



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E  
TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL

CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA

ANA CAROLINE FERRARI  
EDUARDO RAFAEL KRUEGER  
HUGO HORÁCIO DUARTE  
JESSICA TAMIRES REICHERT  
LARISSA DA MOTA HEERDT  
VINICIUS VALLER RODRIGUES

ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ROUPAS DE TRABALHADORES DE  
POSTOS DE COMBUSTÍVEL

JARAGUÁ DO SUL  
JUNHO/2014

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA  
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL**

**CURSO TÉCNICO EM QUÍMICA**

**ANA CAROLINE FERRARI  
EDUARDO RAFAEL KRUEGER  
HUGO HORÁCIO DUARTE  
JESSICA TAMIRES REICHERT  
LARISSA DA MOTA HEERDT  
VINICIUS VALLER RODRIGUES**

**ANÁLISE DE COMPOSTOS ORGÂNICOS EM ROUPAS DE TRABALHADORES  
DE POSTOS DE COMBUSTÍVEL**

**Projeto de pesquisa desenvolvido no  
eixo formativo diversificado  
“Conectando os Saberes” do Curso  
Técnico em Química do Instituto  
Federal Santa Catarina, Câmpus  
Jaraguá do Sul.**

**Professor Orientador: Clodoaldo  
Machado**

**JARAGUÁ DO SUL  
JUNHO/2014**

## Sumário

1. TEMA.....	4
1.1 Delimitação do tema.....	4
2. PROBLEMA.....	5
2.1 Hipóteses.....	5
3. JUSTIFICATIVA.....	6
4. OBJETIVO GERAL.....	8
4.1 Objetivos específicos.....	8
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	9
5.1 Componentes que permeiam o posto de combustível.....	9
5.1.1 Gasolina.....	9
5.1.2 Etanol.....	11
5.1.3 Diesel.....	11
5.1.4 Gás Natural Veicular.....	12
5.2 BTX.....	12
5.2.1 Benzeno.....	13
5.2.2 Xileno.....	14
5.2.3 Tolueno.....	15
5.3 Postos de combustível e o perfil do trabalhador frentista.....	15
6. METODOLOGIA.....	18
6.1 Corpos de prova.....	18
6.2 Lavagem e análise dos corpos de prova.....	19
7. CRONOGRAMA.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

## 1. TEMA

Análise de compostos orgânicos em roupas de trabalhadores de postos de combustível.

### **1.1 Delimitação do tema**

Análise de BTX e outros hidrocarbonetos da água de lavagem das roupas utilizadas pelos trabalhadores de postos de combustível.

## 2. PROBLEMA

Substâncias químicas oriundas do ambiente de trabalho de um posto de combustível podem impregnar nas roupas dos trabalhadores e gerar efluentes contaminados durante o processo de lavagem das mesmas?

### 2.1 Hipóteses

- O ambiente de trabalho gera resíduos que podem ficar impregnados na roupa do trabalhador;
- Os resíduos contaminam a água que foi usada na lavagem destas roupas;
- A contaminação da roupa e/ou da água de lavagem geram danos ao trabalhador e a vida aquática;
- As roupas utilizadas pelos trabalhadores de postos de combustível deveriam ser lavadas em ambientes apropriados para evitar a contaminação da água.

### 3. JUSTIFICATIVA

Segundo a ABIQUIM (Associação Brasileira da Indústria Química), em 2009 o faturamento líquido da indústria química brasileira cresceu 58,56% em relação a 1996. Este aumento vem contribuindo no agravamento dos problemas ambientais, principalmente os relacionados às águas.

Ao pensarmos em poluição das águas por indústrias, a relacionamos apenas a água utilizada na linha de produção, que muitas vezes é despejada nos rios e lagos sem o tratamento correto. No entanto, a lavagem do uniforme utilizado pelos trabalhadores que estão diariamente expostos a produtos químicos não é lembrado como um agente contaminante de águas.

A utilização de uniformes na indústria é fundamental para a proteção do funcionário com relação aos riscos físicos, mas segundo Prado (2005) os funcionários continuam utilizando o uniforme fora das dependências da empresa, chegando ao ponto de vestirem as mesmas até mesmo em transportes coletivos, acarretando risco de contaminação à população e ao trabalhador, assim como sua família.

A lavagem doméstica de uniformes provoca, ainda, danos ao meio ambiente, pois os efluentes poluidores resultantes da lavagem são lançados à rede coletora sem o tratamento exigido pela legislação de proteção ambiental, isto quando não são lançados diretamente na natureza, uma vez que um grande número de residências da população de baixa renda situa-se em locais que não dispõem de serviços de saneamento básico, como rede de esgoto (PRADO, 2005).

Os postos de combustível também são meios de contaminação de solo e água por compostos orgânicos voláteis, isso porque ocorre o vazamento de combustível dos tanques de estocagem representando sérias preocupações ao meio socioambiental. Combustíveis derivados do petróleo contém em sua composição hidrocarbonetos aromáticos, dentre os quais se destacam o benzeno, tolueno e xileno (BTX). Os hidrocarbonetos aromáticos totalizam cerca de 10 a 59% da gasolina (p/p) e sendo compostos tóxicos e solúveis em água, representam sérios problemas à saúde pública.

Os frentistas, que trabalham com combustíveis diariamente, estão diretamente expostos a essa contaminação por via respiratória, e sofrem diretamente os danos provocados pela inalação dos vapores de combustíveis. O uniforme de tais profissionais também é contaminado por tais vapores e ao serem lavados contaminam a água, representando mais uma fonte de contaminação aquífera.

O BTX é extremamente tóxico à saúde humana, apresentando toxicidade crônica

até em pequenas quantidades, podendo causar danos ao sistema nervoso central. A International Agency for Research on Cancer (Agência Internacional de Pesquisa do Câncer, da Organização Mundial da Saúde) lista o BTX como produto cancerígeno e mutagênico.

O presente trabalho visa estudar e avaliar os riscos de contaminação aos quais os trabalhadores e familiares de frentistas estão sendo expostos ao fazerem a higienização dos uniformes em casa. A lavagem doméstica além de responsabilizar o trabalhador com a aquisição de produtos de limpeza, ainda contamina o meio ambiente, uma vez que os efluentes poluidores são lançados diretamente à rede de esgoto e conseqüentemente ao rio sem o tratamento exigido.

#### 4. OBJETIVO GERAL

Verificar a presença de BTX e outros hidrocarbonetos na água de lavagem das roupas utilizadas por funcionários de postos de combustível, identificando os possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde humana.

##### **4.1 Objetivos específicos**

- Identificar as substâncias presentes no ambiente de trabalho de um posto de combustível a partir de análise bibliográfica e documental;
- Pesquisar metodologias para análise das substâncias identificadas;
- Determinar substâncias presentes em roupas utilizadas por funcionários de postos de combustível, com a metodologia encontrada;
- Levantar dados bibliográficos a respeito dos componentes encontrados e seus possíveis malefícios ao meio socioambiental levando em consideração os limites admitidos pela legislação.

## 5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 5.1 Componentes que permeiam o posto de combustível

Os combustíveis são quaisquer substâncias cuja reação química com outra seja exotérmica de forma a produzir calor, chamas e gases (ESSO, 2004). Dentre os principais, destacamos a gasolina, óleo diesel, etanol e gás natural veicular (GNV).

#### 5.1.1 Gasolina

Entre tantos componentes que podemos retirar do petróleo, temos uma fração que faz parte da vida de muitas pessoas, a gasolina. Em 2007,  $14.342 \times 10^3$  toneladas equivalentes de petróleo, foram consumidas no Brasil, considerando neste montante apenas a gasolina automotiva (Agência Nacional de Energia Elétrica, Energia no Brasil e no mundo).

Para que a transferência desse hidrocarboneto, desde sua extração até os tanques de automóveis seja efetiva, é necessária a participação de máquinas, presença de tecnologia de ponta, meios de transporte e trabalhadores.

Depois de todos os processos físicos e químicos envolvidos chega-se até a gasolina, que segundo PETROBRAS é composta por:

[...] hidrocarbonetos e, em menor quantidade, por produtos oxigenados. São, em geral, mais "leves" do que aqueles que compõem o óleo diesel, pois são formados por moléculas de menor cadeia carbônica (normalmente de 4 a 12 átomos de carbono). [...] Contém compostos de enxofre, compostos de nitrogênio e compostos metálicos, todos eles em baixas concentrações (PETROBRAS, composição da gasolina básica).

A Tabela 1 mostra alguns dos constituintes e sua obtenção.

Tabela 1: Alguns constituintes da gasolina e sua obtenção.

Constituintes	Processo de Obtenção	Faixa de Ebulição (C°)	Índice de octano Motor (Clear)
Butano	destilação e processos de transformação	zero	101
Isopentano	destilação, processos de transformação, isomerização	27	75
Alcoilada	alcoilação	40 - 150	90 - 100
Nafta leve de destilação	destilação	30 - 120	50 - 65
Nafta pesada de destilação	destilação	90 - 220	40 - 50
Hidrocraqueada	hidrocraqueamento	40 - 220	80 - 85
Craqueada cataliticamente	craqueamento catalítico	40 - 220	78 - 80
Polímera	polimerização de olefinas	60 - 220	80 - 100
Craqueada termicamente	coqueamento retardado	30 - 150	70 - 76
Reformada	reforma catalítica	40 - 220	80 - 85

Fonte: PETROBRAS, composição da gasolina básica.

A qualidade da gasolina avaliada por características físicas e químicas, está estabelecida nas Normas Brasileiras (NBR) e Métodos Brasileiros (MB) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e de normas da American Society for Testing and Materials (ASTM). As especificações estão na Portaria nº. 309, de 27/12/2001, da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Não há um único limite de tolerância para os compostos na gasolina, pois sua composição sofre variações, geralmente o teor de hidrocarbonetos aromáticos é o que determina a concentração máxima permitida de adição de compostos (NETTO, BALDESSAR e LUCA, 2005).

O Conselho Interministerial do Açúcar e do Alcool – CIMA, definiu a porcentagem obrigatória de etanol adicionado à gasolina em 25% (v/v) em maio de 2013. A adição melhora a octanagem da gasolina A (isenta de componentes oxigenados) e diminui a emissão de gases poluentes. Esse percentual de álcool adicionado à gasolina é controlado pela ANP – Agência Nacional do Petróleo – através da portaria no 57, de outubro de 2011.

Porém, em função de suas características físico-químicas, principalmente por ser um composto hidrofílico, o etanol pode interferir na solubilidade de compostos orgânicos na água, através do efeito de co-solvência (CORSEUIL e FERANDES, 1999; e GUIGUER, 2000). Além disso, CORSEUIL et al., (2004), COSTA e CORSEUIL (2009) mostraram em

seus estudos que na presença simultânea de etanol e hidrocarbonetos, o etanol é o substrato preferencial de micro-organismos tanto em condições aeróbias como anaeróbias, causando o aumento no tempo de biodegradação de compostos orgânicos na presença de água.

### 5.1.2 Etanol

Também conhecido como álcool etílico, se diferencia da gasolina principalmente por ser uma substância pura composta pela molécula  $C_2H_5OH$ .

Existe a separação do etanol em dois tipos:

- Etanol Anidro: possui um teor de água por volta de apenas 0,5% em volume, que ao ser misturado a gasolina gera o produto comercializado como: gasolina C.
- Etanol Hidratado: possui cerca de 5% de água em volume e é usado diretamente no abastecimento de veículos (UNICA).

Segundo a FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico) emitida pela Petrobras em 2014, o etanol anidro ou hidratado provoca irritação ocular grave com vermelhidão, lacrimejamento e dor. Pode provocar irritação a pele com vermelhidão e ressecamento; defeitos genéticos por ingestão; abortos espontâneos, defeitos congênitos e outros problemas de desenvolvimento; danos ao sistema nervoso central com tremores, irritabilidade, perda de concentração e confusão mental por exposição repetida ou prolongada ou depressão do sistema nervoso central com tontura, sonolência, vertigens, dores de cabeça, incoordenação motora e perda de consciência; irritação no trato respiratório e gastrointestinal com tosse, dor de garganta, náuseas, sensação de queimação, dor abdominal e diarreia; danos hepáticos com acúmulo de gordura no fígado e cirrose em caso de exposição crônica por ingestão e ressecamento da pele após contato repetido.

### 5.1.3 Diesel

É derivado do petróleo, assim como a gasolina. Constituído por hidrocarbonetos e em baixas concentrações, por enxofre, nitrogênio e oxigênio (PETROBRAS, Óleo Diesel).

Segundo Caicedo, Finotti e Rodriguez (2001) os constituintes do diesel que são compostos poliaromáticos com três a seis anéis benzênicos são carcinogênicos suspeitos ou comprovados. O benzo(a)pireno ou B(a)P já foi comprovado através de testes toxicológicos como carcinogênico.

Naftaleno e pireno também estão presentes na constituição do diesel. De acordo

com Caicedo, Finotti e Rodriguez (2001) são compostos tóxicos. Em relação ao naftaleno:

Pode ocorrer intoxicação quando da ingestão, inalação ou contato dérmico com doses muito altas. Podem causar náuseas, dor de cabeça, febre, suores, anemia, problemas no fígado, vômitos, convulsões e coma. No meio ambiente o problema mais grave se dá com os organismos aquáticos. Os valores padrões de exposição deste composto estão em fase de revisão (CAICEDO, 2001).

A Resolução ANP nº 50/2013 define duas versões de diesel, conforme o teor máximo de enxofre - S10 e S500 (PETROBRAS, Óleo diesel). Isso quer dizer que o teor máximo de enxofre no diesel S10 e S500 é de 10 mg/Kg e 500 mg/kg respectivamente, o que faz com que as emissões de enxofre sejam minimizadas (MANUAL TÉCNICO, diesel).

Em maio de 2006, o biodiesel passou a ser adicionado ao diesel, sendo que a partir de 2010 todo óleo diesel automotivo comercializado no país recebe a adição de Biodiesel, na proporção de 5% (PETROBRAS, Óleo Diesel).

#### *5.1.4 Gás Natural Veicular*

É constituído predominantemente por metano, não possui enxofre e não emite na sua queima compostos que provocam a formação de chuva ácida. É encontrado em rochas porosas no subsolo, muitas vezes acompanhado por petróleo (PETROBRAS, Gás Natural Veicular).

Segundo a FISPQ emitida pela PETROBRAS em 2014, seus sintomas e efeitos são dores de cabeça, náuseas, tontura, confusão mental, tosse, falta de ar, fadiga, alterações visuais, incoordenação motora, alterações comportamentais, cianose (sintoma que pode ser notado através de coloração azul-arozeada na pele), perda de consciência e em casos severos pode levar a morte.

## **5.2 BTX**

Em contaminação por combustível líquido derivado do petróleo, os compostos que mais preocupam são os aromáticos (Benzeno, Tolueno e Xileno – BTX) pela alta toxicidade e mobilidade na superfície (CORSEUIL, *et al.*, 2004). Destacamos estes por causa da grande quantidade de estudos que estão sendo realizados na sua direção e por causa dos malefícios que causam.


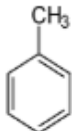
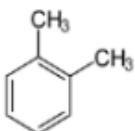
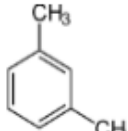
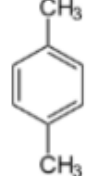
O BTX é extremamente tóxico à saúde humana, apresentando toxicidade crônica até mesmo em pequenas concentrações, podendo levar a lesões no sistema nervoso central.

Por esta razão, a legislação vem se tornando cada vez mais exigente. No Brasil, a portaria nº 518, de março de 2004, determina que para que a água seja considerada potável, os limites máximos de benzeno, tolueno e xileno são de 5, 170 e 300 µg/L, respectivamente.

Quando presentes na água, a difícil biodegradação dos hidrocarbonetos mais tóxicos prejudica a fotossíntese marinha, que é reduzida em cerca de 50% pela ação dos seus derivados, em teores de 5 a 10 ppm. Ocorre multiplicação das bactérias capazes de atacar o petróleo, causando empobrecimento da água do mar em oxigênio, morte do plâncton e a fuga dos peixes. (McNAUGHTON et al., 1984 in RIBEIRO, 2007).

Na Tabela 2 podemos verificar algumas das propriedades físico-químicas do BTX, incluindo alguns dos seus isômeros.

Tabela 2: Propriedades físico-químicas do BTX.

<b>Características</b>	<b>Benzeno</b>	<b>Tolueno</b>	<b>o-Xileno</b>	<b>m-Xileno</b>	<b>p-Xileno</b>
<b>Estrutura química</b>					
<b>Fórmula</b>	$C_6H_6$	$C_7H_8$	$C_8H_{10}$	$C_8H_{10}$	$C_8H_{10}$
<b>Peso molecular (g/mol)</b>	78,1	92,4	106,2	106,2	106,2
<b>Solubilidade em água, 25 °C (mg/L)</b>	1780	515	175	198	152
<b>Pressão de Vapor (mmHg, 20 °C)</b>	95,2	28,4	6,6	7	9,5
<b>Polaridade</b>	Apolar	Apolar	Apolar	Apolar	Apolar
<b>Ponto de Ebulição (°C)</b>	80	111	144,4	139,1	138
<b>Densidade</b>	0,88	0,87	0,88	*	0,86
<b>Meia Vida na Água (h)</b>	240	168	336	336	336

\* Não encontrado em literatura.

FONTE: QUEIROZ, 2011 (adaptado).

### 5.2.1 Benzeno

Sua fórmula molecular é  $C_6H_6$ , é um hidrocarboneto aromático, que se apresenta sob a forma líquida e incolor nas CNTP, sendo um composto orgânico volátil altamente inflamável.

Ribeiro (2007), em seu estudo sobre a contaminação de peixes por BTX determinou que a dosagem letal foi a de 4,886 mL de benzeno, 2,467 mL de tolueno e 0,496 mL de xileno em 75 L de água para dois grupos de dez peixes.

Segundo a FISPQ emitida pela Sigma – Aldrich em 2010, a toxicidade aguda do benzeno é:

- DL50 Oral – ratazana – 2.990 mg/kg;
- CL50 Inalação – ratazana – fêmea – 4 h – 44.700 mg/m<sup>3</sup>;
- DL50 Dérmico – coelho – 8.263 mg/kg.

O benzeno é distribuído para os órgãos em tempos variáveis. Primeiro no SNC, depois em tecidos lipoides (RIBEIRO, 2007), isso é explicado pela característica lipofílica que os solventes orgânicos possuem (FLGO, 2010). Sintomas podem ser baixos a moderados por inalação, indigestão e contato com a pele. Segundo Pradyot (2011), os sintomas em humanos são: alucinação, percepção distorcida, euforia, sonolência, náusea, vômito e dor de cabeça.

Os efeitos narcóticos em humanos podem ocorrer por inalação a concentração de 200 ppm. Altas concentrações causam convulsão e uma exposição por 5-10 minutos a 2 % no ar pode ser fatal, resultando em uma parada cardíaca (PATNAIK, 2011).

Benzeno irrita muito os olhos, narizes e vias respiratórias. Os alvos da intoxicação crônica e aguda são o sangue, a medula óssea, o sistema nervoso central e o respiratório, além dos olhos e da pele. Fortes exposições ocupacionais ao benzeno podem causar depressão da medula e anemia e, em raros casos, a leucemia (PATNAIK, 2011).

Experimentos laboratoriais *in vitro* e testes *in vivo* mostraram efeitos mutagênicos em células germinativas em humanos e ratos (FISPQ, 2010).

### 5.2.2 Xileno

É um líquido incolor, de odor doce e facilmente inflamável. Encontra-se naturalmente no petróleo, no carvão e é também produzido durante as queimadas. Evapora rapidamente para o ar quando descartado no solo ou na superfície da água (LIMA, 2011).

Estudos feitos em pessoas expostas ao xileno, e sem outro fator de risco, por um período de seis meses reportaram dificuldades em discriminar fala em presença de ruído (FLGO. 2010).

O xileno ataca o sistema nervoso central, olhos, trato gastrintestinal, rins, fígado, sangue e pele, os quais, entretanto, são afetados apenas em alto níveis de exposição. Segundo Pradyot (2011) pode causar, com uma concentração de 200 ppm no ar: irritações dos olhos, nariz e garganta, dor de cabeça, tontura, excitação, náusea, vômito, dores abdominais e dermatite. Pode ser fatal com 10.000 ppm por 6 à 8 horas.

Além disso, possui baixa toxicidade oral, entretanto a ingestão de altas doses pode causar depressão do sistema nervoso central, tontura, náusea, vomito e dores abdominais, sendo que sua principal fonte de absorção é por via da inalação (PATNAIK, 2011).

### *5.2.3 Tolueno*

É um líquido incolor, com um odor aromático característico, não corrosivo, inflamável, insolúvel em água, mas solúvel em muitos solventes orgânicos. É derivado do alcatrão, do carvão e do petróleo. Ocorre na gasolina e em muitos outros derivados do petróleo (LIMA, 2011).

Estudos demonstram que em ratos e em humanos a maior relação tolueno/sangue se observa na região do tronco cerebral, causando perda auditiva em trabalhadores expostos a este composto (FLGO, 2010). A toxicidade aguda do tolueno é semelhante a do benzeno, porém seus efeitos crônicos são menos graves (PATNAIK, 2011).

As vias de exposição são por inalação e ingestão, e sua absorção é através da pele. Os órgãos mais afetados são: o sistema nervoso central, fígado, rins e pele (PATNAIK, 2011).

Em concentrações altas pode virar um narcótico, e seus principais sintomas segundo Pradyot (2011), são excitação, euforia, alucinação, percepção distorcida, confusão, dor de cabeça e tontura.

Esses efeitos são perceptíveis em uma exposição de 200 ppm, concentrações mais altas podem gerar depressão, torpor e estupor. Inalação de mais de 10.000 ppm pode causar a morte por parada respiratória (PATNAIK, 2011).

## **5.3 Postos de combustível e o perfil do trabalhador frentista**

Os postos de combustível devem seguir inúmeras regras para manter seu funcionamento, isso se deve, principalmente, a sua instalação que pode acarretar sérios danos

ao meio ambiente e a sociedade. Os postos devem ter licenciamento ambiental e se formos avaliar desde seu planejamento até sua construção, os postos devem ter uma licença prévia – que deve ser solicitada na fase de planejamento, alteração ou ampliação do empreendimento -, licença de instalação – que aprova o início das obras -, e a licença de operação – que garante a certificação que o estabelecimento pode começar a atender o público (Cartilha do posto revendedor de combustível). Pode-se verificar na Tabela 3 os riscos decorrentes das não-conformidades mais comuns.

Tabela 3: Riscos das não-conformidades dos postos de combustível.

<b>Não-conformidade</b>	<b>Conseqüências</b>
Vazamento de tanques de armazenamento de combustível	❖ Contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais e do ar; ❖ Possibilidade de sinistros com explosões de galerias de águas pluviais.
Vazamento de encanamentos e válvulas	
Águas residuárias de lavagem de veículos e oriundas do setor de abastecimento contaminadas com óleos e demais derivados de petróleo, comercializados no empreendimento, lançadas sem prévio tratamento.	Contaminação de corpos hídricos superficiais e do solo.
Sinistros com vazamentos de combustíveis, ocasionando explosões e incêndios nas instalações do empreendimento.	Risco de conseqüências danosas para seu entorno, incluindo as possibilidades de perdas materiais e de vidas humanas.
Instalações sem respiros para tanques de armazenagem de combustíveis.	❖ Contaminação hídrica; ❖ Alteração da dinâmica dos ecossistemas aquáticos, podendo acarretar danos e perdas de biodiversidade.
Vazamentos e/ ou sinistros com postos flutuantes	
<b>Observações:</b> as penalidades para este danos e suas conseqüências estão previstas na Legislação Federal, com base na Lei dos Crimes Ambientais. <b>LEI N 9.605, DE 13 DE FEVEREIRO DE 1998</b> * Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e da outras providencias, regulamentada pelo Decreto Federal nº 3179.	

FONTE: IAP (Instituto Ambiental Paranaense).

Segundo uma pesquisa feita por Portela et al., de seis postos de combustível com 42 frentistas entrevistados, 81% desses sabem o que são os equipamentos de proteção individual e coletiva – sendo que os mais utilizados são as botas e o uniforme. É importante enfatizar, que mesmo tendo um número reduzido de entrevistadores, houve a predominância do sexo masculino nesta profissão com 60% dos entrevistados.

Quando perguntados, sobre que tipo de cuidados tomam para não acidentarem-se ou adoecer no trabalho, 41% dizem tomar leite como forma de evitar adoecimento por inalação do combustível, é importante ressaltar a não existência de estudos

científicos que comprovem a eficácia do leite para amenizar sintomas causados por inalação de combustíveis, 38% usam EPI, como meio de proteção de acidentes e doenças, 11% utilizam de outros métodos como, por exemplo, o uso da vitamina C e luvex, um creme protetor utilizado para a proteção contra produtos químicos, tais como, óleo diesel, querosene e gasolina. (MORAES e PORTELA, 2010)

A luvex, segundo o registro do ministério da saúde sob N° 2.1679.0049.001-0 o processo N° 25351.004013/01-17, diz que este creme não funciona como método de proteção. O frentista tem um grande contato com produtos químicos, levando os mesmos a dois riscos – físicos e químicos. Os riscos físicos se reservam a cortes, abrasões, entre outros. Os riscos químicos, foram abordados no presente trabalho.

Ainda segundo os estudos de Kelma Moraes e Carlos Portela, quanto menor o tempo de profissão nesta área, maior o número de trabalhadores que se queixam com algum desconforto. A realização dos exames periódicos desses profissionais se dá conforme a avaliação prévia feita pelo médico do trabalho e ao grau de risco que este trabalhador esta exposto segundo a NR4. Os casos mais decorrentes são relacionados à postura já que o frentista desenvolve sua função laboral em pé, o que acarreta um desgaste físico dos membros inferiores.

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 Corpos de prova

Os materiais de análise serão corpos de prova, que serão colocados na camisa de um frentista, constituídos de um tecido de algodão, uma vez que não encontramos legislação específica sobre o tecido que deve ser usado em uniformes de frentistas, decidimos por uma composição que não queima facilmente, considerando o meio de trabalho.

Estes corpos de prova terão dimensões de 100 cm<sup>2</sup> cada um, sempre sendo manuseados com luvas e/ou pinças devidamente esterilizadas, até o momento em que ele será preso ao uniforme do frentista na região peitoral. Todos os tecidos a serem analisados serão pesados antes de seguirem os encaminhamentos.

Além destes três corpos de prova, haverão outros três recortes de tecidos com as mesmas propriedades, que ficarão livres de contaminação dentro de sacos estéreis durante o período em que os outros estarão no local de estudo – estes serão os brancos.

Os corpos de prova serão levados até o posto de combustível dentro de sacos plásticos estéreis. Serão manuseados com muito cuidado na camisa do frentista utilizando alfinetes (esterilizados), instruindo o trabalhador para que evite encostar nele durante todo o período, para que não haja contaminação. O período de exposição do material de estudo vai ser de 6 ou 8 horas - dependendo da carga horária de trabalho do posto em questão.

Passado o período de possível contaminação, os corpos de prova serão inseridos em sacos plásticos estéreis mais uma vez, os quais serão colocados em caixas térmicas. Neste momento os brancos também serão colocados na caixa - porém em sacos distintos. A temperatura que se pretende atingir é por volta de 4 °C, que segundo o Manual Técnico para Coletas de Amostras é o ideal. Outras condições que serão consideradas podem ser verificadas na Tabela 4.

Tabela 4: Condições para o transporte das amostras.

Amostra Analisada	Frasco	Meio (Ácido/Básico)	Refrigeração	Validade
Carbono Orgânico	Polietileno,	pH < 2	4 °C	7 dias
Total	polipropileno e vidro			
Óleos e Graxas	Vidro	pH < 2	4 °C	24 horas

FONTE: Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água (adaptado).

## 6.2 Lavagem e análise dos corpos de prova

As amostras de tecido serão lavados de três maneiras diferentes, conforme a Tabela 5, a fim de gerar a água de lavagem que será então analisada quanto a presença de BTX e outros hidrocarbonetos.

Tabela 5: Lavagem das amostras de tecido.

Amostra 1	Lavagem com água
Amostra 2	Lavagem com água e detergente
Amostra 3	Utilização de solvente orgânico

FONTE: Tabela elaborada pelo grupo.

Em cada lavagem haverá um branco em que será utilizado o tecido que não foi levado a campo.

A lavagem em todas as situações será realizada em um béquer de 600 mL, com 120 mL do material de lavagem, e no caso em que será utilizado detergente será 0,5 mL de detergente neutro da marca Zavaski, que está disponível em nosso laboratório.

Há a pretensão de utilizar éter etílico como solvente orgânico, por possuir ponto de ebulição de 34,6 °C a 1 atm, menor do que os compostos BTX.

O béquer de 600 mL estará inserido em um béquer maior, no qual será adicionado água e gelo para chegar à uma temperatura de aproximadamente 4 °C, evitando assim a volatilização dos compostos, além de selar o béquer com papel filme. O tecido será agitado dentro do béquer de 600 mL usando um peixinho e agitador magnético, durante 120 minutos.

Em seguida, tem-se a intenção de direcionar as amostras para dois caminhos, uma onde será realizada uma análise via úmida e outra com o cromatógrafo.

Na análise via úmida será adicionado 10 mL de éter etílico em 100 mL de amostra para haver a extração de compostos apolares, a água será separada do éter etílico, o qual será transferido para um balão de destilação – que será pesado antes e depois da adição dos compostos – acoplado à uma coluna de fracionamento.

A amostra será aquecida e a temperatura será acompanhada até chegar a aproximadamente 68,74 °C, conseguindo assim destilar o éter etílico e recuperá-lo em uma outra vidraria. Os compostos que restarem no balão serão pesados. Todas as pesagens necessárias serão realizadas em uma balança analítica.

A análise quantitativa de BTX presente na água de lavagem será executada

utilizando o cromatógrafo gasoso dos Laboratórios de Combustível da Universidade Regional de Blumenau, FURB.

A cromatografia gasosa é uma excelente técnica quantitativa, com um bom poder de resolução e baixos limites de detecção, apresentando resultados que variam de picogramas a miligramas

A técnica de extração que pretende-se utilizar será a de *headspace* estático, onde os analitos presentes na amostra passam para a fase de vapor, até atingir o equilíbrio entre a fase gasosa (*headspace*) e a amostra. Com uma microsseringa adequada, coleta-se um volume definido de vapor presente no *headspace* e injeta-se no cromatógrafo para leitura (GROB e BARRY, 2004).



## REFERÊNCIAS

ABIQUIM. A Indústria Química Brasileira em 2009. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/pdf/indQuimica/AIndustriaQuimica-Estatistica.pdf>. Acesso em: 29/05/2014.

### **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Energia no Brasil e no mundo. 2 Consumo, parte I.**

ANP – Agência Nacional do Petróleo. Resolução no 57 de outubro de 2011. disponível em: <<http://www.anp.gov.br/>>. Acesso: 10/06/2014

CAICEDO, Nelson O. Luna; FINOTTI, Alexandra R.; RODRIGUEZ, Maria Teresa Raya. Contaminações Subterrâneas com Combustíveis Derivados de Petróleo: Toxicidade e a Legislação Brasileira. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. nº 2, 6, p 29-46, Jun, 2001.

**Cartilha do Posto Revendedor de Combustíveis.** Brasília: ANP, 5º edição.

CORSEIUL, H. X.; KAIPPER, B. I.; FERNANDES, M. **Cosolvency effect in subsurface systems contaminated with petroleum hydrocarbons and ethanol.** *Water Research*, v.38, p. 1449-1456, 2004.

CORSEUIL, H.X.; FERNANDES, M. **Co-solvency effect in aquifers contaminated with ethanol amended gasoline. In: NATURAL ATTENUATION OF CHLORINATED PETROLEUM HYDROCARBONS, AND OTHER ORGANIC COMPOUNDS**, 3, 1999, Battell. Conference proceedings from the fifth international In situ and On-site Biorremediation Symposium. San Diego: Battell Press. p. 135-140,1999

CORSEUIL, H.X.; KAIPPER, B.I.; FERNANDES, M. **Cosolvency effect in subsurface systems contaminated with petroleum hydrocarbons and ethanol.** *Water Research*, v. 38, p. 1449-1456, 2004.

COSTA, A.H.R; NUNES, C.C.; CORSEUIL, H.X. Biorremediação de águas subterrâneas impactadas por gasolina e etanol com uso de nitrato. *Eng. Sanit. Ambient.* v. 14, n. 2, 265-274, 2009.

ESSO BRASILEIRA DE PETRÓLEO. **Manual de Documentação de Postos de Serviço.** OIMS- Sistema de Gerenciamento de integridade Operacional/Programa de Integridade Operacional. 2004.

FISPQ. Petrobras – álcool etílico anidro, combustível. 2014.

FISPQ. Petrobras – Gás Natural Veicular. 2014

FISPQ. Sigma-Aldrich. 2011

FLGO. Adrian Fuente C. Exposición a solventes y disfunción auditiva central: Revisión de la evidencia científica. *Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello*.70: 273-282, 2010

GROB, R. L.; BARRY, E. F. **Modern practice of gas chromatography**. 4.ed. New Jersey, Wiley - Interscience publication, 2004.

GUIGUER, N. Poluição das águas subterrâneas e do solo causada por vazamentos em postos de abastecimento, 2000.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans: Polynuclear Aromatic Compounds**, 32, IARC, Lyon, 1983

LIMA, Tânia Mara Azevedo de. **Carcinogênicos e exposição a agentes químicos, físicos e biológicos**. Disponível em:

<[http://www.caunesp.unesp.br/eventos/Palestra\\_Carcinogenicos\\_jun\\_2011/APOSTILA.pdf](http://www.caunesp.unesp.br/eventos/Palestra_Carcinogenicos_jun_2011/APOSTILA.pdf)>. Acesso em: 29/05/2014

**Manual Técnico: Diesel S10**. Disponível em:

<<http://www.sindipetro.com.br/arquivos/cartilhas/c0c98afc10ef12d086fedc8e07400707.pdf>>. Acesso em: 10/06/2014

**Manual Técnico para Coleta de Amostras de Água**. Florianópolis, 2009.

Ministério da Agricultura. Portaria altera para maio a adição de etanol à gasolina. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/noticias/2013/03/portaria-altera-para-maio-a-adicao-de-etanol-a-gasolina>>. Acesso: 11/06/2014.

MORITA, Tokio; ASSUMPÇÃO, Rosely Maria Viegas. **Manual de soluções, reagentes e solventes**: padronização, preparação, purificação, indicadores de segurança, descarte de produtos químicos. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

NETTO, BALDESSAR E LUCA, Estudo qualitativo de segurança em postos revendedores de combustíveis, setor de ciências agrárias e de tecnologia de artemento de engenharia civil, universidade estadual de ponta grossa, Curitiba, 2005. Disponível em: <[http://www.uepg.br/denge/eng\\_seg\\_2004/TCC/TCC%203.pdf](http://www.uepg.br/denge/eng_seg_2004/TCC/TCC%203.pdf)>. Acesso em: 20/06/2014.

PATNAIK, Pradyot. **Guia geral**: propriedades nocivas das substâncias químicas. 2. ed. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2011. pg 466 à 472.

PETROBRAS, **Gás Natural Veicular**. Disponível em:

<[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ6B8JJK8v7-nK1DewNXVw9gcqNyYgG4\\_j\\_zcVP1I\\_ShznKrcTPQjc1LTE5Mr9QtyI8rzHRUVAYJXfMY!/dl3/d3/L0lJSklna2shL0lCakFBRXIBQkVSQ0lBISEvWUZOQzFOS18yN3chLzdfOU8xT05LRzEwR1NJQzAyNUhEUIJBQjEwRjQ!/?PC\\_7\\_9O1ONKG10GSIC025HRRAB10F4000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal+de+Conteudo/Produtos/Automotivos/Oleo+Diesel/](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ6B8JJK8v7-nK1DewNXVw9gcqNyYgG4_j_zcVP1I_ShznKrcTPQjc1LTE5Mr9QtyI8rzHRUVAYJXfMY!/dl3/d3/L0lJSklna2shL0lCakFBRXIBQkVSQ0lBISEvWUZOQzFOS18yN3chLzdfOU8xT05LRzEwR1NJQzAyNUhEUIJBQjEwRjQ!/?PC_7_9O1ONKG10GSIC025HRRAB10F4000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal+de+Conteudo/Produtos/Automotivos/Oleo+Diesel/)>. Acesso em: 19/06/2014.

PETROBRAS, **Óleo Diesel**. Disponível em

<[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paralocomotivas/oleodiesel/!ut/p/c5/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwN\\_gwA3AyNzby8f42BfAwMTc6B8JJK8e7Cns4GRqYdLUJCjk6GBkzFJuv39PV2Bug1cXT2MzYGGEdLt55Gfm6ofqR9lj1B14e5mYWDk52vpbmroagBUph-Zk5qemFypX5AbGIGe76gIAIPD4OA!/dl3/d3/L0lJSklna2shL0lCakFBRXIBQkVSQ0lBISEvWUZOQzFOS18yN3chLzdfOU8xT05LRzEwOEdGODAyTk05RzUxRTAwMDQ!/?PC\\_7\\_9O1ONKG108GF802NM9G51E0004000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal+de+Conteudo/Produtos/Automotivos/Oleo+Diesel/](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paralocomotivas/oleodiesel/!ut/p/c5/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwN_gwA3AyNzby8f42BfAwMTc6B8JJK8e7Cns4GRqYdLUJCjk6GBkzFJuv39PV2Bug1cXT2MzYGGEdLt55Gfm6ofqR9lj1B14e5mYWDk52vpbmroagBUph-Zk5qemFypX5AbGIGe76gIAIPD4OA!/dl3/d3/L0lJSklna2shL0lCakFBRXIBQkVSQ0lBISEvWUZOQzFOS18yN3chLzdfOU8xT05LRzEwOEdGODAyTk05RzUxRTAwMDQ!/?PC_7_9O1ONKG108GF802NM9G51E0004000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/Portal+de+Conteudo/Produtos/Automotivos/Oleo+Diesel/)>. Acesso em: 30/05/2014.

PETROBRAS. **Composição da Gasolina Básica**. Disponível em:

<[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina/!ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ\\_2CbEdFAGTIInk!/?PC\\_7\\_9O1ONKG10GSIC025HRRAB10F4000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/composicao+da+gasolina](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ_2CbEdFAGTIInk!/?PC_7_9O1ONKG10GSIC025HRRAB10F4000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/composicao+da+gasolina)>. Acesso em: 19/06/2014.

PORTARIA Nº 518, de 25 de março de 2004, D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 26 de março de 2004.

PORTELA, Carlos Henrique; MORAES, Kelma de Mendonça. Proteção e qualidade de vida para trabalhadores frentistas de postos de combustíveis no município de Santarém, PA. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd160/trabalhadores-frentistas-de-postos-de-combustiveis.htm>>. Acesso: 09/06/2013

PRADO – DR. ROSINHA. **Projeto de Lei, 2007. As empresas que utilizam produtos nocivos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente são responsáveis pela lavagem dos uniformes de seus empregados.**

QUEIROZ, B. C. **Desenvolvimento de uma unidade laboratorial para quantificação de BTX como poluentes atmosféricos, usando microextração em fase sólida**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – UFRN, Natal.

RIBEIRO, Eloisa Aparecida. **Efeitos de concentrações subletais dos hidrocarbonetos poliaromáticos específicos btx (benzeno, tolueno e xileno) no peixe sphaeroides testudineus (linnaeus, 1758) através de biomarcadores bioquímicos e histológicos**. 2007. 53 p. Dissertação (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) – UFPR, Curitiba.

UNICA. **Produção e uso do etanol combustível no Brasil**. Disponível em:

<[http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/etanol/producao\\_etanol\\_unica.pdf](http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/publicacoes/etanol/producao_etanol_unica.pdf)>. Acesso em: 19/05/2014.