

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

Contaminação de Águas Superficiais e Subterrâneas por Agrotóxicos Utilizados no Cultivo da Soja

Clarissa Ferreira da Costa Telles

Prof.Dr. Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro (SP)

2016

CLARISSA FERREIRA DA COSTA TELLES

**CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E
SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS
NO CULTIVO DA SOJA.**

Projeto de Pesquisa apresentado à Comissão do Trabalho de Formatura do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp, Campus de Rio Claro, como parte das exigências para o cumprimento da disciplina Trabalho de Formatura no ano letivo de 2016”

Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição

Rio Claro – SP
2016

CLARISSA FERREIRA DA COSTA TELLES

**CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS E
SUBTERRÂNEAS POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS
NO CULTIVO DA SOJA.**

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
para obtenção do grau de Engenheiro
Ambiental.

Comissão Examinadora
Fabiano Tomazini da Conceição (orientador)
Natália Schichi Valverde
Caroline Cristina Zaros

Rio Claro, 24 de Novembro de 2016.

Agradeço aos Deuses e Orixás por todas as oportunidades de aprendizado, aos meus Guias Espirituais por nunca me abandonarem, à minha família (mãe, irmãs, sogra e sogro, avós) por estar sempre ao meu lado, ao meu amor por toda a paciência; e especialmente ao Gael, por ser a luz da minha vida.

RESUMO

Tem se tornado cada vez mais comum a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por conta do uso excessivo de agrotóxicos nas monoculturas brasileiras, acarretando em problemas de saúde para as pessoas que estão diretas e/ou indiretamente ligadas a esses cultivos.

ABSTRACT

Contamination of surface and groundwater has become increasingly common due to the excessive use of pesticide in Brazilian monocultures, resulting in health problems for the people who are directly and/or indirectly linked these crops.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
OBJETIVO.....	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
METODOLOGIA	
1. Descrição do Local.....	12
2. Coleta de Dados	13
3. Software	14
4. O Agrotóxico Utilizado, Atuação.....	17
RESULTADOS.....	18
CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS.....	23

INTRODUÇÃO

Em meados dos anos 80, a soja se transformou em um produto de grande interesse nacional, devido à demanda mundial, capaz de proporcionar ganhos comerciais expressivos, principalmente em relação à geração de divisas em pleno período de substituição de importações. Esse fato se intensificou nos anos 90 e, na década atual, a soja representa 36% da área plantada e um volume de uso de 50% de agrotóxico do total de vendas desses insumos em 2005, contra 11% do milho em uma área que equivale a 18% do total plantado no país (SINDAG, 2005).

Os agrotóxicos começaram a se popularizar durante a Segunda Guerra Mundial, quando surgiu o DDT. Esse produto ficou rotulado por ter baixo custo e ser eficiente, o que incentivou o seu uso antes mesmo que fossem realizados os seus efeitos nocivos. O grande sucesso deste produto no combate às pragas fez com que novos compostos organossintéticos fossem produzidos, fortalecendo, desde então, a grande indústria de agroquímicos presentes nos dias de hoje. O uso dos agrotóxicos foi incentivado mundialmente pelos Estados através de isenção fiscal à Indústria produtora destes insumos.

O Brasil tornou-se o principal mercado consumidor de agrotóxicos, ficando à frente dos Estados Unidos, consumindo aproximadamente 733,9 milhões de toneladas.

São inúmeros os estudos que associam o uso de agrotóxicos e seus efeitos nocivos à saúde humana. Os efeitos agudos aparecem durante ou após o contato da pessoa com o insumo, podendo ser eles desde uma cefaleia até causar problemas cardiovasculares.

Além das reações do contato direto do organismo com o agrotóxico, tem-se também a contaminação de águas superficiais e subterrâneas por esses insumos, que muitas vezes nem é percebida pelo ser humano devido ao alto grau de dissolução em água.

OBJETIVO

Analisar os dados referentes à contaminação das águas subterrâneas, através do processo de lixiviação; e à contaminação de águas superficiais através do carreamento superficial de agrotóxicos utilizados no cultivo da soja no município de Rio Claro – SP.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que hoje é cultivada mundo a fora, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram melhoradas por cientistas na Antiga China (EMBRAPA).

Segundo os dados que constam no site da EMBRAPA, a soja chegou ao Brasil em 1882 via Estados Unidos, mas somente em 1891 foram realizados testes para adaptação ao ambiente e clima brasileiros. Nesta época, só era vista como espécie forrageira.

Com o estabelecimento do programa oficial de incentivo à triticultura nacional, em meados dos anos 50, a cultura da soja foi igualmente incentivada, por ser, desde o ponto de vista técnico (leguminosa, sucedendo a gramínea), quanto econômico (melhor aproveitamento da terra, das máquinas/implementos, da infra-estrutura e da mão-de-obra) a melhor alternativa de verão para suceder o trigo cultivado no inverno (EMBRAPA).

Um dos grandes problemas do cultivo da soja, segundo a EMBRAPA, é a existência de plantas daninhas, e conforme a espécie da planta invasora, as perdas são muito significativas pela competição pela luz solar, nutrientes do solo, água; e o método mais eficaz e utilizado para combatê-las é o químico.

Entre os principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos em soja estão doenças, são aproximadamente 40 causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus que já foram identificadas no Brasil. Esse número continua aumentando com a expansão da soja para novas áreas e como consequência da monocultura. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada safra. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA).

Originalmente, os agrotóxicos eram estáticos, isto é, possuíam baixa solubilidade e tinham alto poder de adesão ao solo. Com a evolução tecnológica, os agrotóxicos passaram a ser mais solúveis em água, possuir baixa adesão ao solo e maior volatilidade. Essas inovações tecnológicas criaram agrotóxicos cada vez mais tóxicos, persistentes e eficientes para combater as pragas (VEIGA M.M., SILVA D. M., VEIGA L.B.E., FARIA M.V.C).

Até o final da década de 70, os sistemas hídricos subterrâneos eram considerados imunes à contaminação por agrotóxicos, pois se acreditava que os agrotóxicos se degradariam em

partículas inofensivas ou ficariam retidos no ambiente natural antes de contaminá-los (VEIGA M.M., SILVA D. M., VEIGA L.B.E., FARIA M.V.C). Com o avanço tecnológico essa idéia foi desmistificada.

No presente trabalho, trataremos com o Glifosato, que possui como principal rota de degradação os microrganismos de solo e água (por processos aeróbicos e anaeróbicos), que o decompõem em compostos naturais. Uma característica importante é a sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo e permanecer inativo até sua completa degradação. Ele é rapidamente degradado por microrganismos do solo, sendo que sua meia-vida média (tempo médio necessário para que metade da quantidade aplicada do produto seja degradada) é de 32 dias, variando de acordo com o tipo de solo. As plantas são seletivas quanto ao processo de absorção e liberação de substâncias ao meio, assim molécula de glifosato, que é um derivado da glicina (um aminoácido essencial presente nas plantas), não é percebida pelas plantas como um potencial agressor e, portanto, normalmente é muito pouco exsudada pelas raízes. (GALLI & MONTEZEUMA)

Segundo GALLI & MONTEZEUMA, quando o glifosato é aplicado, parte do produto é diretamente absorvida, ficando nas plantas daninhas, e parte é depositada no solo. A parte do produto que é retirada nos tecidos vegetais contribui para reduzir sua disponibilidade no ambiente, e este produto somente irá atingir o solo quando a matéria seca dessas plantas daninhas for decomposta pelos organismos heterotróficos do solo e na maior parte das vezes não mais como glifosato. E quando chega ao solo desta forma, sua degradação é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos que usam o produto como fonte de energia e fósforo, por meio de duas rotas catabólicas, produzindo o ácido aminometil fosfônico (AMPA) como o principal metabólito, e sarcosina como metabólito intermediário na rota alternativa.

Considerando os processos de transporte entre compartimentos ambientais, com os quais os agrotóxicos estão relacionados depois de aplicados em áreas agrícolas, a lixiviação e o carreamento superficial merecem destaque. A lixiviação dos agrotóxicos através do solo tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas e neste caso, as substâncias químicas são levadas em solução juntamente com a água que alimenta os aquíferos. O carreamento superficial favorece a contaminação das águas de superfície, com o agrotóxico adsorvido às partículas do solo erodido ou em solução. A permanência dos agrotóxicos no solo agrícola é inversamente dependente da taxa de ocorrência dos processos de transporte. (EMBRAPA)

METODOLOGIA

1. Descrição do Local

O presente cultivo de Soja localiza-se no município de Rio Claro interior de São Paulo; mais precisamente em Ajapi, km 11.



Figura 1 - Localização do Cultivo da Soja (Imagem Google Maps)

Este local pertence à formação cenozoica, Formação Rio Claro, predominantemente formado por arenitos. O solo desta formação é utilizado principalmente na construção civil e indústria de vidro.

O presente cultivo visa produtos alimentícios humanos, animal e pet; seus produtos consistem em: extrato de soja (produto obtido a partir do cozimento úmido de grãos de soja descascados e posteriormente desidratado e micronizado em partículas extremamente finas, formando um pó de fácil dissolução em água ou qualquer outro líquido), proteína de soja micronizada (é um produto convenientemente processado e micronizado, proveniente da soja desengordurada e com alto teor de proteína), grão de soja desativada (é a forma mais rápida e

econômica na produção de rações energéticas), farelo de soja integral (é produzido através de um processo exclusivo de desativação das enzimas antinutricionais, assegurando um produto da mais alta qualidade, proporcionando valores nutricionais superiores mediante o seu elevado nível de energia e maior solubilidade de suas proteínas), farinha de soja (é um produto processado e micronizado, proveniente do grão de soja sem casca).

2. Coleta de Dados

Os presentes dados foram obtidos através de conversa com um vizinho local e pesquisa, visto que a disponibilidade de fornecimento de dados se cessou quando foram questionados os agrotóxicos utilizados no cultivo e quantidades destes agrotóxicos.

Dados obtidos:

Local

Precipitação (mm/ano): 1366,8 mm/ano

Irrigação (mm/ano): 300 mm/ano

Evapotranspiração (mm/ano): 1585,18 mm/ano

Porosidade(v/v): 0,498

Profundidade(cm): 200

Solo

Tipo: areia – Formação Rio Claro

Agrotóxico: RoundUp

Ingrediente ativo: Glifosato

Dose do Agrotóxico(g/há): 1920 g/há

Padrão de potabilidade (ug/L): 700 ug/L (disponibilizado pelo software)

Parâmetros para organismos aquáticos ((ug/L): 8300 ug/L (disponibilizado pelo software)

Coefficiente de sorção (mL/g): disponibilizado pelo software

Meia Vida: 47 (disponibilizado pelo software)

3. Software

O ARAquá é um software desenvolvido para auxiliar nas avaliações de riscos ambientais de agrotóxicos, considerando as possíveis contaminações de águas superficiais e subterrâneas, através da comparação de suas concentrações estimadas, em cenário de uso agrícola, com parâmetros de qualidade de água.

A interface do ARAquá com o usuário foi planejada com dados de entrada de fácil obtenção, quando comparado com outros softwares que possuem a mesma finalidade.

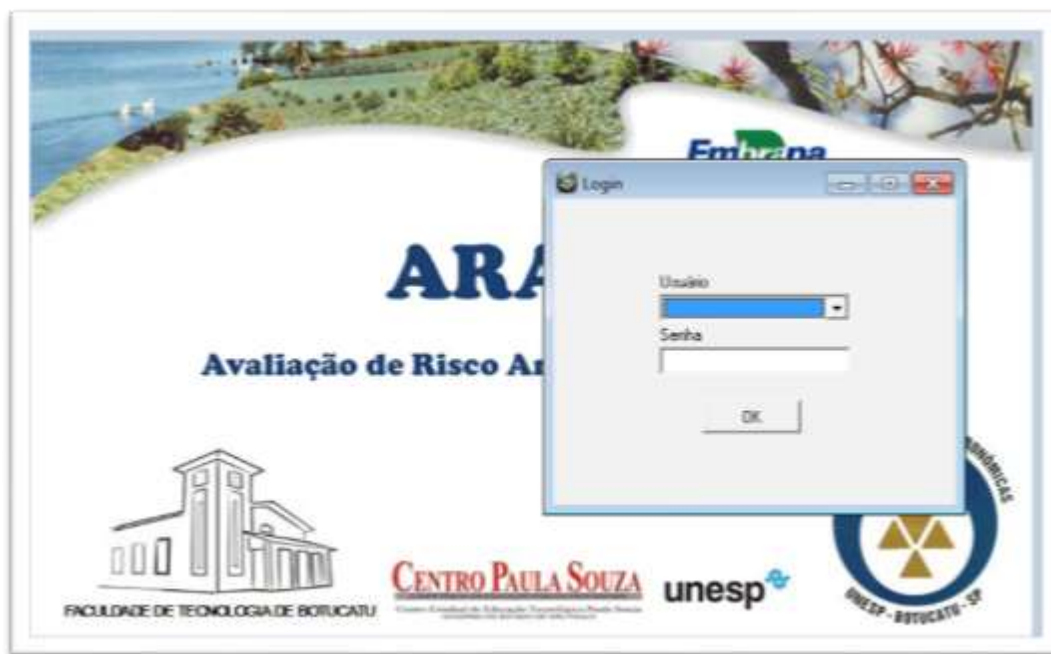
O cadastramento pelo usuário de condições do clima e do terreno e de propriedades do solo e do agrotóxico permite os cálculos para situações específicas, além daquelas pré-cadastradas que seguem com o software. Dessa forma, o ARAquá mostra-se adaptável às condições ambientais brasileiras e à pouca disponibilidade de dados.

"Ressaltamos a importância do correto preenchimento do simples formulário abaixo, para que seja possível o aviso de novas versões do software e da base de dados, assim como a realização de reuniões de usuários".

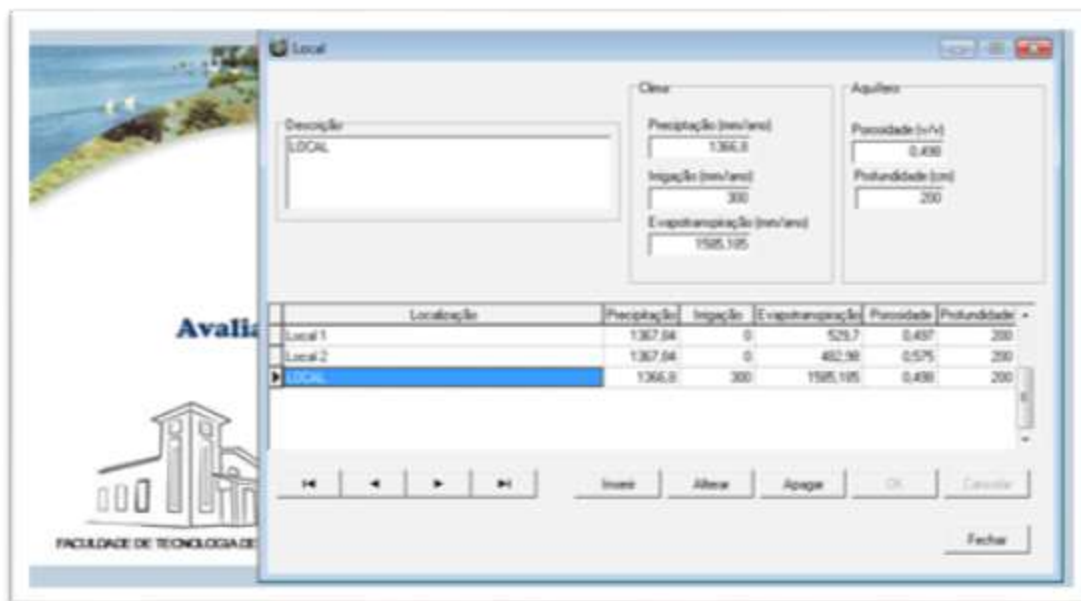
O software se inicia com a apresentação correspondente a baixo:



Em seguida é necessário inserir o nome do usuário e senha que são dados pela própria EMBRAPA.



Realizado o login, entramos com os dados do local. Existem alguns dados já cadastrados, mas há possibilidade de inserir vários outros locais onde se queira fazer os cálculos.



Após inserido o local, são disponibilizados os dados de solo para a sua escolha, ou também para adição de um novo dado de solo e suas características.

Solo

Tipo Solo:

Permeabilidade (cm/s):

Permeabilidade (cm/s):

Camada	Profundidade (cm)	Capacidade de Campo (cm³/m³)	Densidade (g/cm³)	Coeficiente de Degradação (1/dia)
Camada 1	0	0.275	1.25	0.0075
Camada 2	12	0.275	1.25	0.0075
Camada 3	25	0.265	1.2	0.0075
Camada 4	40	0.235	1.15	0.0075

Buttons:

E assim podemos ir para os cálculos, primeiro faremos de lixiviação, para contaminação de águas subterrâneas.

Cálculo Lixiviação

Local:

Solo:

Agricultura: (cm³/h)

☐ Inserir dados manualmente

Concentração Estimada na Água Subterrânea: (mg/L)

Parâmetro para Organismos Aquáticos: (mg/L)

Padrão de Potabilidade: (mg/L)

Buttons:

E depois para o cálculo de carreamento superficial para estimar a contaminação de águas superficiais.

Cálculo Carreamento Superficial

Local:

Solo:

Agricultura: (cm³/h)

☐ Inserir dados manualmente

Perda Total Agrícola: (g/L/h)

Concentração Estimada na Água Superficial: (mg/L)

Parâmetro para Organismos Aquáticos: (mg/L)

Buttons:

E assim podemos gerar os dados finais.

4. O Agrotóxico Utilizado, Atuação.

O glifosato é um herbicida pertencente ao grupo das glicinas substituídas, classificado como não-seletivo e de ação sistêmica; apresenta ampla possibilidade de ação, o que proporciona um excelente controle de plantas daninhas anuais ou perenes, tanto de folhas largas como estreitas. As aplicações do produto devem sempre ser dirigidas sobre as plantas daninhas seguindo as recomendações técnicas e boas práticas agrícolas. Se utilizado de forma correta não causará qualquer interferência no metabolismo, desenvolvimento ou produtividade das culturas. O glifosato é absorvido basicamente pela região clorofilada das plantas (folhas e tecidos verdes) e transportado pelo floema aos tecidos meristemáticos. Atua como um potente inibidor da atividade da 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), enzima que catalisa um passo fundamental na rota do ácido schiquímico, na biossíntese de aminoácidos aromáticos, em plantas e microorganismos. A inibição desta enzima pelo glifosato causa uma deficiência no crescimento das plantas, causando a sua morte.

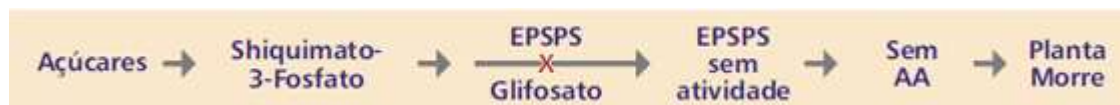


Figura 2 - Ação da Enzima EPSPS na Planta

RESULTADOS

Os resultados obtidos foram gerados em relatório de acordo com o que foi inserido no software.

Para o relatório de lixiviação utilizamos os seguintes dados no campo local:

Local: LOCAL		
Precipitação (mm/ano): 1366,8	Irrigação (mm/ano): 300	Evapotranspiração (mm/ano): 1585,185
Porosidade (v/v): 0,498	Profundidade (cm): 200	

E para o campo solo foi apenas selecionado o tipo de solo local, os dados de camadas já estavam disponíveis no software.

Solo: Latossolo Argiloso				
	Espessura (cm)	Capacidade Campo (v/v)	Densidade (g/cm³)	Carbono Orgânico (v/v)
Camada 1	0 a 12	0,275	1,25	0,0275
Camada 2	12 a 25	0,275	1,35	0,0225
Camada 3	25 a 45	0,265	1,3	0,015
Camada 4	45 a 200	0,235	1,15	0,0125

Após o solo, selecionamos o tipo de ativo do agrotóxico e a dosagem utilizada no cultivo.

Agrotóxico: Glifosate		Dose (g i.a./ha): 1920
	Koc (mL/g)	Meia - Vida (dias)
Camada 1	24	47
Camada 2	24	47
Camada 3	24	47
Camada 4	24	47

Gerando assim, os resultados para lixiviação:

Estimativas:

Perda total do Agrotóxico por lixiviação até o topo do aquífero a 200cm de profundidade: 3,45E-38

Concentração Estimada na Água Subterrânea (ug i.a./L): 6,65E-36

Parâmetro para Organismos Aquáticos (ug/L): 8300

Padrão de Potabilidade (ug/L): 700

Observamos que os parâmetros estão dentro do aceitável e com uma ampla margem.

Para os dados de carreamento superficial, entramos com o local, os mesmos que para a lixiviação:

Local: LOCAL

Precipitação (mm/ano): 1366,8

Irrigação (mm/ano): 300

Evapotranspiração (mm/ano): 1585,185

Porosidade (v/v): 0,498

Profundidade (cm): 200

São inseridos os dados de solo, igualmente ao anterior.

Solo: Latossolo Argiloso

	Espessura (cm)	Capacidade Campo (v/v)	Densidade (g/cm3)	Carbono Orgânico (v/v)
Camada 1	0 a 12	0,275	1,25	0,0275
Camada 2	12 a 25	0,275	1,35	0,0225
Camada 3	25 a 45	0,265	1,3	0,015
Camada 4	45 a 200	0,235	1,15	0,0125

E os dados do agrotóxico utilizado, o que muda é a base de cálculo do software para cada parâmetro analisado, os dados são os mesmos.

Resultamos para o carreamento superficial nos seguintes resultados:

Estimativas:

Perda Total do Agrotóxico (g i.a./ha): 409,162

Concentração na Água Superficial (ug i.a./L): 0,5692

Parâmetro para Organismos Aquáticos (ug/L): 8300

Padrão de Potabilidade (ug/L): 700

CONCLUSÃO

Os dados obtidos de contaminação de água subterrânea estão dentro do padrão aceitável pelos órgãos. Foram obtidos através do cálculo de lixiviação e carreamento superficial a partir dos dados coletados e inseridos no software.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA. **Soja no Brasil**. < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>> acesso em 02/11/2015.
- EMBRAPA. **Rotação de Culturas**. < <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm>> acesso em 02/11/2015.
- EMBRAPA. **Controle de Plantas Daninhas**.
< <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/controle.htm>> acesso em 02/11/2015.
- EMBRAPA. **Doenças e Medidas de Controle**
< <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/doenca.htm>> acesso em 03/12/2015.
- VEIGA M.M., SILVA D. M., VEIGA L.B.E., FARIA M.V.C. **Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural no interior do Brasil**.
<www.scielo.br/pdf/csp/v22n11/13.pdf> acesso em 30/11/2015.
- FERRACINI V.L., PESSOA M., SILVA A., SPADOTTO C. **Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)**.
<www.revistavirtual.redesma.org/vol9/pdf/investigacion/analise_contam_agua.pdf> acesso em 25/11/2015.
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html>
- PERINOTTO, J.A&LINO, I.C. **Geologia, Recursos Minerais e Passivos Ambientais**. Disponível em: <ceapla2.rc.unesp.br/atlas/geologia.php> acesso em julho/2016.
- GALLI, A.J.B., MONTEZUMA, M.C. Glifosato – **Alguns Aspectos da Utilização do Herbicida Glifosato na Agricultura**, p 38.
- Bula Round UP. Disponível em: <www.pioneersementes.com.br/biotecnologia/roundup_ready2> acesso agosto/2016.
- Manual AraQUÁ. Disponível em <www.embrapa.com.br>