

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE AGRONOMIA
AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Daniel Chamoro Darde

00180267

“Consultoria Ambiental: Remediação de Água e Solos Contaminados”

PORTO ALEGRE, Setembro de 2014.

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

Consultoria Ambiental: Remediação de Água e Solos Contaminados

Daniel Chamorro Darde

00180267

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor de campo do Estágio: Eng^o Agrícola Bruno Fernandino Furtado

Orientador Acadêmico do Estágio: Engenheiro Agrônomo Doutor em Ciência do Solo
Professor Carlos Gustavo Tornquist

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Professora Mari Lourdes Bernardi - Departamento de Zootecnia (Coordenadora)

Professora Beatriz Maria Fedrizzi - Departamento de Horticultura e Silvicultura

Professor Elemar Antonino Cassol - Departamento de Solos

Professor Josué Sant'ana - Departamento de Fitossanidade

Professora Lúcia Brandão Franke - Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Professora Renata Pereira da Cruz - Departamento de Plantas de Lavouras

PORTO ALEGRE, Setembro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Dedico esta obra à minha família, principalmente aos meus pais Airton e Vanda, que desde sempre me incentivaram ao estudo e ao comprometimento com o trabalho, sendo exemplos de vida, os quais eu tenho como referência. Dedico também à minha companheira Edsleine que vem participando comigo dos momentos vividos, tanto no estudo como na vida pessoal. E aos meus irmãos Alan, Vivian e Bianca que acompanham e torcem pelo meu crescimento pessoal e profissional. Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, junto com seus professores e colaboradores que permitiram esta caminhada na busca dos meus objetivos. E também a todos aqueles que de alguma forma participaram destes momentos como colegas e amigos.

RESUMO

O trabalho de conclusão de curso foi elaborado com base no estágio obrigatório realizado na empresa NewFields Brasil Consultoria Ambiental localizada no município de Novo Hamburgo-RS. Os objetivos do estágio foram acompanhar e desenvolver projetos de âmbito ambiental, principalmente na área de descontaminação e recuperação de áreas contaminadas. As principais atividades realizadas foram o acompanhamento nas técnicas de monitoramento de áreas contaminadas, participando nos processos de coleta e monitoramento de água e solo; acompanhamento das atividades de descontaminação das áreas através da técnica de oxidação química *in situ* dos contaminates; e geração de mapas das áreas trabalhadas. Resultados não puderam ser determinados devido ao curto período de estágio e por ter participado apenas de parte dos processos.

LISTA DE FIGURAS

1. Croqui da área fabril contaminada no município de Portão-RS.....	145
2. Localização dos poços de monitoramento da area contaminada.....	17
3. Equipamento de medição de parâmetros de água Horiba U-50.....	18
4. Medição do nível de água no poço de monitoramento.....	19
5. Coleta dos dados amostrados no medidor de água Horiba U-50.....	19

LISTA DE TABELAS

1. Valores orientadores de organoclorados para solo e água **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.2**
2. Tecnologias de remediação do solo **ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.3**

SUMÁRIO

1. Introdução.....	8
2. Caracterização da instituição de realização do trabalho.....	9
3. Referencial teórico.....	10
3.1. Remediação de áreas contaminadas	10
4. Atividades realizadas.....	155
4.1. Projeto Newfields	155
4.2. Monitoramento do processo de remediação	15
4.3. Desenvolvimento de mapas com o uso do software ARCGIS®	20
5. Discussão.....	21
6. Considerações finais.....	23
Referências bibliográficas	24

1. INTRODUÇÃO

A preservação e a recuperação dos recursos naturais do planeta são cada vez mais discutidas nos dias atuais. Estes temas, associados à crescente preocupação com a falta de alimentos no mundo, o desabastecimento de água potável e o esgotamento das matérias-primas nos leva a uma reflexão quanto as atitudes a serem seguidas nos próximos anos. Com o aumento populacional aliado ao consumo excessivo dos habitantes dos países desenvolvidos e dos em desenvolvimento são fatores que crescem a cada ano, ações para a contenção deste declínio dos recursos são extremamente necessárias.

Dois dos principais recursos naturais do planeta, água e solo (este ainda pouco considerado com um recurso importante à sobrevivência), são diretamente e corriqueiramente alvos de crimes ambientais. Situação essa que se agrava onde a participação de grandes grupos globais utilizam-se da pouca, ou nenhuma fiscalização dos países emergentes para com os assuntos de ordem ambiental, a fim de praticar descartes ilegais de produtos e resíduos, levando a sérios danos aos ecossistemas locais. Bacias, rios, lagos e lençóis freáticos caminham rumo à completa contaminação das águas e esgotamento do fluxo, solos férteis tornam-se incapacitados para o cultivo, além de muitas outras consequências em decorrência desses atos.

De fato, muitas são as fontes das contaminações de água e solo. Mas o enfoque aqui é na contaminação causada pela atividade industrial. Setor este importantíssimo para o crescimento das nações, que muitas vezes incentivado pelos governos, se estabelecerem nas mais diversas regiões para levar o desenvolvimento a estes locais. Mas esta atividade, por vezes, traz consigo o fantasma da poluição do meio em que se encontra.

Mais por uma questão de oportunidade e também pelo fato da atualidade do assunto referente a preservação dos recursos, principalmente do solo, buscou-se este ramo para realização do estágio curricular obrigatório. O estágio foi desenvolvido junto à empresa NewFields Brasil Consultoria Ambiental Ltda., localizada no município de Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, no período de 2 de Janeiro de 2014 à 7 de Março de 2014, totalizando 376 horas. Os objetivos do estágio foram acompanhar e desenvolver projetos de âmbito ambiental, principalmente na área de descontaminação e recuperação de áreas contaminadas, aliando os assuntos vistos em sala de aula à prática.

2. CARACTERIZAÇÃO DA INSTITUIÇÃO DE REALIZAÇÃO DO TRABALHO

A NewFields Brasil Consultoria Ambiental Ltda. é uma empresa multinacional, fundada em 1995 no Estados Unidos. Atua no ramo de consultoria ambiental e atualmente possui escritórios nos Estados Unidos, Inglaterra, China, Brasil e África do Sul. Iniciou suas atividades no Brasil em 1999 a partir de uma demanda identificada junto à empresa Shell Chemical. Instalada no município de Novo Hamburgo-RS, o escritório do Brasil presta serviços para diversas empresas em todo o país. Tem como principais clientes as empresas Bayer Company, BP Energy, GE Energy, Killing, Shell, entre outras. A empresa presta serviços como: Avaliação de risco à saúde humana e ao meio ambiente; Gerenciamento de sedimentos contaminados; Investigação e remediação ambiental; Planejamento estratégico e suporte em decisão gerencial. O escritório possui uma equipe interdisciplinar à qual integram engenheiros florestais, químicos, de produção, agrícolas, geólogos, além de pessoas do setor administrativo e de recursos humanos, atuando em conjunto à equipe do escritório central dos Estados Unidos. Dispõe de boa estrutura organizacional e de equipamentos adequados ao desenvolvimento dos projetos (NEWFIELDS, 2014).

Em relação à importância da sua atuação, por ser uma multinacional, a empresa não possui um forte apelo local. Ao contrário do que se busca na integração das empresas com o cenário da região onde se localiza, esta empresa contribui de forma simplória, já que a maioria dos projetos atuais encontram-se em outros estados do país. Vale salientar que a empresa desenvolve atividades voluntárias como arrecadação de alimentos e doações a instituições de caridade, mas que são comuns ao meio empresarial. A empresa não atua junto a pequenos produtores, comunidades ou pequenas empresas e está inserida em um ambiente urbano, não tendo projetos fora de zonas industriais e urbanas. Existem propostas de atuação no setor agrícola, mas que ainda não foram complementadas nem saíram do papel.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Remediação de áreas contaminadas

A remediação de água e solo contaminados é prática cada vez mais comum nos dias atuais. Segundo CONAMA (2009), remediação é a intervenção para reabilitação de área contaminada, que consiste em aplicação de técnicas, visando a remoção, contenção ou redução das concentrações de contaminantes. A legislação brasileira determina que o objetivo da recuperação é o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1989).

Apesar dos esforços de ONGs e órgãos ambientais, muitas empresas continuam a gerar passivos ambientais por todo o país. De acordo com o projeto da avaliação mundial da degradação do solo, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD), os cinco fatores que mais contribuem para a degradação dos solos são: uso de área com superpastejo da vegetação (34,5%); desmatamento para o uso agrícola, florestamento ou urbanização (29,4%); atividades agrícolas com manejo inapropriado dos recursos e ausência de práticas conservacionistas (28,1%); intensa exploração da vegetação para usos domésticos (6,8%); atividades industriais poluidoras do solo (1,2%) (TAVARES, 2008). Assim, proliferam-se as empresas especializadas na recuperação/remediação de áreas degradadas. Empresas essas que lançam mão de diversas técnicas para a recuperação deste ambiente, sejam elas *in situ*, no qual a remediação é feita no local contaminado; *ex situ*, que consiste na remoção do material contaminado para tratamento em outro local/empresa; e *ex situ* e *on site*, no qual o material contaminado é removido de onde está mas tratado na mesma área (BARRETO, 2014).

Vários fatores contribuíram para o aumento das contaminações por organoclorados no país. A industrialização brasileira se intensificou a partir da década de 50 ocasionando uma grande acumulação de compostos químicos organoclorados no ambiente. Aliado a isso, a utilização dos pesticidas organoclorados tornou-se um dos principais desencadeantes das contaminações, que em 1960 chegaram junto aos pacotes tecnológicos para a agricultura moderna, mesmo sendo desnecessárias aplicações sistemáticas como eram propostas. Compostos organoclorados, tanto de origem agrícola como industrial, em geral, possuem alta resistência à degradação química e biológica, e, portanto, são altamente persistentes no solo. Produtos formados pela degradação destes compostos, geralmente são mais reativos, pois

possuem menor estabilidade química, o que aumenta a contaminação aguda do solo. Outro fator preocupante é que, por possuírem alta solubilidade em água e alta capacidade de adsorção no material orgânico, estes compostos percorrem a cadeia alimentar através de organismos vivos com tecidos ricos em gordura (FLORES et al., 2004). Ainda sim, boa parte deste poluente permanece em corpos d'água gerando contaminação e tornando-os impróprios para o consumo humano. Estes compostos presentes na água podem causar aumento na ocorrência de câncer, além de danos aos sistemas nervoso, reprodutivo, cardíaco e endócrino (RISSATO et al, 2004).

Quanto às dinâmicas do solo, existem fatores que influenciam a sorção dos compostos orgânicos. Ocorre grande afinidade do contaminante com a matéria orgânica (MO) do solo, aumentando a sorção juntamente com o aumento do conteúdo da MO do solo. Outro fator que influencia a sorção é a quantidade da fração argila do solo, principalmente a presença dos óxidos de ferro, goethita e hematita, apresentando maior capacidade de sorção. Além da umidade do solo, que reduz o potencial de sorção do mesmo (RODRIGUEZ, 2006).

Considerando a capacidade contaminante e as diferentes origens dos compostos, determinam-se valores limites máximos para a presença destes contaminates em solo e água, a fim de não se ter prejuízos à saúde humana através de ingestão via água ou alimentos. Segundo CETESB (2005), os valores orientadores para presença de contaminantes em solo e água podem ser definidos por: Valor de Referência de Qualidade (VRQ), que é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea, definindo um solo como limpo ou a qualidade natural da água subterrânea; Valor de Prevenção (VP), que é a concentração de determinada substância, acima da qual podem ocorrer alterações prejudiciais à qualidade do solo e da água subterrânea; e Valor de Intervenção (VI), que é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerado um cenário de exposição genérico.

Tabela 1 – Valores orientadores de organoclorados para solo e água (adaptado CONAMA, 2009).

Substância	Referência de Qualidade	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco)			Água Subterrânea (µg.L ⁻¹)	
		Prevenção	Intervenção			Intervenção
			Agrícola	Residencial	Industrial	
Clorobenzeno	na	0,41	40	45	120	700
Aldrin	na	0,0015	0,003	0,01	0,03	0,03*
Dieldrin	na	0,043	0,2	0,6	1,3	
Endrin	na	0,001	0,4	1,5	2,5	0,6
DDT	na	0,010	0,55	2	5	
DDD	na	0,013	0,8	3	7	2*
DDE	na	0,021	0,3	1	3	

*Soma dos valores de Aldrin+Dieldrin e DDT+DDD+DDE.
na = não aplicável.

Para a remediação de solo contaminado, existe uma série de tecnologias conhecidas atualmente, que envolvem diferentes processos e requerem diferentes equipamentos e instalações. Estas tecnologias podem ser divididas em 4 grupos (MIRSAL, 2008):

1. Métodos químicos e físicos, que consistem na transformação do ambiente químico ao ponto de prevenir o transporte de substância tóxica para outros elementos do sistema solo, como plantas, água subterrânea e organismos do solo;
2. Métodos biológicos, que consistem na utilização da ocorrência natural de microorganismos no solo, que são capazes de degradar materiais tóxicos durante suas atividades biológicas, como bactérias e leveduras;
3. Métodos de fixação, que consistem na imobilização ou estabilização de contaminantes no solo prevenindo sua entrada no ambiente, por englobamento do contaminante em massa sólida ou convertendo a uma forma menos solúvel, móvel ou tóxica;
4. Métodos de destruição termal, que consistem na volatilização ou destruição do contaminante pelo aquecimento do solo em fornos à temperaturas de 400 a 700°C.

Na Tabela 2 podem ser visualizadas as principais tecnologias de descontaminação do solo englobadas nos quatro diferentes grupos dos processo de remediação:

Tabela 2 – Tecnologias de remediação do solo (adaptado Mirsal, 2008).

Tecnologias de Remediação			
Métodos químicos e físicos:		Métodos biológicos:	
Troca de íon	Oxidação	Biorremediação aeróbica	
Redução	Precipitação	Biorremediação anaeróbica	
Neutralização	Fotólise	Fitorremediação	
Adsorção de carbono	Decloração		
Extração de vapor do solo			
Lavagem e lixiviação			
Métodos de fixação:		Métodos de destruição termal:	
Solidificação de lodo	Vitrificação	Incineração	Dessorção termal
Microencapsulação termoplástica		Tratamento de temperatura plasma-high	
Solidificação em cimento			

A adoção de uma ou outra técnica, e até o conjunto de técnicas, depende de alguns fatores, tais como: a intenção de uso da área contaminada, a eficiência do processo, as avaliações de risco do processo, o período para remediação e o custo da operação. Também deve-se levar em consideração os impactos ambientais gerados pela tecnologia adotada (TEIXEIRA et al., 2012).

A técnica de oxidação química *in situ* (ISCO) tem sido usualmente utilizada no mundo desde 1997 por seu relativo baixo custo e elevada eficiência que proporciona ao processo. Esta técnica apresenta algumas vantagens sobre as demais tecnologias de remediação, podendo-se citar: a remediação em um prazo mais curto, maior acesso pelo baixo custo e a não formação de resíduos perigosos. Os contaminantes que podem ser tratados por esta tecnologia vão desde os BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno), os PAH (hidrocarbonetos poliaromáticos), organoclorados, entre outros (ESKES, 2014). O uso adequado da ISCO gera resultados mais rápidos e atrativos na recuperação de área contaminada por organoclorados do que outras técnicas utilizadas, como bombeamento e tratamento de água, ou mesmo a degradação natural. A tecnologia consiste na injeção de

produtos oxidantes, tais como peróxido de hidrogênio (H_2O_2), ozônio (O_3), permanganato (MnO_4^-), e peroxidissulfato ou persulfato ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$), entre outros, atuando na destruição de ligações químicas entre carbonos, ocasionando a oxidação do contaminante e redução do oxidante, eliminando o efeito de contaminação do ambiente (PICCHI, 2011). Neste processo ocorre a transferência de elétrons, no qual os íons Cl^- dos contaminantes são substituídos por H^+ (CUNHA & BERTOLO, 2010).

4. ATIVIDADES REALIZADAS

4.1. Projeto NewFields

A área em questão remediada é uma antiga fábrica de produtos químicos agrícolas (pesticidas, fungicidas, etc.), localizada no município de Portão-RS, que por uma série de acidentes e descartes incorretos durante o período de produção da unidade, ocasionou uma contaminação da área principalmente por organoclorados (Figura 1). Segundo Cunha & Bertolo (2012), a partir dos anos 1960 os organoclorados tornaram-se um dos principais responsáveis pelas contaminações de solo e água subterráneas.

Figura 1 – Croqui da área fabril contaminada no município de Portão-RS.



(Foto: NEWFIELDS)

Através de uma extensa revisão bibliográfica e contato com outras empresas do setor, a NewFields selecionou como agente oxidante para a técnica de oxidação química *in situ* o composto persulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$), produto comercial Klozur® Persulfate da PeroxyChem. Existem vantagens na utilização do persulfato. Este oxidante é cineticamente

mais rápido que os demais. Outra vantagem é que o radical sulfato é mais estável que o radical hidroxila, percorrendo distâncias maiores, além de ter menor atração por compostos orgânicos naturais do solo, sendo mais eficaz em solos com maior quantidade de MO (BLOCK et al., 2004).

Apesar de ser um poderoso oxidante e um dos mais potentes utilizados para a remediação, o persulfato possui taxas de reação lentas para contaminantes recalcitrantes (BLOCK et al., 2004). Portanto, para uma resposta mais rápida na sua ação, o persulfato de sódio necessita de um ativador, que neste caso, foi utilizado o hidróxido de sódio (NaOH). Segundo a fabricante PeroxyChem (2014), o persulfato Klozur® possui um forte ataque multi-radical para a rápida destruição de compostos recalcitrantes, além de permanecer ativo por um período de 3 a 6 meses e com ação de influência prolongada. A equação da reação do oxidante pode ser descrita como a seguir:



Assim, como descrito por Block et al. (2004), pode ser induzido à formação de radicais sulfato, favorecendo reação de radical livre.

A dosagem correta do oxidante a ser injetado no solo e água é determinada pela demanda de oxidante no solo (SOD) ou demanda natural do oxidante (NOD). Uma vez que a técnica ISCO não é seletiva, ou seja, o oxidante age sobre qualquer matéria orgânica que encontrar no ambiente, é necessário que se calcule a quantidade total para oxidar os outros compostos além do contaminante alvo. Sendo assim, o volume de oxidante a ser injetado deve ser suficiente para reagir com a matéria orgânica presente, com compostos inorgânicos existentes e o composto contaminante (ESKES, 2014; CUNHA & BERTOLO, 2012; BARRETO, 2014).

Alguns parâmetros do processo exigem necessidade de monitoramento para que se mantenha a eficiência da remediação. Fatores como pH superior a 11, potencial de oxirredução (ORP) de valor negativo indicando um ambiente redutor, entre outros. Estes fatores são monitorados através de equipamento medidor multiparâmetro portátil U-50 Multiparameter Water Quality Checker Horiba®, nos poços de monitoramento. Seguido deste monitoramento, quando os valores encontram-se estabilizados, são feitas amostras de água as quais são enviadas ao laboratório para se determinar as concentrações dos compostos contaminantes e outros compostos químicos. Também são feitas amostragens via Bailer, que consiste em um tubo de poliuretano chamado Bailer, que coleta água do poço de monitoramento através de içamento do mesmo dentro do poço (BARRETO, 2014).

4.2. Monitoramento do processo de remediação

Uma das principais atividades desenvolvidas durante o estágio foi o monitoramento da injeção do oxidante para a remediação da área. A cada duas semanas, ou menos, eram feitas coletas de água e análises laboratoriais para verificar a eficácia do processo de remediação, determinando a presença dos contaminantes no local.

O processo de monitoramento consistia na coleta de água a campo nos poços de monitoramento construídos especialmente para este fim. Os poços localizavam-se a oeste da área de contaminação, em área externa à fábrica. Os poços localizavam-se a montante da área contaminada e, portanto, a maioria das amostras coletadas serviam para comparação de qualidade da água (Figura 2).

Figura 2 – Localização dos poços de monitoramento da area contaminada.



(Foto: NEWFIELDS).

Para o monitoramento, utilizava-se uma bomba de sucção acoplada ao equipamento de medição dos parâmetros de água Horiba U-50 (Figura 3), no qual a água passava por este sistema e, ao final, era descartada em bombonas plásticas de 20 litros.

Figura 3 – Equipamento de medição de parâmetros de água Horiba U-50.



(Foto: horiba.com)

Primeiramente, media-se o nível do poço para verificar o rebaixamento do nível da água (Figura 4). No caso do nível da água estar muito baixo, a análise não era realizada devido ao possível esgotamento do poço. Com o nível de água normal, eram feitas medições e anotados os valores (Figura 5), de 5 em 5 minutos, dos parâmetros até que o parâmetro turbidez (NTU) se estabilizasse. A estabilização geralmente ocorria entre 30 e 40 minutos após o início do bombeamento. Os valores mostrados no medidor eram anotados em uma planilha para o controle do ambiente de remediação. Após, era feita a coleta da água em frascos determinados pelo laboratório para cada tipo de componente a ser analisado. Para alguns contaminantes como VOCs (compostos orgânicos voláteis), por exemplo, cuidava-se para que o frasco ficasse completamente preenchido e retirava-se o ar para diminuir a degradação dos componentes. Os frascos eram acondicionados em caixas térmicas com gelo a uma temperatura de 0°C. Ao retornar ao escritório, as caixas eram lacradas com fitas adesivas e enviadas no mesmo dia para análise laboratorial.

Figura 4 – Medição do nível de água no poço de monitoramento.



(Foto: autor).

Figura 5 – Coleta dos dados amostrados no medidor de água Horiba U-50.



(Foto: autor)

O laboratório, então, retornava as análises feitas ao escritório, onde os resultados eram tabulados em planilhas de Excel e se adicionados ao banco de dados para posterior comparação com os dados obtidos nas análises anteriores ou posteriores. Foram desempenhados os trabalhos a campo e a compilação dos dados, mas para a análise final dos dados não houve tempo hábil no estágio. Portanto, não puderam ser apresentados os resultados da remediação.

4.3. Desenvolvimento de mapas com o uso do software ARCGIS®

A partir dos dados obtidos a campo e de outras demandas como relatórios, portfólios esboço de projetos, etc., eram criados mapas das áreas com informações inerentes à remediação ou projeto em andamento. Os mapas mostravam plumas de contaminação, delimitação de áreas contaminadas, localização de poços de injeção e monitoramento ou outras informações que fossem necessárias ao projeto. O principal software utilizado para a criação dos mapas foi o ARCGIS®, no qual a empresa ofereceu curso de aperfeiçoamento para uso eficiente do software.

Geralmente, os mapas não eram iniciados do zero (blank). Os engenheiros da empresa mantinham modelos chamados templates para cada tipo de projeto, que eram repassados para desenvolver os mapas. A partir dos templates iniciava-se o georreferenciamento do mapa. Após, entrava-se os dados, tanto dos monitoramentos, como dados gerais de cada projeto. Alguns elementos gráficos eram repassados do designer gráfico da empresa. Ao final, os mapas eram enviados aos supervisores para revisão e finalização.

5. DISCUSSÃO

Devido ao empenho da equipe técnica da empresa para manter a qualidade dos serviços prestados pelos demais escritórios ao redor do mundo e, pela alta qualificação dos colaboradores envolvidos, as técnicas utilizadas foram desenvolvidas com eficácia e de acordo com o descrito na literatura. Quanto aos processos técnicos, são raras as vezes em que são cometidas incoerências nos processos ou são percebidos erros de aplicação das tecnologias utilizadas. Todas as atividades desenvolvidas na parte do monitoramento da remediação, condiziam com aquilo descrito na literatura. A parte da injeção do oxidante que foi apenas demonstrada e comentada, também condizia com a literatura. Inclusive, o oxidante escolhido, o persulfato de sódio, foi a escolha mais adequada para o tipo de tecnologia empregada (ISCO) e o tipo de contaminante específico deste projeto. Os maiores problemas identificados são relacionados à falta de capacidade de gerenciamento de resíduos ou controle dos processos de manufatura que acabam por gerar passivos ambientais. A falta de fiscalização faz como que o foco destas empresas não seja em considerar a total funcionalidade dos processos fabris, o que contribuiria para uma menor ocorrência de contaminações. Mesmo assim, existe uma crescente preocupação com os recursos disponíveis no planeta. Claro que este impulso ainda pode ser gerado mais pela preocupação de que a escassez de recursos possa afetar o sistema de produção e econômico, do que propriamente conservá-los para manter a qualidade dos sistemas naturais diversos. No entanto, os danos são notórios e se faz cada vez mais importante a contecção destes acontecimentos ao longo dos anos que seguem.

Apesar de as tecnologias terem sido empregadas de forma exitosa, existiu uma desorganização frequente na atribuição das atividades para cada colaborador envolvido nos projetos. Muitas vezes duas pessoas faziam a mesma coisa ou não desempenhavam atividades relevantes, sobrecarregando os mesmos com as demandas vindas de vários projetos simultâneos.

Pode-se citar, também, uma atividade de cunho experimental para projetos futuros da empresa. Havia um modelo de biorremediação de solo contaminado através do uso de eucalipto. Pode-se um problema que poderia ser evitado pelo simples fato da aplicação de mão-de-obra qualificada. O profissional encarregado do processo não possuía conhecimento sobre o assunto para atuar na atividade, principalmente do ciclo do eucalipto. Outros fatos não usuais foram o plantio das mudas em espaçamento muito reduzido, o que poderia afetar o

crescimento da planta e eficácia da sua ação no contaminante, e a pavimentação com cimento no entorno das plantas, o que poderia reduzir drasticamente a infiltração de água no solo. Como consequência, ocorreu a morte de plantas, o qual não pode ser determinada a causa, podendo ser em decorrência dos tratamentos culturais realizados erroneamente ou se pela própria ação do contaminante presente no solo.

Outro problema, que frequentemente atrapalhava a qualidade do serviço, era a urgência das atividades. Muitas das atribuições eram solicitadas com extrema urgência, o que dificultava a produção e aprendizagem da atividade. Como exemplo, por não haver tempo para fazer a campo, foi solicitado descrever a coloração dos horizontes de um perfil de solo através de vídeos feitos no campo. A atividade foi incoerente devido aos parâmetros sabidos da análise de solo como: torrão úmido, proximidade da tabela de Munsell ao torrão, fração friável do solo, etc. Tais parâmetros não puderam ser observados, já que não estive em contato com o solo analisado. Posteriormente foi descrito o perfil do solo com as informações coletadas a campo e no escritório, sem maior precisão da informação. Especificamente, esta prática isolada pode não ter prejudicado o desenvolvimento do projeto, mas a urgência das atividades pode diminuir, e muito, a qualidade do serviço prestado. Por fim, devido a repetição das atividades desempenhadas, poucas são as considerações a serem debatidas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período de realização do estágio foi bastante produtivo no sentido de aprendizagem do assunto principal das atividades, a remediação de água e solo. Houve grande avanço no conhecimento das técnicas de remediação e das outras atividades desempenhadas durante o estágio. No entanto, no papel de Engenheiro Agrônomo pouco pode-se aproveitar no desenvolvimento das atividades.

As sugestões mais apropriadas para a empresa não são para a área técnica onde foram desempenhadas atividades. Em geral, as atividades técnicas seguiam de acordo com o descrito na literatura e eram bem desenvolvidas, tanto a campo, como no escritório. Os maiores problemas identificados durante a realização do estágio foram no âmbito organizacional da empresa. A distribuição das atividades deveria ser pré organizada e separada para cada projeto, o que não acontecia. Desempenhavam-se atividades de projetos diferentes ao mesmo tempo e com prazos de entrega próximos, o que dificultava a realização dos mesmos e diminuía o tempo para finalização. Este e outros problemas de organização foram constantes durante o período de ocorrência do estágio na empresa e pouco foi feito para reorganizar as tarefas.

Por fim, as atividades foram interessantes no ponto de vista acadêmico. Teve-se a oportunidade de conhecer novos ramos de trabalho e estar em contato com pessoal muito bem qualificadas. O estágio serviu como aprendizado técnico e definiu bem as linhas de trabalho a serem seguidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, Mathias Luz Andrade. **Oxidação Química in situ: Projeto Piloto se Descontaminação de Solo e Água Subterrâneos Impactados por Clorobenzeno**. 2014. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, UFV, Viçosa, 2014.

BLOCK, Philip A.; BROWN, Richard A.; ROBINSON, DAVID. **Novas Tecnologias de Ativação para Oxidação Química In Situ com Persulfato de Sódio**. Ata da Quarta Conferência Internacional de Remediação de Compostos Clorados e Recalcitrantes. São Paulo, 2004.

BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **DECRETO Nº 97.632**. 10 de Abril de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm>. Acesso em: 07/09/2014.

CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **DECISÃO DE DIRETORIA Nº 195-2005- E**. São Paulo, Novembro de 2005.

CONAMA. **RESOLUÇÃO Nº 420, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2009**: Publicação DOU nº 249, de 30/12/2009, págs. 81-84. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 22/08/2014

CUNHA, Alaine Santos da; BERTOLO, Reginaldo Antonio. **Aplicação da técnica de oxidação química in situ com permanganato de potássio para a remediação de um aquífero raso contaminado por solventes clorados**. Geologia USP, Série Científica, São Paulo, v. 12, n. 3, p.85-97, dez. 2012.

ESKES, Sander. **Remediação de Áreas Contaminadas com Oxidação Química In Situ**. 2014. Disponível em: <<http://www.viveiros.com.br/site/index.php/artigos/remediacao-de-areas-contaminadas-com-oxidacao-quimica-in-situ/>>. Acesso em: 23/08/2014.

FLORES, Araceli Verônica et. al. **Organoclorados: um problema de saúde pública**. Ambiente & Sociedade. v. 7, n 2, 2004.

MIRSAL, Ibrahim A. **Soil Pollution: Origin, Monitoring & Remediation**. 2. ed. Berlin: Springer, 2008.

NEWFIELDS. **Qualificações da Empresa**. Portfólio. Novo Hamburgo, 2014.

PEROXYCHEM. **KLOZUR® PERSULFATE: In Situ Chemical Oxidation**. Product sheet. Document 02-01-ESD-14. 2014. Disponível em: <<http://www.peroxychem.com/media/104126/peroxychem-klozur-persulfate-product-sheet-02-01-esd-14-fnl.pdf>>. Acesso em: 07/09/2014.

PICCHI, Alexandre Ruiz. **Caracterização e remediação de passivos ambientais em empreendimentos energéticos**. 330 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Energia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

RISSATO, Sandra Regina. et al. **Determinação de pesticidas organoclorados em água de manancial, água potável e solo na região de Bauru (SP)**. Quim. Nova. v. 27, n. 5, 739-743, 2004.

RODRIGUEZ, Carlos P. M. **A influência das características dos solos na remediação de solos contaminados através de processos oxidativos avançados com persulfato e reagente de Fenton**. Dissertação (Mestrado) - Progra,a de Pós Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

TAVARES, Silvio R. L. **Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A Visão da Ciência do Solo no Contexto do Diagnóstico, Manejo, Indicadores de Monitoramento e Estratégias de Recuperação**. Cap. 1. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ. Nov de 2008.

TEIXEIRA, Claudia E. et al. **Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) Aplicada a Remediação de Áreas Contaminadas**. Revista de Gestão Social e Ambiental, São Paulo, v. 6, n. 2, p.3-8, 2012.