE (CL2) / BLOOD ^c | G | | | * | 10 |
| DIBORANE (DIB) | G | | * | * | 15 |
| ETHYLENE OXIDE (ETO) | G | * | * | * | 800 |
| FLUORINE (F2) | G | | | * | 25 |
| FORMALDEHYDE (FOR) | G | | | * | 20 |
| HYDROGEN CHLORIDE (HCL) | G | | | * | 50 |
| HYDROGEN CYANIDE (HCN) / BLOOD ^c | G | | * | * | 50 |
| HYDROGEN FLUORIDE (HF) | G | | * | * | 30 |
| HYDROGEN SULFIDE (H2S) | G | * | * | * | 100 |
| NITRIC ACID (NIT) | V | | | * | 25 |
| PHOSGENE (PHOS) / BLOOD ^c | G | | | * | 0.2 |
| PHOSPHOROUS TRICHLORIDE (PCL3) | V | * | * | * | 25 |
| SULFUR DIOXIDE (SO2) | G | | | * | 100 |

| CWA | Type | IDLH (mg/m ³) |
|-------------------------|---------|---------------------------|
| TABUN (GA) | NERVE | 0.1 |
| SARIN (GB) | NERVE | 0.1 |
| SOMAN (GD) | NERVE | 0.05 |
| CYCLOSARIN (GF) | NERVE | 0.05 |
| VX | NERVE | 0.003 |
| VXR (RUSSIAN) | NERVE | UND |
| DISTILLED MUSTARD (HD) | BLISTER | 0.7 |
| NITROGEN MUSTARD (HN-3) | BLISTER | UND |
| LEWISITE (L) | BLISTER | UND |
| CYANOGEN CHLORIDE (CK) | BLOOD | UND |

Tipos de Resposta - 1

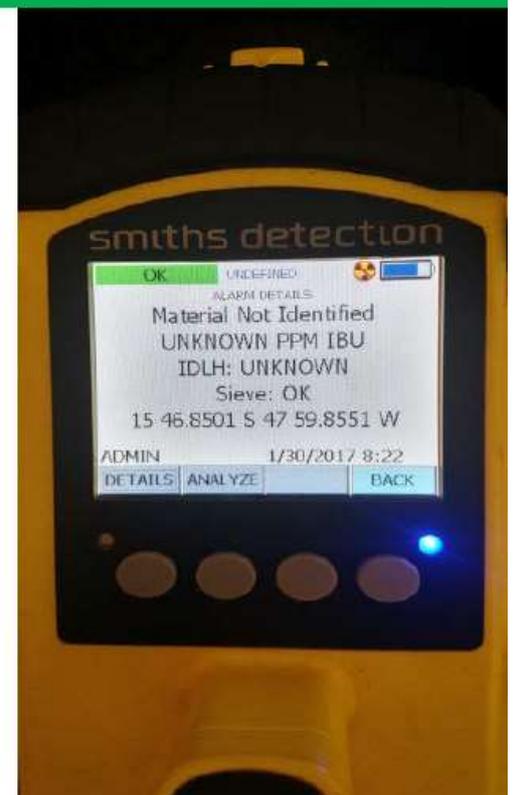
1. Se a substância está programada no banco de dados:

- Deteccção e Identificação: quando a concentração está dentro da faixa ótima de identificação
- Deteccção e “Material Não Identificado”: se a concentração está fora da faixa ótima
- Deteccção e Resposta Cruzada: se a amostra tem similaridade com as substâncias do banco de dados
- Não Detectado: quando a concentração está abaixo do limite de detecccção

Tipos de Resposta - 2

2. Se a substância NÃO está programada:

- Detecção e “Material Não Identificado”: a substância encontrada pode ou não ser perigosa
- Detecção e Resposta Cruzada: se a amostra tem similaridade com as substâncias do banco de dados
- Sem Detecção: quando a concentração está abaixo do limite de detecção





Manutenção Preventiva

- Limpeza do HGVI
 - Carga de Bateria
 - Troca do filtro
- } Após cada utilização
- } Quando demorar para entrar no modo pronto (250 ~300 h)



Limpeza

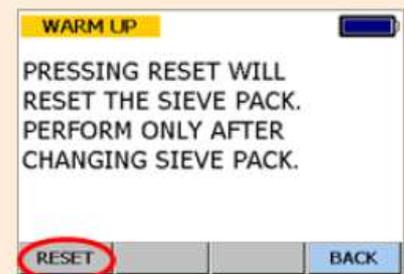
- Parte externa do HGVI
- Use um pano com água e detergente neutro
- Guarde o HGVI na capa de proteção original
- Se não for guardado de modo correto, o HGVI pode ser contaminado e não entrar em modo pronto

Nunca mergulhe o HGVI em água ou outros líquidos

Troca do Filtro



- Escolha um local bem ventilado e livre de contaminação
- Desligue o HGVI
- Retire a bateria
- Remova o filtro usado
- Encaixe um novo filtro
- Feche a tampa
- Zere o contador do filtro (menu ADV)



Uma mensagem na tela irá indicar que o filtro deve ser trocado (250 a 300 h de uso)

IDENTIFICADOR PORTÁTIL FTIR PARA GÁS E VAPOR QUÍMICO – GAS ID



TREINAMENTO DE OPERAÇÃO

GasID™ identificador portátil de gases e vapores

O GasID é um identificador químico portátil e durável para compostos orgânicos voláteis, inflamáveis, QITs e MITs (materiais industriais tóxicos) corrosivos e ADMs.

- Comprovada tecnologia FT-IR para utilização em campo
- identifica mais de 5.500 gases e vapores
- Não é necessário calibrar
- Os dispositivos de amostras múltiplas oferecem versatilidade ao usuário
- Resultados em minutos

- Tamanho: 17.5" x 12" x 7.5" (44.4 cm x 30.5 cm x 19 cm)



Espectroscopia

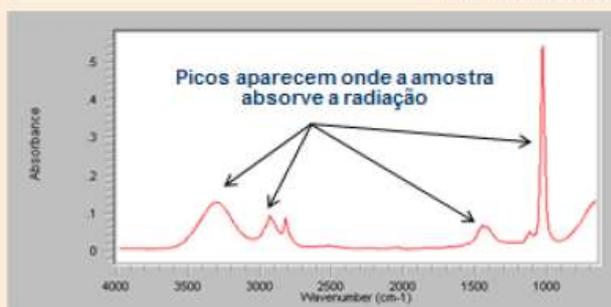
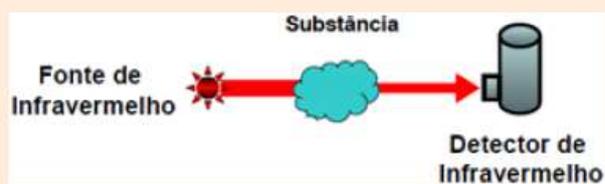


- “Espectroscopia” é o estudo de como a radiação eletromagnética interage com a matéria
- Espectroscopia de Infravermelho e o estudo específico de como a radiação infravermelha (calor) é absorvida pelas ligações moleculares

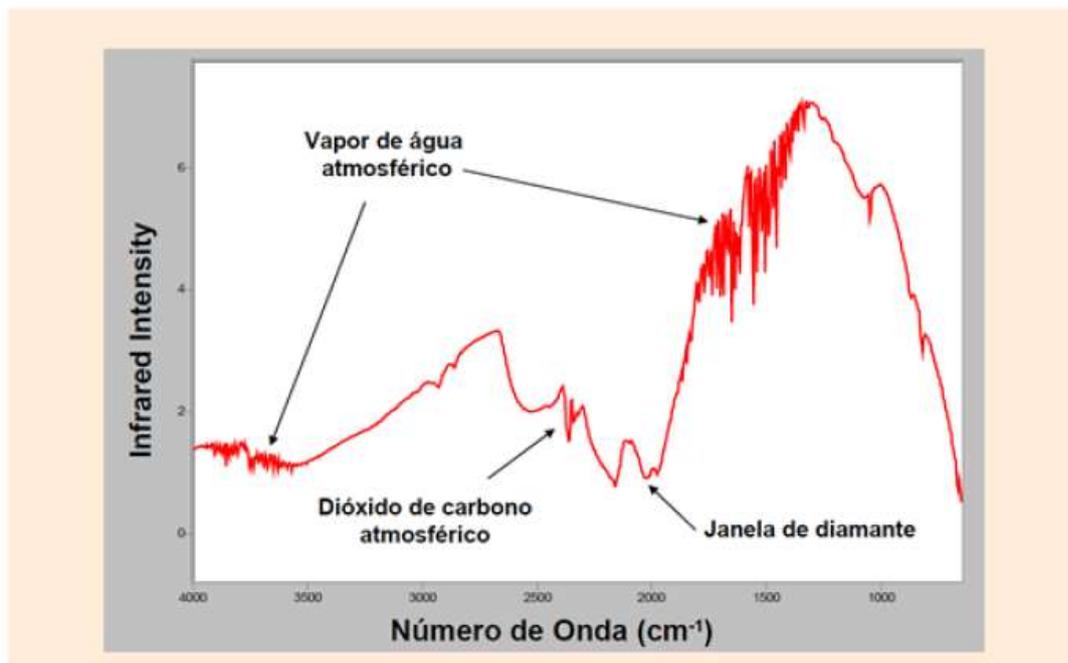
Espectro Infravermelho



- Espectro é um gráfico que mostra quanta luz infravermelha é absorvida pelas moléculas em cada número de onda



Background



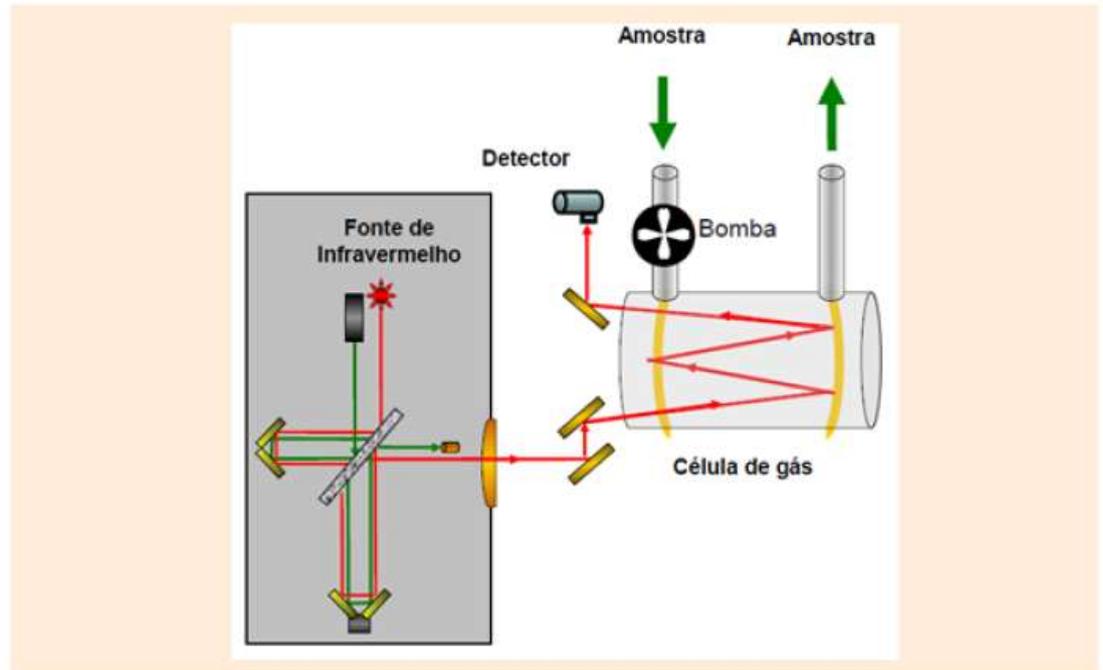
Componentes Principais - externo



O GasID é um analisador infravermelho de gás portátil. Seu princípio de funcionamento é a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) com interface por Célula de Gás.



Componentes Principais - interno



O QUE PODE SER IDENTIFICADO?!?!

- **GasID pode identificar (por exemplo):**
 1. **Solventes Orgânicos (Acetona, Benzeno);**
 2. **Inflamáveis (Propano, Hexano);**
 3. **TICs e TIMs (Amônia, Freon);**
 4. **Corrosivos (Clorídrico, Nítrico);**
 5. **Pesticidas (Alaclor, Varfarina);**
 6. **Chemical WMD (VX, Mostarda);**
 7. **Muito mais ...**
- **GasID não é possível identificar (por exemplo):**
 1. **Diatomics Homonuclear (Cl₂, O₂, etc.);**
 2. **Gases nobres (He, Ar, etc.).**

Ligando o sistema



- Ligue o HazMatID empurrando para frente o botão liga/desliga e soltando em seguida. O sistema iniciará o sistema operacional e carregará o software HazMatID automaticamente, exibindo a tela de acesso do usuário.
- A tela de acesso exibirá o usuário "admin". Deixe a entrada da senha (Password) em branco e clique "Login".
- O sistema irá perguntar se deseja proceder a limpeza da célula de amostra. Isto é conveniente caso o equipamento tenha ficado um longo tempo sem uso ou quando não se tem certeza sobre como o equipamento foi utilizado pela última vez. O módulo de amostra deve estar desconectado para executar esta função.

Please Log In

User name: Keyboard

Password: Keyboard

TUTORIAL SHUTDOWN **LOGIN**

Cell cleaning

Do you want to clean the gas cell prior to Sampling?

SKIP CLEAN

Funções Avançadas



Diagnóstico

O HazMatID dispõe de um sistema de auto-diagnóstico para verificar se o equipamento está funcionando corretamente. A tela de diagnóstico exibe informações sobre as versões de software e hardware, resultados do auto-diagnóstico e acesso a algumas funções avançadas.

- **Energy:** verde (>20.000)
- **Source:** IR ok
- **Laser:** Laser ok
- **Battery:** verde (30 min) amarelo (10-30 min)
- **Battery 2:** verde (> 5 amostras)
- **Automatic Alignment:** executar se energia abaixo de 20.000 após 20 min ligado
- **Performance Validation:** recomenda-se executar mensalmente com energia > 20.000 e após 20 min ligado
- **Clean Cell:** executar somente com o módulo de amostra desconectado

GasID - Smiths Detection, Danbury

Software Version: 1.6.0 Instrument Version: 2.52
 DLL Version: 4.66 Driver Version: 4.33
 Serial Number: 242

Energy **20575** AUTOMATIC ALIGNMENT CLEAN CELL
 Source **PASS**
 Laser **PASS** PERFORMANCE VALIDATION
 Battery **128 min**
 Battery 2 **260 Samples**

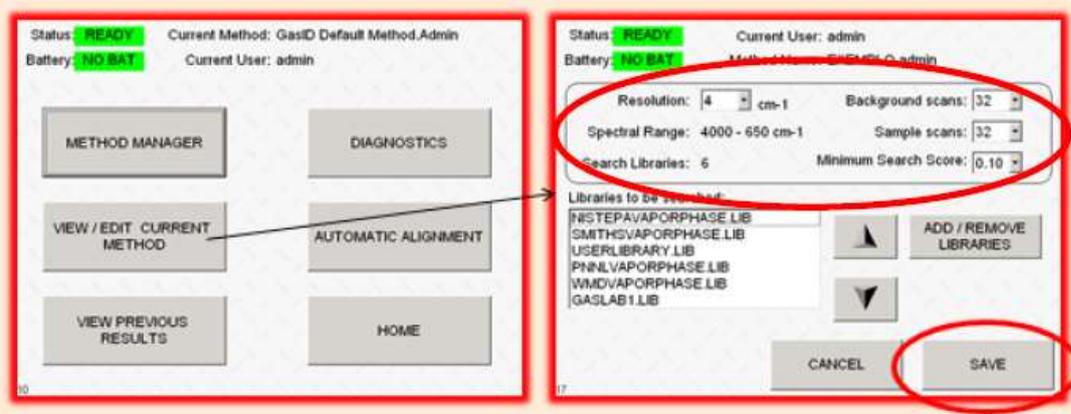
DONE

Métodos



Método é o conjunto de parâmetros selecionados para realizar as análises. O HazMatID é fornecido com um método padrão de fábrica. Outros métodos podem ser criados pelo usuário de acordo com a necessidade da aplicação.

Tela Principal → Advanced Features → View /Edit Current Method



Coletando Amostra



- Usando a Bomba Portátil:
 - Ligar / Desligar: Pressione ▲▼ simultaneamente
 - Zerar o contador: ligue e desligue a bomba. Pressione *▲▼***
 - Verificar informações: Com a bomba ligada ou desligada, pressione * para acessar o tempo de uso, volume bombeado e fluxo.
 - Carga da Bateria: A bomba possui bateria de NiCd. Para carregar a bateria, remova a tampa traseira da bomba e conecte o carregador. Quando completamente carregada, a bateria pode alimentar a bomba por cerca de 8 horas. Um ícone indicando o nível da bateria é exibido no mostrador digital da bomba, conforme a tabela abaixo.
 - Observe o indicador de carga da bateria 

Coletando Amostra



- Coletando amostra com o tubo de adsorção
 - Os tubos de adsorção são preenchidos com uma resina especial capaz de capturar gases e vapores quando o ar é forçado a passar pelo tubo.
 - Ao ser acoplado ao GasID, o tubo é aquecido, promovendo a dessorção (liberação) da amostra dentro da célula de análise.



- Com cuidado, utilize a tampa do módulo de amostragem para abrir as duas extremidades do tubo de adsorção.



Não utilize outro tipo de tubo

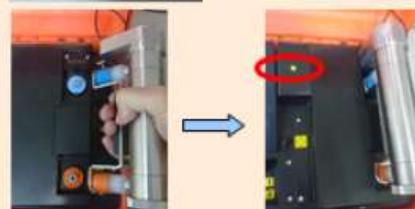


O vidro quebrado pode causar ferimentos. Cuidado ao manusear o tubo e os resíduos de vidro.

Coletando Amostra



- Encaixe a extremidade vazia do tubo na tampa do módulo de amostragem, conforme indicado na foto ao lado.
- Encaixe o módulo de amostragem na bomba, obedecendo a correspondência de cores dos conectores.
- Para iniciar a coleta, acione a bomba pressionando ao mesmo tempo os botões ▲ e ▼
- Para terminar a coleta, desligue a bomba pressionando ao mesmo tempo os botões ▲ e ▼
- O tempo de coleta **recomendado é de 10 minutos**



- Remova o módulo de amostragem da bomba e conecte-o ao GasID, obedecendo a correspondência de cores dos conectores. O led ficará verde, indicando que o módulo foi encaixado corretamente.

Coletando Amostra



• Coletando a Amostra em Saco Tedlar

Os sacos Tedlar devem ser usados quando a concentração de gás/vapor no ambiente é alta ou quando a substância de interesse não é adsorvida pelo Tenax.

- É recomendável usar o saco Tedlar apenas 1 vez
- Conecte o tubo na válvula do saco Tedlar
- Conecte a outra extremidade do tubo na saída (*Exhaust*) da bomba. O módulo de amostragem deve estar conectado à bomba para fechar o circuito do fluxo
- Para iniciar a coleta, abra a válvula do saco Tedlar, girando-a 1 volta em sentido anti-horário
- Evite encher mais que 80% da capacidade do saco

Coletando Amostra



- Encaixe o módulo de conexão no GasID, obedecendo a correspondência de cores dos conectores. O led ficará verde, indicando que o módulo foi encaixado corretamente
- Conecte o saco Tedlar na entrada do módulo (*INLET*)
- A amostra deve ser analisada em, no máximo, 48 horas depois da coleta

Utilizando o filtro de ar



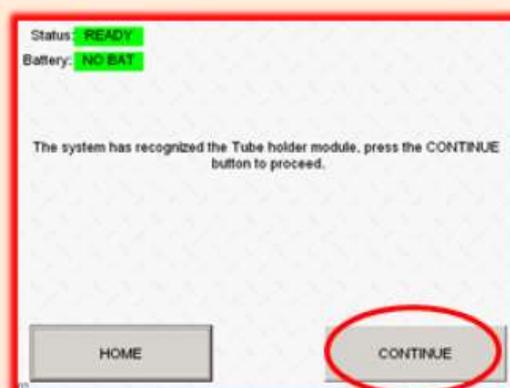
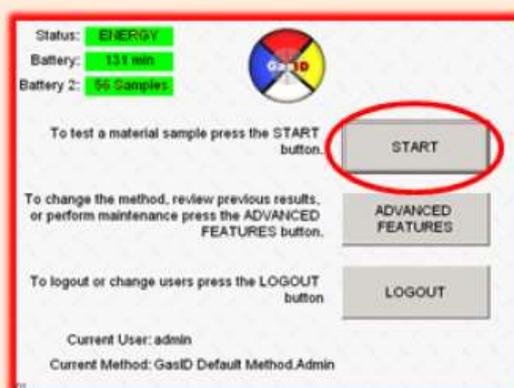
- Remova as tampas de proteção do filtro de ar
- O filtro de ar fornecido com o GasID é especificado para vapores orgânicos, dióxido de enxofre, ácido clorídrico e cloro
- Conecte o filtro de ar no adaptador
- Encaixe uma extremidade do tubo de silicone no adaptador e a outra na saída do módulo (*OUTLET*)

Analizando a Amostra



• Amostra Coletada em **Tubo de Adsorção**

- Na tela principal, selecione "Start"
- O sistema identificará que o módulo de tubo está conectado. Selecione "Continue"



Analisando a Amostra



- O sistema automaticamente inicia o aquecimento do módulo e, em seguida, faz a coleta do background. Utilize este tempo para identificar a ocorrência (*Incident*), a amostra (*Sample ID*) e acrescentar observações (*Comments*).
- O botão "Continue" será habilitado somente quando o sistema terminar a coleta do background.

Status: **READY** Enter sample information then press CONTINUE
 Battery: **NO BAT** The button will be enabled when system is ready

Collecting background **174 °C**

Incident: GasID Keyboard
 Sample ID: amostra Keyboard
 Comments: Keyboard

HOME CONTINUE

Analisando a Amostra



- O sistema automaticamente inicia o aquecimento do módulo e, em seguida, faz a coleta do background. Utilize este tempo para identificar a ocorrência (*Incident*), a amostra (*Sample ID*) e acrescentar observações (*Comments*).
- O botão "Continue" será habilitado somente quando o sistema terminar a coleta do background.

Status: **READY** Enter sample information then press CONTINUE
 Battery: **NO BAT** The button will be enabled when system is ready

Collecting background **174 °C**

Incident: GasID Keyboard
 Sample ID: amostra Keyboard
 Comments: Keyboard

HOME CONTINUE

Analisando a Amostra



- O sistema automaticamente inicia a coleta do background. Utilize este tempo para identificar a ocorrência (*Incident*), a amostra (*Sample ID*) e acrescentar observações (*Comments*).
- O botão "Continue" será habilitado somente quando o sistema terminar a coleta do background.

Status: **READY** Enter sample information then press CONTINUE
 Battery: **NO BAT** The button will be enabled when system is ready

Collecting background: ████████████████████

Incident: GasID

Sample ID: amostra

Comments:

- Mantenha fechada a válvula do saco Tedlar durante a coleta do background.
- Abra a válvula do saco Tedlar antes de clicar em "Continue".

Analisando a Amostra



- Ao clicar em "Continue" a bomba interna será acionada, aspirando a amostra para dentro da câmara. A bomba será desligada quando o sistema identificar uma quantidade adequada de amostra
- Ao terminar a coleta, o sistema exibe uma lista com o resultado da busca nas bibliotecas.
- Pressione "Visual Compare" para comparar visualmente o espectro da amostra com os resultados da lista.

Avaliação de Resultado:

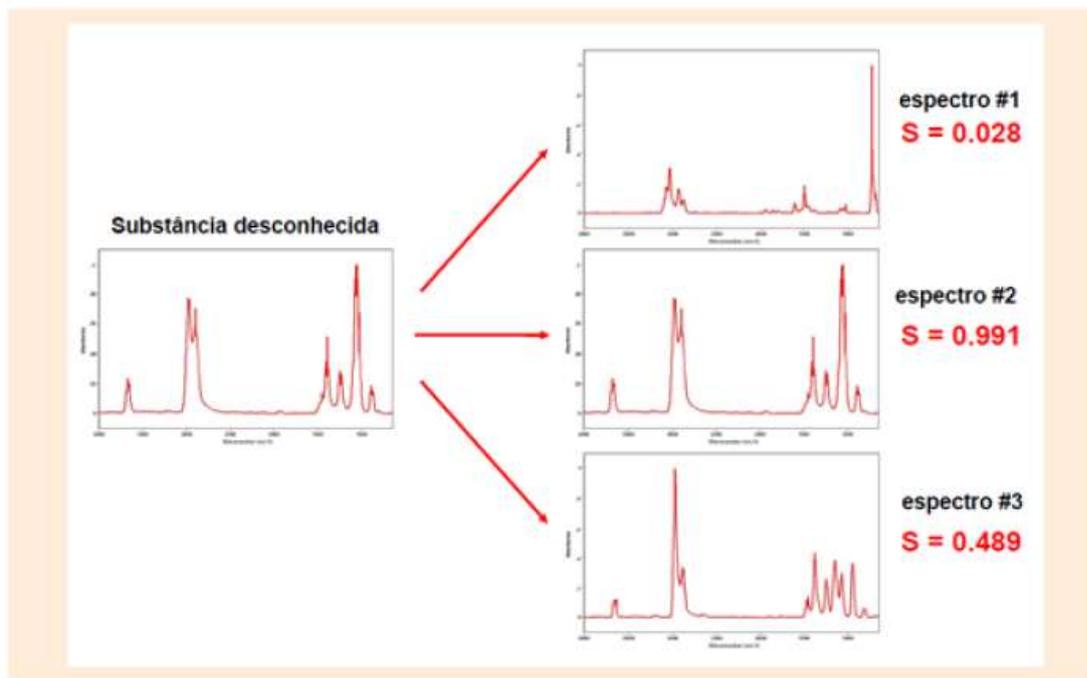
- Grau de similaridade > 0,95
- Ajuste visual entre os espectros
- Mesmas propriedades físicas

Status: **READY**
 Battery: **CHARGE**

Search Results

| # | Compound Name(s) | Similarity |
|---|----------------------------|------------|
| 1 | Isopropanol | .99299 |
| 2 | Isopropyl Alcohol | .98188 |
| 3 | 2,3-Dimethyl-2-butanol | .86178 |
| 4 | 2,3,3-Trimethylbutanol | .85684 |
| 5 | 2-Propanol, 2-methyl | .85207 |
| 6 | 2,3,3-Trimethyl-2-pentanol | .83102 |
| 7 | Amylone Hydrate | .82851 |
| 8 | 2,3-Dimethyl-2-pentanol | .82359 |
| 9 | 2-Pentanol, 2-methyl | .80822 |

Grau de Similaridade (HIT)



Zoom

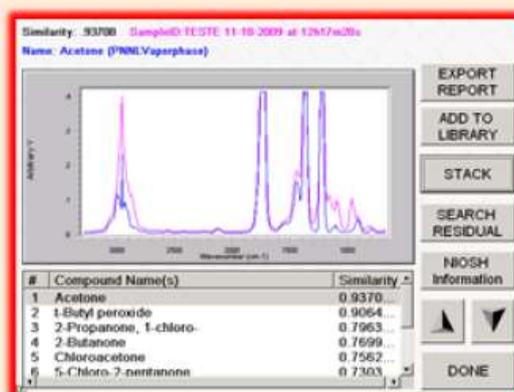
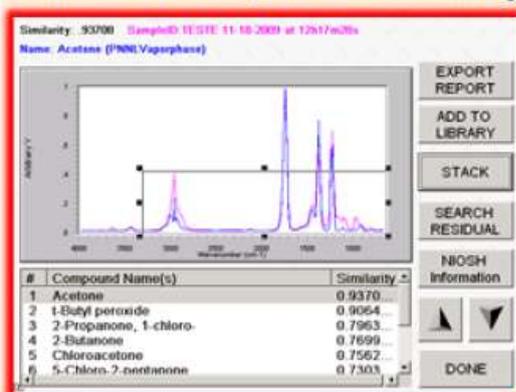


Para ampliar uma região do espectro.

(a) Arraste o cursor para selecionar a região desejada. Deve surgir uma caixa como indicado na figura.

(b) Clique no interior da caixa para aplicar o zoom. O processo pode ser repetido indefinidamente. Para retornar ao modo normal, clique em "Stack".

(c) Posicionando o cursor em cima do traço do espectro pode-se arrastar os dados dentro da janela de visualização.

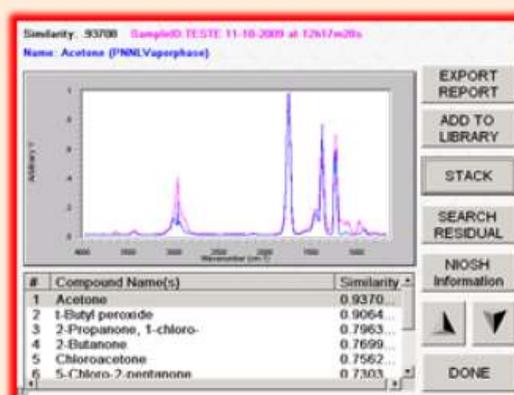
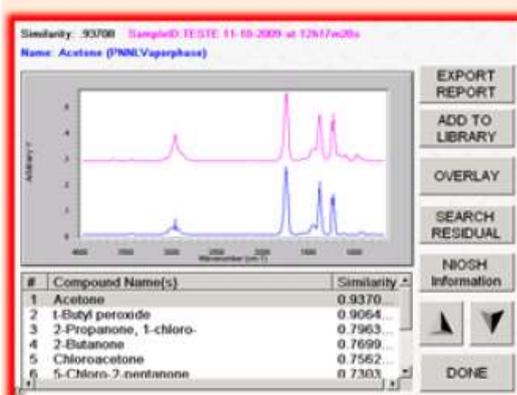


Overlay e Stack



O padrão de exibição dos espectros é empilhado (*Stack*). Entretanto, para visualizar pequenas diferenças entre espectros a ferramenta *Overlay* é muito útil.

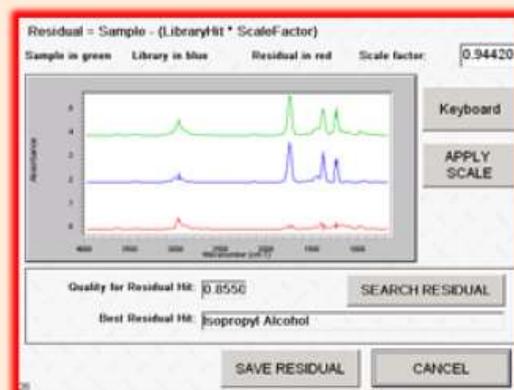
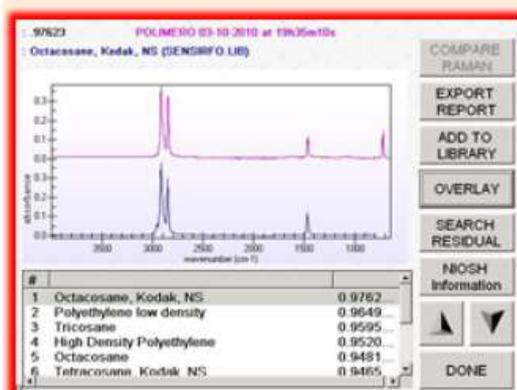
A função "*Overlay*" sobrepõe os espectros da amostra e do banco de dados
A função "*Stack*" retorna a visualização no modo empilhado



Análise residual



A função "*Search Residual*" permite efetuar uma subtração entre o espectro da amostra e um espectro selecionado da lista de resultados. Ao clicar em "*Search Residual*" o sistema efetua a subtração automaticamente e exibe o espectro com o resultado da subtração em vermelho.



Guia NIOSH de Toxicologia



Selecione uma substância na lista de resultados e clique em NIOSH Information para obter a ficha toxicológica correspondente.

Status: **READY**
Battery: **CHARGE**

Search Results

| # | Compound Name(s) | Similarity |
|---|----------------------------|------------|
| 1 | Isopropanol | 99299 |
| 2 | Isopropyl Alcohol | 98188 |
| 3 | 2,3-Dimethyl-2-butanol | 86178 |
| 4 | 2,3,3-Trimethylbutanol | 85684 |
| 5 | 2-Propanol, 2-methyl | 85207 |
| 6 | 2,3,3-Trimethyl-2-pentanol | 83102 |
| 7 | Amylone Hydrate | 82951 |
| 8 | 2,3-Dimethyl-2-pentanol | 82359 |
| 9 | 2-Pentanol, 2-methyl | 80822 |

Buttons: VISUAL COMPARE, TEXT SEARCH, NIOSH Information, HOME

Status: **READY**
Battery: **NO BAT**

Buttons: BROWSE BACK, DONE

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards

n-Propyl alcohol CAS 71-23-8
CH3CH2CH2OH RTECS UH6225000

Synonyms & Trade Names: Ethyl carbinol, 1-Propanol, n-Propanol, Propyl alcohol
DOT ID & Guide: 1274 123

Exposure Limits
NIOSH REL: TWA 200 ppm (500 mg/m³) ST 250 ppm (625 mg/m³) (skin)
OSHA PEL: TWA 200 ppm (500 mg/m³)
IDLH 600 ppm See 21238 Conversion 1 ppm = 2.46 mg/m³

Physical Description
Colorless liquid with a mild, alcoholic-like odor.

Exportando o Relatório de Análise



O relatório da análise pode ser gravado em um pendrive para ser aberto em um editor de texto comum:

- Conecte o pendrive na porta USB do HazMatID
- Na tela de comparação visual, selecione "Export Report"
- Selecione a letra correspondente ao pendrive. Normalmente, esta será a letra "d". Clique em "Export Sample Data File"

97623 POLIMERO 03-10-2010 at 19:35:10s
Octacosane, Kodak, NS (SENSIFO.LIB)

| # | Compound Name | Similarity |
|---|---------------------------|------------|
| 1 | Octacosane, Kodak, NS | 0.9762 |
| 2 | Polyethylene low density | 0.9649 |
| 3 | Tricosane | 0.9595 |
| 4 | High Density Polyethylene | 0.9520 |
| 5 | Octacosane | 0.9481 |
| 6 | Tetracosane Kodak NS | 0.9465 |

Buttons: COMPARE RAMAN, EXPORT REPORT, ADD TO LIBRARY, OVERLAY, SEARCH RESIDUAL, NIOSH Information, DONE

Status: **READY**
Battery: **NO BAT**

Your data will be saved in the root of the drive you select. For example, if you select drive C: the data files will be stored in the directory C:\

Select which drive to export data to:
d:

Selected File: IDReport.rtf

Buttons: EXPORT SAMPLE DATA FILE, CANCEL

IDENTIFICADOR PORTÁTIL FTIR

PARA LÍQUIDOS & SÓLIDOS – HAZMAT 360°

TREINAMENTO DE OPERAÇÃO

- Comprovada tecnologia FT-IR para utilização em campo
- Base de dados expandida para inclusão de mais de 9.000 espectros pode ser atualizada para mais de 32.000 espectros
- Software melhorado para análise de misturas
- Detecta a presença de substâncias biológicas
- Alertas de ameaças prioritárias com integração do software PEAC para assistência em decisão
- Ferramentas para classificação química e de risco
- Capacidades sem fio estendida e melhoradas
- Respostas em menos de 1 minuto

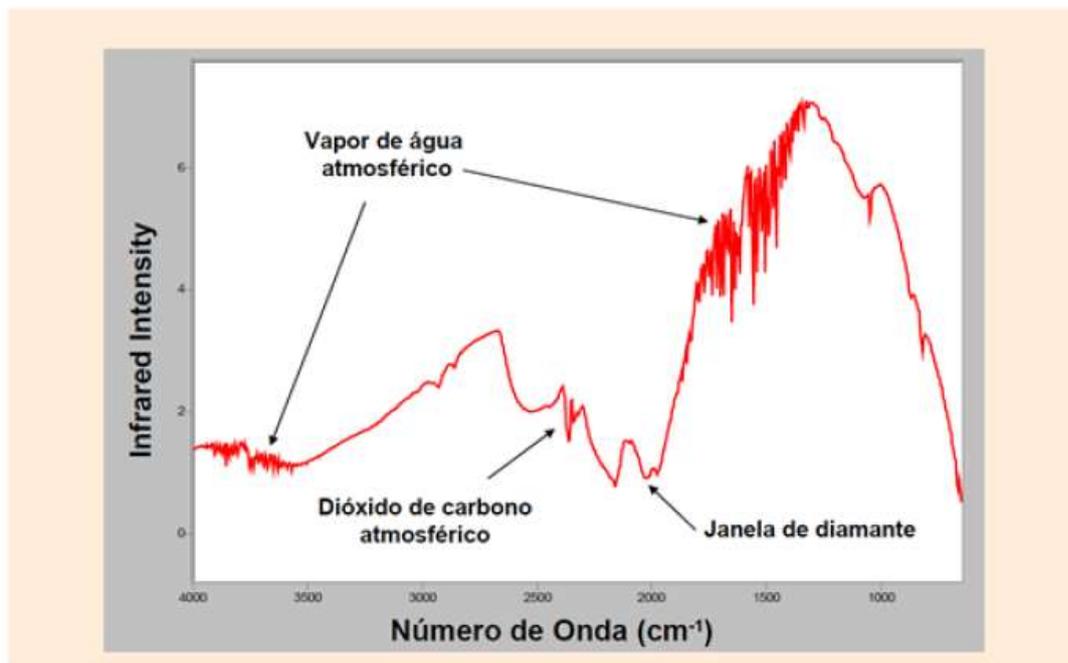


Espectroscopia



- “Espectroscopia” é o estudo de como a radiação eletromagnética interage com a matéria
- Espectroscopia de Infravermelho e o estudo específico de como a radiação infravermelha (calor) é absorvida pelas ligações moleculares

Background



Descrição Geral



O HazMatID é um identificador químico portátil. Seu princípio de funcionamento é a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR) com interface ATR (*attenuated total reflexion*) de diamante.





O QUE PODE SER IDENTIFICADO?!?!

- **As bibliotecas HazMat 360°™ incluem:**
 1. **Produtos Químicos Comuns;**
 2. **Produtos Químicos Industriais Tóxicos;**
 3. **Agentes de guerra química (CWA);**
 4. **Explosivos;**
 5. **Pesticidas;**
 6. **Drogas forenses;**
 7. **Precursores de drogas reguladas;**
 8. **Pó branco comum (bioterrorismo);**
 9. **Dentre outros...**

Ligando o sistema



(a) Ligue o HazMatID empurrando para frente o botão liga/desliga e soltando em seguida. O sistema iniciará o sistema operacional e carregará o software HazMatID automaticamente, exibindo a tela de acesso do usuário. O processo todo leva cerca de 2 minutos.

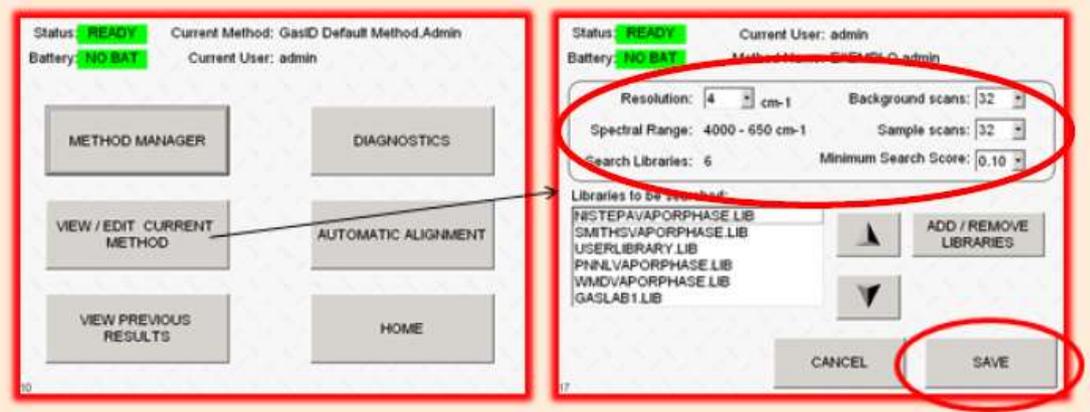
(b) A tela de acesso exibirá o usuário "admin". Deixe a entrada da senha (*Password*) em branco e clique "Login".

Métodos



Método é o conjunto de parâmetros selecionados para realizar as análises. O HazMatID é fornecido com um método padrão de fábrica. Outros métodos podem ser criados pelo usuário de acordo com a necessidade da aplicação.

Tela Principal → Advanced Features → View /Edit Current Method



Preparação de Amostra



Amostras sólidas

- Coloque a amostra sobre a janela de diamante
- Abaixe totalmente o braço de pressão
- Este procedimento deve ser seguido para amostras na forma de peças, filmes, pós, granulados e fibras

Amostras líquidas

- Aplique uma pequena quantidade de amostra sobre a janela de diamante
- Para líquidos voláteis, utilize o copo de contenção tampado
- Mantenha o braço de pressão levantado
- Este procedimento deve ser seguido para amostras na forma de líquidos, pastas e géis



Ao analisar substâncias tóxicas ou explosivas, a quantidade de amostra deve ser a menor possível para cobrir apenas a janela de diamante.

Analizando a Amostra



Na tela principal, selecione "Start"

O sistema pedirá confirmação de que a janela de diamante está limpa. Selecione "Continue"

Status: **READY**
Battery: **CHARGE**

To test a material sample press the **START** button.

To change the method, review previous results, or perform maintenance press the **ADVANCED FEATURES** button.

To logout or change users press the **LOGOUT** button.

Current User: admin
Current Method: HazMatIDMethod.Admin

START
ADVANCED FEATURES
LOGOUT

Status: **READY**
Battery: **CHARGE**

Be sure the sample area and sensor are clean and then press the **CONTINUE** button

HOME **CONTINUE**

Analizando a Amostra



O sistema automaticamente inicia a coleta do background. O botão "Continue" será habilitado somente quando o sistema terminar a coleta do background.

Status: **SCAN** Enter sample information then press **CONTINUE**
Battery: **CHARGE** The button will be enabled when system is ready

Collecting background:

Incident: **Keyboard**

Sample ID: **Keyboard**

Comments: **Keyboard**

Analizando a Amostra

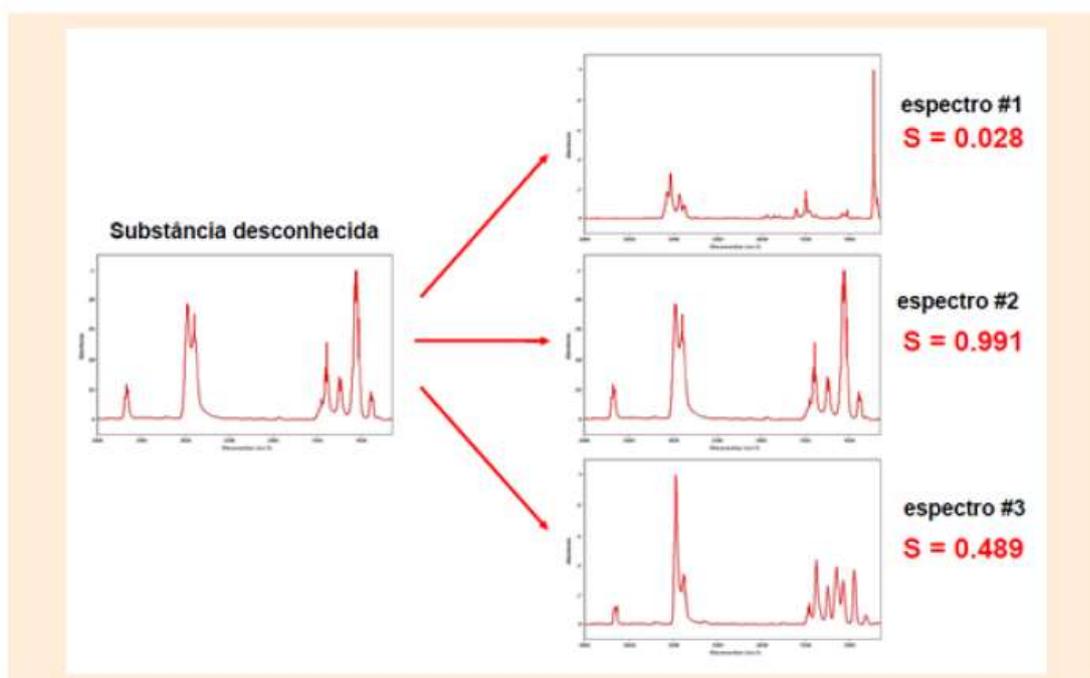


Após clicar em "Continue", a análise seguirá as seguintes etapas:

- Uma janela com o espectro em tempo real será exibida.
- O sistema inicia a coleta do espectro.
- Ao terminar a coleta, o sistema exibe uma lista com o resultado.
- O grau de similaridade indica a semelhança entre o espectro da amostra e o espectro do banco de dados.
- Selecione "Visual Compare" para comparar visualmente o espectro da amostra com os resultados da lista.

| # | Compound Name(s) | Similarity |
|---|----------------------------|------------|
| 1 | Isopropanol | 99299 |
| 2 | Isopropyl Alcohol | 98188 |
| 3 | 2,3-Dimethyl-2-butanol | 86178 |
| 4 | 2,3,3-Trimethylbutanol | 85684 |
| 5 | 2-Propanol, 2-methyl | 85207 |
| 6 | 2,3,3-Trimethyl-2-pentanol | 83102 |
| 7 | Amylene Hydrate | 82851 |
| 8 | 2,3-Dimethyl-2-pentanol | 82359 |
| 9 | 2-Pentanol, 2-methyl | 80822 |

Grau de Similaridade (HIT)



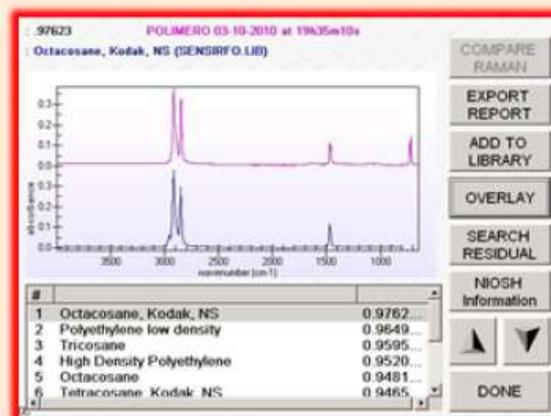
Analizando a Amostra



- O espectro da amostra é exibido em vermelho e o espectro da biblioteca é exibido em azul.
- Clique em "Done" para encerrar. A análise, com o nome da amostra, é salva automaticamente na pasta com o nome da ocorrência.
- Limpe a janela de diamante e remova qualquer resíduo de amostra do equipamento. Se necessário, o equipamento pode ser lavado com água ou solução de limpeza apropriada.

Avaliação de Resultado:

- Grau de similaridade > 0,95
- Ajuste visual entre os espectros
- Mesmas propriedades físicas



Guia NIOSH de Toxicologia



Selecione uma substância na lista de resultados e clique em NIOSH Information para obter a ficha toxicológica correspondente.

Status: **READY**
Battery: **CHARGE**

VISUAL COMPARE
TEXT SEARCH
NIOSH Information
HOME

| # | Compound Name(s) | Similarity |
|---|----------------------------|------------|
| 1 | Isopropanol | 99299 |
| 2 | Isopropyl Alcohol | 98188 |
| 3 | 2,3-Dimethyl-2-butanol | 86178 |
| 4 | 2,3,3-Trimethylbutanol | 85684 |
| 5 | 2-Propanol, 2-methyl | 85207 |
| 6 | 2,3,3-Trimethyl-2-pentanol | 83102 |
| 7 | Amylene Hydrate | 82851 |
| 8 | 2,3-Dimethyl-2-pentanol | 82359 |
| 9 | 2-Pentanol, 2-methyl | 80822 |

Status: **READY**
Battery: **NO BAT**

BROWSE BACK
DONE

NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards

| | |
|---|--|
| n-Propyl alcohol | CAS 71-23-8 |
| <chem>CH3CH2CH2OH</chem> | RTECS LH8225000 |
| Synonyms & Trade Names Ethyl carbinol, 1-Propanol, n-Propanol, Propyl alcohol | DOT ID & Guide 1274 129 |
| Exposure Limits | NIOSH REL: TWA 200 ppm (500 mg/m ³) ST 250 ppm (625 mg/m ³) [skin] OSHA PEL: TWA 200 ppm (500 mg/m ³) IDLH 800 ppm See 11238 Conversion 1 ppm = 2.46 mg/m ³ |
| Physical Description Colorless liquid with a mild, alcoholic-like odor | |

Zoom

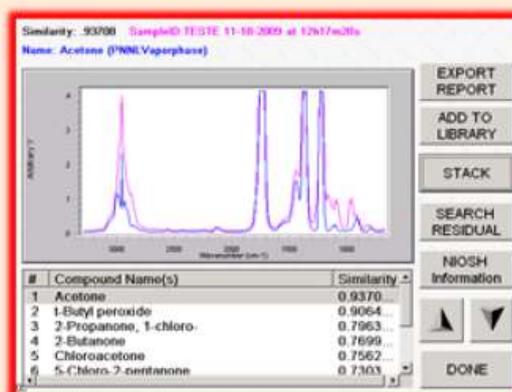
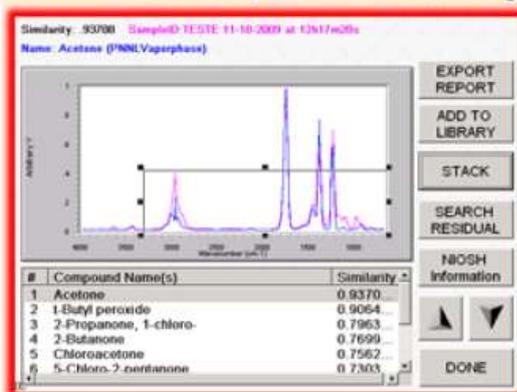


Para ampliar uma região do espectro.

(a) Arraste o cursor para selecionar a região desejada. Deve surgir uma caixa como indicado na figura.

(b) Clique no interior da caixa para aplicar o zoom. O processo pode ser repetido indefinidamente. Para retornar ao modo normal, clique em "Stack".

(c) Posicionando o cursor em cima do traço do espectro pode-se arrastar os dados dentro da janela de visualização.

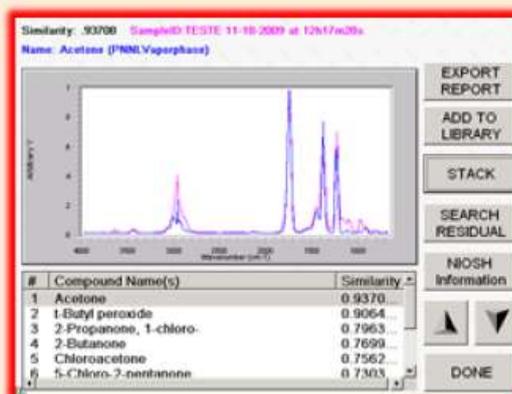
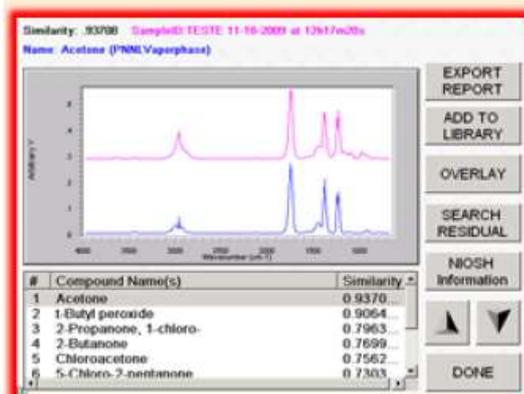


Overlay e Stack



O padrão de exibição dos espectros é empilhado (*Stack*). Entretanto, para visualizar pequenas diferenças entre espectros a ferramenta *Overlay* é muito útil.

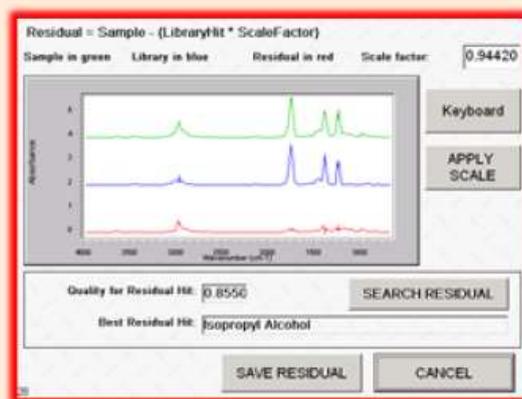
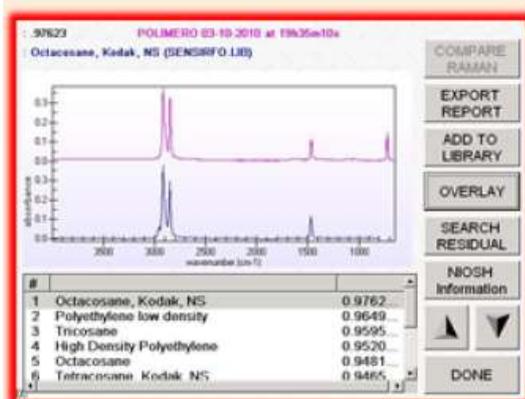
A função "Overlay" sobrepõe os espectros da amostra e do banco de dados
A função "Stack" retorna a visualização no modo empilhado



Análise residual



A função “*Search Residual*” permite efetuar uma subtração entre o espectro da amostra e um espectro selecionado da lista de resultados. Ao clicar em “*Search Residual*” o sistema efetua a subtração automaticamente e exibe o espectro com o resultado da subtração em vermelho.

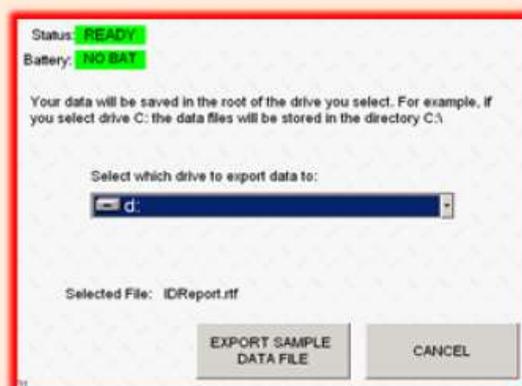
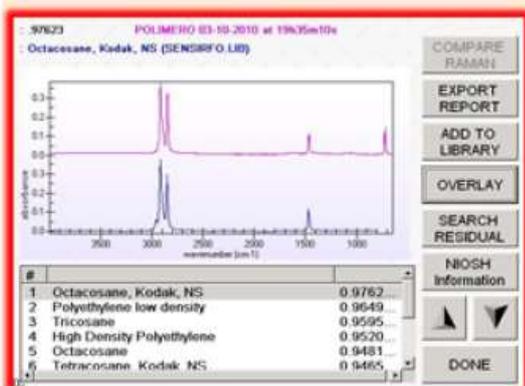


Exportando o Relatório de Análise



O relatório da análise pode ser gravado em um pendrive para ser aberto em um editor de texto comum:

- Conecte o pendrive na porta USB do HazMatID
- Na tela de comparação visual, selecione “*Export Report*”
- Selecione a letra correspondente ao pendrive. Normalmente, esta será a letra “d”. Clique em “*Export Sample Data File*”



SINCRONIZAÇÃO ENTRE HAZMAT 360° & RESPONDER RCI



Espectrometria FT-IR e Raman

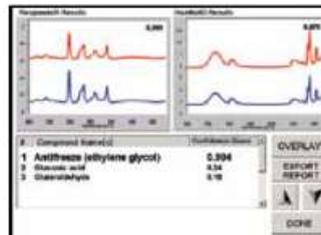
tecnologias que se complementam mutuamente

Raman e FT-IR são ambas espectroscopias vibracionais mas não são as mesmas. Utilizando-as conjuntamente oferecem vantagens distintas.

Por exemplo, os materiais que são fortes na Raman podem ser fracos na FT-IR, e vice versa.

Obtendo resultados confirmatórios com técnicas ortogonais tais como FT-IR e Raman, ajudam a validar um curso de ação, reduzem o risco e melhoram a análise química em cena.

Resultados do Responder RCI podem ser transmitidos sem fio para o HazMatID 360 para ajudar na comparação e interpretação entre tecnologias complementares.



Os espectros do Raman Responder RCI™ e do HazMatID Ranger podem também ser transmitidos sem fio para um laptop externo para ajudar na interpretação do usuário entre as tecnologias complementares e tomadas de decisões mais informadas.

CONTINUAÇÃO:

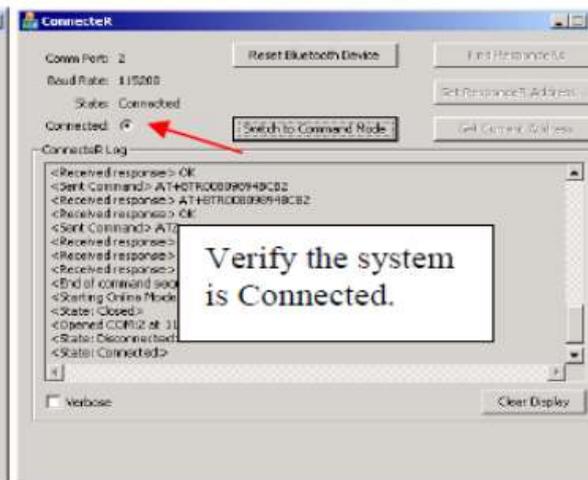
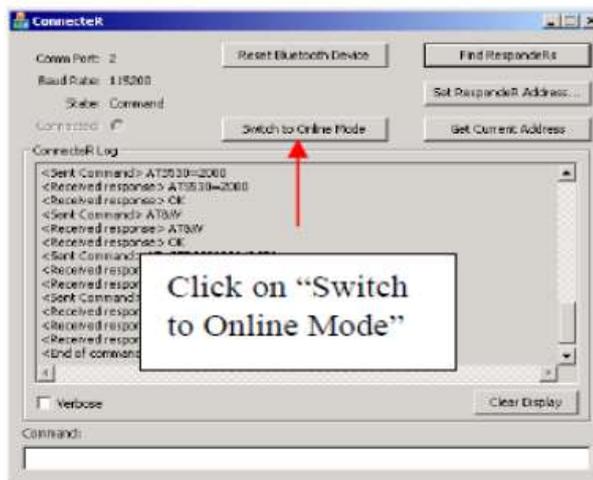


- **Ligue o Hazmat 360°, e deixe o sistema rodar totalmente;**
- **Ligue o Responder RCI e deixe o sistema iniciar completamente;**
- **No HazmatID, saia do software HazmatID para chegar à área de trabalho do Windows;**
- **Proceda como as seguintes imagens de ecrã;**
- **Após a conexão faça a análise nos dois detectores;**
- **No Hazmat 360° faça as análises dos espectros.**

CONTINUAÇÃO:



CONTINUAÇÃO:



IDENTIFICADOR PORTÁTIL RAMAN PARA LÍQUIDOS & SÓLIDOS – RESPONDER

TREINAMENTO DE OPERAÇÃO

O RespondeR RCI é um detector químico resistente e portátil para sólidos e líquidos. Ele oferece opções versáteis de amostragem para capacitar o contato direto ou indireto com o material. O novo software BLS melhora a capacidade de tomar decisões rápidas fornecendo a distinção entre líquidos que são ameaça e os que não são em menos de 20 segundos.

- Tecnologia Raman
- Base de dados sobre ameaças expansível
- Alta probabilidade de detecção e baixas taxas de alarme falso
- Pode ser configurado para realização de uma identificação de ampla extensão de mais de 15.000 substâncias
- Compartimento opcional para segurança do Laser disponível para instalação em áreas de alto tráfego



O que Espectroscopia Raman ?

Espectroscopia Raman é

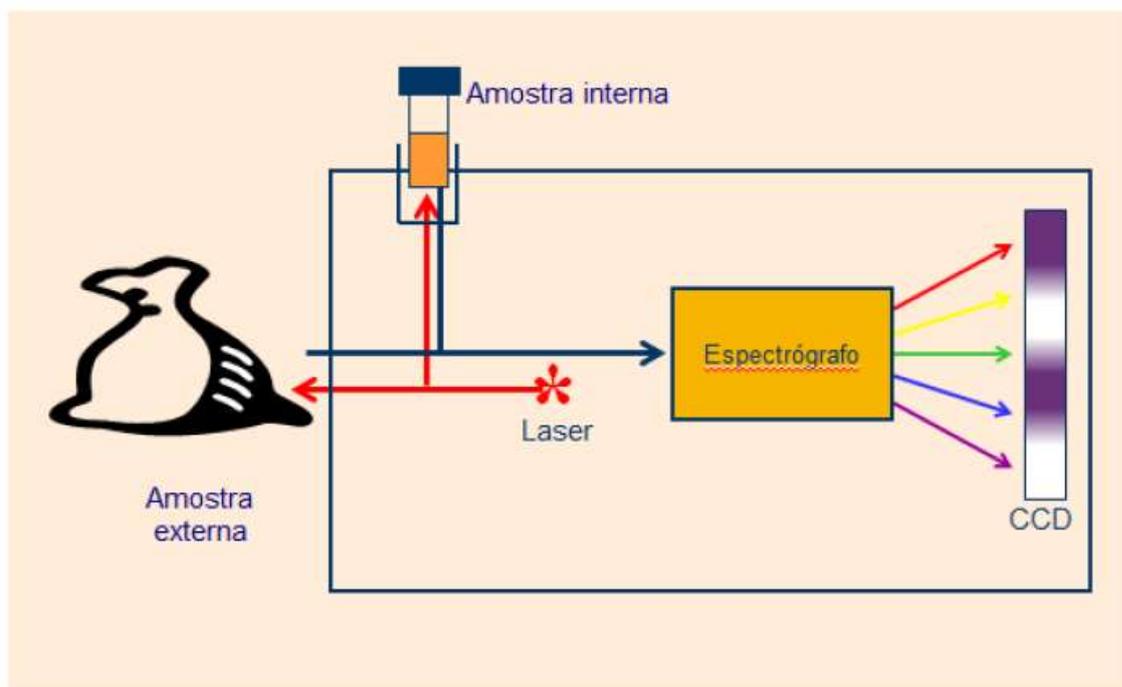
- O estudo de como a luz de uma única frequência (cor) é espalhada em diferentes frequências (cores) por uma substância.

Um espectro Raman é

- Um gráfico que representa como e quanto a luz é espalhada pelas moléculas de uma substância



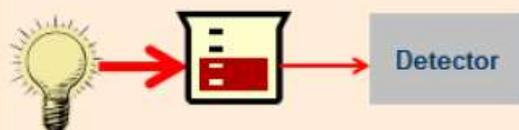
Funcionamento



FTIR x Raman

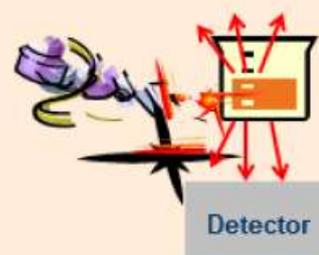


Infravermelho



- Absorção
- Fonte com milhares de frequências
- Invisível aos olhos
- Plásticos e vidros possuem alta absorção

Espalhamento Raman



- Espalhamento
- Fonte com frequência única (laser)
- Laser vermelho
- Pode atravessar plásticos e vidros

Componentes



Laser interno



É o método mais rápido e mais eficiente

Os vials (frascos) são analisados em compartimento fechado
 O laser é ligado quando o compartimento é fechado

A amostra deve cobrir o fundo do frasco



Laser externo



- O laser é dirigido direto para a amostra ou recipiente da amostra.
- Ideal que o recipiente seja incolor e transparente.
- A qualidade do espectro depende da espessura e cor do recipiente e do foco do laser

Frascos



Sacos plásticos



Garrafas



O que pode ser identificado?



Orgânicos

- Hidrocarbonetos (gasolina, óleos, polímeros...)
- Solventes (acetona, aromáticos, éter...)

Inorgânicos

- Óxidos metálicos
- Sulfatos, Nitratos, Cloratos
- Minerais

Elementos puros (enxofre, carbono, fósforo)

Compostos dissolvidos em água

- soluções
- contaminantes

O que NÃO pode ser identificado?



Elementos puros

- Metais
- Maioria dos não-metais

Sais binários (sal de cozinha, cloreto de cálcio)

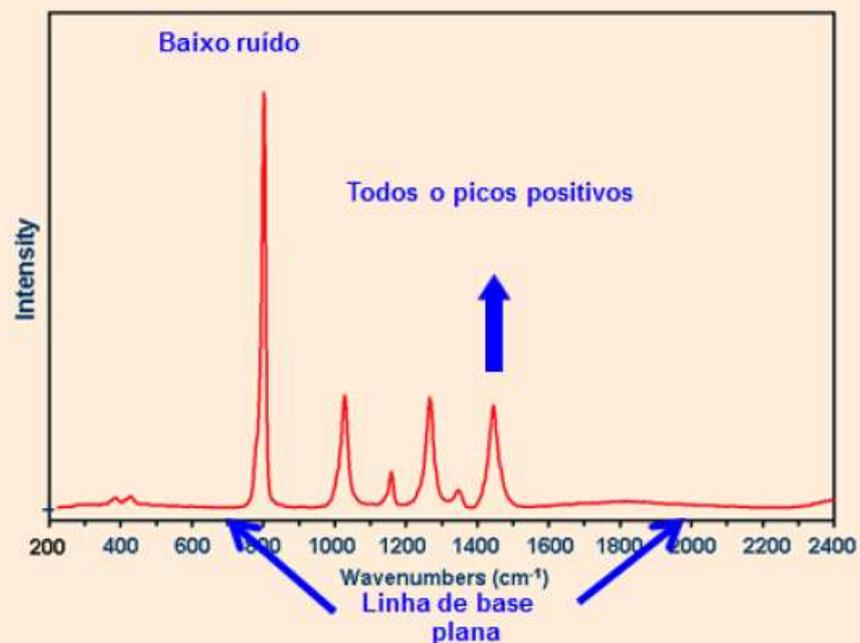
Compostos altamente polar

- Água (invisível)
- Carboidratos (muito fraco)
- Proteínas (fraco)

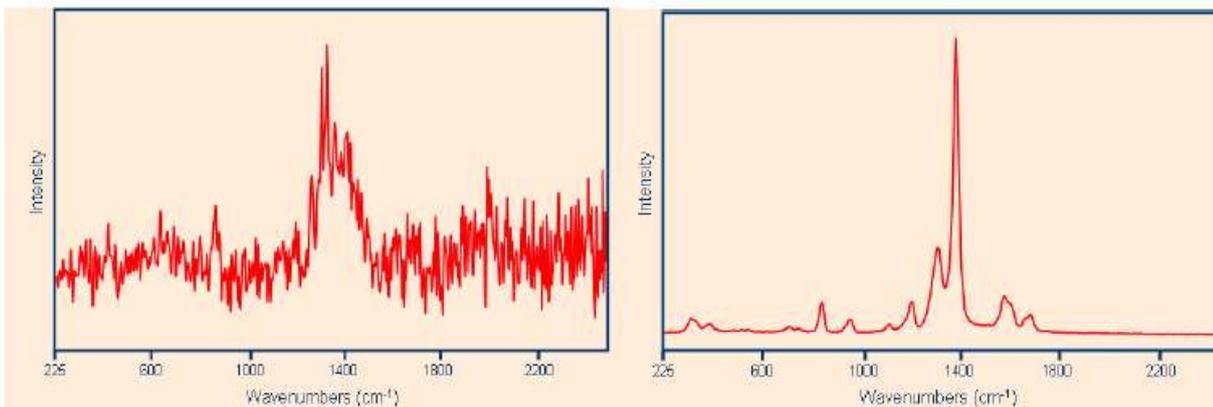
Compostos fluorescentes

Misturas com menos de 5%

Reconhecendo um bom espectro



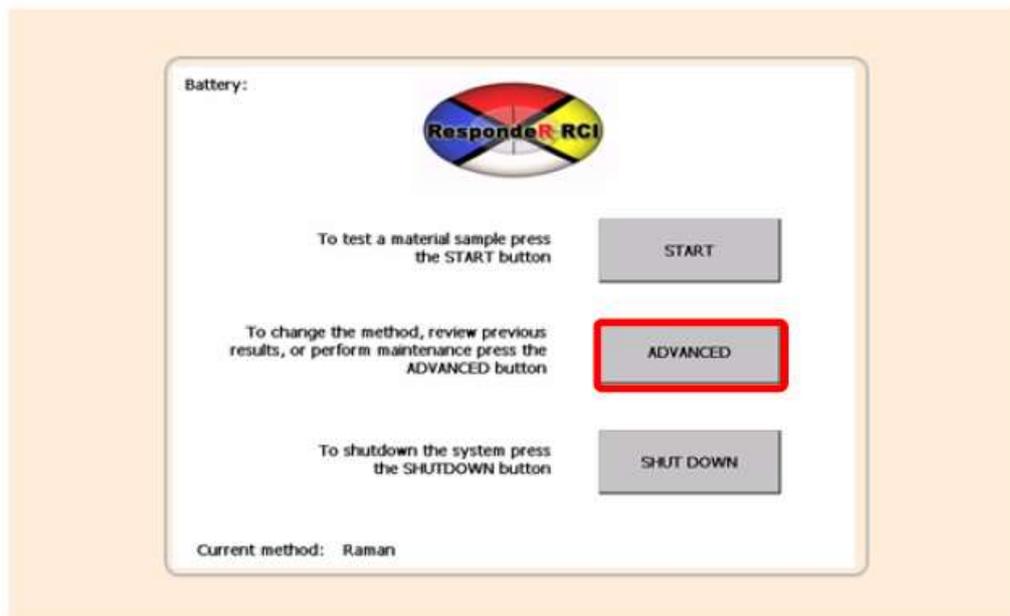
Bom ou Ruim ?



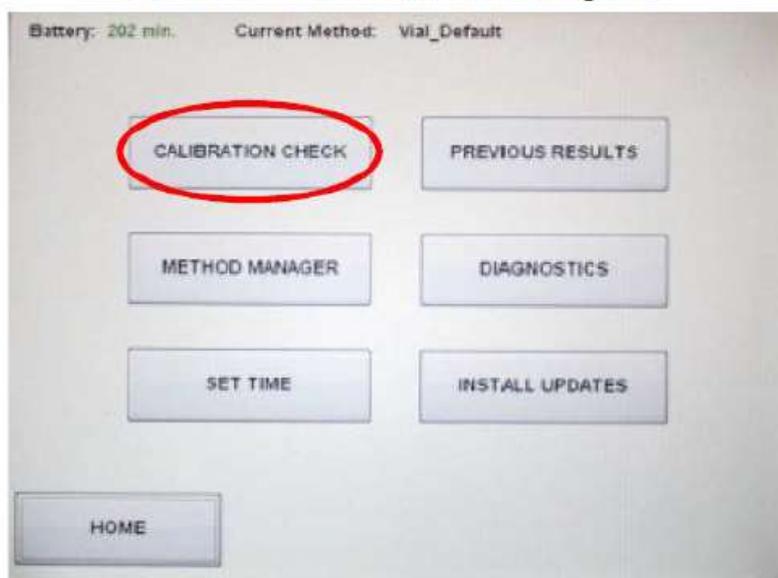
Ligando o sistema



Tela Inicial



TESTE DE CALIBRAÇÃO



Ao ligar o RESPONDER deixe que o sistema aqueça por 15 minutos antes de realizar o teste de calibração. O RESPONDER tem precisão de dois números de onda. Se as bandas no espectro do padrão de calibração variarem mais que dois números de onda, uma mensagem avisa que o sistema deve ser calibrado. Duração de 3 minutos.

Executando a análise



Battery:



To test a material sample press the START button

To change the method, review previous results, or perform maintenance press the ADVANCED button

To shutdown the system press the SHUTDOWN button

Current method: Raman

START

ADVANCED

SHUT DOWN

Executando a análise



Ocorrência

Battery:

Enter sample information then press CONTINUE

Incident: Truck spill

Sample ID: powder

Comments:

HOME

CONTINUE

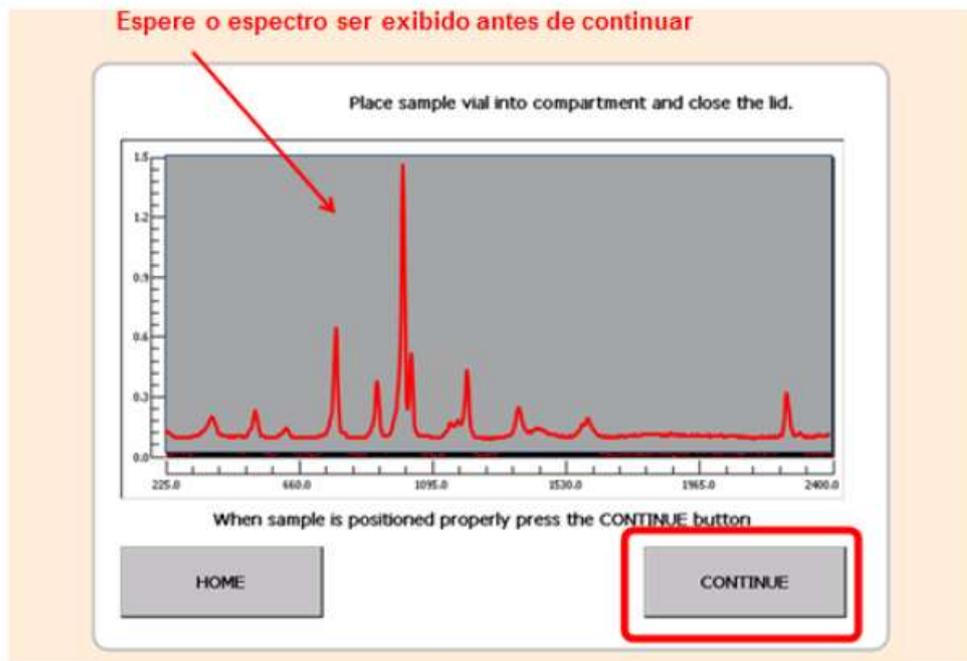
Nome da amostra

Comentários extras

Executando a análise



Espera o espectro ser exibido antes de continuar



Executando a análise



Processamento de dados



Resultados



Battery:

Search Results:

| # | Quality | Library | Description |
|---|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 0.9699 | RAMANL... | Toluene Acetonitrile |
| 2 | 0.8953 | Smiths C... | Ortho Weed B Gone |
| 3 | 0.8849 | Common... | Toluene |
| 4 | 0.7326 | RAMANL... | Benzyl Formate |

Buttons: VISUAL COMPARE, TEXT SEARCH, NIOSH Information, HOME

Resultados – Comparação Visual



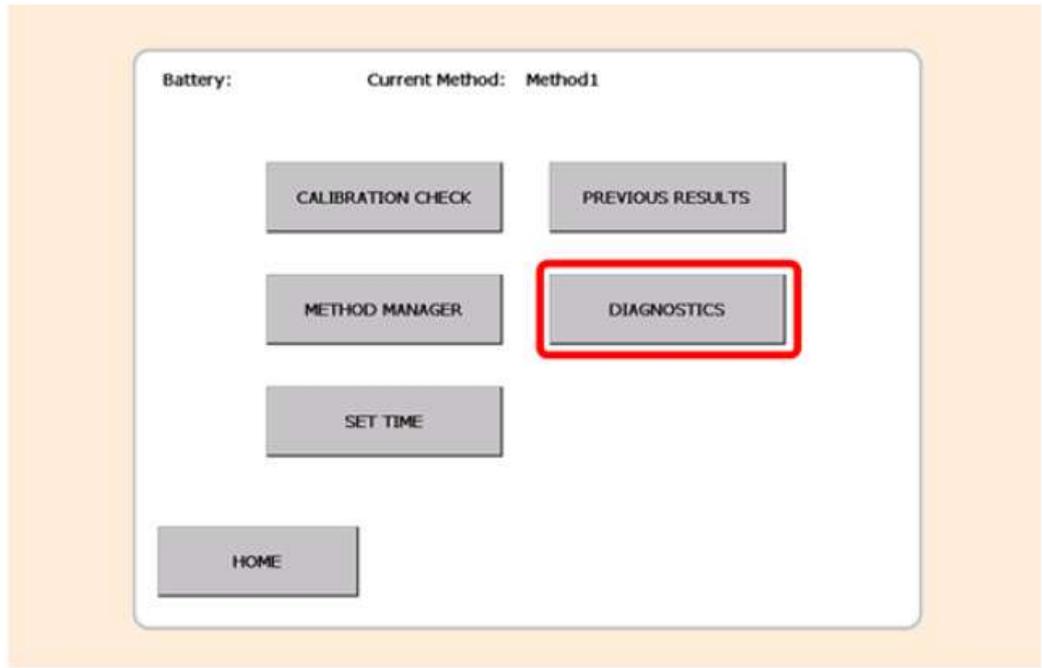
Battery: Sample ID: Sample 1 9-26-2005 at 10h42m 10s
 Name: TOLUENE ACETONITRILE

Match Quality: 0.96991125 CAS:

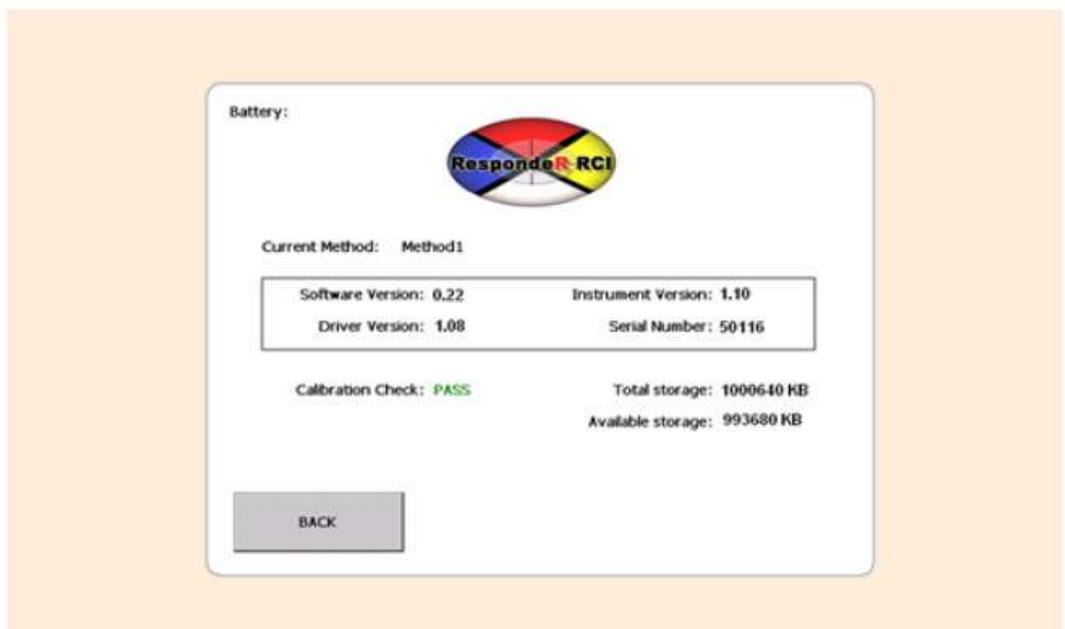
Buttons: SEND TO HazMatID, ADD TO LIBRARY, SEARCH RESIDUAL, OVERLAY, NIOSH Information, NEXT, PREV, DONE

| # | Quality | Library | Description |
|---|---------|-------------|----------------------|
| 1 | 0.9699 | RAMANL... | Toluene Acetonitrile |
| 2 | 0.8953 | Smiths C... | Ortho Weed B Gone |
| 3 | 0.8849 | Common... | Toluene |
| 4 | 0.7326 | RAMANL... | Benzyl Formate |

Diagnóstico do Sistema



Diagnóstico do Sistema



IDENTIFICADOR DE RADIOISÓTOPOS

PORTÁTIL – RADSEEKER

& DOSÍMETRO – LUDLUM 25-IS-1



TREINAMENTO DE OPERAÇÃO



RadSeeker nos permite

DETECTAR IDENTIFICAR LOCALIZAR

Material radioativo

- RadSeeker identifica com precisão ameaças radiológicas e nucleares incluindo:
 - Material nuclear especial (SNM)
 - Dispositivos com Dispersão Radiológica (RDD)





Visão Geral

| | |
|-------------------|---|
| <u>Detecta</u> | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Gama & Neutron</u> |
| <u>Localiza</u> | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Contagens por seg/min</u> • <u>Histograma</u> |
| <u>Identifica</u> | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Determina isótopos</u> • <u>Categoriza material</u> |
| <u>Reporta</u> | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Mostra informações para o operador</u> • <u>Transfere para o PC</u> |

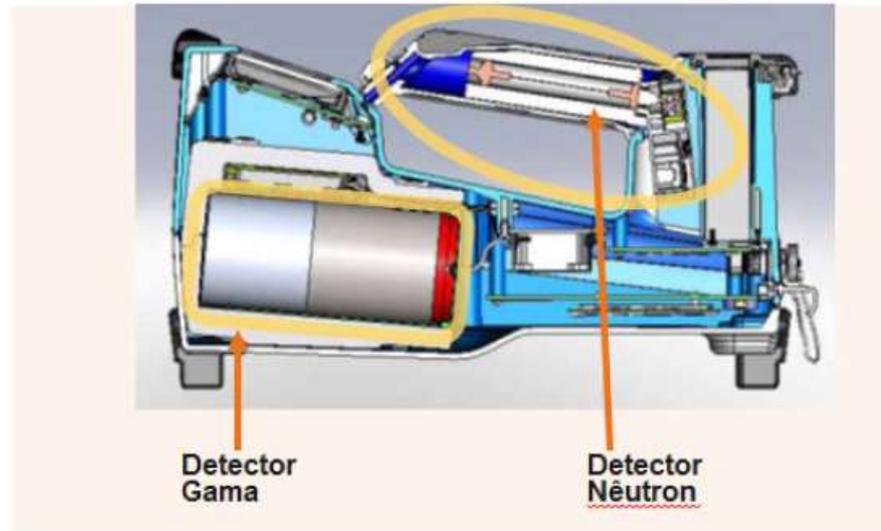


Um Sistema Completo

- O RadSeeker vem equipado com 2 detectores separados
 - Detector Gama (duas diferentes versões disponíveis)
 - Nal (Cristal Iodeto de Sódio 2"x2") - CS
 - LaBr3 (Cristal Brometo de Lantânio 1.5"x1.5") - CL
 - Detector Nêutron
 - Tubo cheio de gás 3He (hélio) moderado



Dupla Detecção – Gama & Nêutron



Visão Geral



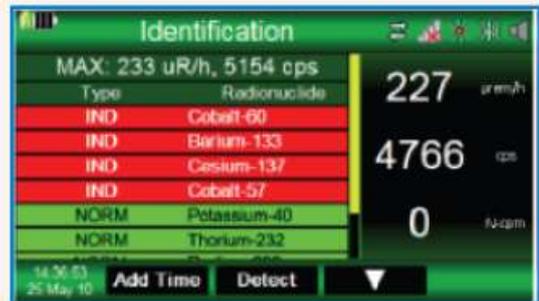
Visão Geral



Identifica e Classifica

Fornecer uma avaliação da ameaça para cada identificação:

- **AMEAÇA**
- **INOFENSIVO**



- Resultados em 35-40 segs
- Não há necessidade de interpretação do espectro pelo operador

Biblioteca



| SNM | WI | Medical | Industrial | NORM | |
|--------|--------|---------|------------|------------|--------|
| Np-237 | Am-241 | Cs-131 | I-131 | Ba-133 | La-138 |
| Pu-238 | U-232 | Cr-51 | Mo-99 | Co-60 | K-40 |
| Pu-239 | U-238 | Co-57 | Na-22 | Cs-137 | Ra-226 |
| Pu-241 | | Eu-152 | Pd-103 | Ir-192 | Th-228 |
| U-233 | | F-18 | Se-75 | Mn-54 | Th-232 |
| U-235 | | Ga-67 | Sm-153 | Sr-90/Y-90 | |
| | | In-111 | Sr-89 | Tl-204 | |
| | | I-123 | Tc-99m | Y-88 | |
| | | I-125 | Tl-201 | | |
| | | | Xe-133 | | |
| Threat | Threat | Threat | Threat | Innocent | |

*SNM – Materiais Nucleares Especiais (conforme descrito em ANSI N42.34)

Características - revisão



| | | |
|----------------------|-----------------------------|---|
| Ligando | Auto teste | 2 min |
| Calibração | Estabilização própria | Nenhuma recalibração regular |
| Uso | Totalmente direcional | Peso Balanceado – ~2 kg |
| Identificação | 30 sec | 41 Isótopos – 4000 Espectros |
| Resolução | Cristal de alta precisão | Gamma NaI + LaBr ₃ + Neutron ³ He |
| Resultados | Mostrados imediatamente | Colorido OLED – 3.7" |
| Autonomia | 8 horas Bateria inteligente | Bateria Li-Ion inteligente + Carregador duplo |
| Robusto | Água + Poeira + Temperatura | IP65 & Operação de -32°C à +50°C |

Interface para operador



The interface is divided into several sections:

- Modo/Estado**: Shows the current mode as 'Detect'.
- Ícones**: Includes icons for battery, signal strength, and other system indicators.
- Configuração**: Includes a 'Menu' button for settings.
- Bateria**: A battery level indicator at the top left.
- Histogram & Menus**: A histogram showing data distribution with a 'Start ID' button below it.
- Área de Mensagens**: A message area displaying 'Background is invalid - new collection in process'.
- Nome das Teclas**: Labels for the physical buttons: 'ADI', 'Start ID', and 'Menu'.
- Teclas de Função**: Physical buttons for navigation (up, left, right) and a power button.
- Ligar/Desl**: The power button used for turning the device on or off.
- Taxa de Dose**: Readout showing 3 µrem/h.
- Taxa de Contagem**: Readout showing 71 cps and 0 N-cpm.
- Login Avançado**: A green button with the letter 'A' for advanced login.

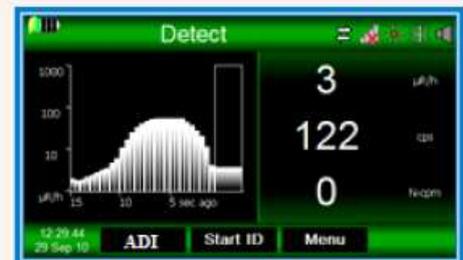
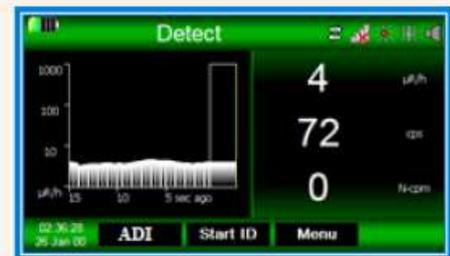
Tela de Detecção



- Proteção de Tela
 - 60s ocioso
 - Pressione uma tecla para voltar
- Varredura & Monitoramento
 - Taxa de Dose
 - Taxa de Contagem



- Histórico gráfico ajuda a localizar a fonte
- Unidade está continuamente ligada

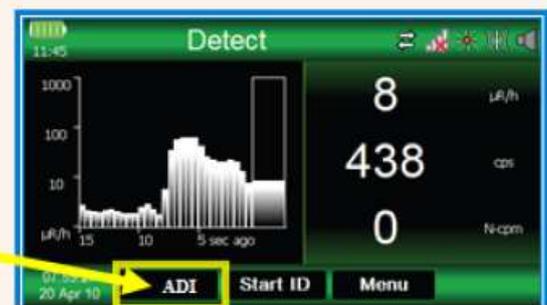


Função ADI



- Pressione **ADI** para ativar
- Um tom audível é acionado quando a taxa de dose ultrapassa um valor estabelecido (valor configurado + valor mostrado no momento da ativação).

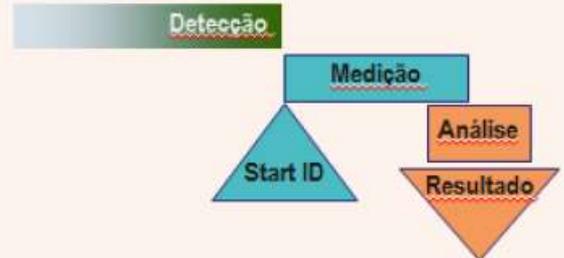
Após pressionar o botão, o campo ADI ascende, indicando sua ativação



Coletando Espectro



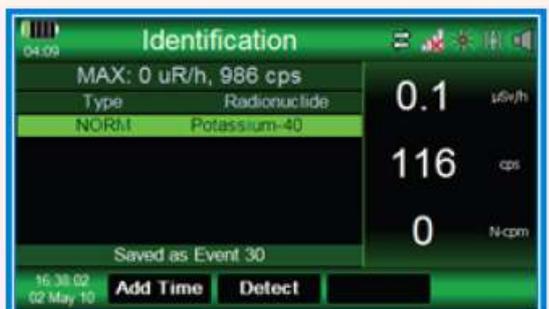
- **Pressione Start ID**
- **Ainda permanece**
 - 30s coletando
 - Barra de progresso
 - 5-10s análise



Alarmes de Isótopos Inofensivos



- Verde ligado
- 4 tons baixos curtos
- Vibra



Alarme de Ameaça



Medição

Start ID

Nenhum Nuclideo

Innocent

Threat

SNM | WI | Medical | Industrial

(WI – Indicação de Arma)

Vermelho Ligado

2 tons alternados e curtos

Vibra

Threat

MAX: 223 uR/h, 8235 cps

Type Radionuclide

SNM Uranium-235

145 uR/h

3128 cps

0 N-cpm

Press ← to Acknowledge

14:38:35 02 May 10

Threat

MAX: 223 uR/h, 8235 cps

Type Radionuclide

SNM Uranium-235

145 uR/h

3128 cps

0 N-cpm

Saved as Event 30

14:38:35 02 May 10 **Add Time Detect**

Outros Alarmes



Saturação Gama

Alarm

Gamma Detector saturated due to high count rate

0 uR/h

0 cps

Press ← to Acknowledge

14:38:35 02 May 10

Tudo pisca

2-tons curto-longo

1 s toca

1 s desliga

Vibra

Detecção Nêutron

Alarm

Neutron Detection Alarm (saved as event 62)

8 uR/h

198 cps

33 N-cpm

Press ← to Acknowledge

14:38:35 02 May 10

Vermelho ligado

2-tons curto-longo

1 s toca

1 s desliga

Vibra

Saturação Nêutron

Alarm

High Neutron Gross Count

145 uR/h

8527 cps

1.8M N-cpm

Press ← to Acknowledge

14:38:35 02 May 10

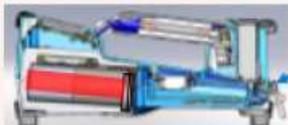
Tudo pisca

2-tons curto-longo

1 s toca

1 s desliga

Vibra



Detector desliga





Opcões do Menu no Modo Normal

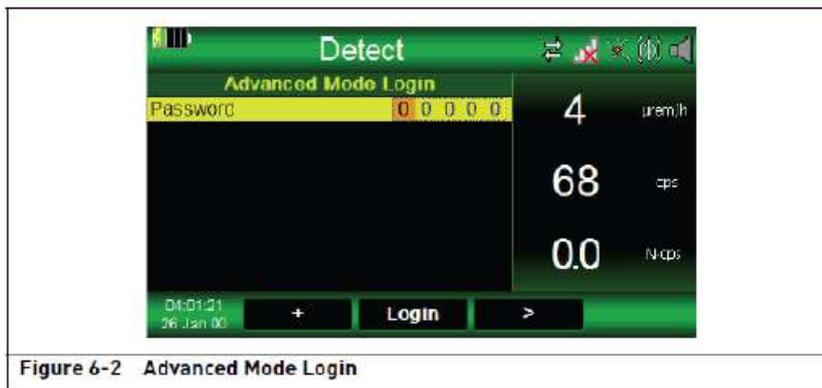


Figure 6-2 Advanced Mode Login

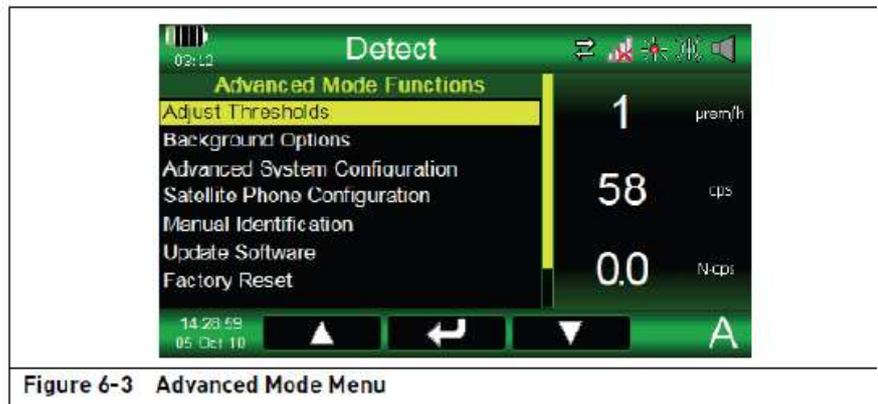
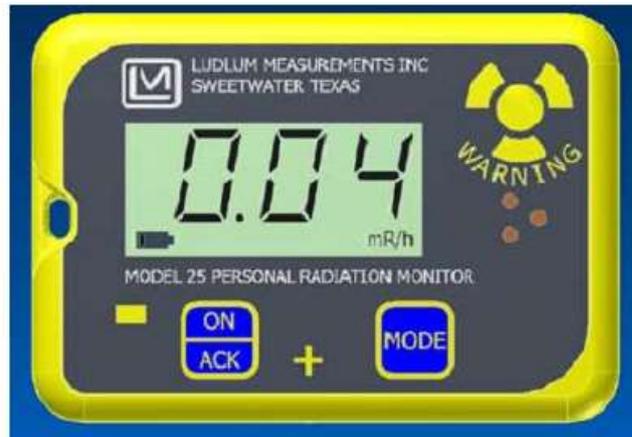


Figure 6-3 Advanced Mode Menu



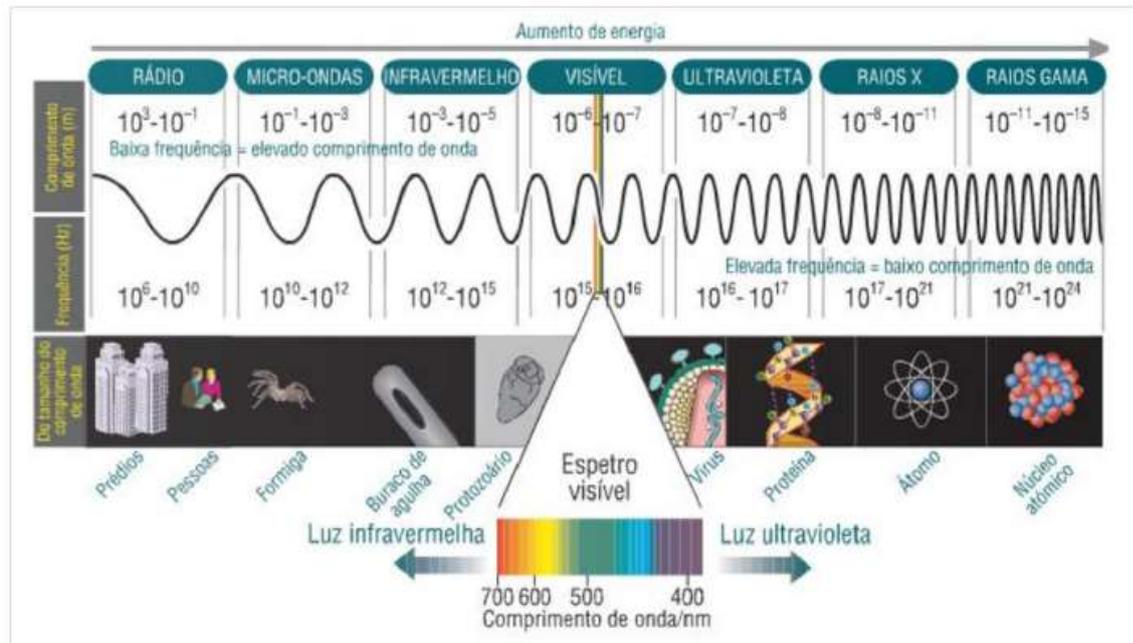
DOSÍMETRO PESSOAL LUDLUM 25-IS-1



INTRODUÇÃO

- **Detector de radiação ionizante portátil capaz de informar a taxa de dose e a dose acumulada em tempo real ao usuário;**
- **Capaz de emitir alerta caso os limites estipulados de dose e taxa de dose forem atingidos;**
- **O equipamento é intrinsecamente seguro, podendo ser operado em ambientes com risco de explosão.**

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO



RADIAÇÃO IONIZANTE



• RADIAÇÃO IONIZANTE:

1. Qualquer partícula ou radiação eletromagnética que ao interagir com a matéria ioniza seus átomos ou moléculas;
2. Por ter capacidade de ionização apresenta risco biológico;
3. Exposição a baixas doses: Efeitos Estocásticos;
4. Exposição a altas doses: Efeitos Agudos.

TEORIA DE RADIAÇÃO IONIZANTE



• FONTES DE RADIAÇÃO IONIZANTE:

1. MATERIAIS RADIOATIVOS

- Rejeitos de usinas nucleares, equipamentos de radioterapia, fontes de radiografia industrial e radiofármacos usados em medicina nuclear.

2. EMISSORES DE RAIOS-X

- Radiografias médicas e odontológicas e tomografia computadorizada.

É importante ressaltar que emissores de Raios-X não possuem material Radioativo e não apresentam risco quando não estão energizados.

EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO



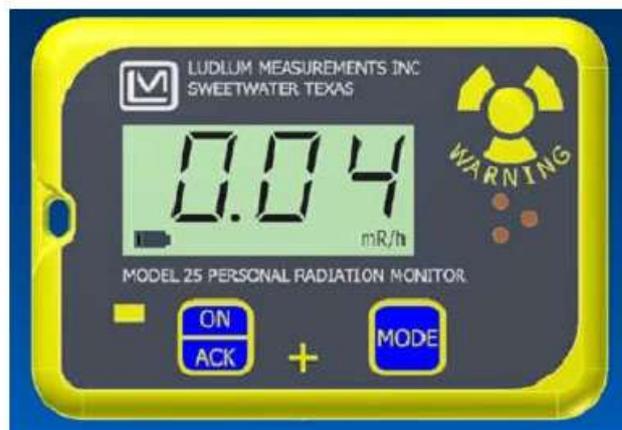
- Radiação de Fundo;
- Limites de dose efetiva:
Indivíduo do público: 1mSv/ano;
Indivíduo ocupacionalmente exposto: 20mSv/ano.
- Sv (Sievert) é a unidade de dose efetiva;
- CONTAMINAÇÃO E IRRADIAÇÃO:
 1. A CONTAMINAÇÃO se caracteriza pela presença de um material indesejável em determinado local;
 2. A IRRADIAÇÃO é a exposição de um objeto ou de um corpo à radiação.
- Pode haver irradiação sem contaminação.

OPERAÇÃO



- **Ligar – Pressionar o botão ON/ACK por 1 segundo.**
- **Desligar – Pressionar o botão ON/ACK por 5 segundos.**
- **Silenciar Alarme – Pressionar brevemente o botão ON/ACK. (O alarme ficará silencioso por 60 segundos).**
- **Uma vez ligado, o equipamento estará pronto para o uso.**

MODOS DE OPERAÇÃO



- **O Botão MODE quando pressionado em uma situação de não alarme altera o que é exibido no display, mostrando:**
 - **Dose Acumulada;**
 - **Tempo Restante;**
 - **Taxa de dose.**

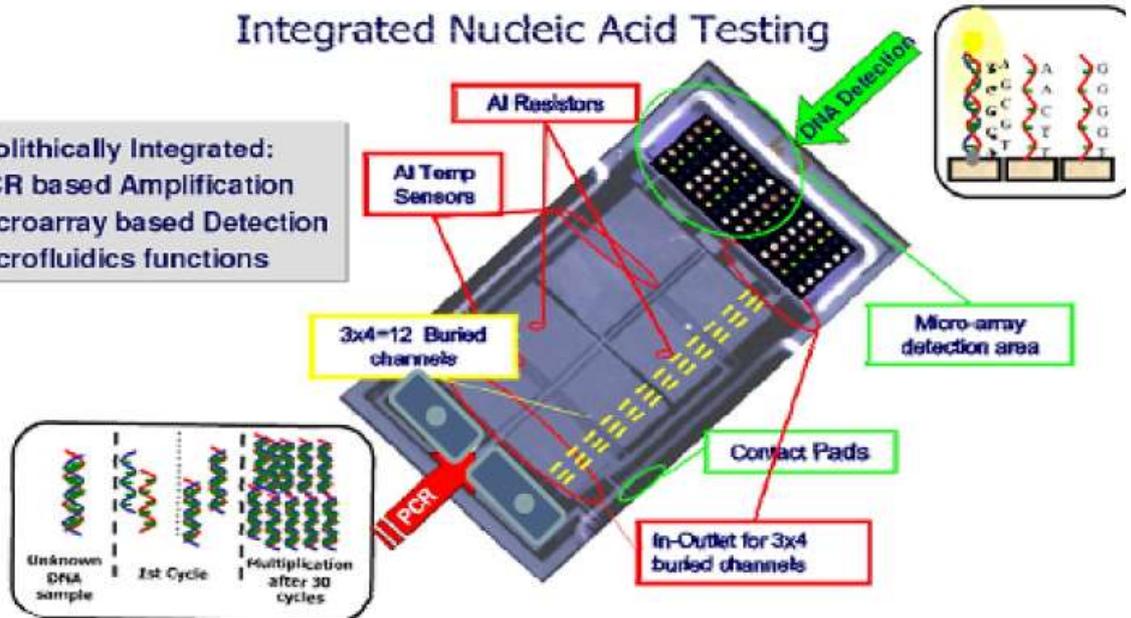


REAÇÃO EM CADEIA DE POLIMERASE (PCR)



Integrated Nucleic Acid Testing

Monolithically Integrated:
• PCR based Amplification
• Microarray based Detection
• Microfluidics functions





Bio-ACT™ Solution

avaliação de tecnologias avançadas e de confirmação

O Bio-ACT é um pacote de soluções avançadas que utiliza-se de uma extensão diversa de tecnologias complementares para rapidamente confirmar a identidade - ou descartar - a presença de agentes de guerra biológica altamente perigosos, no campo.

A abordagem de avaliação única e prática do Bio-ACT testa todas as classes de materiais suspeitos, incluindo:

- Químicos
- Bio-Toxinas
- Bactérias e esporos bacterias
- Vírus

PROTEIN / CHEMICAL PRE-SCREEN



BioCheck
Protein Assay

HazMatID Ranger
FT-IR Analyzer



PATHOGEN & TOXIN SCREEN



Prime Alert
DNA Tag Technology

BWA IDENTIFIER



Bio-Seeg PLUS
LATE PCR Analyzer

SECOND SIGHT® MS & BULLARD T4X



TREINAMENTO DE OPERAÇÃO



SECOND SIGHT® MS



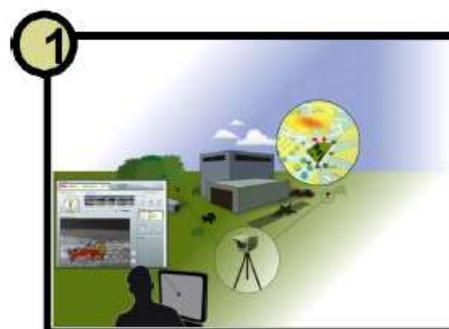
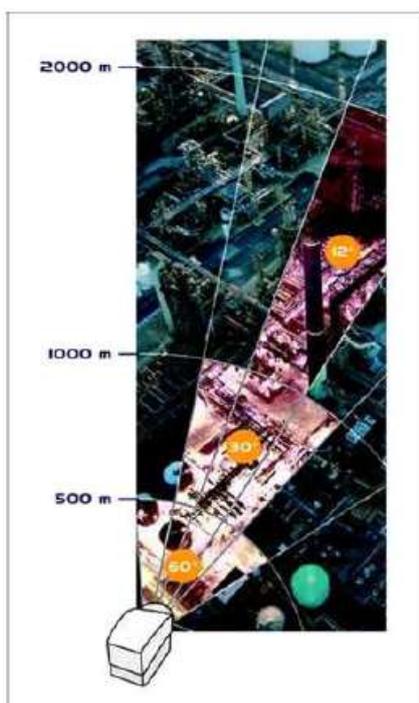
- **O Second Sight® MS é um detector de nuvem de gás em tempo real de montagem vertical;**
- **O Second Sight® MS é um gerador de imagens espectral infravermelho que detecta, identifica e visualiza a nuvem de gás.**

ADVERTÊNCIAS

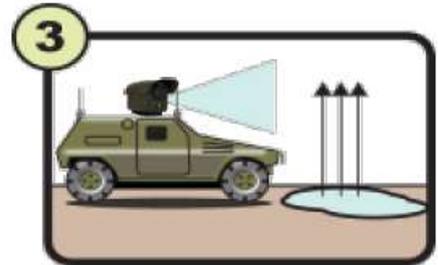
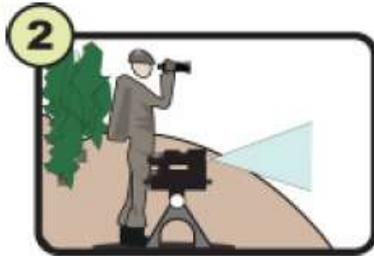


- **Não desligar o sistema quando estiver em funcionamento;**
- **Fechar os conectores quando o Second Sight® MS não estiver a ser utilizado;**
- **Não colocar o sistema próximo de uma fonte de calor (radiadores, etc.);**
- **Como as demais câmeras de IR **nunca apontar para o sol;****
- **Classificação ATI (dispositivo de processamento) segundo a EN 55022: é um produto de classe A. Num ambiente doméstico este produto pode causar interferência de rádio e, neste caso, o utilizador poderá ter de tomar medidas adequadas.**

APLICAÇÕES



CONTINUAÇÃO:



Detected Gases* sensitivity

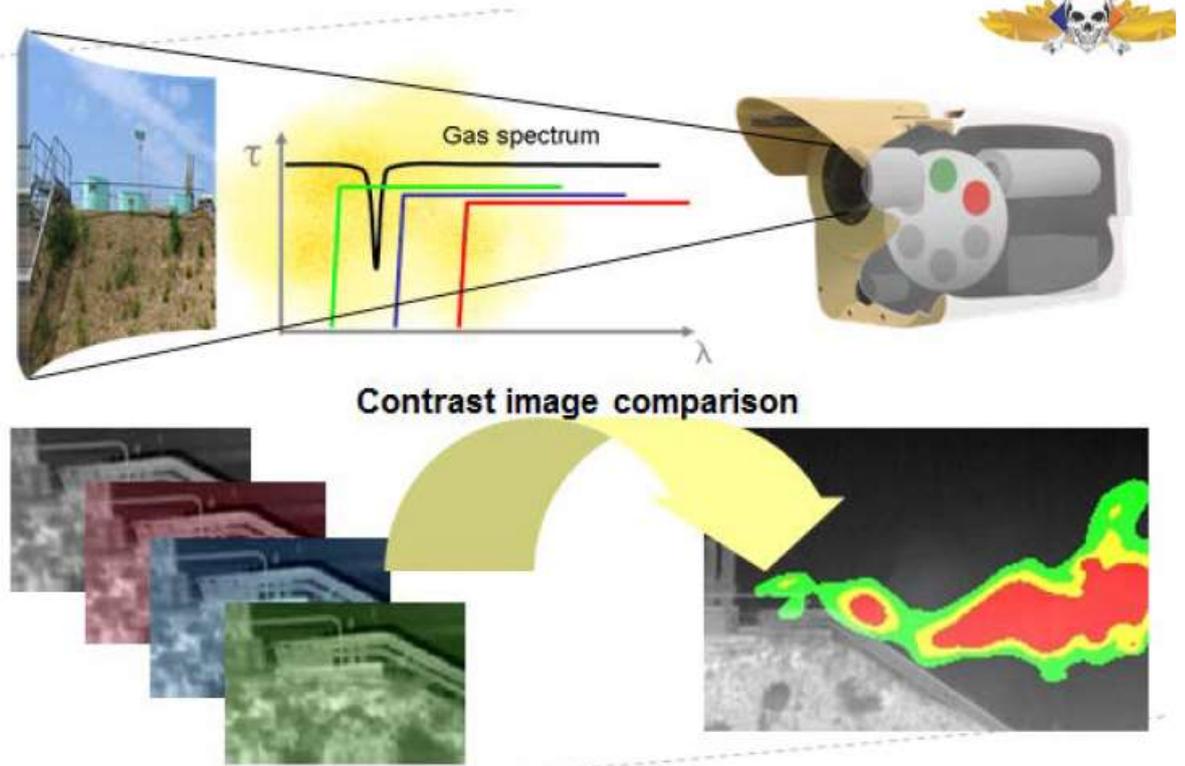


| Oil & Gas | Sensitivity %LEL-m |
|----------------------|-------------------------------|
| Methane | 10 |
| Ethane | 30 |
| Ethylene | 10 |
| Propane | 50 |
| Propylene | 10 |
| Butane | 30 |
| Butadiene | 10 |
| Benzene | 10 |

| TIC | Sensitivity %-m |
|------------------|----------------------------|
| NH ₃ | 0.03 |
| H ₂ S | 0.15 |
| SO ₂ | 0.02 |

| CWA | Sensitivity mg/m² |
|------------|---|
| G Agent | 150 |
| VX | 500 |
| HD | 2000 |

* For any other target gases, consult the Factory



1.3. Composição do sistema





Não desligar o sistema durante os passos de inicialização.

3.3.Luz de estado

3.3.1. Unidade de processamento

| | |
|---|------------------------------------|
|  | Unidade de processamento desligada |
|  | Unidade de processamento ligada |

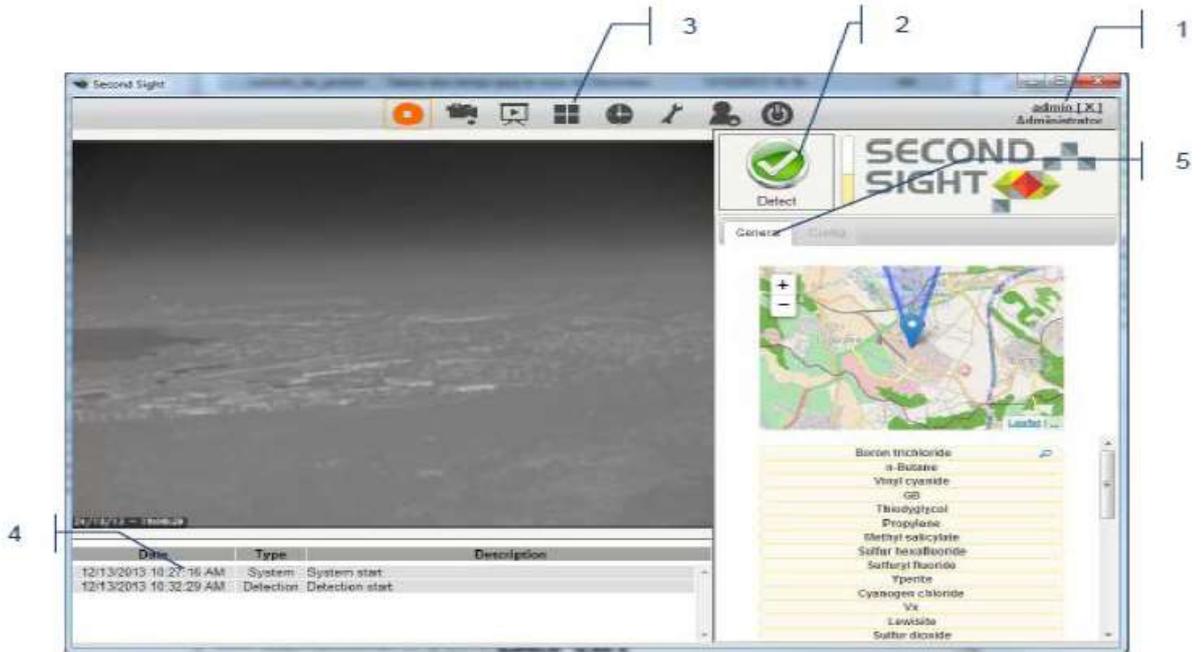


3.3.2. Câmara da cabeça

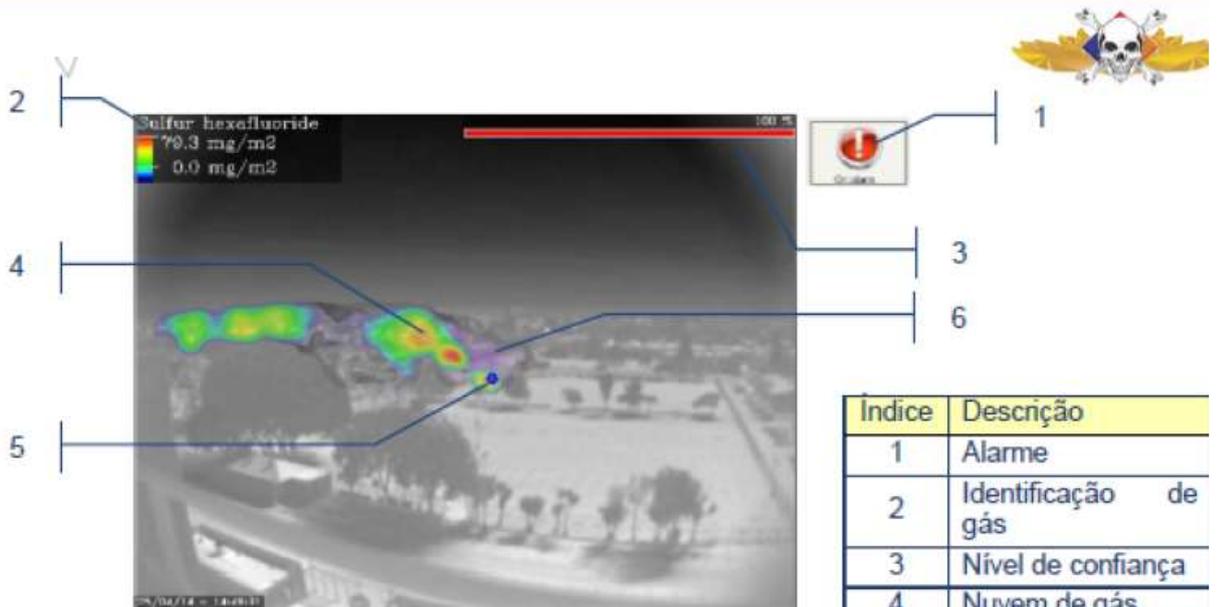


| | | |
|---|---|---|
|  |  | Sistema ligado |
|  |  | Inicialização do sistema |
|  |  | Detectada anomalia |
|  |  | O sistema foi iniciado e está em modo de espera para a detecção |
|  |  | O modo de detecção está activado |
|  |  | Alarme de detecção de gás |



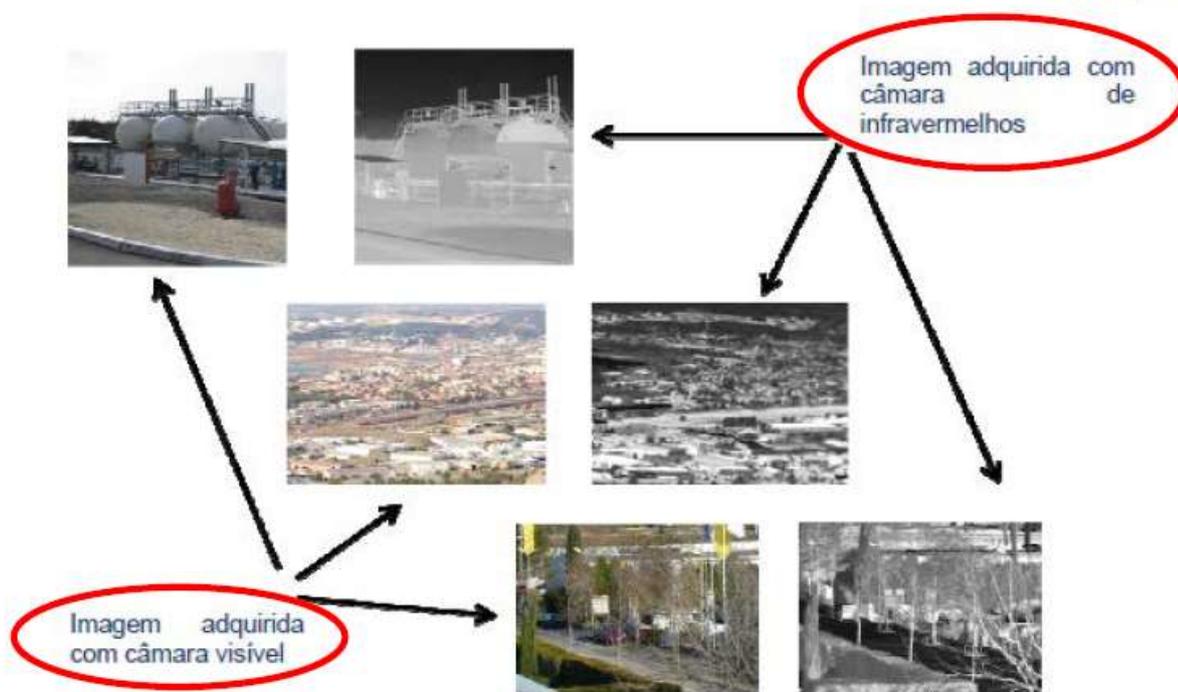


| Índice | Descrição |
|--------|-------------------------|
| 1 | Mudar de utilizador |
| 2 | Indicador de estado |
| 3 | Comandos do utilizador |
| 4 | Separador do histórico |
| 5 | Separadores de controlo |



| Índice | Descrição |
|--------|-----------------------|
| 1 | Alarme |
| 2 | Identificação de gás |
| 3 | Nível de confiança |
| 4 | Nuvem de gás |
| 5 | Ponto da fonte de gás |
| 6 | Envelope de gás |

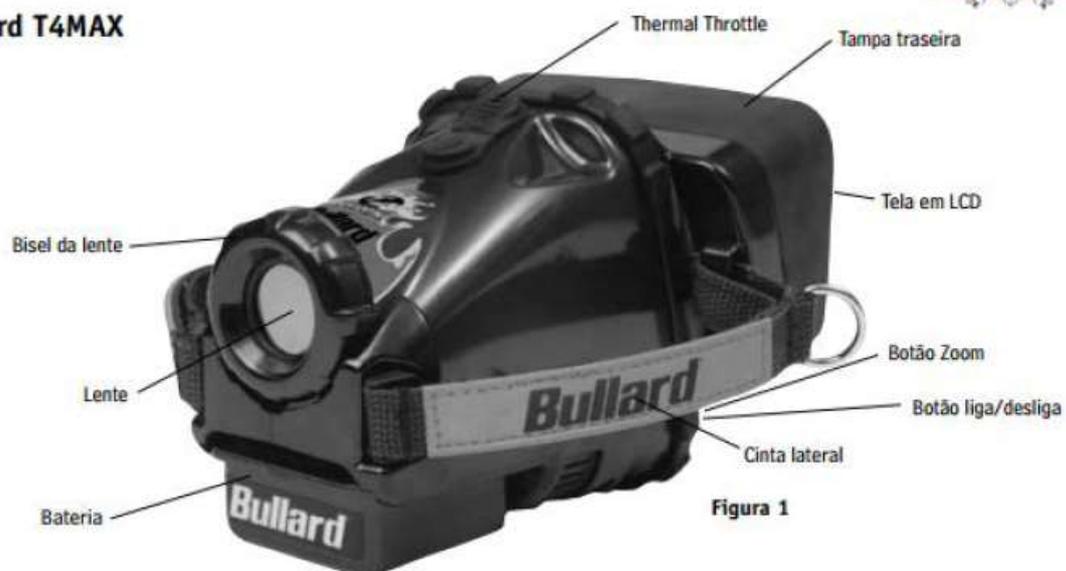
4.2. Imagem por infravermelhos



| # | Categoria | Agente ou família de agentes | Compostos | Número CAS |
|----|-----------|------------------------------|---|------------|
| 1 | CWA | Nerve (G agents) | GA (C ₅ H ₁₁ N ₂ O ₂ P) | 77-81-6 |
| 2 | CWA | Nerve (G agents) | GB (C ₄ H ₁₀ FO ₂ P) | 107-44-8 |
| 3 | CWA | Nerve (G agents) | GD (C ₇ H ₁₆ FO ₂ P) | 96-64-0 |
| 4 | CWA | Nerve agents | VX (C ₁₁ H ₂₆ NO ₂ PS) | 50782-60-9 |
| 5 | CWA | Blister | Yperite HD (C ₄ H ₈ Cl ₂ S) | 505-60-2 |
| 6 | CWA | Blister | Lewisite L (ClC ₂ H ₂ AsCl ₂) | 541-25-3 |
| 7 | CWA | Pulmonary | Phosgene CG (Cl ₂ CO) | 75-44-5 |
| 8 | CWA | Pulmonary | Chloropicrin PS (Cl ₂ CNO ₂) | 76-06-2 |
| 9 | CWA | Blood | Cyanogen chloride CK (CNCl) | 506-77-4 |
| 10 | CWA | Blood | Hydrogen cyanide AC (HCN) | 74-90-8 |
| 11 | TIC | TIC | Ethylene oxide (C ₂ H ₄ O) | 75-21-8 |
| 12 | TIC | NH ₃ | Ammonia (NH ₃) | 7664-41-7 |
| 13 | TIC | H ₂ S | Hydrogen sulfide (H ₂ S) | 7783-06-4 |
| 14 | TIC | PCL ₃ | Phosphorus trichloride (PCl ₃) | 7719-12-2 |
| 15 | TIC | SO ₂ | Sulfur dioxide (SO ₂) | 7446-09-5 |
| 16 | TIC | SA | Arsine (AsH ₃) | 7784-42-1 |
| 17 | TIC | DP | Diphosgene (C ₂ Cl ₄ O) | 503-33-8 |
| 18 | TIC | TDG | Thiodiglycol (C ₄ H ₁₀ O ₂ S) | 111-48-8 |
| 19 | TIC | TIC | Boron trichloride (BCl ₃) | 10294-34-5 |
| 20 | TIC | TIC | Chlorosulfonic acid (ClHO ₃ S) | 7790-94-5 |
| 21 | TIC | TIC | Silicon tetrafluoride (SiF ₄) | 7783-61-1 |
| 22 | TIC | TIC | Sulfuryl fluoride (SO ₂ F ₂) | 2699-79-8 |
| 23 | TIC | AN | Acrylonitrile (C ₃ H ₃ N) | 107-13-1 |
| 24 | TIC | C ₄ 6 | Hexachlorobutadiene (C ₄ Cl ₆) | 87-68-3 |
| 25 | TIC | TCE | Trichloroethylene (C ₂ HCl ₃) | 79-01-6 |
| 26 | TIC | TIC | Ethyl mercaptan (C ₂ H ₆ S) | 75-08-1 |
| 27 | TIC | TIC (training) | Sulfur hexafluoride (SF ₆) | 2551-62-4 |
| 28 | TIC | Precursor | Dimethyl methylphosphonate (DMMP) | 756-79-6 |
| 29 | TIC | Precursor | Triethyl phosphate (TEP) | 78-40-0 |
| 30 | TIC | Precursor | Methyl salicylate (MS) | 119-35-8 |



Bullard T4MAX



VÍDEOS BULLARD T4MAX

SOFTWARES PP



SOFTWARES PP & MATERIAIS DE APOIO



- FOX (CBMDF);
- ACCU WEATHER (met.);
- INMET (met.);
- CONVERT PAD;

- CONVERT;
- NEUTRA CALC;
- [HEALTH MAP](#)(APP & LAPTOP).

- FISPQ's;
- CETESB;
- WISER;
- CAMEO CHEMICALS;
- PSDS / FTSS;
- CHEMICAL SUITE;
- ALTAIR Connect.

EQUIPAMENTOS ABSORVENTES



A etapa de recolhimento dos contaminantes ou remoção é, sem dúvida a etapa mais longa e cansativa de uma emergência envolvendo produtos perigosos.

Os materiais absorventes são aqueles responsáveis por, através de processo físico ou químico, coletar e reter outro material. Agem normalmente como coadjuvantes, complementando as técnicas de remoção de produtos oleosos, corrosivos, e outros normalmente utilizadas.

Os procedimentos de recolhimento irão variar de acordo com os seguintes pontos:

- Produto envolvido na emergência;
- Estado físico do produto;
- Toxicidade;
- Quantidade envolvida;
- Ambiente onde ocorreu o acidente.



MATERIAIS ABSORVENTES PARA SÓLIDOS

Na grande maioria dos casos a limpeza poderá ser realizada com auxílio de vassouras, pás e enxadas;

Devemos sempre utilizar pás, vassouras e enxadas de materiais plásticos;

Outra técnica utilizada na remoção dos produtos na forma sólida é a aspiração, através de equipamentos apropriados;

No caso de utilizar o princípio de aspiração de resíduos, o sistema de aspiração deverá ser do tipo à prova de explosão ou ser do tipo pneumático.



MATERIAIS ABSORVENTES PARA LIQUIDOS

Para a grande maioria dos casos práticos, poderão ser empregados materiais absorventes, ou técnicas de separação com equipamentos apropriados.

Neste caso os procedimentos de remoção irão variar de acordo com os seguintes fatores:

- **Viscosidade;**
- **Ph;**
- **Imiscibilidade com água;**
- **Quantidade.**



AREIA

Vantagens:

- **Baixo custo;**
- **Fartura.**

Desvantagens:

- **Peso;**
- **Baixa eficiência;**
- **Aumento de área;**
- **Não é incinerável;**
- **Deposição final.**



PÓ DE SERRAGEM

Vantagens:

- **Baixo custo;**
- **Leve;**
- **Incinerável.**

Desvantagens:

- **Baixa eficiência;**
- **Aumento de área;**
- **Deposição final.**



VERMICULITA

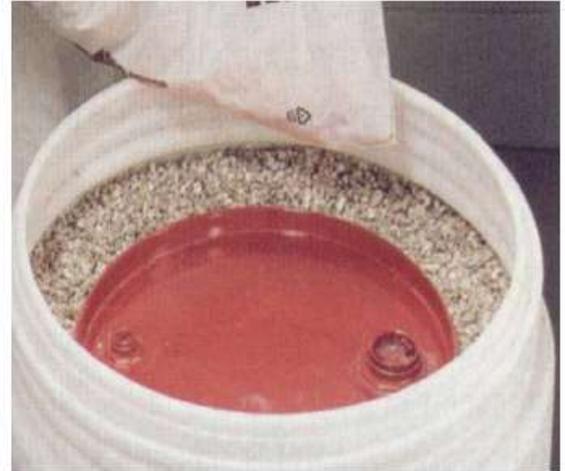


Vantagens:

- **Baixo custo;**
- **Leve;**
- **Absorve até 6X seu peso;**
- **Eficiência razoável.**

Desvantagens:

- **Não incinerável;**
- **Deposição final.**



CINZAS VULCÂNICAS



Vantagens:

- **Específica (óleos);**
- **Alta eficiência.**

Desvantagens:

- **Peso;**
- **Não incinerável;**
- **Aumento de área;**
- **Deposição final.**



FIBRAS VEGETAIS



Vantagens:

- **Leve;**
- **Boa eficiência;**
- **Incinerável.**

Desvantagens:

- **Custo;**
- **Aumento de área.**



TURFA (PEAT)



Vantagens:

- **Leve;**
- **Boa eficiência;**
- **Incinerável.**

Desvantagens:

- **Alto custo;**
- **Aumento de área;**
- **Baixa recuperação do produto absorvido.**



CELUFLOC

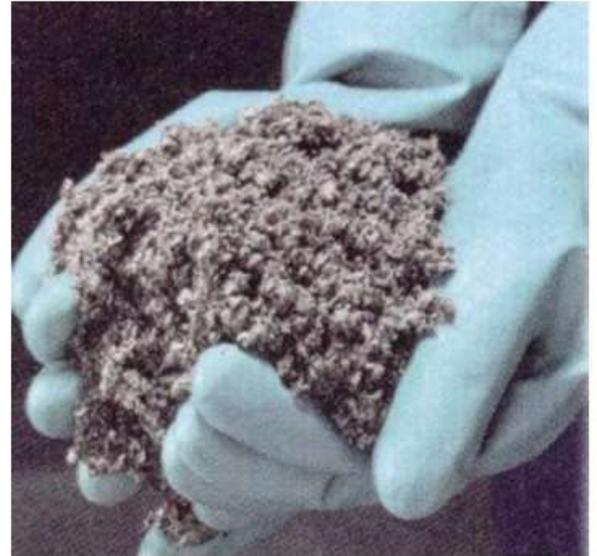


Vantagens:

- **Leve;**
- **Boa eficiência;**
- **Incinerável;**
- **Baixo custo;**
- **Ótima recuperação;**

Desvantagens:

- **Aumento de área.**



MICROFIBRAS PE (óleos em geral)



Vantagens:

- **Leve;**
- **Ótima eficiência;**
- **Incinerável;**
- **Seletividade;**
- **Excelente recuperação;**
- **Relação custo x benefício;**

Desvantagens:

- **Custo inicial.**



MICROFIBRAS PP **(corrosivos)**



Vantagens:

- **Leve;**
- **Ótima eficiência;**
- **Incinerável;**
- **Resistência química;**
- **Excelente recuperação;**
- **Relação custo x benefício.**

Desvantagens:

- **Custo inicial.**



TAPETES ABSORVENTES

(rosa - corrosivos / branco - óleos em geral)



São de fácil aplicação prática, e apresentam excelente velocidade de absorção. Utilizados em conjuntos com almofadas e barreiras.

Melhoram sua capacidade de absorção depois de sua 1ª torção (branco - óleos em geral).





ALMOFADAS ABSORVENTES **(rosa - corrosivos / branco - óleos em geral)**

Apresentam as mesmas vantagens dos tapetes absorventes, no entanto por possuírem maior quantidade de material, são empregadas em áreas onde há o acúmulo de líquidos (poças).

Melhoram sua capacidade de absorção depois de sua 1ª torção (branco - óleos em geral).



BARREIRAS ABSORVENTES **(rosa - corrosivos / branco - óleos em geral)**

Apresentam as mesmas vantagens vistas anteriormente e são utilizadas principalmente para cercar o líquido derramado.

Existem também barreiras absorventes especialmente desenvolvidas para atenderem vazamentos em leitos aquosos. Devem ser utilizadas em conjunto com barreiras flutuantes (melhor desempenho).

Melhoram sua capacidade de absorção depois de sua 1ª torção (branco - óleos em geral).



EQUIPAMENTOS DE VEDAÇÃO



Os equipamentos de vedação serão empregados na interrupção de um vazamento que poderá ser uma situação simples ou não, dependendo das características do evento que iremos encontrar.

Esses vazamentos muitas vezes serão interrompidos (estancamento do vazamento) pelo desligamento de uma chave, fechamento de uma válvula, ou a mudança de posição do reservatório que estiver vazando (ex.: virar um tambor, ou um cilindro - taxa de evaporação).

Entretanto existem situações mais complexas onde haverá a necessidade de material mais especializado que poderá chegar até mesmo ao bloqueio de redes de esgoto ou o estanque de vazamentos em tanques rachados em terrenos muito acidentados.



Contenção em Furos e Fissuras - Batoques

PINO DE MADEIRA



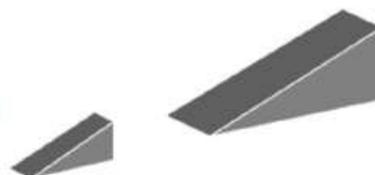
TARUGO



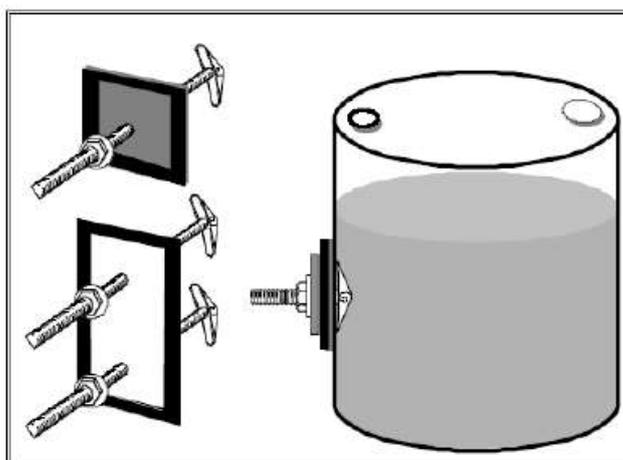
BATOQUE



CUNHA



Batoque para Furos e Fissuras

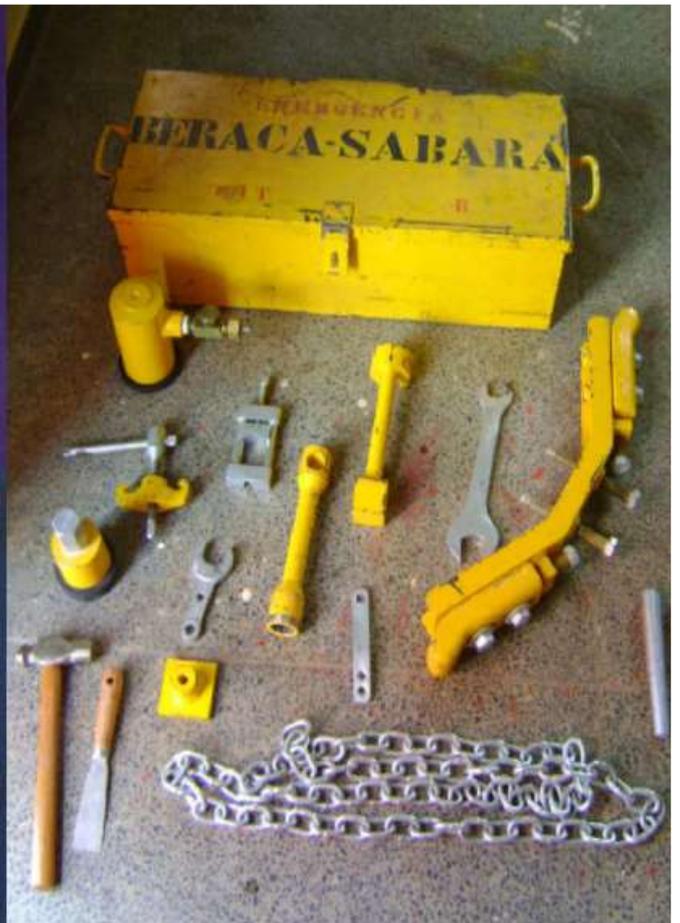




LUVAS METÁLICAS PARA TUBULAÇÕES



Fácil aplicação e grande vida útil, atende tubulações de 1/2 a 5"





EQUIPAMENTOS DE TRANSBORDO

Existem emergências em que o recipiente que contém o material perigoso, após o acidente, apresenta falhas estruturais, aparentes ou não, o que torna necessária a retirada do produto do seu interior, ou seja, deve-se proceder o transbordo do produto.

O transbordo consiste na retirada do material químico de um reservatório, esteja ele danificado ou não, para um outro reservatório.

É uma operação comum em emergências envolvendo produtos perigosos em virtude da constante presença de trincas ou furos nos recipientes afetados pelo acidente.



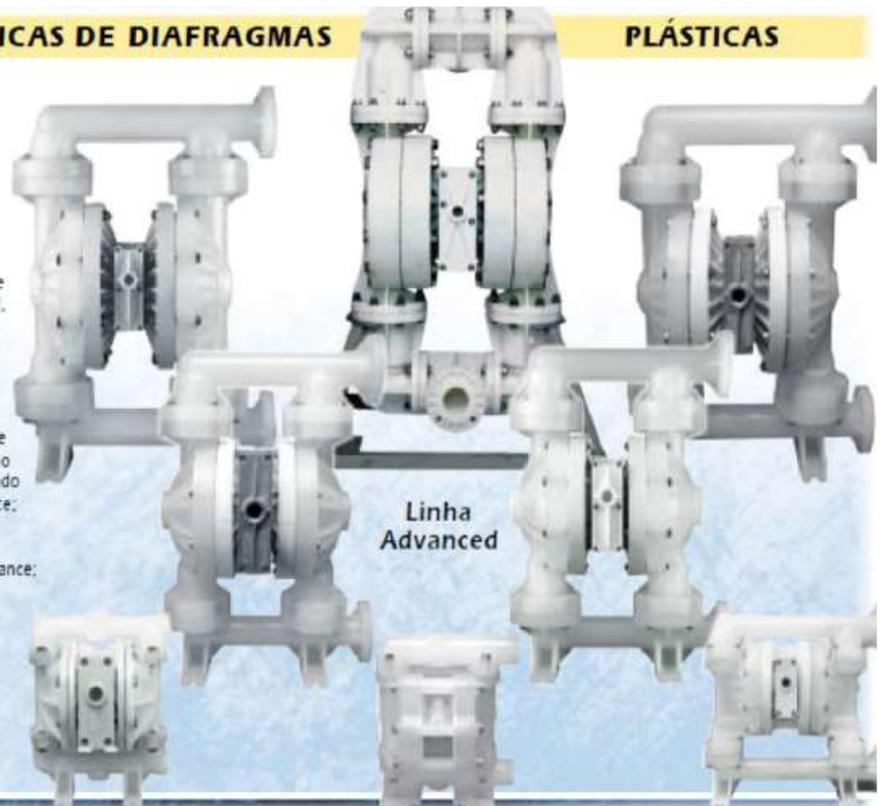
BOMBAS PNEUMÁTICAS DE DIAFRAGMAS

PLÁSTICAS

WILDEN: MAIOR E MAIS INOVADOR FABRICANTE MUNDIAL.

- **Aplicações:** Transferência de soluções ácidas e alcalinas em geral, descarregamento de caminhões, destamboramento e alimentação de filtros-prensa.
- Construção integralmente plástica de alta resistência química, inclusive o sistema de distribuição de ar, evitando corrosão provocada pelo ambiente;
- Melhor estanqueidade;
- Projeto otimizado: melhor performance;
- Corpo em PP, PVDF ou teflon PFA.

| | |
|-----------------|----------------------------|
| Pressão máx: | 8,6 bar |
| Vazão máx: | 47 m ³ /h |
| Temp. máx: | 107 °C |
| Sólidos de até: | 12 mm |



- Robustas, feitas para durar em todos os aspectos;
- São o resultado de intensa e contínua pesquisa e desenvolvimento desde 1955;
- Melhor relação custo-benefício (Menor Custo Operacional do Equipamento - COE);
- Menor consumo de energia. Eficientes;
- Simples de operar e manusear.

BOMBAS DE ENGRENAGENS



INTERNAS

Linha Euro

▪ **Aplicações:**

Desenvolvidas para fluidos com até 22.000 cP; Óleos lubrificantes, combustíveis e vegetais; Adesivos; Aditivos; Polióis; Solventes; Melaço; Glucose e maltose.

- Acionamento direto (até 1.200 rpm) compacto e de baixo custo, com montagem monobloco;

- Vedação do eixo através de selo mecânico rigidamente suportado entre dois mancais;
- Construção em ferro fundido nodular.

Pressão máx.: 12 bar
 Vazão máx.: 45 m³/h
 Temp. máx.: 150 °C
 Visc.: 0,5 a 22.000 cP

EXTERNAS



Linha Spur Gear

- **Aplicações:** Dosagens e transferências de fluidos limpos finos ou viscosos; Ideais para baixas vazões (de 0,09 a 11 m³/h) e altas pressões (até 102 bar).

- Corpo em ferro fundido (cinzento ou nodular);
- Engrenagens de aço carbono retificadas;
- Disponíveis com vedação do eixo através de retentor, selo mecânico ou com acionamento magnético;
- Construção especial com duplo cabeçote (foto acima).

Pressão máx.: 102 bar
 Vazão: 0,09 a 11 m³/h
 Temp. máx.: 230 °C
 Visc. máx.: 16.500 cP

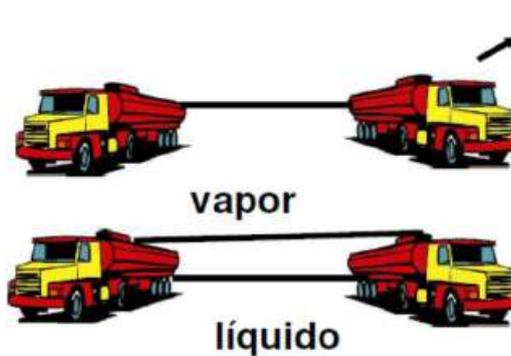
FABRICANTE MUNDIAL DE BOMBAS DE ENGRENAGENS

- Em 1988, passou a ser controlada pelo grupo IDEX. Adquiriu a certificação ISO 9001 em 1994 e, em 1999, a certificação ISO 14001.

- As bombas VIKING possuem projeto moderno, silencioso e com baixo consumo de energia.

- Podem bombear quase todos os fluidos conhecidos, desde os viscosos até os corrosivos, fluidos tóxicos, abrasivos e em condições de extremas temperaturas.

Transferência de Líquidos - Sistemas



Aberto

Fechado

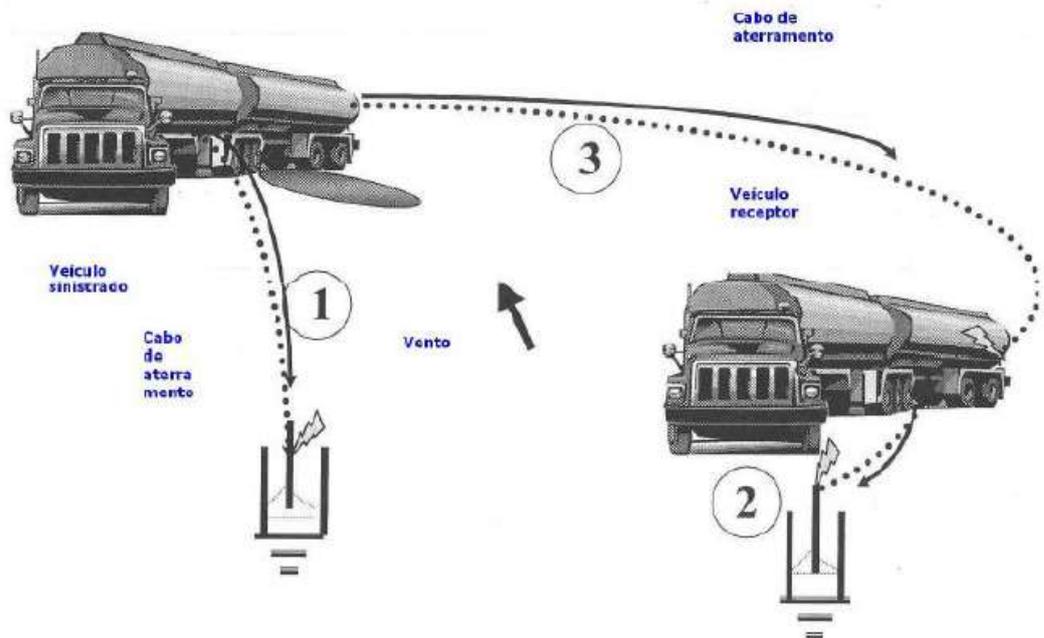
Métodos:

- Gravidade;
- Diferencial de pressão (gás inerte, N₂);
- Bombeamento (bombas pneumáticas, centrífugas, turbina).

CONTINUAÇÃO:



CONTINUAÇÃO:

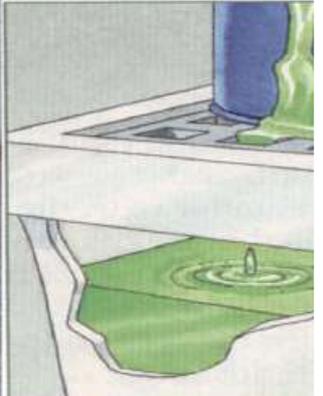




EQUIPAMENTOS DE CONTENÇÃO

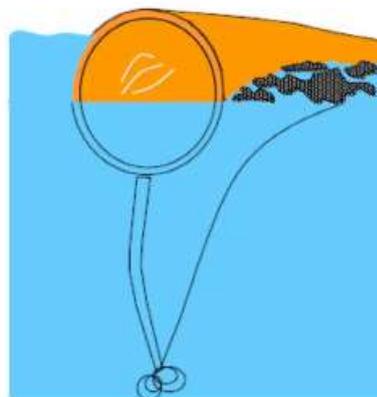
São aqueles utilizados quando você possui uma situação de verdadeira emergência, ou seja, o vazamento ocorreu e não foi vedado a tempo, ou a vedação não será suficiente para esse sinistro, onde haverá a necessidade de conter esse produto em um local "controlado" ou seja, dentro de uma área delimitada pela equipe de emergência.

As operações de contenção, sempre que possível, terão iniciados seus trabalhos nas operações de vedação, pois quanto menor a quantidade vazada mais fácil se tornará seu trabalho.

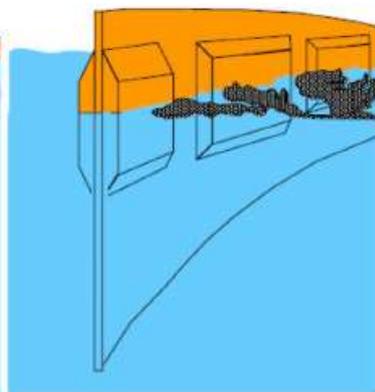




Barreiras de Contenção



BARREIRA DE CORTINA



BARREIRA DE CERCA



EQUIPAMENTOS DE USOS DIVERSOS



Equipamentos utilizados para dar suporte as ocorrências, e que não se enquadram em nenhuma das funções vistas até agora (epi's, detecção, absorventes, vedação, transbordo, e contenção).

São eles:

- **Estações ou microestações meteorológicas;**
- **Biruta e anemômetros;**
- **Macas;**
- **Pás e enxadas antifaiscante;**
- **Caixa de ferramentas antifaiscante;**
- **Binóculos;**
- **Lanternas intrinsecamente segura;**
- **Equipamentos de sinalização e isolamento;**
- **Sistemas de telemetria;**
- **Compressor de ar respirável com estação de recarga (móvel), etc.**

BIBLIOGRAFIA



- **CASTRO, A. L. C. e outros, Manual de Redução dos Desastres Tecnológicos de Natureza Focal, Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2001.**
- **Manual De Autoproteção Para Produtos Perigosos, Manuseio E Transporte Rodoviário PP10, INDAX ADVERTISING, São Paulo, 2010.**
- **OFDA/USAID, Manual do Participante do Curso de Resposta à Emergências com Produtos Perigosos, 2001.**
- **CONFORTO E SEGURANÇA NO TRABALHO - Garcia, Jamila Samantha Jakubowsky, e Bastos, Viviane. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL.**
- **HADDAD, Edson e outros. Atendimento a Emergências Químicas, CETESB, São Paulo, 2008.**
- **DOS SANTOS, Fábio Andrade, e LIMA, Euler Lucena. Equipamentos Operacionais, CBMERJ, Rio de Janeiro.**



Obrigado!

"Nunca avalie a altura de uma montanha até que atinja o cume. Quando atingir seu objetivo, verá então como a montanha era baixa." (Dag Hammarskjöld - Ganhador do Prêmio Nobel da Paz de 1961)



CURSO DE INTERVENÇÃO EM PRODUTOS PERIGOSOS – NÍVEL TÉCNICO