

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE AGUDA DE EFLUENTES DE
POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS**

Rafael Franz Miguel

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE AGUDA DE EFLUENTES DE
POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS**

Rafael Franz Miguel

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientadora
Prof.^ª Dr. Catia Regina Silva de Carvalho Pinto**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE AGUDA DE EFLUENTES
DE POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS

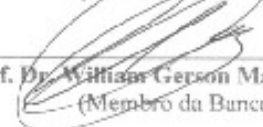
RAFAEL FRANZ MIGUEL

Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos para
Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental –
TCC II

BANCA EXAMINADORA:


Prof(a). Dr. Cátia de Carvalho Pinto
(Orientadora)


Eng. Luiz Carlos de Melo Filho
(Membro da Banca)


Prof. Dr. William Gerson Matias
(Membro da Banca)

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial, aos meus pais, por sempre terem apoiado e incentivado os meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos, professores e inúmeras pessoas que participaram da minha formação e da minha vida, direta ou indiretamente, o que torna impossível relacionar todas sem cometer omissões.

À Catia de Carvalho Pinto, minha orientadora, pelas sugestões e críticas pertinentes que vieram a enriquecer o trabalho.

À minha irmã, Lou, pelo companheirismo e amizade.

À Manoela, pelo amor, paciência, cumplicidade e confiança.

Aos meus pais, Ana Rúbia e José Marcolino, que além da vida, do amor e do exemplo, me deram a oportunidade de iniciar este curso e força para concluí-lo.

RESUMO

Dentre os diferentes tipos de poluentes tipicamente atribuídos às atividades humanas, os produtos derivados de petróleo são um dos mais relevantes em razão de seu potencial tóxico. As atividades de abastecimento de veículos, transferência do combustível dos caminhões para os tanques subterrâneos, lavagem de veículos e troca de óleo podem constituir fontes de contaminantes. Visando a diminuição destes riscos, determina-se a instalação de sistemas separadores de água e óleo (SAO), como forma de tratamento dos efluentes provenientes das áreas de bombas e áreas sujeitas a vazamento de derivados de petróleo ou de resíduos oleosos, além da coleta e rerrefino do óleo lubrificante usado. As substâncias presentes nos efluentes não poderão causar ou possuir potencial causador de efeitos tóxicos, alterações no comportamento e fisiologia dos organismos aquáticos no corpo receptor, que salienta a importância da análise da toxicidade. Deste modo, este trabalho teve como principal objetivo avaliar a toxicidade aguda, utilizando *daphnia magna*, dos efluentes líquidos tratados por dois tipos de sistema SAO, gerados em postos revendedores de combustível localizados em Florianópolis.

PALAVRAS-CHAVE: postos revendedores de combustíveis, toxicidade aguda, sistema separador de água e óleo, *Daphnia magna*.

ABSTRACT

Among the different types of pollutants typically attributed to human activities, products derived from petroleum are one of the most important due to its potential toxic. Activities like pumping fuel, fuel's transfer from trucks to the underground tanks, washing vehicles and exchange of oil can be sources of contaminants. Aiming at reducing these risks sets up the installation of oil-water separators systems, as a treatment of effluents from the pump areas and areas subject to leakage of oil or oily waste, in addition to the collection and recycling of oil and lubricant used. The substances present in the effluent can not cause or have potential to cause toxic effects, changes in behavior and physiology of aquatic organisms in the spot that the effluent is going to, which emphasize the importance of examining the toxicity. Therefore, this paper main goal was to evaluate the acute toxicity, using *daphnia magna*, of the effluent treated by two kinds of oil-water separator system, from gas stations located in the Florianopolis area.

KEYWORDS: gas stations, acute toxicity, oil-water separator system, *Daphnia magna*.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo Geral	9
2.2. Objetivos Específicos	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1. Postos Revendedores de Combustíveis.....	10
3.2. Sistemas Separadores de Água e Óleo (SAO)	11
3.3. Legislação Referente ao Tratamento de Efluentes dos Postos Revendedores de Combustível.....	12
3.4. Ecotoxicologia e Toxicologia Ambiental	14
3.4.1 Exposição, Efeitos Tóxicos e Índices de Toxicidade	15
3.5. Testes de Toxicidade Aguda	15
3.6. Características Gerais do Microcrustáceo <i>Daphnia magna</i>	16
3.7. Legislação Sobre Toxicidade	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Locais de estudo	20
4.2. Ensaio de Toxicidade Aguda	21
4.2.1. Cultivo de <i>Daphnia magna</i>	21
4.2.2. Procedimentos	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

Os postos revendedores de combustíveis são atividades que apresentam um alto potencial de poluição e são assim considerados pela legislação ambiental brasileira. Conforme a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 273/2000, toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais.

Pequenas quantidades de combustíveis são desperdiçadas diariamente durante o abastecimento de veículos, nos boxes de troca de óleo e nas transferências de combustíveis dos caminhões para os tanques subterrâneos. As pistas de abastecimento e áreas de lavagem são locais onde há intensa utilização de água para fins de limpeza de veículos e peças automotivas (MARTINS, 2007). Por conseguinte, o volume de efluentes gerados nesses estabelecimentos é alto e possui características diferentes dos esgotos domésticos. Esses efluentes, se não tratados, podem contaminar o ar, o solo e o corpo receptor, contêm elevadas concentrações de materiais sedimentáveis, como areia, e hidrocarbonetos derivados de petróleo. Fernandes (2001) acrescenta que o vazamento de apenas uma colher de chá de combustível (10 ml) por dia, durante um ano, pode comprometer a potabilidade de três milhões de litros de água.

Deve haver um detalhamento do tipo de tratamento e controle de efluentes provenientes das áreas de bombas e áreas sujeitas ao vazamento de derivados de petróleo ou de resíduos oleosos (CONAMA, 2000). Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução CONAMA 357/2005.

As substâncias presentes nos efluentes não poderão causar ou possuir potencial causador de efeitos tóxicos, alterações no comportamento e fisiologia dos organismos aquáticos no corpo receptor, que salienta a importância da análise da toxicidade (FATMA, 2002). Em função do exposto acima, este trabalho aborda além dos parâmetros físico-químicos usualmente exigidos pelos órgãos ambientais, é avaliada a toxicidade aguda dos efluentes líquidos tratados por dois tipos de sistema separador de água e óleo (sistema SAO), gerados em quatro postos revendedores de combustível localizados num raio máximo de 5 km do campus da UFSC, na cidade de Florianópolis.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

- Comparar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos gerados em postos revendedores de combustíveis através da avaliação da toxicidade aguda em *Daphnia magna*.

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar a eficiência do tratamento dos sistemas separadores de água e óleo através dos parâmetros físico-químicos;
- Avaliar a situação atual de quatro postos revendedores de combustíveis em Florianópolis;
- Propor modificações operacionais nos sistemas separadores utilizados tanto como na operação dos postos revendedores de combustíveis nos casos que o efluente apresentar toxicidade aguda acima do permitido;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Postos Revendedores de Combustíveis

Um posto revendedor é uma instalação onde se exerça a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para armazenamento destes combustíveis e equipamentos medidores (CONAMA, 2000).

O envolvimento de postos revendedores de combustíveis com acidentes ambientais refere-se, geralmente, a vazamentos dos tanques de armazenagem subterrâneos, sendo este tipo de ocorrência considerada como uma das fontes mais comuns da contaminação de solo e lençóis freáticos (WATTS *et al.*, 2000).

Na década passada, casos de poluição de lençóis freáticos por hidrocarbonetos derivados de petróleo foram extensivamente registrados nos EUA, Europa e Austrália (PROMMER *et al.*, 1999). No Brasil, atualmente, existem cerca de 35.000 postos de combustíveis e o interesse em relação ao impacto nos lençóis freáticos está aumentando já que a maioria dos tanques apresenta mais de 25 anos e são susceptíveis a vazamentos (CORSEUIL *et al.*, 1998; Anuário Estatístico Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2006).

No entanto, existe outra forma de contaminação proveniente de postos revendedores de combustíveis que é muitas vezes ignorada. Pequenas quantidades de combustíveis são desperdiçadas diariamente durante o abastecimento de veículos, nos boxes de troca de óleo e na transferência de combustíveis dos caminhões para os tanques subterrâneos. Carregados pela chuva ou pela lavagem de automóveis, caso o posto possua este serviço, o material derramado pode contaminar o solo, a água e atingir rios, lençóis freáticos e galerias de águas pluviais, prejudicando toda população (MARTINS, 2007). O vazamento de apenas uma colher de chá (10ml) por dia, durante um ano, pode comprometer a potabilidade de três milhões de litros de água (FERNANDES, 2001).

Outro problema recorrente se refere exatamente ao descarte inadequado do óleo lubrificante gerado nas trocas realizadas nos postos revendedores. Os óleos lubrificantes usados podem ser nocivos ao meio ambiente caso não sejam alienados de forma adequada (MARTINS, 2007). A Resolução CONAMA nº 9/93 proibiu quaisquer descartes de óleo usado, em solos, águas superficiais, subterrâneas, no mar territorial e em sistemas de esgoto ou evacuação de águas residuais, além de qualquer forma de eliminação que provoque contaminação atmosférica superior ao nível estabelecido na legislação sobre proteção do ar.

No entanto, aspectos geográficos e econômicos ainda favorecem o desvio do óleo usado em detrimento do reaproveitamento. Relacionam-se como aspectos geográficos as fontes geradoras afastadas da indústria de refinamento e estradas de difícil acesso, enquanto entende-se como aspecto econômico a elevação do preço do óleo combustível, substituível pelo óleo lubrificante usado, apesar da queima só ser permitida mediante autorização do órgão ambiental (MARTINS, 2007).

3.2. Sistemas Separadores de Água e Óleo (SAO)

A forma de tratamento mais utilizada para o tratamento de efluentes líquidos gerados por estes estabelecimentos são os Sistemas Separadores de Água e Óleo, também conhecidos como sistema SAO. Estes sistemas geralmente são compostos por caixas de alvenaria, de tijolos ou concreto revestidos de argamassa impermeável, ou por caixas pré-fabricadas, de Fibra de Vidro (Resina Éster-Vinílica) ou PEAD. Ambos devem ser instalados abaixo do nível do solo, para receber, por gravidade a água que será processada.

O sistema SAO, composto por caixa pré-fabricada tem uma passagem prévia por uma caixa desarenadora, podendo existir um gradeamento ou um defletor para retirada de sólidos grosseiros mais leves que a água, como por exemplo, estopas ou bitucas de cigarro. Desta forma, apenas as águas oleosas serão tratadas, o que evitará constante manutenção no sistema. O líquido passa, então dentro da caixa separadora, por blocos de placas onduladas que são instalados inclinados. Ao passar pelo bloco, o óleo é interceptado e as partículas separadas juntam-se nas cristas da ondulação das placas de polipropileno e em seguida, pela inclinação dessas placas, fluem para cima e para a superfície do líquido, onde sua remoção é feita por intermédio de um vertedor. A água tratada deixa o bloco de placas pelo extremo oposto, sobe, e é descarregada por tubulação própria. Os resíduos oleosos sobrenadantes devem ser coletados periodicamente. O equipamento deve ficar nivelado e preferencialmente sobre uma camada de areia de aproximadamente 2 cm, a fim de corrigir imperfeições do piso ou ainda impedir perfurações de pedrinhas (ALFAMEC, 2007).

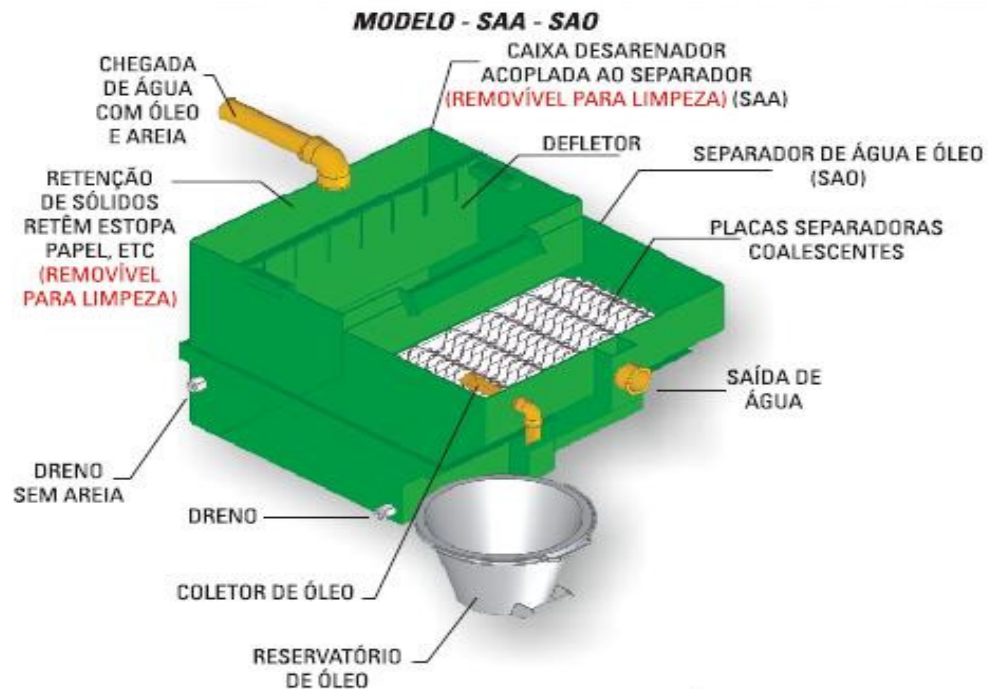


Figura 1: Sistema Separador de Óleos e Graxas de caixa pré-fabricada

O sistema SAO de alvenaria, também conhecido como sistema convencional, consiste em uma caixa de alvenaria de tijolos e/ou concreto, revestida de argamassa impermeável, contendo geralmente quatro divisões para separação da areia e dos óleos e graxas do efluente. A separação dos mesmos dar-se-á após a passagem do efluente pelo sistema separador, onde na primeira caixa ocorrerá a sedimentação da areia, seguida da flotação dos óleos e graxas. As caixas seguintes serão utilizadas como proteção, tendo como base o mesmo princípio, sendo que a última para inspeção final. Os resíduos de combustíveis deverão ser retirados manualmente e colocados no depósito de óleo queimado que deverá ser recolhido por empresa devidamente cadastrada na ANP – Agência Nacional de Petróleo. A manutenção das caixas deverá ser feita periodicamente, com a retirada dos resíduos de combustíveis e areia das caixas separadoras.



Figura 2: Sistema Convencional Separador de Água e Óleo.

3.3. Legislação Referente ao Tratamento de Efluentes dos Postos Revendedores de Combustível

A Constituição Brasileira de 1988, no seu artigo 225º, determina que todos tenham direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988). Deste modo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei no 6.938/81, considerando estes empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais, publicou a Resolução CONAMA 273/2000. Com objetivo de mitigar o impacto ambiental causado por efluentes líquidos gerados por postos revendedores de combustíveis, baseado nesta resolução federal, o órgão ambiental competente exigirá, no mínimo, a apresentação dos seguintes documentos para o licenciamento ambiental destes estabelecimentos:

- Croqui de localização do empreendimento, indicando a situação do terreno em relação ao corpo receptor e cursos de água e identificando o

ponto de lançamento do efluente das águas domésticas e residuárias após tratamento.

- Detalhamento do tipo de tratamento e controle de efluentes provenientes dos tanques, áreas de bombas e áreas sujeitas a vazamento de derivados de petróleo ou de resíduos oleosos.
- Previsão, no projeto, de dispositivos para o atendimento à Resolução CONAMA nº9, de 1993, que regulamenta a obrigatoriedade de recolhimento e disposição adequada de óleo lubrificante usado.
- Plano de manutenção de equipamentos e sistemas e procedimentos operacionais.

No estado de Santa Catarina o órgão ambiental competente é a Fundação do Meio Ambiente - FATMA, que por intermédio da Instrução Normativa para Postos de Abastecimentos de Combustíveis, IN-01, estabelece os seguintes procedimentos e documentos necessários para obtenção das licenças ambientais (FATMA, 2004):

- Programa de operação e manutenção dos sistemas de tratamento de efluentes líquidos.
- Projeto do sistema de controle ambiental e emergencial contendo memorial descritivo, dimensionamento, plantas e cortes.
- Planta de localização do empreendimento contendo todas as unidades, inclusive o sistema de controle ambiental com os respectivos pontos de lançamento do efluente tratado.
- Anotações de Responsabilidade Técnica - ART, do(s) responsável(s) pela elaboração do projeto de controle ambiental e da operação dos sistemas de controle ambiental, segundo NBRs (Normas Brasileira) pertinentes.
- Demonstração anual da eficiência do sistema de controle ambiental, através de coleta de amostras e apresentação dos respectivos laudos de análises laboratoriais referente aos parâmetros BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos), para o nível freático, e pH, óleos e graxas, detergentes e sólidos sedimentáveis, para os efluentes de saída do sistema separador água/óleo (SAO), constantes do programa de monitoramento aprovado na Licença Ambiental de Instalação.
- Caso seja detectada contaminação do nível freático e do solo por hidrocarbonetos, mesmo que anterior à instalação dos poços de monitoramento, todo o ambiente comprometido deverá ser remediado.

No estado de São Paulo, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental solicita memorial descritivo contendo as especificações das áreas de abastecimento, descarga, lavagem de veículos e troca de óleo. Informando o material do piso, declividade, especificação e dimensionamento do sistema de drenagem, caracterização do sistema de tratamento dos efluentes, justificando seu dimensionamento e indicando o destino dos efluentes tratados. A emissão das licenças estará condicionada ao cumprimento de algumas exigências técnicas, tais como (CETESB, 2002):

- As áreas de abastecimento deverão ser dotadas de cobertura.
- Os pisos do estabelecimento deverão ser construídos com as seguintes especificações:

- Pista de abastecimento – piso em concreto armado com caimento para sistema de drenagem que deverá estar localizado internamente à projeção da cobertura e direcionado para o SAO - Sistema Separador de Água e Óleo -, não podendo receber as águas pluviais advindas das coberturas ou dos demais pisos, excetuando o piso da área de descarga de combustíveis;
 - Área de descarga - piso em concreto armado com caimento para sistema de drenagem e direcionado para SAO próprio ou da pista de abastecimento (no caso específico das descargas diretas para tanques aéreos, o sistema de drenagem deve dirigir-se para uma caixa de segurança ligada a SAO);
 - Área de lavagem – o piso deverá drenar as águas servidas para sistemas de tratamento, não possibilitando seu acúmulo e/ou infiltração.
- Os efluentes líquidos do estabelecimento deverão ser tratados de modo a atender a legislação vigente para efeito de lançamento em corpos de água e rede coletora.
 - A pista de abastecimento deverá estar provida de SAO próprio, dotado de placas coalescentes, que poderá receber os efluentes da área de descarga de combustíveis.
 - As áreas de lavagem de veículos deverão estar providas de caixa de areia e SAO.
 - O óleo queimado deverá ser armazenado em tanques subterrâneos de parede dupla dotados de sensores de monitoramento intersticial, ou em tanques aéreos situados em bacia de contenção, ou em tambores localizados em área dotada de bacia de contenção e coberta. Além disso, o óleo queimado deverá ser enviado para empresa de rerrefino devidamente licenciada pelo órgão ambiental e pela ANP.

3.4. Ecotoxicologia e Toxicologia Ambiental

Com vistas ao aprimoramento das informações referentes à qualidade das águas a realização de ensaios toxicológicos com organismos aquáticos expressam os efeitos adversos resultantes da interação das substâncias presentes na amostra analisada. Os efeitos agudos caracterizam-se por ser mais drásticos, causados por elevadas concentrações de agentes químicos, e em geral manifestam-se em um curto período de exposição dos organismos.

A Toxicologia Ambiental e a Ecotoxicologia são apenas termos empregados para descrever o estudo científico dos efeitos adversos causados aos organismos vivos referentes ao despejo de substâncias nocivas no meio ambiente. A expressão Toxicologia Ambiental geralmente é empregada aos estudos que abordam os efeitos diretos das substâncias químicas sobre os seres vivos, ou seja, de forma individual. O termo Ecotoxicologia trataria somente dos estudos referentes aos efeitos desses compostos sobre populações e suas interações nos ecossistemas (CHASIN & PEDROSO, 2003).

Diante do fato de que muitos resíduos e descartes inadequados podem induzir efeitos tóxicos nos organismos expostos, é evidente a importância das ferramentas toxicológicas para avaliação e conseqüente destinação segura e adequada dos mesmos.

3.4.1 Exposição, Efeitos Tóxicos e Índices de Toxicidade

As substâncias nocivas influenciam os seres vivos de modo muito diferente, provocando assim as mais variadas reações. Para qualificar e quantificar os efeitos, localizar o lugar da intervenção ou identificar os caminhos da ação de substâncias dentro de um organismo necessita-se, conforme o objetivo da investigação, escolher o procedimento e a configuração adequada de um sistema de teste (KNIE e LOPES, 2004).

Em geral, o princípio do método de avaliação de toxicidade ambiental consiste na exposição de organismos-teste a várias diluições da amostra a ser testada, por um período determinado de tempo (NBR 12.713, ABNT, 2003). Neste contexto, levando em consideração o tempo de exposição, os testes de toxicidade aquática podem ser classificados, segundo Knie e Lopes (2004) em testes de toxicidade aguda, testes crônicos e testes de curta duração ou subletais.

O tempo de exposição geralmente compreende 24-48h. Os efeitos avaliados são, mortalidade, no caso de peixes; imobilidade, no caso de invertebrados; e crescimento, no caso de algas. O resultado é expresso em Concentração Efetiva Mediana - CE50, ou seja, a concentração na qual 50% da população sobrevive à amostra a qual foi exposta no período de tempo determinado.

A exposição do organismo ao tóxico e conseqüente absorção pode ocorrer de várias maneiras, que por ordem decrescente de rapidez ou eficiência são as seguintes: via endovenosa, respiratória, intraperitonal, subcutânea, intramuscular, intradérmica, oral e tópica. Quer a exposição seja aguda ou crônica, uma das características da relação exposição-efeito tóxico, é a existência de proporcionalidade entre a dose e a resposta. A mensuração desta resposta, por métodos variados, permite avaliar o grau de toxicidade de uma substância.

3.5. Testes de Toxicidade Aguda

Segundo Matias (2001 – citado por Flohr (2007)), toxicidade aguda é a manifestação de um efeito em um organismo aquático, em curto espaço de tempo após a administração de uma única dose de uma substância. Em geral, é o primeiro estudo realizado sobre uma substância quando não temos nenhuma noção ou somente noções teóricas, muito restritas, sobre a substância a ser estudada.

O ensaio de toxicidade aguda permite:

- Estabelecer uma relação entre a dose administrada e a intensidade de efeitos adversos observados;
- Calcular uma dose ou uma concentração letal (DL50 ou CL50) que é a expressão matemática da dose ou a concentração da substância que provoca a morte a 50% da população exposta;
- Estabelecer uma comparação da toxicidade de uma substância com outras no qual a toxicidade é conhecida;
- Orientar os ensaios seguintes.

Os resultados deverão conter, por cada grupo de dose ou concentração:

- o número de animais ao início do ensaio;
- o momento da morte ou imobilidade;

Estes resultados fornecem somente uma estimativa da toxicidade aguda global da substância e não pré-julgam de forma nenhuma os resultados de toxicidade sub-aguda e crônica. A DL50 ou CL50 é determinada com seu intervalo de confiança, e precisando o método de cálculo utilizado. O valor da CL50 é utilizado para classificação de substâncias tóxicas.

Conforme Lu (1996), em certos casos, especialmente aqueles com baixa toxicidade aguda, não é necessário determinar precisamente a CL50. Simples dados de letalidade podem ser representativos. Além disso, até mesmo a informação que uma dose suficientemente grande causa pouca ou nenhuma morte pode bastar para a determinação do resultado.

Na toxicologia a espécie de escolha não é necessariamente aquela que apresenta mais semelhanças com o homem, mas será aquela que permitira melhor evidenciar o tipo de efeito toxicológico pesquisado, ou seja, melhor sensibilidade (MATIAS, 2003). Os microcrustáceos do gênero *Daphnia*, que apresentam um ciclo de vida de cerca de trinta dias, são os mais indicados para bioensaios rápidos, pois estes organismos são muito sensíveis a uma grande diversidade de poluentes. O tempo de exposição de 24 horas tem sido adotado em métodos padronizados, podendo se estender, no máximo, até 48 horas. Em geral, se o efluente apresenta toxicidade aguda, essa informação já pode ser suficiente para dar início às ações de controle (BASSOI, 1990).

3.6. Características Gerais do Microcrustáceo *Daphnia magna*

A *Daphnia magna* STRAUS, 1820 (Cladocera, Crustácea), vulgarmente conhecida como pulga d'água, é um microcrustáceo planctônico de água doce, sendo encontrada em grande escala em lagoas, lagos e represas das regiões temperadas (hemisfério norte). Possui um tamanho médio, na fase adulta, de 5 a 6 mm (KNIE & LOPES, 2004). As daphnias sobrevivem em águas com dureza superior a 150 mg/L (CaCO₃), e com oxigênio dissolvido menor que 4 mg/L (EPA, 2002). Essa espécie suporta águas com pH entre 6,5 e 9,5, sendo pH ótimo entre 7,2 e 8,5.

Este organismo possui o corpo dividido em segmentos (cabeça, tórax e abdômen) envolvido por uma carapaça bivalve transparente e terminando em um espinho apical (FINKLER, 2002). Em seu abdômen posterior, dispõe de pinças especiais destinadas a limpeza da carapaça. Possui dois pares de antenas na cabeça, onde a antena secundária grande, que sai de cada lado da cabeça, possui ramificações auxiliando na locomoção e a antena primária é menor funcionando como órgão sensorial.

Por se tratar de um consumidor primário, alimenta-se de algas unicelulares que filtra do meio ambiente (KNIE & LOPES, 2004). Como a alimentação das daphnias é composta basicamente de algas e bactérias, elas adaptam-se bem à *blooms* de algas, por se tratar de um ambiente com uma grande concentração de proteínas e carboidratos.

Em condições ambientais favoráveis, as *Daphnia magna* se reproduzem por partenogênese, gerando assim, populações quase inteiramente de fêmeas. Quando existe alguma alteração no ambiente como baixas temperaturas, alta densidade de indivíduos, escassez de alimento ou ainda interferências antrópicas, esses fatores podem estimular a produção de machos induzindo o aparecimento de ovos sexuais, chamados efípios. O surgimento de efípios se deve quando a espécie precisa se adaptar às condições extremas (FLOHR, 2007, p.17).

De acordo com Barnes (1977 *apud* FLOHR 2007, p.17), os efípios podem resistir à seca e ao congelamento e dispersar-se a certas distâncias por influência do vento ou de outros animais. Assim que as condições naturais forem apropriadas, estes ovos eclodem em poucos dias.

Pertencente à classe Branchiopoda, referente à pequenos crustáceos, a *Daphnia magna* (Figura 3) compõe o filo Artrópoda, sub-filo Crustácea e, ordem Anomopoda, sub-ordem Cladocera, família Daphniidae, gênero *Daphnia* e espécie *Daphnia magna* straus (norte), onde este ser vivo vem sendo utilizado há décadas como organismo-teste em laboratórios ecotoxicológicos, principalmente por:

- se tratar de uma espécie sensível à uma grande variedade de agentes nocivos;
- ser de fácil cultivo e manuseio simples;
- seus descendentes são geneticamente idênticos, assegurando uniformidade de respostas nos ensaios;
- seu ciclo de vida e reprodução é curto, facilitando sua utilização em testes crônicos (KNIE & LOPES, 2004).

A *Daphnia magna* é amplamente utilizada em testes de toxicidade aguda e crônica, bem como em pesquisa básica ecotoxicológica (FINKLER, 2002; MACHADO, 2005).



Figura 3: Foto do microcrustáceo *Daphnia magna*

3.7. Legislação Sobre Toxicidade

No Brasil existem poucas leis referentes à toxicidade. Pode-se citar a Resolução CONAMA 357/05 e a Lei Federal de Recursos Hídricos 9.433/97 como as mais importantes referências legais para controle de toxicidade no País.

A Lei Federal de Recursos Hídricos 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, descreve em seu Art. 21: “Na fixação dos valores a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos devem ser observados, nos lançamentos de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, o volume lançado e seu regime de variação e as características físico-químicas, biológicas e de toxicidade do afluente” (BRASIL, 1997).

A Resolução CONAMA 357/05 dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes (CONAMA, 2005).

Nesta Resolução os seguintes artigos descrevem sobre toxicidade:

- Art. 7º, parágrafo único: “Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida”.

- Art. 8º, em seu § 1º “Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade”. No § 3º “A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas”. E no § 4º “As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos”.

- Art. 34º em seus parágrafos 1º e 2º dispõe:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

No Estado de Santa Catarina a Portaria 017/02 estabelece os limites máximos de toxicidade aguda para efluentes de diferentes origens (FATMA, 2002). O Art. 1º descreve que “As substâncias presentes nos efluentes não poderão causar ou possuir potencial causador de efeitos tóxicos, alterações no comportamento e fisiologia dos organismos aquáticos no corpo receptor”, que salienta a importância da análise da toxicidade.

O Art. 2º diz que “A toxicidade aguda do efluente será determinada em laboratório, mediante a elaboração de testes ecotoxicológicos padronizados, cujos resultados deverão ser expressos em Fator de Diluição (FD)”, sendo que, de acordo

com o § 2º, o Fator de Diluição (FD) representa a primeira de uma série de diluições de uma amostra na qual não mais se observa efeitos tóxicos agudos aos organismos-teste.

O § 5º do Art. 2º estabelece que “Somente será permitido o lançamento do efluente, no corpo receptor, proveniente das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental inseridas na Portaria Interna 01/92 e 01/00 - FATMA, cuja porcentagem (PER) seja menor ou igual à toxicidade causada pelo mesmo, expressa em percentual do Fator de Diluição (FD%) dividido por dois”.

O Limite Máximo de Toxicidade Aguda segundo a Portaria nº 017/02 da FATMA, para efluentes de postos de combustíveis é: Fator de Diluição para *Daphnia magna* (FDd): 8 (12,5%).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Locais de estudo

Para realização deste estudo foram realizadas visitas técnicas a quatro postos revendedores de combustíveis no município de Florianópolis – SC, localizados em um raio de até 5 km do campus universitário da UFSC. Nessas visitas, além de coletar amostras para realizar os ensaios de toxicidade aguda, verificamos, pelo menos, os seguintes itens:

- A existência de piso impermeável, com calhas direcionadas para o sistema SAO, nas áreas sujeita ao vazamento de resíduos oleosos e combustíveis;
- O tipo de tratamento utilizado para os efluentes líquidos gerados;
- A origem da água utilizada e o destino final dos efluentes tratados;
- O responsável e a frequência de limpeza do sistema SAO;
- O local de armazenamento e o destino dos resíduos oleosos coletados;
- Destino da areia depositada no sistema SAO;
- Os serviços disponíveis nas dependências dos postos;
- A existência e validade da Licença Ambiental.

Também foram coletadas amostras para ser feita análise de parâmetros físico-químicos, que são frequentemente solicitados pelo órgão ambiental. Estas análises foram feitas no QMC Saneamento – Laboratório de Análises, utilizando metodologias do *Standard Methods* 20ª edição, sob responsabilidade técnica do químico Djan Porrua de Freitas (CRQ 13400691). A tabela 1 mostra os locais que foram visitados para a realização deste estudo.

Tabela 1: Postos de combustíveis visitados para realização deste estudo:

POSTO	DISTRIBUIDOR	LOCALIZAÇÃO	DISTÂNCIA DA UFSC
Posto Avenida	PETROBRAS	Trindade	3,0 km
Posto Ilha Bela Matriz	IPIRANGA	Itacorubi	3,5 km
Posto Parque São Jorge	IPIRANGA	Parque São Jorge	4,0 km
Posto Sulcar Pantanal	TEXACO	Pantanal	0,8 km



Figura 4: Localização dos postos revendedores de combustíveis visitados.

4.2. Ensaio de Toxicidade Aguda

O microcrustáceo *Daphnia magna* foi selecionado como organismo-teste para esta pesquisa por ter reprodução frequente, por ser amplamente conhecido, facilmente cultivado e mantido em laboratório, o que garante o suprimento para testes constantes. Além disso, necessita-se de pequena infra-estrutura, os custos para manutenção são relativamente baixos se comparados a outros tipos de organismos e as respostas aos agentes ambientais são rápidas, devido ao seu ciclo de vida.

4.2.1. Cultivo de *Daphnia magna*

Para a realização dos ensaios de toxicidade aguda foram utilizados os organismos-teste *Daphnia magna* Straus, 1820 (Cladocera, Crustacea) que são cultivados no Laboratório de Toxicologia Ambiental (LABTOX) no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC.

O cultivo do organismo-teste foi realizado segundo as normas ISO 6341 (1996) e DIN 38412 (1989). Foram utilizados recipientes com capacidade para 1500mL de meio de cultura M4, meio utilizado para crescimento dos organismos. Os organismos foram alimentados, diariamente, com cultura algácea de *Scenedesmus subspicatus*, produzida no LABTOX – ENS/ UFSC, conforme ISO 8692 (1986).

Cada lote comporta de 25 a 30 indivíduos, exclusivamente fêmeas. As culturas são mantidas em ambiente com temperatura controlada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ e com fotoperíodo de 16 horas, condições obtidas através do uso de um germinador. Os lotes recebem manutenção duas vezes por semana, quando é observada a possível ocorrência de efípios, e realizada a troca do meio de cultura, eliminação das carapaças e retirada dos filhotes.



Figura 5: Local de armazenamento dos organismos-teste.

4.2.2. Procedimentos

Para avaliar a toxicidade aguda dos efluentes líquidos de postos de combustível as amostras foram diluídas em diferentes concentrações. Estas concentrações estão padronizadas conforme a Portaria nº 017/02 da FATMA. Para as atividades não inseridas na tabela I desta Portaria, como no caso de Postos de Combustíveis, o limite máximo de toxicidade aguda para *Daphnia magna* é $\text{CE(I)50 48h} = 12,5\%$ ou $\text{FD} = 8$. Neste trabalho foram utilizadas as concentrações 12,5; 25; 50 e 100%.



Figura 6: Diluição das amostras

A CE(I)50 representa a concentração que causa efeito agudo (imobilidade) a 50% dos organismos durante o tempo de exposição de 48 horas (KNIE & LOPES, 2004). Os cálculos para se obter a porcentagem de imobilidade por concentração (CE50) foram realizados a partir dos dados de imobilidade dos organismos testados em cada concentração. Para isto foi utilizado o método estatístico Trimmed Spearman-Kärber Method (HAMILTON et al., 1977) para dados não paramétricos.

Foram determinados ainda os valores do FD (Fator de Diluição) – a menor diluição da amostra na qual não se observa efeito deletério sobre o organismo teste, sendo efeito deletério imobilidade igual a 10%.

A CE(I)50 foi monitorada em períodos de 24 e 48 horas. Cada recipiente com amostra produzida recebeu 50 mL da diluição e neles foram inseridos 20 daphnias jovens, entre 2 e 26 horas de vida. O período de exposição foi de 48 horas, sem alimentação e luminosidade e temperatura de $20 \pm 2^{\circ}$ C, conforme sugerido pela norma da CETESB (1986) para *Daphnia similis* e outras normas pertinentes (ISO 6341, 1996; DIN 38412, 1989). Em todos os ensaios foram observados os seguintes parâmetros:

- a) número de organismos imóveis em cada concentração;
- b) concentração mínima onde os efeitos tóxicos são observados (expresso em Fator de Diluição);
- c) CE₅₀ (expresso em porcentagem).

Para que se tenha um controle dos ensaios, um recipiente com meio teste (meio ISO) com 25 mL foi mantido com 10 daphnias jovens.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após visitas aos postos revendedores de combustíveis, ao órgão ambiental responsável, neste caso à FATMA, conversas com profissionais responsáveis pelo licenciamento ambiental e fiscalização dos postos podemos observar a situação atual destes empreendimentos.

O Posto Ilha Bela Matriz, instalado há 16 anos, às margens da Rodovia SC 404, Km 05 no bairro Itacorubi, passou por reformas no ano de 2007 e conta atualmente, além da comercialização de combustíveis, com os serviços de troca de óleo, lavação de veículos e loja de conveniências. Compreende uma área total de 3.672,50m² e área útil de 460,35m². As áreas potencialmente poluidoras, que são a pista de abastecimento, troca de óleo, descarga dos tanques e área de lavação, possuem piso impermeável cercado por calhas coletoras dos efluentes líquidos que são encaminhados para o sistema SAO existente. A fonte de abastecimento de água do posto é a rede pública da CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento.



Figura 7: Vista da fachada do Posto Ilha Bela

Os efluentes líquidos do posto são tratados pelo sistema SAO de caixa pré-fabricada com placas coalescentes, fabricado pela empresa Zeppini. O destino final do efluente líquido tratado é a rede pluvial. O sistema SAO é limpo bimestralmente pela Louber Ltda ME. Os resíduos da limpeza são coletados conforme a lei vigente e são destinados para aterro industrial. O óleo lubrificante usado proveniente da troca de óleo é armazenado em tanque subterrâneo para ser coletado bimestralmente pela Indústria Petroquímica do Sul para posterior envio para rerrefino. Os efluentes sanitários são enviados para Estação de Tratamento de Esgoto localizado no entorno do empreendimento.



Figura 8: Sistema separador de água e óleo de caixa pré-fabricada

O posto obteve a última Licença Ambiental de Operação no dia 12 de maio de 2006, com validade de 36 meses. Como condicionante desta licença foi exigida a limpeza e manutenção periódica dos sistemas de controle da poluição e a apresentação de laudos laboratoriais semestrais, contendo os parâmetros: pH, detergente e óleos e graxas.

A tabela 2 mostra os resultados dos testes toxicológicos realizados com o efluente tratado do sistema SAO de caixa pré-fabricada do Posto Ilha Bela.

Tabela 2: Resultado dos testes toxicológicos realizados do Posto Ilha Bela.

Amostra: Posto Ilha Bela	Data do Teste: 23/04/08
Data da coleta: 22/04/2007	pH: 6,09
Origem da amostra: Pista de abastecimento + Lavação	
Nº de organismos no início do ensaio por concentração:	Nº de organismos imóveis por concentração em 48hs:
100% = 20	100% = 20
50% = 20	50% = 17
25% = 20	25% = 2
12,5% = 20	12,5% = 0
CE₅₀ Calculada: 36,60% ±5,3	FD: 8 (12,5%)

O teste de toxicidade aguda realizado com o efluente líquido tratado do Posto Ilha Bela apresentou toxicidade aguda. Porém, este valor está dentro dos parâmetros permitidos pela Portaria da FATMA nº 017/2000, que limita o Fator de Diluição para *Daphnia magna*: 8 (12,5%). A tabela 3 mostra os resultados do laudo laboratorial dos

parâmetros físico-químicos do efluente tratado do Posto Ilha Bela contendo os padrões de emissão de efluentes líquidos, segundo Decreto Estadual 14.250/81.

Tabela 3: Resultado do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos realizados do Posto Ilha Bela.

PARÂMETROS	VALOR	LIMITE	UNIDADES
Óleos e Graxas	18,96	20	mg/L
Detergentes	1,77	2	mg/litro LAS
pH	6,68	6 a 9	-----

O laudo laboratorial efetuado por profissional habilitado mostrou que o efluente encontra-se dentro dos padrões determinados pela legislação vigente mais restritiva, que é o Decreto Estadual 14.250/81. Foi observado que o Posto Ilha Bela encontra-se de acordo com a legislação, mas os resultados no teste de toxicidade aguda, óleos e graxas e detergentes estão muito próximos do limite. Isto pode ter acontecido por diversos fatores, como por exemplo, falta de manutenção adequada no sistema SAO, falta de uma válvula de retenção na saída do sistema, irregularidades no funcionamento do sistema, entre outros.

O segundo empreendimento estudado foi o Posto Parque São Jorge, que está localizado na Rod. SC 404 no KM 2.5 no bairro Itacoburi, no entorno de algumas residências, apartamentos e comércios. Em funcionamento desde 1989, solicitou sua primeira licença ambiental em maio de 1991. O terreno tem uma área de 3.284,00 m², sendo 385,00 m² de área útil. Possui cerca de 15 funcionários, funciona 24hs e tem como fontes de abastecimento de água a rede pública da CASAN e uma ponteira. O posto possui nas suas instalações pista de abastecimento impermeável com calhas coletoras, lavação, escritório, loja de conveniência e troca de óleo.



Figura 9: Vista da pista de abastecimento do Posto PSJ

Os efluentes da lavação, da pista de abastecimento passam pelo sistema SAO convencional, composto por cinco caixas de impermeabilizadas de alvenaria. A primeira com objetivo principal de retenção da areia, as três subseqüentes para contenção do óleo e ultima caixa para inspeção e coleta das amostras. Os efluentes dos banheiros são conduzidos para o sistema de fossa séptica, filtro e sumidouro. Os efluentes tratados, em ambos os casos, são destinados à rede pluvial pública.



Figura 10: Sistema separador de água e óleo convencional do Posto PSJ

O sistema SAO é limpo trimestralmente pela Louber Ltda ME. Já o óleo proveniente das trocas de óleo é armazenado em tanque subterrâneo, coletado bimestralmente pela Indústria Petroquímica do Sul e encaminhado para rerrefino. Sua Licença Ambiental de Operação foi emitida no dia 13 de agosto de 2007, sendo valida por 48 meses. Como condicionante desta licença, além da existência do sistema SAO, pode-se observar a limpeza e manutenção periódica dos sistemas de controle de poluição, incluindo a apresentação de laudo laboratorial semestral do efluente tratado, utilizando os parâmetros pH, detergentes e óleos e graxas.



Figura 11: Coleta da amostra no Posto PSJ

As tabelas 4 e 5 apresentam os resultados dos testes de toxicidade aguda e do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos do efluente tratado por sistema SAO convencional do posto Parque São Jorge.

Tabela 4: Resultado dos testes toxicológicos realizados do Posto PSJ.

Amostra: Posto PSJ	Data do Teste: 15/04/08
Data da coleta: 14/04/2007	pH: 6,52
Origem da amostra: Pista de abastecimento + Lavação	
Nº de organismos no início do ensaio por concentração:	Nº de organismos imóveis por concentração em 48hs:
100% = 20	100% = 20
50% = 20	50% = 3
25% = 20	25% = 0
12,5% = 20	12,5% = 0
CE₅₀ Calculada: 63,73% ± 7,07	FD: 4

Tabela 5: Resultado do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos realizados do Posto Ilha Bela.

PARÂMETROS	VALOR	LIMITE	UNIDADES
Óleos e Graxas	12,40	20	mg/L
Detergentes	0,93	2	mg/litro LAS
pH	6,05	6 a 9	-----

Os resultados obtidos mostram que o efluente do Posto PSJ apresentou toxicidade aguda, porém dentro do valor permitido pela legislação. O laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos também mostrou resultados satisfatórios e conforme os padrões da legislação atual. Um dos fatores que influenciaram neste resultado foi o número elevado de caixas impermeabilizadas de alvenaria com as tubulações e conexões devidamente posicionadas para a retenção do óleo. Para a obtenção de um resultado sem toxicidade foi sugerida uma manutenção mais frequente para o gerente do estabelecimento.

O terceiro empreendimento estudado foi o Posto Avenida, localizado na Rua Delminda Silveira nº191, no bairro Trindade, a 3 km da UFSC, conta com uma área total de 3.200 m² e está em funcionamento desde junho de 1.972. Segundo arquivos da FATMA, podemos observar que o primeiro ofício enviado a empresa pelo órgão ambiental solicitando o licenciamento ambiental foi em novembro de 1.985.



Figura 12: Vista da fachada do Posto Avenida

Possui troca de óleo, mas não conta com lavagem de automóveis. Tem pista impermeável dotada de calhas coletoras direcionadas para o sistema SAO. Utiliza o sistema convencional para o tratamento dos efluentes, composto por três caixas de alvenaria. A primeira, com finalidade de retenção de areia e outros sólidos grosseiros, a segunda e terceira, para separação do óleo e resíduos de combustíveis da água.



Figura 13: Sistema separador de água e óleo convencional do Posto Avenida

A CASAN é a responsável pelo abastecimento de água do empreendimento. O corpo receptor do efluente tratado é a rede pública de esgoto. O óleo lubrificante usado e o óleo recuperado no sistema SAO são guardados em um antigo tanque de óleo diesel com capacidade de armazenar 15.000 litros. São recolhidos semestralmente pela LWART Lubrificantes Ltda. O responsável pela limpeza do sistema SAO é o frentista João Antonio, que efetua a limpeza do mesmo a cada dois meses. A areia recolhida é guardada na antiga pista de lavação, que hoje está desativada. O órgão responsável pela recolha deste resíduo é a COMCAP – Companhia de Melhoramento da Capital. O posto possui a Licença Ambiental de Operação – LAO, emitida no dia 29 de junho de 2006, com validade de 36 meses. Como condicionante da validade da licença, exige-se a limpeza e manutenção periódicas dos sistemas de controle de poluição e apresentação semestral de laudo laboratorial para verificação do sistema SAO, tendo como parâmetros: pH, detergentes e óleos e graxas.

Nas tabelas 6 e 7 podem ser observados os resultados dos testes de toxicidade aguda e do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos do efluente tratado por sistema SAO convencional do Posto Avenida.

Tabela 6: Resultado dos testes toxicológicos realizados do Posto Avenida.

Amostra: Posto Avenida	Data do Teste: 16/04/08
Data da coleta: 14/04/2007	pH: 6,51
Origem da amostra: Pista de abastecimento	
Nº de organismos no início do ensaio por concentração:	Nº de organismos imóveis por concentração em 48hs:
100% = 20	100% = 0
50% = 20	50% = 0
25% = 20	25% = 0
12,5% = 20	12,5% = 0
CE₅₀ Calculada: Não tóxica	FD: 1

Tabela 7: Resultado do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos realizados do Posto Avenida.

PARÂMETROS	VALOR	LIMITE	UNIDADES
Óleos e Graxas	3,40	20	mg/L
Detergentes	0,20	2	mg/litro LAS
pH	6,89	6 a 9	-----

Os resultados obtidos no Posto Avenida foram muito satisfatórios. O efluente não apresentou toxicidade aguda e o laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos ficou bem inferior ao limite permitido pela legislação. Porém, este resultado foi mascarado e obtido devido a uma irregularidade encontrada nas conexões do sistema. A figura 14 mostra como deveria ter sido instalada a peça. Do modo que está instalado atualmente, conforme figura 13, todo o óleo que deveria estar retido foi encaminhado para a rede coletora de esgotos.

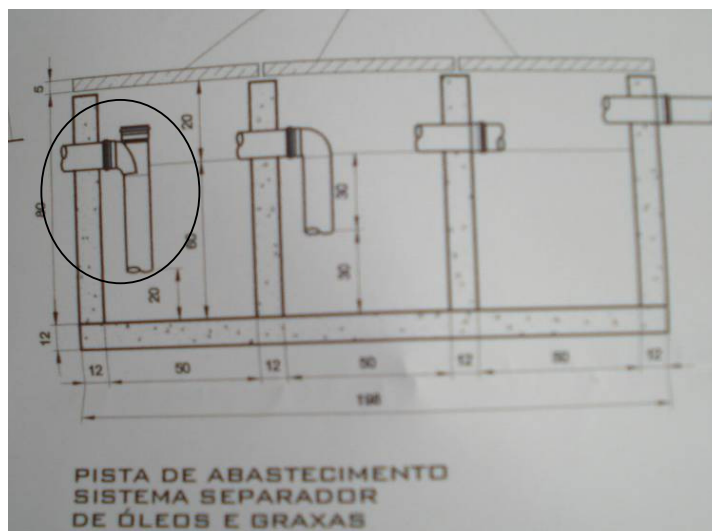


Figura 14: Foto do projeto apresentado a FATMA do sistema SAO.

O quarto empreendimento estudado está localizado a menos de 1 km da UFSC, na Rod. Deputado Antônio Edu Vieira nº190, o Posto Sulcar Pantanal. Passou por reformas recentes para melhorias no estabelecimento e instalação de Gás Natural Veicular e foi totalmente remodelado. Solicitou sua Licença Ambiental Prévia em abril de 1989. Naquela época, conforme arquivo da FATMA, somente os efluentes provenientes da lavagem que passavam pelo sistema SAO e o óleo coletado deviam ser acondicionados como resíduos sólidos e colocados em ponto de coleta de lixo da COMCAP. Foi reinaugurado dia 15 de março de 2008.



Figura 15: Vista da pista de abastecimento dotada de calha coletora do Posto Sulcar.

Atualmente conta com cerca de 20 funcionários, funciona 24 hs por dia, possui terreno com área total de 2.766,6 m² e uma área útil de 500 m². A empresa CASAN é fonte fornecedora de água. Conta nas suas dependências com troca de óleo, lavagem, loja de conveniência, vídeo locadora e farmácia. Possui pista de abastecimento impermeável com calhas coletoras, dois sistemas SAO de caixa pré-fabricada de fibra de vidro com placas coalescentes de polipropileno, com capacidade de tratar 800 e 2000L/h, da pista de abastecimento e lavagem respectivamente. Estes sistemas são limpos diariamente, onde é coletado o óleo sobrenadante e armazenado em tambores. O óleo armazenado é coletado mensalmente pela LWART Lubrificantes Ltda. A areia coletada também é guardada em tambores. Os efluentes tratados dos sistemas SAO e os efluentes sanitários do posto são lançados na rede pública de esgoto da CASAN.



Figura 16: Sistema SAO de caixa pré-fabricada do posto Sulcar.

O Posto Sulcar está devidamente licenciado no órgão ambiental. Possui a Licença Ambiental de Instalação, para a relocação da estrutura física com implantação de gás natural veicular e substituição dos tanques de armazenamento de combustíveis, emitida em 16 de outubro de 2007, válida por 36 meses, e a Licença Ambiental de Operação, emitida em 01 de novembro de 2007, válida por 12 meses.

As tabelas 8, 9, 10 e 11 apresentam os resultados dos ensaios toxicológicos e os parâmetros físico-químicos.

Tabela 8: Resultado dos testes toxicológicos realizados do Posto Sulcar.

Amostra: Posto Sulcar Pantanal	Data do Teste: 23/04/08
Data da coleta: 22/04/2007	pH: 6,12
Origem da amostra: Lavação	
Nº de organismos no início do ensaio por concentração:	Nº de organismos imóveis por concentração em 48hs:
100% = 20	100% = 0
50% = 20	50% = 0
25% = 20	25% = 0
12,5% = 20	12,5% = 0
CE₅₀ Calculada: Não tóxica	FD: 1

Tabela 9: Resultado do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos realizados dos efluentes da lavagem do Posto Sulcar.

PARÂMETROS	VALOR	LIMITE	UNIDADES
Óleos e Graxas	10,0	20	MG/L
Detergentes	1,88	2	Mg/litro LAS
pH	6,67	6 a 9	-----

Tabela 10: Resultado dos testes toxicológicos realizados do Posto Sulcar.

Amostra: Posto Sulcar Pantanal	Data do Teste: 23/04/08
Data da coleta: 22/04/2007	pH: 6,11
Origem da amostra: Pista de abastecimento	
Nº de organismos no início do ensaio por concentração:	Nº de organismos imóveis por concentração em 48hs:
100% = 20	100% = 0
50% = 20	50% = 0
25% = 20	25% = 0
12,5% = 20	12,5% = 0
CE₅₀ Calculada: Não tóxica	FD: 1

Tabela 11: Resultado do laudo laboratorial dos parâmetros físico-químicos realizados dos efluentes da pista de abastecimento do Posto Sulcar.

PARÂMETROS	VALOR	LIMITE	UNIDADES
Óleos e Graxas	19,03	20	MG/L
Detergentes	1,22	2	Mg/litro LAS
pH	6,35	6 a 9	-----

Os testes de toxicidade aguda realizados com os efluentes dos dois sistemas SAO do Posto Sulcar Pantanal revelaram que os mesmos não apresentaram toxicidade aguda. Os resultados dos parâmetros físico-químicos, dos efluentes tratados da pista de abastecimento e lavagem de veículos, também estavam dentro dos padrões estabelecidos pelo Decreto Estadual 14.250/81. Um dos fatores mais importantes na obtenção de um efluente não tóxico foi a frequência na manutenção de ambos sistemas.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho abordou as formas de tratamento dos efluentes líquidos de postos revendedores de combustíveis e teve como objetivo principal avaliar a toxicidade aguda destes efluentes. Deste modo, conclui-se que a se bem instalado e operado ambos os sistemas SAO contemplam não só a proteção da saúde humana, mas a de todos os organismos presentes no ecossistema que contribuem para um meio ambiente equilibrado e sustentável. Tanto os sistemas convencionais, como os sistemas compostos por caixas pré-fabricadas com placas coalescentes apresentaram resultados que satisfazem integralmente as exigências determinadas pela Portaria 017/2002 da FATMA, que estabelece os Limites Máximos de Toxicidade Aguda para os microcrustáceos - *Daphnia magna*, o Decreto de Lei nº 14.250/1981, que regulamentam os padrões de lançamento de efluentes líquidos no estado de Santa Catarina, e a Resolução CONAMA nº 357/2005 que estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes em território brasileiro.

Embora os sistemas SAO tenham apresentado um efluente conforme os padrões exigidos seguem algumas recomendações operacionais para estes sistemas a fim de gerar um efluente cada vez menos prejudicial ao meio ambiente:

- Retirar semanalmente os resíduos de combustíveis, óleos e graxas retidos nas caixas separadoras, encaminhando-os para depósito de óleo;
- Retirar frequentemente as areias retidas nas caixas existentes dentro das rampas de lavação e calhas coletoras, evitar o depósito de areia na caixa de retenção de óleo, observando-se periodicamente o nível de sólidos da caixa de areia;
- Inspecionar periodicamente os tubos e conexões e outras peças que pertencem ao sistema, observando sempre se os mesmos encontram-se desobstruídos;
- Observar frequentemente o nível de água dentro do tanque de acumulação, providenciando sempre que necessário à retirada dessa água por caminhões coletores tipo limpa fossas.
- Instalação de uma válvula de retenção na saída. Esta possui uma abertura para coleta de amostras e ainda evitará retorno da rede de esgoto.
- Deixar espaços livres entre o sistema SAO de caixa pré-fabricada e a parede da caixa de concreto para facilitar a limpeza e manutenção.
- Utilização de tampas mais leves para facilitar a manutenção.

Na operação dos postos revendedores de combustíveis sugerimos:

- Evitar utilização de desengraxantes e querosene, que proporcionem o aumento de emulsificação de óleos e graxas na água, o que dificultará a separação;
- Minimizar o uso de detergentes durante a lavação;

A FATMA ainda não exige a realização de testes toxicológicos para postos revendedores de combustíveis, porém, com objetivo de assegurar os padrões de qualidade previstos para os corpos de água, pretende num futuro próximo, começar a exigir a realização destes ensaios.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFAMEC – EQUIPAMENTOS PARA SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de Instalação e Limpeza**. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.713**: Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea). Rio de Janeiro, 2003a. 16 p.

_____. **NBR 14605**: Posto de serviço: Sistema de drenagem oleosa. Rio de Janeiro, 2000. 2p.

_____. **NBR 14063**: Óleos e graxas – Processos de tratamento em efluentes da mineração. Rio de Janeiro, 1998. 10 p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil: Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988**. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2001.

BRASIL. **Lei Federal n. 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a política nacional de recursos hídricos**. *Diário Oficial*. Brasília, 1997.

BRASIL. **Portaria nº 1.469/2000, de 29 de dezembro de 2000**. Brasília, Fundação Nacional de Saúde, 2001.

BASSOI, L. J.; NIETO, R.; TREMAROLI, D. **Implementação de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 1990.

CHASIN, A. A. da M.; PEDROZO, M. de F. M. O estudo da toxicologia. In: AZEVEDO, F. A.; CHASIN, A. A. da M. (Org.) **As bases toxicológicas da ecotoxicologia**. São Carlos: RIMA, 2003.

CHIARANDA, Helen Simone. **Proposta de Gerenciamento Ambiental para Posto de Serviços Automotivos da Cidade de Florianópolis – SC**. Florianópolis, 2004. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Procedimento Para Licenciamento Ambiental de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis - Roteiro Para Novos Empreendimentos**. São Paulo, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, CONAMA. **Resolução Nº 9, de 31 de Agosto de 1993**. Acesso em: 06 de novembro de 2007.

_____. **Resolução Nº 273, de 29 de Novembro de 2000**. Acesso em: 06 de novembro de 2007.

_____. **Resolução Nº 357 de 17 de Março de 2005**. Acesso em: 06 de novembro de 2007.

CORSEUIL, H.X.; HUNT, C.S. ; SANTOS, R.C.F.; ALVAREZ, P.J.J. **The influence of the gasoline oxygenate ethanol on aerobic and anaerobic BTX biodegradation**. Water Research, 1998.

DIN - DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 38412**: testverfahren mit Wasserorganismen (gruppeL) Bestimmung der nicht akut giftigen Wirkung von Abwasser gegenüber Daphnien über Verdünnungsstufen. 1989.

EPA - U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms**. EPA-821-R-02-012. Office of Water. Washington DC, 2002.

FERNANDES, T. **De olho nos postos de abastecimento**. Ciência Hoje, v. 29, n.º. 174, pp. 4041, 2001.

FINKLER, Raquel. **Avaliação dos Efeitos Tóxicos de Líquidos Percolados sobre o Sistema Produtivo de *Daphnia Magna***. Florianópolis, 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

FLOHR, Letícia. **Ensaio Toxicológicos com *Daphnia magna* Como Alternativa Para Classificação de Resíduos Sólidos Industriais**. Florianópolis, 2007. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA, **Instrução Normativa para Postos de Abastecimentos de Combustíveis - IN-01**. Santa Catarina, 2004.

_____. **PORTARIA N^o 017/02: Limites Máximos de Toxicidade Aguda para efluentes de diferentes origens**. Santa Catarina, 2002. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/download/legislacao/tema3/PORTARIA_17_2002.doc> Acesso em: 02/10/2007.

HAMILTON, M. A.; RUSSO, R. C.; THURSTON, R. V. Trimmed Spearman-Kärber method for calculation of EC50 and LC50 values in bioassays. **Burlington research inc. fci. tecnol.** n. 11, v. 7, p. 114-119. 1977.

ISO - INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. **ISO 6341: Water quality - Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea)**. USA, 1996.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8692 - Water quality: Fresh water algal growth inhibition test with *Scenedesmus sub-spicatus* and *Selenastrum capricornutum***. USA, 1989.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA / GTZ, 2004.

LU, F.C. **Basic Toxicology: Fundamentals, Target Organs, and Risk Assessment**. Taylor & Francis. USA, 1996.

MACHADO, Vanessa Guimarães. **Determinação do Potencial Tóxico e Genotóxico de Líquido Percolado gerado em Aterramento Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos**. Florianópolis, 2005. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

MATIAS, W.G. **Toxicologia ambiental**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Apostila.

MARTINS, C.R.O.; **Avaliação da estrutura de postos de revenda de combustíveis do Distrito Federal quanto a geração de resíduos aliada a análise de sua citotoxicidade e genotoxicidade**. Brasília, 2007. 109f. Tese (Doutorado em Biologia Animal) Curso de pós-graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília.

MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2006**, Disponível em: <http://www.anp.gov.br/conheca/anuario_estat.asp>. Acesso em: 06 de novembro de 2007.

PROMMER, H. ; BARRY, D.A.; DAVIS, G.B. **A one-dimensional reactive multi component transport model for biodegradation of Petroleum hydrocarbons in groundwater**. Environmental Modeling & Software, v. 14, pp. 213223, 1999.

SANTA CATARINA, **DECRETO Nº14.250, de 5 de junho de 1981**. Florianópolis – SC, 1981.

WATTS, R.J.; HALLER, D.R.; JONES, A.P. e TEEL, A.L. **A foundation for the risk based treatment of gasoline contaminated soils using modified Fenton's reactions**. Journal of Hazardous Materials, v. B76, pp. 7389, 2000.

WEBER, C. I. **Method for measuring the acute toxicity of effluents and receiving water to freshwater and marine organisms**. Cincinnati, Ohio: EPA, 1993. 253p.