

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**  
**AGR 99003 - ESTÁGIO CURRICULAR OBRIGATÓRIO SUPERVISIONADO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR**

**Dânia Vieira Branco Ozorio**  
**00194034**

**NewFields Brasil Consultoria Ambiental Ltda.**

PORTO ALEGRE, Abril de 2015.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE AGRONOMIA**

**Relatório de Estágio Realizado na Empresa NewFields Brasil**  
**Consultoria Ambiental Ltda.**

**Dânia Vieira Branco Ozorio**  
**00194034**

Supervisor de campo do Estágio: Eng. Agrícola e Ambiental Bruno Furtado  
Orientador Acadêmico do Estágio: Eng. Agrº Dr. Flávio de Oliveira Camargo

**COMISSÃO DE AVALIAÇÃO**

- Profa. Beatriz Maria Fedrizzi - Depto de Horticultura e Silvicultura
- Prof. Carlos Ricardo Trein - Depto de Solos
- Prof. Fábio Kessler Dal Soglio - Depto de Fitossanidade
- Profa. Lúcia Brandão Franke - Depto de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia
- Profa. Mari Lourdes Bernardi - Depto de Zootecnia
- Profa. Renata Pereira da Cruz - Depto de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, Abril 2015.

## **RESUMO**

O estágio curricular obrigatório do curso de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul foi realizado na empresa NewFields Brasil Consultoria Ambiental Ltda. localizado no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul.

A escolha do local de estágio teve como objetivo adquirir conhecimentos relacionados à gestão ambiental, aprendizagem e elaboração de projetos de remediação de áreas contaminadas e recuperação de áreas degradadas. Durante o período de estágio foi possível auxiliar na construção de bancos de dados de projetos e participar de campanhas de amostragem de água subterrânea. Além disso, foi elaborado um plano de controle e monitoramento de inseto praga e outro de recomendação de adubação para eucaliptos, os quais eram usados em um projeto como fitorremediadores.

## LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo das causas de contaminação ambiental.....	11
Figura 2 - Desenho ilustrativo do processo de remediação química através de poços de injeção.....	14
Figura 3 – Desenho esquemático que mostra o funcionamento do processo de fitorremediação.....	16
Figura 4 – Vespa-da-galha-do-eucalipto ( <i>Leptocybe invasa</i> ).....	18
Figura 5 - Imagem aérea da antiga unidade de síntese de pesticidas, Rio Grande do Sul.....	21
Figura 6 - Técnicos manuseando mistura de Klozur em solução aquosa.....	22
Figura 7 - Sistema de injeção de solução (Klozur + soda cáustica) no poço de monitoramento.....	23
Figura 8 - Acondicionamento de amostra de água subterrânea do poço de bombeamento PI-01 para análise de compostos orgânicos voláteis.....	21
Figura 9 - Imagem aérea do local dos poços de injeção química apresentando as concentrações do composto químico Simazina.....	22
Figura 10 - Local dos eucaliptos no site da fábrica.....	25
Figura 11 - Galhas presentes nas nervuras das folhas do eucalipto.....	26
Figura 12 - Visualização da <i>Leptocybe invasa</i> sob microscópio estereoscópico.....	26
Figura 33 - Croqui de distribuição dos eucaliptos. Árvores atacadas pela vespa-da-galha identificadas nos quadrados vermelhos.....	27

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE NOVO HAMBURGO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO ESTÁGIO .....</b>	<b>9</b>
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Remediação de benzeno .....</b>	<b>10</b>
4.1.2 Oxidação Química InSitu (ISCO).....	13
4.1.3 Injeção de ar, ou Air Sparging (AS) .....	14
4.1.4 Fitorremediação .....	14
<b>4.2 Vespa da galha-do Eucalipto (Leptocybe invasiva) .....</b>	<b>17</b>
<b>5. ATIVIDADES REALIZADAS.....</b>	<b>18</b>
5.1 Indexação de documentos .....	18
5.2 Campanhas de amostragem.....	19
5.3 Entrada de dados.....	24
5.4 Controle e monitoramento da vespa-da-galha-do-eucalipto.....	25
5.5 Recomendação de adubação de cobertura para eucalipto .....	28
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>

## 1. Introdução

O modelo de sociedade atual faz com que as interferências ao meio ambiente sejam cada vez mais frequentes e agressivas pela necessidade em utilizar recursos e o próprio espaço natural para sua manutenção. As atividades industriais têm papel significativo nos impactos ambientais, pois todo produto final gera resíduo, e muitas vezes a disposição inadequada deste, assim como o doméstico, implica na contaminação do solo, ar e recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Neste contexto, outro fator importante é a dependência do petróleo e seus derivados, que os tornam grandes os vilões da contaminação.

Por esse motivo a realização de pesquisas relacionadas com a remediação de áreas contaminadas tem sido alvo de estudo de muitos cientistas, mas ainda assim é um assunto recente que começou a ganhar maior a partir da década de 1980.

Uma das técnicas de remediação utilizadas é o tratamento biológico. Processos biológicos são geralmente mais seguros e de menor custo que os físico-químicos (como incineração e *pump-and-treat* (bombear e tratar)), além de ser menos agressivo ao meio ambiente, pois se baseia apenas na otimização do processo naturalmente executado pela flora microbiana. O processo biológico de remediação de solos e águas é conhecido como biorremediação.

A biorremediação é aplicada para solucionar ou atenuar os problemas ocasionados pela contaminação e pela poluição do ambiente. A contaminação do solo, de sedimentos, da água superficial e subterrânea e do ar com compostos químicos orgânicos e inorgânicos é consequência direta industrialização de hoje. Esta tecnologia tem sido usada há décadas, mas ainda é reconhecida como inovação dentro das técnicas convencionais de remediação. Até o momento, ocupa pouco mais de 20% do total de técnicas empregadas para o tratamento dos sítios contaminados nos Estados Unidos. Em São Paulo apenas biorremediação é empregada em apenas 6 % dos projetos de remediação de água subterrânea contra, 21% do *pump-and-treat*, devido, em grande parte ao conservadorismo comercial e tecnológico e ao pouco crédito nos preceitos da biotecnologia.

O estágio foi realizado na empresa NewFields Brasil Consultoria Ambiental Ltda. em Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul no período de 15 de Janeiro a 26 de Março de 2015, totalizando 330 horas de duração. A empresa foi escolhida como local

de estágio devido à sua atuação em recuperação e remediação de áreas contaminadas. O estágio teve como objetivo principal dar suporte aos técnicos e engenheiros na elaboração dos projetos de consultoria e investigação ambiental.

## **2. Caracterização socioeconômica de Novo Hamburgo**

Novo Hamburgo possui 240.492 habitantes distribuídos em 223,8 km<sup>2</sup>, sendo que a população rural é de cerca de 4.142 pessoas. É uma importante cidade que faz parte da RMPA (Região Metropolitana de Porto Alegre), composta por 31 municípios. Com grande potencial econômico, encontra-se em quinto lugar entre as cidades da RMPA em termos de Produto Interno Bruto a preços de mercado (PIB<sub>pm</sub>), em 2008, alcançando R\$ 4.418.162 mil (FEE, 2011).

A partir de 1824, os imigrantes alemães fixaram raízes em Novo Hamburgo. Formou uma comunidade trabalhadora que se chamava inicialmente **Hamburger Berg**. Em cinco de abril de 1927, Novo Hamburgo concretizou sua emancipação política. (Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, 2014).

A cidade está apenas a 40 quilômetros de Porto Alegre. Além disso, o município é passagem obrigatória para quem visita a Serra Gaúcha e é um dos 14 integrantes da Rota Romântica. A boa localização, aliada a uma excelente estrutura turística, fazem Novo Hamburgo ser destaque na região e com a ampliação do metrô, milhares de hamburguenses foram beneficiados. São quatro novas estações (Santo Afonso, Novo Hamburgo, Fenac e Industrial) funcionando em horário integral (Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, 2014).

Destaque especial para a FENAC (Feira Internacional do Calçado) que realizou mais de 10 feiras de grande porte em 2013, e reuniu em seus pavilhões mais de 400 mil visitantes no último ano. Entre os eventos realizados está a FIMEC – Feira Internacional de Couros, Produtos Químicos, Componentes, Máquinas e Equipamentos para calçados e curtumes, que é o segundo maior evento mundial do complexo do couro e calçado. O local também sedia outros eventos como Feira Loucura por Sapato, a Construsul, a Mostratec, a Festa Nacional do Calçado.

Segundo a mesma fonte, o incremento da indústria do couro e do calçado favoreceu o crescimento da cidade em grandes proporções, sendo parte dos municípios

mais populosos do Rio Grande do Sul. Isto fez com que Hamburger Berg se tornasse a cosmopolita **Capital Nacional do Calçado**. (Prefeitura Municipal de Novo Hamburgo, 2014).

### **3. Empresa NewFields Brasil**

Foi fundada em 1995, a NewFields é uma empresa de consultoria ambiental com atuação global. Ela integra uma rede composta por dezoito escritórios distribuídos entre Estados Unidos da América, Brasil, África do Sul, Inglaterra e China. Conta com quadro de 225 profissionais, e uma rede de mais de 100 especialistas em todo o mundo. Os clientes da NewFields incluem órgãos governamentais, instituições de pesquisa e empresas privadas. Instituições internacionais como o Banco Mundial, Organização Mundial de Saúde, Governo Federal Norte-Americano, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, indústrias de óleo e gás, mineradoras, indústrias de manufatura, farmacêuticas, aeroespaciais, químicas, corporações voltadas ao desenvolvimento e preservação de recursos naturais e gerenciamento de resíduos compõem a ampla gama de clientes.

No Brasil a empresa iniciou sua atuação em 1999. A empresa foi contratada pela multinacional Shell Chemical para fornecer consultoria ambiental estratégica em duas unidades fabris em estudo. O escritório da NewFields no Brasil está localizado na cidade de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, devido à demanda gerada por clientes multinacionais localizados na região sul do país. Além disso, realiza projetos nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso, e Rio Grande do Sul, assim como em países da América Latina como Colômbia, Uruguai, Porto Rico e México.

A empresa tem atuação em: elaboração de projetos; análise de decisão e consequência; gestão integrada de projetos; resolução de conflitos e intermediação entre partes; gestão de obras civis e suporte técnico na área ambiental; investigação ambiental em todas suas etapas; elaboração de avaliação de risco ecológico e à saúde humana; remediação ambiental.

De acordo com os padrões de qualidade e organização estabelecidos pela unidade central em Atlanta, todos estes serviços de investigação e remediação são conduzidos em fases, otimizando os recursos em cada etapa dos processos:

**Investigação Ambiental Fase I:** reconhecimento do Site, levantamento do histórico da área e identificação de fontes potenciais de contaminação.

**Investigação Ambiental Fase II:** realização de mapeamentos; sondagens; amostragens; levantamentos geoquímicos; caracterização de resíduos; modelos de fluxo e transporte de contaminantes; modelagem hidrogeológica e geoquímica; modelagem estatística multidimensional; estudos de dispersão atmosférica; análises de risco humano e ecológico.

**Investigação Ambiental Fase III:** amostragens confirmatórias pós-remediação e estabelecimento de estratégias para o encerramento de projetos em áreas contaminadas (fechamento de indústrias). Planejamento e implantação de medidas de monitoramento de longo prazo e controle institucional limitando o uso do solo.

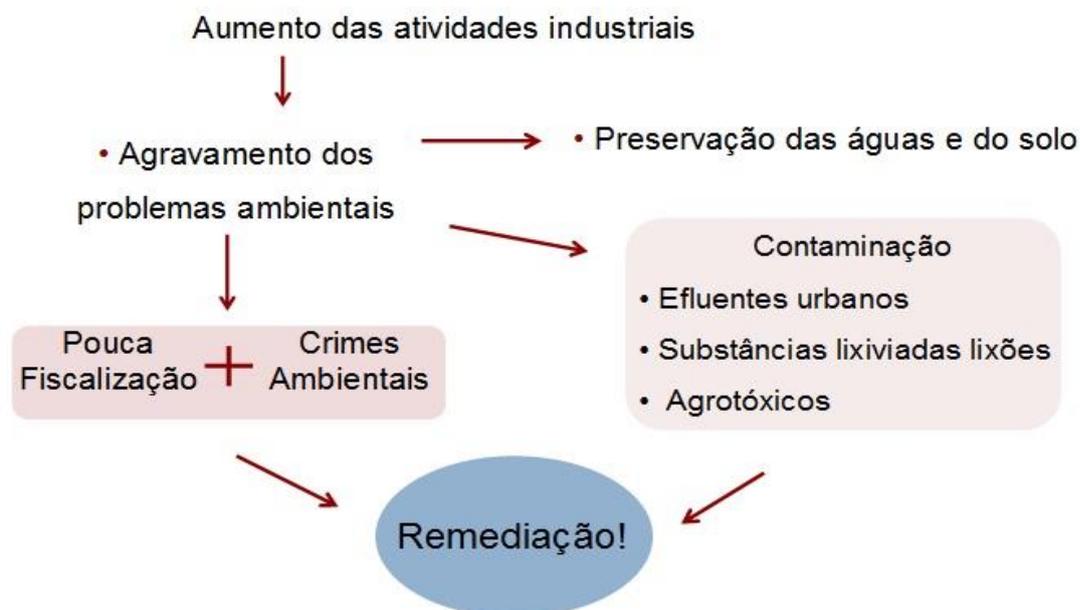
## **4. Referencial teórico**

### **4.1 Remediação de benzeno**

O aumento das atividades industriais nas últimas décadas tem tornado cada vez mais frequente problemas ambientais relacionados à contaminação de solo e água subterrânea. Comumente se depara com casos de contaminação de indústrias químicas que trabalham com produtos derivados de petróleo. O clorobenzeno ( $C_6H_5Cl$ ) (CETESB, 2012), composto orgânico volátil (VOC) é um dos principais compostos poluentes encontrados nestes casos. A figura abaixo representa ilustração sintetizada de como a poluição e contaminação ambiental faz necessária a aplicação de remediação destas áreas.

Figura 2 - Fluxograma ilustrativo das causas de contaminação ambiental

## Origem da contaminação



Segundo o Ministério do Meio Ambiente a remediação de áreas contaminadas consiste em uma tecnologia que tem o objetivo de remover o contaminante do local. Um composto contaminante muito encontrado nestes casos é o Benzeno.

O Benzeno é um líquido incolor altamente inflamável com alta taxa de evaporação e faz parte do grupo dos hidrocarbonetos aromáticos (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Este composto é utilizado principalmente como intermediário da síntese de produtos químicos como, detergentes, pesticidas, aditivo de combustível, solventes, etc. Também é um componente da gasolina, uma vez que ocorre naturalmente no petróleo bruto e é um subproduto dos processos de seu refino (SOARES, 2012).

A liberação de clorobenzeno (mono) no ambiente está associada à volatilização devido ao uso do composto como solvente para a produção de agrotóxicos. Esse composto pode ser encontrado na água superficial, subterrânea e potável, apresentando-se em baixas quantidades, menos que 1 µg/L na água potável, porém sofre evaporação rapidamente se acumulando no ar (CETESB,2012).

Devido à ação carcinogênica do benzeno, no Brasil considera-se para as águas subterrâneas, o padrão de potabilidade da Portaria nº 36 de 1990, revogada pela Portaria

nº 518 de 25/05/2004, e atualizado pela Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece uma concentração máxima de 5 µg/L. (SOARES, 2012). Segundo a Agência Internacional de Pesquisa de Câncer (*International Agency for Research on Cancer – IARC*), órgão da Organização Mundial da Saúde, o benzeno se classifica no Grupo I, ou seja, é uma substância comprovadamente cancerígena e que também pode causar leucemia em seres humanos (ANDRADE, 2010).

Em geral os clorobenzenos são degradados por processos biológicos facilitados por condições aeróbias, porém são persistentes na água, no ar e no sedimento. Na água de rios podem permanecer por 1 dia e nas subterrâneas por mais de 100 dias. O tempo de degradação depende do nível de cloração da molécula, quanto mais clorado maior o tempo (CETESB,2012).

A maior fonte de exposição humana aos clorobenzenos é o ar. Estudos indicam que a toxicidade dos clorobenzenos aumenta com o nível de cloração dos compostos. O contato com o clorobenzeno (mono) pode ocorrer através da inalação e também por via dérmica, principalmente na exposição ocupacional. Trabalhadores expostos a elevadas concentrações de clorobenzeno (mono) apresentam dores de cabeça, sonolência, náuseas e vômitos (CETESB, 2012).

Existem processos com tecnologias já estabelecidas para a de remediação de águas subterrâneas e solos, como por exemplo: Barreira hidráulica; Pump-and-treat; Extração multifásica; Oxidação química; Extração de vapores do solo; Air sparging; Air stripping; Biopilhas; Biorremediação; Soil flushing; Bioventing; Atenuação natural; Biosparging; Dessorção Térmica e Fitorremediação (COUTINHO & GOMES).

A Injeção de Ar ou *Air Sparging* (AS), a Oxidação Química *InSitu* (ISCO) e a Extração de Vapores do Solo ou *Soil Vapor Extraction* (SVE) que vêm se destacando no Brasil, principalmente em São Paulo, como alternativa de remediação de baixo custo e relativa eficiência, uma vez que podem ser integradas a outros métodos de remediação e o tempo de tratamento é relativamente curto – entre 1 e 3 anos. Sendo que em condições favoráveis este período pode chegar a menos de um ano (SOARES, 2012). Estes processos são denominados como método de remediação “*in situ*”, a qual é a única tecnologia com capacidade de retirar os contaminantes adsorvidos no solo e em aquíferos, removendo os contaminantes até os níveis exigidos pela legislação. Esta tecnologia, também é menos impactante para o ambiente, quando comparada com técnicas de escavação e transporte de material contaminado (NEWFIELDS,2010)

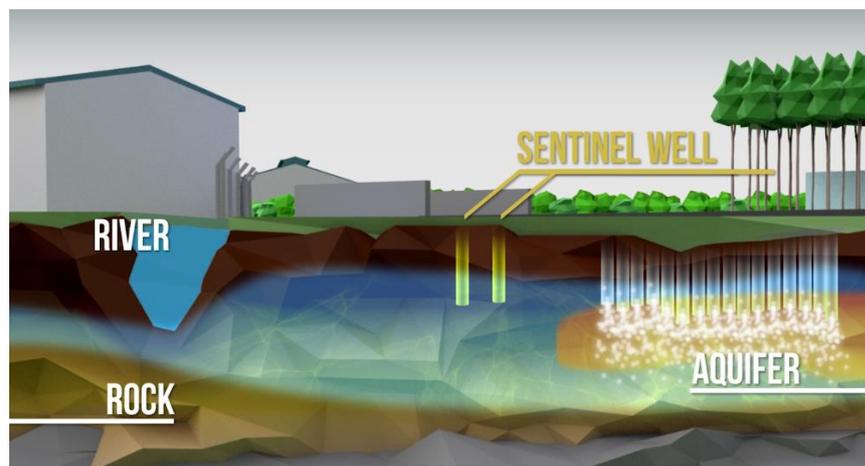
#### 4.1.2 Oxidação Química InSitu (ISCO)

A oxidação química *in situ*, também conhecida como ISCO (*InSitu Chemical Oxidation*) é um método de remediação que possui grande eficácia na redução da concentração de contaminantes no solo e na água subterrânea. Chamada *insitu*, pois não há necessidade de remoção do solo, sendo a biorremediação realizada no próprio local contaminado. É muito utilizada em casos de contaminação por petróleo e seus derivados, como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, (conhecidos como BTEX). Estes compostos definidos como hidrocarbonetos são usados, principalmente, em solventes e em combustíveis (ANDRADE, 2010).

O processo de oxidação consiste na injeção de produtos químicos reativos diretamente no local contaminado, através de poços de injeção (Figura 2), que promovem reações de oxidação ou redução das substâncias químicas de interesse (SQI) (ANDRADE, 2010). A ISCO, segundo Brown (2003), é um processo mais frequentemente empregado em locais contendo concentrações elevadas do contaminante, geralmente, presentes na fonte e na “pluma” de contaminação, que é a expansão das concentrações das substâncias químicas no local.

Persulfatos são oxidantes poderosos que têm sido amplamente utilizados na ISCO como um oxidante para a destruição de uma ampla gama de contaminantes do solo e da água subterrânea. Além de seu potencial oxidante, a oxidação com persulfato e radical sulfato tem várias vantagens em relação a outros sistemas oxidantes. Primeiro, é cineticamente mais rápida. Segundo, o radical sulfato é mais estável que a hidroxila. Terceiro, o persulfato tem menos atração por orgânicos naturais do solo do que o íon permanganato e é, portanto, mais eficaz em solos altamente orgânicos (Brown 2003).

Figura 2 - Desenho ilustrativo do processo de remediação química através de poços de injeção



#### 4.1.3 Injeção de ar, ou Air Sparging (AS)

É uma técnica que tem sido utilizada, desde 1985, para biorremediação de compostos orgânicos voláteis dissolvidos na água subterrânea, adsorvidos ou aprisionados nos poros do solo, na zona saturada. Este método consiste na injeção de ar em um ou mais pontos da zona saturada. Sendo assim, há formação de bolhas de ar fazendo com que este flutue por canais de ar contínuo. A injeção de ar ocasiona o particionamento dos contaminantes voláteis da fase líquida para a fase gasosa. Durante o processo “air sparging”, a volatilização direta dos contaminantes adsorvidos e presentes na fase residual ocorrem nas zonas de fluxo de ar. Em áreas com níveis significativos de contaminação na zona saturada, a volatilização é um mecanismo importante na remoção de massa onde o ar está fluindo, pois ocorre o aumento das concentrações de compostos orgânicos voláteis observadas na extração de vapores. O efeito importante da injeção de ar é a estimulação da biodegradação aeróbica dos compostos voláteis, através da indução de misturas entre ar e água que consequentemente poderá aumentar a taxa de oxigênio dissolvido (SOARES, 2012).

#### 4.1.4 Fitorremediação

A biorremediação consiste na transformação ou destruição de contaminantes orgânicos por decomposição biológica, pela ação de microrganismos de ocorrência

natural no solo (bactérias, fungos e protozoários). Estes microrganismos são capazes de transformar poluentes tóxicos, para obtenção de energia (alimento), em substâncias como dióxido de carbono, água, sais minerais e gases (metano e sulfeto). Dentre os compostos biodegradáveis incluem-se os hidrocarbonetos derivados do petróleo, os solventes halogenados e os pesticidas. O contaminante funciona como fonte de carbono para os microrganismos, sendo necessário o fornecimento de nutrientes como nitrogênio e fósforo, bem como um agente oxidante, que funcione como receptor de elétrons, além de outros nutrientes específicos para cada contaminante (NEWFIELDS, 2010).

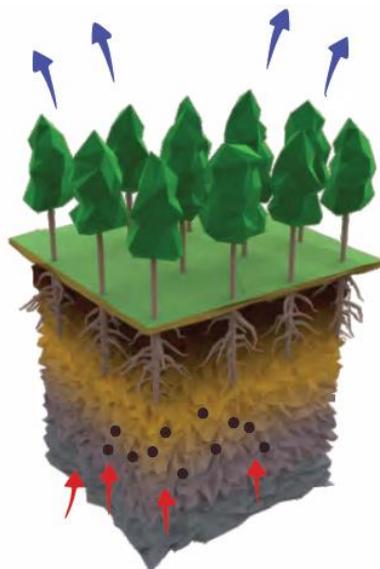
A biorremediação passiva é denominada como Atenuação Natural, ou seja, é um processo natural de descontaminação do ambiente em que ocorrem processos de biodegradação, volatilização, diluição e sorção. Portanto, o monitoramento da atenuação natural (ANM) é uma estratégia que pode contribuir significativamente na remediação de áreas contaminadas por hidrocarbonetos, podendo ser uma técnica auxiliar e de baixo custo em relação às técnicas convencionais de remediação (EPA, 1998). Neste processo, o monitoramento das concentrações de oxigênio dissolvido (OD) na água deve ser analisado, pois este indica a tendência de condições anaeróbias do meio, para fins de degradação (Nalon, 2008).

A atenuação natural e fitorremediação podem ser utilizadas na continuação do processo de remediação por oxidação química, pois exigem menor custo. Após o emprego do método químico a área apresentará melhores condições que possibilitará o uso eficiente dos tratamentos biológicos.

A fitorremediação é uma técnica emergente, que utiliza plantas para remediar o solo contaminado por metais pesados, compostos orgânicos (NEWFIELDS, 2010).

A maioria das pesquisas em fitorremediação estuda a capacidade das plantas de estocar grandes quantidades de metais pesados sem um uso aparente em seu metabolismo (Figura 3). Mas, a observação de que os solos vegetados mostraram maiores taxas de desaparecimento de compostos orgânicos que os solos não-vegetados resultou no incremento das pesquisas visando à biorremediação de solos contaminados com agrotóxicos, HAPs (hidrocarbonetos aromáticos policíclicos), solventes orgânicos, combustíveis, etc. (ALKORTA & GARBISU, 2001).

Figura 3 – Desenho esquemático que mostra o funcionamento do processo de fitorremediação



O desenvolvimento de espécies de eucalipto nos solos contaminados por organoclorados aponta o potencial dessas espécies para atuarem como fitorremediadores, devido à absorção de compostos organoclorados e à melhoria das condições do solo (BUOSI, D. & FELFILI, J.M., 2004). Devido à sua capacidade de adaptação a condições estressantes e de seu sistema radicular bastante desenvolvido o eucalipto apresenta um grande potencial para emprego em programas de fitoestabilização (ACCIOLY, 2004).

Nos últimos 10 anos, surgiram nos EUA e Europa inúmeras companhias que exploram a fitorremediação para fins lucrativos, como a norte americana Phytotech e a alemã BioPlanta, e indústrias multinacionais, como Union Caribe, Monsanto e RhonePoulanc, que empregam fitorremediação em seus próprios sítios contaminados (GLASS, 1998).

Quando comparada com técnicas tradicionais como bombeamento e tratamento, ou remoção física da camada contaminada, a fitorremediação tem sido considerada vantajosa, principalmente por sua eficiência na descontaminação e pelo baixo custo (CUNNINGHAM et al., 1996; PERKOVICH et al., 1996).

## 4.2 Vespa da galha-do Eucalipto (*Leptocybe invasa*)

Recentemente no Brasil foi registrada a presença de um inseto causador de galhas em espécies de Eucalipto. Conhecida como a vespa-da-galha-do-eucalipto, *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) foi identificada pela primeira vez em 2008 na Bahia (Fisher & La Salle, 2004). Segundo WILCKEN & BERTI FILHO (2008) hoje já existem registros da vespa em outras regiões do Brasil, como Tocantins, Minas Gerais, São Paulo e Maranhão.

A *L. invasa* é uma praga exótica originária da Austrália. Essa espécie tem causado desfolhas expressivas em plantios de *E.camaldulensis* e em espécies próximas e limitando novos plantios, principalmente na Índia e África do Sul (WILCKEN & BERTI FILHO, 2008).

O inseto mede 1,2 a 1,5 mm de comprimento (Figura 4). A fêmea oviposita seus ovos nas nervuras centrais das folhas e nas gemas apicais causando a formação de galhas nestes locais. Os ovos se desenvolvem no interior das galhas e após sete dias, aproximadamente, ocorre emergência dos adultos. Além disso, a reprodução de *L. invasa* é feita por partenogênese telítoca (MENDEL et al., 2004), ou seja, fêmeas não fecundadas podem gerar fêmeas, incrementando sobremaneira a dispersão do inseto para novas áreas. KELLY et al. (2012) destacaram ainda que o controle químico da vespa-da-galha não é viável, pois o inseto completa seu desenvolvimento dentro da galha. Segundo esses autores, as possíveis formas de controle seriam o plantio de espécies resistentes ou menos susceptíveis, em áreas com histórico de ataque da espécie-praga, além de adoção do controle biológico com himenópteros parasitoides. Como há poucos estudos sobre este inseto, até hoje não existem produtos químicos específicos e registrados para seu controle, por isso o método que tem se recomendado é a poda seguido de queima dos galhos que apresentam os sinais do ataque da vespa e como medida preventiva utilização de híbridos resistentes. O uso de armadilhas amarelas adesivas de 12,5 cm x 10,0 cm a 1,60 m de altura e a 15 m das bordas da área cultivada (KAVITHAKUMARI et al., 2010; INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS, 2011), é o método monitoramento periódico e sistemático que tem se recomendado para esta espécie.

Figura 4 – Vespa-da-galha-do-eucalipto (*Leptocybe invasa*)



Fonte: Instituto de Pesquisa de Espécies Florestais(2015)

## 5. Atividades realizadas

Na primeira semana do estágio foi passado um treinamento de Inserção de Dados. Pois todos os projetos da NewFields compõe um banco de dados, o que agiliza e possibilita a análise e criação de relatórios a partir dos dados neles existentes, assim como gráficos e mapeamento de contaminações e recuperações ao longo do tempo. Sendo assim, os dados devem ser inseridos seguindo um padrão, de forma a facilitar o entendimento de todos envolvidos no processo. A empresa recebe laudos analíticos de laboratórios, ou relatórios de outras empresas (que normalmente contém também laudos). Deve-se obter o máximo de informações possíveis do relatório, mas, pode-se evitar a leitura de seções que não são relevantes para esta atividade. Por isso a necessidade de quem está realizando o trabalho de ter habilidade de distinguir itens importantes ou não em um relatório.

Neste documento o nome das empresas será preservado e, por isso, não serão mencionados.

### 5.1 Indexação de documentos

A indexação de documentos consiste na inserção de informações a um banco de dados elaborado em uma planilha no software Microsoft Office Excel, o qual é usado para poder filtrar as informações mais relevantes de inúmeros documentos de um processo jurídico, no caso do trabalho em questão. Nessa atividade foram tabelados os

documentos jurídicos (petições, atas de audiência, certidões, etc) e laudos de exames de sangue e de cabelo, de pacientes que alegaram terem sido contaminados por produtos químicos em seu local de trabalho.

A NewFields foi contratada, por uma determinada empresa farmacêutica, em que seus ex-funcionários entraram com uma ação judicial alegando exposição e contaminação por metais pesados e outros produtos químicos no seu local de trabalho.

Relatórios periciais elaborados por técnicos do Tribunal Superior do Trabalho apresentam alegações de que os antigos colaboradores desta empresa que trabalharam na fábrica de antibióticos foram expostos a emissões de gases e vapores a partir de solo contaminado com compostos químicos tóxicos e metais pesados. Contudo, o acordo que estava sendo proposto não foi fundamentado nos caminhos de exposição realistas, que devem ser definidos pela relação temporal e espacial entre fontes de contaminantes, vias de ingresso e receptores. A localização e o tempo de utilização dos compostos químicos, a localização e o meio físico contaminado, a real toxicidade dos compostos químicos e a real exposição dos trabalhadores também não foram consideradas.

Além disso, o projeto também envolve definição do cenário de exposição e dos perfis de risco na área, a fim de recomendações para o gerenciamento de passivos ambientais.

## **5.2 Campanhas de amostragem**

Foi realizada amostragem de água subterrânea na antiga unidade síntese de defensivos agrícolas de uma indústria no Rio Grande do Sul. As amostras coletadas dos poços são para monitoramento da concentração de clorobenzeno na água subterrânea. Utilizando o equipamento eletrônico Horiba U-50, que, por bombeamento peristáltico de baixa pressão, bombeia a água do poço para o aparelho e mede parâmetros da água como pH, Condutividade Elétrica, Turbidez, Potencial Redox, Oxigênio Dissolvido, Total de Sólidos Dissolvidos (expresso como condutividade elétrica), Temperatura e Nível da Água.

Esta Unidade Síntese da indústria foi utilizada historicamente nos processos de produção de defensivos agrícolas. No interior desta unidade existe um arroio próximo a área de síntese dos produtos. Através de um vazamento a água subterrânea do aquífero raso existente no local foi impactada como por diferentes solventes, incluindo,

principalmente, o composto químico clorobenzeno. De forma a avaliar soluções para o gerenciamento apropriado da área, a NewFields executou um estudo de projeto de remediação. Em que, foram determinadas áreas de contaminação: a Área Oeste, Norte e Área Síntese. As áreas Norte e Oeste estavam com o solo contaminado. Sendo assim, foi realizada a escavação dos sedimentos da lagoa e posteriormente estocados para armazenamento em galpão para tratamento. Já a área síntese engloba a água subterrânea rasa que estava impactada por clorobenzeno. Estudos mostram que a área não apresentava riscos aos trabalhadores e várias amostras retiradas nos limites da propriedade confirmaram que a migração do contaminante para fora do Site seria improvável. Porém, existia a necessidade de um plano de proteção ambiental. Assim, foram definidos métodos de tratamento: tratamento ativo, passivo (atenuação e degradação natural). A Oxidação Química *InSitu* (ISCO) é um método ativo, o qual consiste em um processo de remediação, ou seja, promove uma reação entre os compostos químicos e os reagentes oxidantes, que ocorre quase que imediatamente após o contato direto entre eles.

A NewFields submeteu um plano de tratamento da água subterrânea à FEPAM e a primeira fase foi realizada com sucesso no segundo semestre de 2011. Um teste piloto de oxidação química foi implementado nesta de maior contaminação na área síntese. Resultados obtidos demonstraram a eficiência deste método para degradação dos contaminantes de interesse presentes na água subterrânea. Os principais desafios observados no teste piloto foram os altos níveis de contaminação, baixa permeabilidade do solo e alta capacidade de adsorção de oxidantes, natural do solo local. A NewFields preparou um plano de tratamento com base nos resultados obtidos no teste de campo e submeteu o mesmo à FEPAM no primeiro trimestre de 2012 e um plano de monitoramento das condições remanescentes no aquífero.

A NewFields conduziu duas campanhas de monitoramento da Água Subterrânea. A primeira campanha foi realizada em junho de 2011 e a segunda em novembro de 2011. A NewFields submeteu uma proposta de otimização da rede de monitoramento à FEPAM e devido às baixas concentrações encontradas nos poços da área oeste, estes não foram mais monitorados.

Figura 5 - Imagem aérea da antiga unidade de síntese de pesticidas, Rio Grande do Sul



Fonte: NewFields.

Esse processo oxidação química exige a instalação de um sistema de distribuição de oxidante, ou seja, instalação de poços de injeção. Vários contaminantes reagem com oxidantes para criar compostos não nocivos ao ambiente, incluindo água ( $H_2O$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e cloretos. O Peroxidissulfato ( $S_2O_8^{2-}$ ), normalmente chamado de persulfato (Klozur™), foi selecionado como o oxidante para o projeto, baseado em estudos que confirmaram a eficácia do persulfato na oxidação de hidrocarbonetos clorados incluindo o clorobenzeno, principal composto de interesse presente no Site.

As injeções consistiam em uma mistura do persulfato de sódio e hidróxido de sódio, em 35 poços instalados no Site. Essa solução permanece reativa durante o período de 60 dias e o raio de influência em cada poço era de aproximadamente 5m. Foram feitas três campanhas de injeção. Os resultados foram positivos. As concentrações originais de clorobenzeno na água subterrânea diminuíram cerca de 90%, de 150 ppm para menos de 15 ppm, permitindo uma concentração abaixo dos níveis necessários para proteção do meio ambiente. Portanto, essa redução permite que o fitobombeamento e a fitorremediação, a degradação e atenuação natural possibilitem a manutenção do contaminante em concentrações baixas que não prejudique o

ecossistema. A resolução nº 420 de 2009 do Ministério do Meio Ambiente estabelece valor de referência de  $700 \mu\text{g.L}^{-1}$  de clorobenzeno em água subterrânea.

Nos resultados do tratamento, é possível ver a redução significativa da concentração de clorobenzeno. A amostra controle (de água não tratada) estava com  $920,01 \mu\text{g.L}^{-1}$ , já as amostras retiradas dos poços de tratamento mostraram redução de  $605,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  no primeiro dia e no 7º dia apresentava concentrações não determinadas. Concluindo então que este demonstrou que o Klozur™ (persulfato) ativado com peróxido de hidrogênio ou hidróxido de sódio, foi capaz de destruir de forma eficiente mais de 98% do clorobenzeno presente nas amostras, em menos de 48 horas independente da dosagem.

As figuras 3,4 e 5 abaixo mostram o processo da aplicação do teste piloto de injeção.

Figura 6 - Técnicos manuseando mistura de Klozur em solução aquosa.



Fonte: NewFields.

Figura 7 - Sistema de injeção de solução (Klozur + soda cáustica) no poço de monitoramento.



Fonte: Newfields.

Figura 8 - Acondicionamento de amostra de água subterrânea do poço de bombeamento PI-01 para análise de compostos orgânicos voláteis.

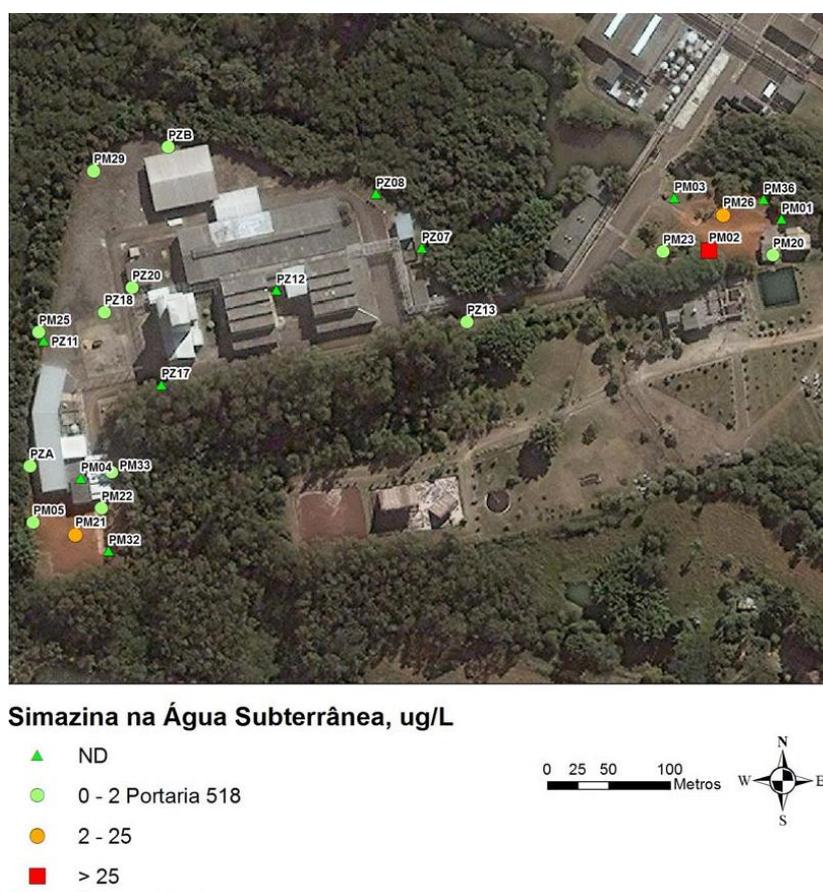


Fonte: Newfields.

### 5.3 Entrada de dados

A entrada de dados é a tabulação de laudos de análises de água, de solo ou de ar. Os dados inseridos em tabelas do Excel serão usados na construção de mapas através do ArcGIS. Estas tabelas contêm informações detalhadas sobre os locais de onde foram retiradas as amostras, dos métodos de coletas e de análises e dos resultados obtidos. A partir disso, é feito o gerenciamento de Banco de Dados e Sistemas de Informação Geográfica para a elaboração de mapeamento do local do irá constituir compor o relatório para os clientes. Portanto, as imagens facilitam a compreensão das etapas do projeto e proporcionam melhor visualização dos resultados do tratamento de recuperação da área. Esta atividade faz parte da etapa de Investigação Confirmatória, citada anteriormente. A figura abaixo é um exemplo do mapeamento de poços de injeção da área de interesse feito através das informações presentes no banco dados.

Figura 9 - Imagem aérea do local dos poços de injeção química apresentando as concentrações do composto químico Simazina.



Fonte: Newfields.

#### 5.4 Controle e monitoramento da vespa-da-galha-do-eucalipto

Juntamente com o tratamento de injeções de oxidação, em 2013 foram plantadas 80 mudas de eucalipto (Figura 6) com a finalidade de agirem como uma barreira física natural e para fitorremediação. Foram feitas covas de mais ou menos 50 cm x 50 cm x 50 cm em local pavimentado com concreto. Hoje, existem 60 árvores de 5 a 10 m, aproximadamente. Em 2014 foi observada a formação de galhas nas nervuras das folhas e em pequenos ramos dos eucaliptos. Foi constatado que eram sinais do ataque da vespa-da-galha-do-eucalipto, além de instalarem armadilhas para o inseto, como controle cultural, foram podados e queimados os galhos que apresentavam os sintomas do ataque da praga.

Figura 10 - Local dos eucaliptos no site da fábrica de pesticidas



Fonte: Dânia Ozorio

Figura 11 - Galhas presentes nas nervuras das folhas do eucalipto.



Fonte: Dânia Ozorio

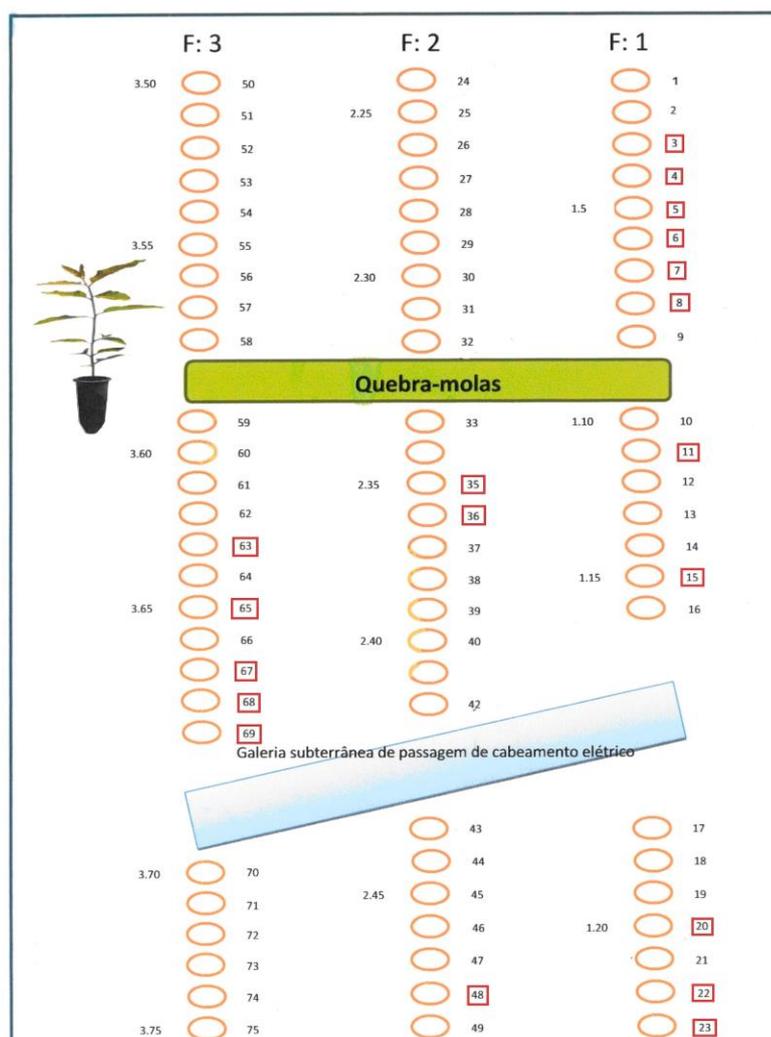
Figura 12 - Visualização da *Leptocybe invasa* sob microscópio estereoscópico



Fonte: Dânia Ozorio

Novamente, em janeiro de 2015, foram observados os mesmos sintomas. Com isso, primeiramente, foi realizado um estudo no local, de modo que se registrou o número de árvores atacadas e quais as mais danificadas. Todos os eucaliptos foram identificados de forma numérica, assim facilitando a demarcação dos espécimes atingidos. Das 60 árvores presentes no local, aproximadamente 20 apresentaram galhas, são: 3,4,5,6,7,8,11,5,20,22,23,35,36,48,63,65,67,68,69. Dentre estas, sete mostraram um nível de dano maior que as outras: 5,11,20,22,36,63,67, para estas se deu prioridade para as podas. E as restantes, aparentemente, não sofreram dano. Segue abaixo um modelo da distribuição das árvores no local.

Figura 33 - Croqui de distribuição dos eucaliptos. Árvores atacadas pela vespa-da-galha identificadas nos quadrados vermelhos.



Fonte: NewFields

Após este estudo, foram instaladas armadilhas adesivas amarelas, as quais funcionam como atrativo, para o monitoramento do inseto no campo. Para a observação e confirmação da presença da vespa, folhas e ramos foram coletados e levados ao Laboratório de Biologia, Ecologia e Controle Biológico de Insetos da UFRGS. Com base neste estudo foi elaborado um relatório de controle e monitoramento da praga.

## **5.5 Recomendação de adubação de cobertura para eucalipto**

Ao mesmo tempo em que apresentavam galhas, muitos eucaliptos tinham altura reduzida e circunferência do tronco menor que outros. Discutiu-se que poderiam ser sintomas de sombreamento e/ou de deficiência nutricional nas folhas. Após uma observação a campo as manchas indicavam falta de magnésio. Para a manutenção dos espécimes foi requerido uma proposta de adubação.

No mês de fevereiro, após visitas na área, foram coletadas amostras de solo e enviadas para o Laboratório de Análises de solo da UFRGS. Com base nos resultados foi feita a recomendação de adubação. De acordo com Manual de Adubação e Calagem dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina e considerando o resultado de 1,7 e 1,2% de Matéria Orgânica das duas amostras solo, recomendou-se 20 kg de N/ha. Fazendo os cálculos de adubação se chegou ao resultado de aplicação de 363,67g de ureia para cada árvore de eucalipto, utilizando 5% de N em adubo de 25 kg, que já havia adquirido alguns anos antes. A esta quantidade a ser aplicada indicou-se ser dividida em pelo menos três vezes (totalizando 121,21 g/árvore), para que na aplicação de cobertura, essa quantidade não causasse danos às árvores. Será aplicado em intervalos de um mês a um mês e meio. Para eucalipto, o cálculo é baseado no número de plantas por hectare, e não na área. Assim, o padrão utilizado normalmente é de 1.100 plantas por hectare, então foi ajustado para as 60 árvores na área para obter o resultado correto. A aplicação teve início no mês de março e seguirá até o mês de maio e será feito o acompanhamento à resposta à adubação. Se necessário, se dará continuidade as aplicações. Quanto aos sintomas de deficiência de magnésio, não foram feitas ações de correção.

## 6. Discussão

Dentre as principais causas de contaminação por produtos químicos das indústrias está a falta de cuidados de armazenamento e o não cumprimento da legislação para destinação correta de seus resíduos. Além disso, um fator contribuinte dos problemas ambientais é a proximidade da área industrial com a urbana e recursos hídricos usados para abastecimento humano. Como por exemplo, os lençóis freáticos das áreas onde estão localizados os postos de combustíveis são, frequentemente, atingidos por vazamentos oriundos dos tanques dos postos de gasolina, enterrados a uma profundidade de até cinco metros. Como os vazamentos ocorrem, geralmente, em pequenas quantidades, passam despercebidos pelos administradores dos postos, que só tomam providências quando há uma perda considerável de combustível. Esses pequenos vazamentos vão lentamente infiltrando o solo sem serem percebidos. Há uma grande falha de fiscalização destas indústrias, uma prova disto é o condicionamento irregular de resíduos, em que muitas empresas despejam produtos em corpos da água ou os enterram em terrenos que não são habitados ou de difícil acesso, “escondidos de fiscais”. As empresas de gerenciamento ambiental são requisitadas normalmente quando o problema está muito maior que inicialmente. E os profissionais técnicos das serão aqueles que irão determinar o modo como será administrado este problema.

A maioria dos funcionários que trabalham na NewFields são engenheiros ambientais, químicos e civis e geólogos. Todos contribuem nas etapas dos projetos de remediação ou recuperação de áreas. Porém, existe certa desorganização na distribuição de suas respectivas funções, e desvios de função, e isto prejudica o cumprimento dos prazos e qualidade dos trabalhos, e infelizmente também afeta o ambiente de trabalho. Além disso, partes dos projetos que eram relacionados à área agrônômica não eram bem desenvolvidas e muitas vezes deixadas em segundo plano. Como no caso do manejo dos eucaliptos, que foram plantadas mudas e posteriormente não houve um acompanhamento do seu estabelecimento no local em longo prazo. E mesmo a instalação das armadilhas, possivelmente estas não serão monitoradas adequadamente. Pois, no início do ano de 2014 já havia sido constatado a ocorrência da vespa-da-galha e foi feito o controle, mas não houve acompanhamento posterior. Muitas árvores já morreram e não se sabe exatamente o motivo, poderia ser por falta de água, devido à pavimentação do local, pelo espaçamento ou por algum composto em falta ou sem excesso no solo. Por isso, deveria ser discutida a possibilidade de retirar a pavimentação

do local das árvores e um acompanhamento correto da presença de insetos predominantes e que possam estar prejudicando os eucaliptos. Mas, como o objetivo não é para fins econômicos, como produção de madeira, não é feito o devido manejo dos eucaliptos. Como o problema não foi detectado inicialmente, agora é necessária uma busca mais complexa, e porque não onerosa, para poder identificá-lo. Além disso, amostras foliares poderiam ser enviadas ao laboratório para detectar a presença de algum dos compostos de interesse com a finalidade de saber se a planta está absorvendo e utilizando ou não algum contaminante no seu metabolismo, e assim confirmar seu modo de ação e eficiência.

## **7. Considerações finais**

Desde a década de 90 pode se observar crescente demanda por serviços de consultoria ambiental no Brasil e no mundo. Pois, a legislação exige das indústrias o gerenciamento dos passivos ambientais gerados, não somente para compensar os impactos causados ao ambiente, como também para evitar estes através de medidas preventivas. Assim, as empresas que prestam consultoria têm sido solicitadas para desempenhar o papel da responsabilidade ambiental. Hoje, o engenheiro agrônomo atua no mercado juntamente com engenheiros químicos, florestais e geólogos no gerenciamento ambiental, em que são procurados para elaboração de projetos de recuperação de danos ambientais numa perspectiva multidisciplinar.

Nesse sentido, o estágio realizado na empresa NewFields abre mais um campo de atuação para o engenheiro agrônomo. Uma vez que proporciona vivências desde manejo plantas controle de insetos até diferentes técnicas para recuperação de áreas contaminadas com produtos químicos. Sendo assim, a consultoria ambiental não pode prescindir do engenheiro agrônomo no seu quadro de profissionais.

Durante atuação como estagiária, foi fundamental o apoio e a pesquisa da universidade auxiliando nas questões relativas ao cotidiano das atividades na empresa, possibilitando fundamentar propostas de trabalho, tais como a elaboração do plano de controle de um inseto considerado como praga, revelando uma aproximação da prática com a pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCIOLY, A. M. A. *et al.* Lime amelioration of zinc and cadmium toxicities for *Eucalyptus camaldulensis* seedlings cultivated in contaminated soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 775-783, 2004. In: M. O. L. Magalhães et al. Potencial de duas espécies de eucalipto na fitoestabilização de solo contaminado com zinco. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 805-812, jul-set, 2011. Disponível em: [www.ccarevista.ufc.br](http://www.ccarevista.ufc.br)
- ALEXANDER, M. Biodegradation and bioremediation. 2.ed. New York: Academic, 1999. 453p. ALKORTA, I.; GARBISU, C. Phytoremediation of organic contaminants in soils. *Bioresource Technology*, Oxon, v.79, n.3, p.273-276, 2001.
- ANDRADE, J. A. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, v. 35, n 3, p.17 - 43, 2010.
- BROWN, R.A. In Situ Chemical Oxidation: Performance, Practice, and Pitfalls. AFCEE Technology Transfer Workshop, San Antonio, Texas, 2003. Disponível em: [http://www.clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/In\\_Situ\\_Oxidation/download/techfocus/chemox/4\\_brown.pdf](http://www.clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/In_Situ_Oxidation/download/techfocus/chemox/4_brown.pdf). Acesso em 06 mar. 2008. In: ANDRADE, J. A. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**. São Paulo, v. 35, n 3, p.17 - 43, 2010.
- BUOSI, D. & FELFILI, J.M. Recuperação de áreas contaminadas por pesticidas organoclorados na Cidade dos Meninos, Município de Duque de Caxias, RJ. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p. 465-470, 2004.
- CETESB: COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Ficha de Informação Toxicológica. 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/>>.
- COUTINHO, R. C. P. & GOMES, C. C. Técnicas para remediação de aquíferos contaminados por vazamentos de derivados de petróleo em postos de combustíveis. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/>> Acesso em: 22 de mar. 2015.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Registro da vespa-da-galha-do-eucalipto, Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), no Pará**: descrição e recomendações. Comunicado Técnico EMBRAPA. Março, 2014.
- EPA. United States Environmental Protection Agency. 1998. Technical Protocol for Evaluating Natural Attenuation of Chlorinated Solvents in Ground Water. Washington DC, EPA/600/R-98/128. Disponível em: <http://www.epa.gov>>. Acesso em: 27 nov. 2015.
- FEE, FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2012. Disponível em <http://www.fee.rs.gov.br/perfilsocioeconomico/municipios/detalhe/?municipio=Novo+Hamburgo>. Acesso em 15 de março de 2015.

GLASS, D. J. The **1998 United States Market for Phytoremediation**, D. Glass Associates, Needham, p. 139, 1998 In: NALON, L. Potencial do Eucalipto na fitorremediação de um solo contaminado por chumbo. – Jaboticabal, 2008.

KAVITHAKUMARI, N.; VASTRAD, A. S.; GOUD, K. B.; VIRAKTAMATH, S.; KRISHNARAJ, P. U. Evaluation of stickytraps to manage eucalyptus gall wasp, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae). **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 23, n. 3, p. 442-444, 2010. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/>> Acesso em: 29 abr. 2015.

KELLY, J. et al. Selitricho desneseri n. sp., a new parasitoid of the eucalyptus gall wasp *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle (Hymenoptera: *Eulophidae: Tetrastichinae*). **Zootaxa**, n.3333, p.1, 2012.

MENDEL, Z.; PROTASOV, A.; FISHER, N.; LASALLE, J. Taxonomy and biology of *Leptocybe invasa* gen. & sp. n. (Hymenoptera: Eulophidae), an invasive gall inducer on *Eucalyptus*. **Australian Journal of Entomology**, v. 43, n. 2, p. 101-113, 2004. In: EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Registro da vespa-da-galha-do-eucalipto, Leptocybe invasa Fisher & La Salle (Hymenoptera: Eulophidae), no Pará: descrição e recomendações**. Março, 2014.

Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Contaminadas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/areas-contaminadas>>. Acesso em 2 mai. 2015.

NEWFIELDS, 2010. Relatório sobre práticas de biorremediação.

PERKOVICH, B. S. et al. Enhanced mineralization of [14C] atrazine in *K. scoparia* rhizosferic soil from a pesticide-contaminated site. **Pestic. Sci.**, v. 46, p. 391-396, 1996. In: NALON, L. Potencial do Eucalipto na fitorremediação de um solo contaminado por chumbo. – Jaboticabal, 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE NOVO HAMBURGO, 2014. Disponível em <http://www.pmnh.novohamburgo.rs.gov.br>. Acesso em 29 de março de 2015.

SOARES, L. C. R. **Estudo do comportamento da pluma de benzeno em fase dissolvida na água subterrânea sob a influência do sistema de remediação integrado**: Injeção de ar e extração de vapores do solo, no município de Cubatão-SP. 2012. 148 f. Dissertação (mestrado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012. Disponível em: <<http://www.lebac.org.br/artigos-e-publicacoes/23/dissertacoes>>. Acesso em: 27 de mar. 2015.

WILCKEN, C.F.; BERTI FILHO, E. **Vespa-da-galha do eucalipto (*Leptocybe invasa*) (Hymenoptera: *Eulophidae*): nova praga de florestas de eucalipto no Brasil**. Alerta IPEF, 11p. Disponível em: <<http://www.ipef.br/protecao/alerta-leptocybe.invasa.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2015.