

---

**GEOTECNIA AMBIENTAL**

**TÍTULO DO TRABALHO: IDENTIFICAÇÃO DO  
POTENCIAL HIDROGENIÔNICO E  
CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE UM  
LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO À  
CONTAMINAÇÃO CONTROLADA POR MIREX-S  
EM GOIÂNIA, GOIÁS.**

**FERNANDA CAROLINE ROMANIELO ALVES**

FERNANDARCAROLINE@HOTMAIL.COM

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

**MARTHA NASCIMENTO CASTRO**

PROFA.MARTHANC@GMAIL.COM

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

## 1. RESUMO

O aumento populacional desordenado, está cada dia mais evidente no cotidiano, e conseqüentemente tem levado ao crescimento da atividade do agronegócio, que vem tomando um espaço cada dia maior para suprir a necessidade do ser humano. Novas tecnologias são desenvolvidas, buscando acompanhar este ritmo de crescimento evidenciado nos últimos anos. A mudança no solo ocasionada pela crescente atividade de agronegócio faz com que seus aspectos físicos, químicos e biológicos se percam ao longo do processo de produção em larga escala, ocasionando em impactos negativos no solo. Algumas ações internacionais foram feitas no intuito de proibir o uso destas substâncias, que culminaram no encontro conhecido como Convenção de Estocolmo (1972), que por sua vez elaborou um documento com a proibição de 12 poluentes orgânicos persistentes (Aldrin, Chlordane, Dieldrin, DDT, Dioxinas, Furanos, Endrin, Heptachlor, Hexachlorobenzeno, Mirex, PCBs, Toxapheno) (BRASIL, 2005). Após esta data, em 2009 mais 9 substâncias foram incluídas. Neste sentido, é de extrema importância o estudo para determinação de valores de referência de Qualidade (VRQs), para se obter um padrão a seguir sem ocasionar impactos negativos contra o meio ambiente e a saúde pública, no qual mede a concentração natural de elementos químicos no solo, sem ação antrópica.

**Palavras-chave:** Agronegócio. Impactos negativos. Elementos químicos no solo.

## 2. INTRODUÇÃO/OBJETIVO

Após a segunda Guerra Mundial em meados de 1950, foram implantados tecnologias em prol do desenvolvimento industrial. Com o crescimento populacional os processos produtivos precisaram expandir a produção agrícola, obteve um aumento de uso de agrotóxico com a finalidade de controlar doenças e aumentar a produtividade. Na atual legislação, agrotóxicos são produtos e agentes de processos químicos, físicos ou biológicos, utilizados nos setores de armazenamento, produção e beneficiamento de produtos agrícolas, pastagens,

nativas ou plantadas, proteção de florestas e de outros ecossistemas e de ambientes urbanos, hídricos e industriais. O agrotóxico altera a composição da flora ou da fauna, para preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados danosos. (MMA, 2015).

Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Os agrotóxicos também podem ser chamados de defensivos agrícolas ou agroquímicos, sem alterar o seu significado. A maior problemática do uso de agrotóxicos se iniciou devido às incertezas quanto a sua segurança para a saúde humana e animal, bem como para o meio ambiente. (CALHEIROS et al., 2006). A Lei 7.802/1989, que regulamenta o uso de agrotóxicos, os define como: *“os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; assim como substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento.”*

O mirex é um inseticida (Formicida) do grupo químico das Sulfonamidas Fluoroalifáticas. Com a composição: N- ethylperfluoro-octane-1-sulfonamide (Sulfluramida 70/30): 3 g/Kg (0,3%) Inertes: 997 g/Kg (99,7%). A composição antiga de organoclorado foi proibido do mercado devido seu alto teor de contaminação. O mirex é muito persistente no ambiente e altamente resistente à degradação química e biológica. O principal processo de degradação é a fotólise na água ou na superfície do solo. O fotomirex é o principal produto de degradação. O composto apresenta pouca mobilidade quando aderido a solos ricos em matéria orgânica, mas pode ser transportado a longas distâncias quando adsorvido ao material particulado presente na água. O transporte do mirex pelo ar é improvável devido a sua baixa solubilidade em água e pressão de vapor,

entretanto, existe relato de seu transporte atmosférico, com base na detecção do composto em áreas distantes. (ADAPAR, 2016).

Desde meados do século passado, mais de 7.500 compostos químicos foram estudados, em vários países, para combater as saúvas e quenquéns. Contudo, menos de 1% deles mostraram-se promissores no controle desses insetos. Para ser usado em uma isca formicida, o inseticida deve ter características bem particulares, que o tornem adequado ao modo de ação específico da isca: ser inodoro e não repelente; apresentar ação tóxica retardada; ser letal em baixas concentrações; paralisar as atividades de corte (prejuízo causado pelas formigas), logo nos primeiros dias após a aplicação. Atualmente, a Sulfluramida é o único princípio ativo que congrega todas essas características. É o ingrediente ativo mais utilizado na fabricação de iscas formicidas para o controle de formigas cortadeiras e foi introduzido no mercado brasileiro, pioneiramente, em 1993, com a isca formicida Mirex-S. (Ehlers, 2010; Darolt, 2012)

### 3. METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido em 2 etapas, sendo que a primeira etapa constituiu-se de um levantamento bibliográfico para constituição do referencial teórico, e desenvolveu-se durante os meses de Setembro a Dezembro de 2015.

A revisão da literatura deu-se por meio de pesquisa bibliográfica em artigos, livros sobre o usos de agrotóxicos, onde analisou-se os principais aspectos do tema, no mundo, no Brasil e em particular no Estado de Goiás. Ainda foram utilizados sites especializados no tema de estudo, monografias, dissertações e teses acadêmicas.

Na segunda etapa realizou-se um experimento de campo no município de Goiânia (GO) nas dependências da área da fazenda experimental do Campus II da PUC-Goiás.

Latitude 16° 35' 12" S, longitude 49° 21' 14" WGr, a 730 m de altitude, em um Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2013).

Segundo Jacomine (2013), os Latossolos são classificados como solos que possuem em sua constituição material mineral. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo. A classe de Latossolos possui 4 subclasses: Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos, Latossolos Vermelhos–Amarelos. No estado de Goiás a classe de solo preeminente é o latossolo.

O experimento foi instalado no dia 06/04/2016, em delineamento experimental de blocos inteiramente casualizados (BIC) com 4 repetições conforme Quadro 1, sendo que as dosagens correspondem as seguintes letras: T (0g/m<sup>2</sup>), A (8 g/m<sup>2</sup>), B (16 g/m<sup>2</sup>) e C (32 g/m<sup>2</sup>). Foram testadas doses do defensivo químico mirex-s, considerando o volume de solo e as recomendações de aplicação dos fabricantes, a saber: 0 (testemunha sem mirex-s), sub dose (8 g/m<sup>2</sup>), dose recomendada (16 g/m<sup>2</sup>), super dose (32 g/m<sup>2</sup>). Logo após a aplicação do produto, com uso de regadores, toda a área de parcelas recebeu irrigação para fins de acelerar a incorporação do inseticida ao solo. Finalizada a indução de contaminação controlada do solo pelo defensivo agrícola, o solo foi destinado à incubação por quatro períodos, a saber: 1,10, 20 e 40 dias após a aplicação.

**Quadro 1.** Divisão da área em estudo, para aplicação do mirex-s.

BORDADURA				
Tamanho	2m	2m	2m	2m
1m	<b>A1</b>	<b>B2</b>	<b>T3</b>	<b>C4</b>
1m	<b>B1</b>	<b>A2</b>	<b>B3</b>	<b>T4</b>

1m	C1	C2	A3	A4
1m	T1	T2	C3	B4

BORDADURA = 50 cm

As amostras de solo foram coletadas e analisadas no período de Abril e Maio de 2016, na profundidade de 0 a 20cm, utilizando-se para isso um trado do tipo holandês de 20 cm.

Após a coleta, as amostras, devidamente identificadas, foram levadas ao laboratório das dependências da PUC-Goiás onde receberam o tratamento de terra fina seca ao ar e posteriormente as amostras foram passadas em peneira de 2mm para remoção de materiais grosseiro (pedras, galhos, etc) (RABELO, 2000).

As alíquotas amostradas foram submetidas a estudos eletroquímicos para determinação de potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica.

Para aferição do potencial hidrogeniônico foi adotado a metodologia descrita por Rabelo (2000), e a condutividade elétrica será determinada utilizando-se a metodologia descrita por EMBRAPA (1997).

Para a aferição do pH (Potencial Hidrogeniônico) empregou-se um medidor de pH provido de um eletrodo de vidro . A calibração foi feita a partir das soluções padrões de pH 4,0 e 7,0. A condutividade elétrica foi medida por meio de um condutivímetro da marca Tecnal, modelo: TEC-5, sua calibração foi feita com solução padrão 1412.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste Tukey) e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, o programa de estatística utilizado para esta aferição foi o SISVAR versão 5.6.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 apresentam-se as médias das 4 repetições dos valores do potencial hidrogeniônico do tratamento dose 0 g/m<sup>2</sup> do inseticida, bem como o resultado do teste de Tukey a 5% de significância.

**Tabela 1.** Médias de valores de pH de um Latossolo Vermelho submetido a contaminação controlada por mirex-s.

Doses de mirex-s (g/m <sup>2</sup> )	Média dos tratamentos				Resultado do teste
	1 dia	10 dias	20 dias	40 dias	
Dose 0	5,8	5,7	5,8	5,7	a1
Dose 8	5,7	5,8	6,1	5,8	a1
Dose 16	5,9	5,8	6,0	6,0	a1
Dose 32	5,7	5,9	5,9	5,8	a1

\* Valores seguidos de mesma letra e número não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Pode-se observar através dos resultados obtidos pelo teste tukey 5%, que os tratamentos com as diferentes doses de mirex-s não influenciaram no pH do solo, na profundidade de 0 a 20 cm, em nenhuma das épocas analisadas. Acredita-se que tal comportamento está associado á pouca solubilidade do mirex-s. Concordando com isso, Felix, Navickiene e Dórea (2007) ao relacionar as características físico-químicas do mirex com o seu comportamento em relação ao solo, afirma que o inseticida é resistente á degradação e quase insolúvel em água.

Outro fator relevante que justifica a não interferência do mirex no pH do solo analisado, é o fato do mirex-s ser rapidamente carregado pelas formigas, fato observado no dia 1 de coleta, isso faz com que sua interação com o solo seja

a mínima possível, este fato corrobora com o encontrado por Zanuncio et al (1996) que ao analisar a eficiência da isca mirex-s, observou que em 48 horas toda a isca havia sido carregada da área.

A interação de um pesticida no solo depende de interações entre sua estrutura molecular e as características de solo, além dos fatores climáticos, (Nakano & Papa, 2001 apud Lanna 2002). Pensando nisso, verificou-se o período em que foi feita as coletas, e pode-se perceber uma pequena alteração no valor de pH aferido levando em consideração o período chuvoso que ocorreu antes da coleta do 20º e 40º dia e o período de seca no 1º e 10º dia de coleta. Para análise de tal relação segue abaixo na tabela 2 as médias do pH no período seco e no período chuvoso.

**Tabela 2.** Valores médios do pH do solo, em diferentes épocas.

Período	Médias	Resultados do teste
Chuvoso	5,93	a1
Seco	5,82	a1

\* Valores seguidos de mesma letra e número não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Analisando tal relação pode-se observar que o pH comparado aos diferentes períodos não diferenciaram-se estatisticamente a teste Tukey 5%. Diferentemente, Silva et al. (2012) verificou que o pH do solo tende a aumentar em período chuvoso, devido ao fato do solo ser eletronegativo, no qual proporciona uma maior concentração de hidroxilas (OH) na solução do solo no período chuvoso, em relação à concentração dos íons hidrogênios (H<sup>+</sup>), que são adsorvidos no complexo de troca.

**Tabela 3.** Valores médios de condutividade elétrica (dS.m<sup>-1</sup>) de um Latossolo Vermelho submetido a contaminação controlada por mirex-s.



### Média dos Tratamentos ( $\text{dS.m}^{-1}$ )

Doses de Mirex-s ( $\text{g/m}^2$ )	1 dia	10 dias	20 dias	40 dias	Resultado do teste
<b>Dose 0</b>	0,937	0,415	0,332	0,340	a1
<b>Dose 8</b>	0,184	0,327	0,299	0,313	a1
<b>Dose 16</b>	0,124	0,404	0,289	0,283	a1
<b>Dose 32</b>	0,141	0,431	0,204	0,322	a1

\* Valores seguidos de mesma letra e número não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Na tabela 3 observa-se que estatisticamente todos os valores de condutividade elétrica não diferenciaram-se entre si pelo teste de tukey a 5%. Assim, pode-se afirmar que o mirex-s não altera a condutividade elétrica do solo.

Tal comportamento está associado ao fato da condutividade elétrica analisar a quantidade de sais presentes no solo. Acredita-se que os resultados obtidos está associado ao fato do mirex-s não possuir sais em sua composição, já que sua formulação é a base de sulfluramina, com isso não alterou a quantidade de sais do solo analisado. Concordando com tal afirmação, Silva et al. (2012) ao avaliar a condutividade elétrica na solução do solo em diferentes profundidades em um Argissolo Vermelho Amarelo, afirma que solos que apresentam maior condutividade elétrica, apresentam maior concentração de sais. Com isso, pode-se afirmar que o mirex-s não alterou a concentração de sais do solo em estudo. Diante disso, fez-se uma análise da condutividade elétrica nos diferentes períodos onde aconteceu a coleta, na tabela 4 demonstram-se as médias desses períodos.

**Tabela 4.** Valores médios de condutividade elétrica ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) do solo, em diferentes épocas

Período	Médias ( $\text{dS.m}^{-1}$ )	Resultados do teste
Chuvoso	0,298	a1
Seco	0,265	a1

\* Valores seguidos de mesma letra e número não diferem entre si estatisticamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Pode-se perceber que a diferença entre os valores de condutividade elétrica no período chuvoso e seco apresentados na tabela 4 acima não apresentou diferenças estatísticas pelo teste de Tukey a 5%. Semelhante ao encontrado neste trabalho, Andrade et al. (2012) ao estudar a variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea utilizada na irrigação, verificaram que a condutividade elétrica não mudou nos diferentes regimes pluviométricos.

## 5. CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Após a análise dos resultados pode-se concluir que:

- Para as condições em que foi desenvolvido este estudo, as diferentes doses de mirex-s, bem como os diferentes períodos de incubação do inseticida no solo, não alteram o pH do solo.
- A condutividade elétrica do solo também não sofreu alterações pelo mirex-s nos diferentes períodos de incubação e períodos pluviométricos analisados pelo teste de estatística tukey a 5%.
- Ambientalmente esse comportamento do mirex-s é um ganho, devido ao alto uso deste inseticida pelos agricultores, e também não altera os parâmetros do solo usado para plantio.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, T. S.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MONTENEGRO, A. A. A.; RODRIGUES, D. F. B. Variabilidade espaço-temporal da condutividade elétrica da água subterrânea na região semiárida de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, n.5, p.496–504, 2012.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. ; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA GEOGRÁFICA**, v. 8, n. 16, p. 40-55, 2015.

CAVALCANTI, J. E. A década de 90 é dos resíduos sólidos. **Revista Saneamento Ambiental**, n. 54, p. 16-24, 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA -CNPS, 1997. 211p.

GAYNOR, A. A. **Contaminação do solo com pesticidas. Estudo de caso de Peth – Austrália Ocidental**. Revista de Agricultura Urbana. 2001. Disponível em: <<http://w.w.agriculturaurbana.org.br/RAU/AU3/AU3pesticidas.html>>. Acesso: em 31 Set. 2015.

JACOMINE, P. K. T.. **A nova classificação brasileira de solos**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 5, p. 161-179, 2013.

LANNA, A. C. **Impacto ambiental de tecnologias, indicadores de sustentabilidade e metodologias de aferição: uma revisão**. Embrapa Arroz e Feijão, 2002. Disponível em: <[http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAP/20450/1/doc\\_144.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAP/20450/1/doc_144.pdf)>. Acesso: em 03 jun. 2016.