

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

DANNIANY VIEIRA GOMES DOS SANTOS

**LIXIVIAÇÃO DO CARBARIL SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE
PRECIPITAÇÃO**

**ITUMBIARA-GO
2021**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Danniany Vieira Gomes dos Santos

Matrícula: 20171040030274

Título do Trabalho: Lixiviação Do Carbaril Sob Diferentes Condições de Precipitação

Autorização - Marque uma das opções

- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data 15/12/2022 (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☒ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 15/12/2021.
Local Data



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

DANNIANY VIEIRA GOMES DOS SANTOS

**LIXIVIAÇÃO DO CARBARIL SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE
PRECIPITAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Simone Machado Goulart.

Coorientador(a): Msc. Adilson Correa Goulart.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S2371	Santos, Danniany Vieira Gomes dos Lixiviação do carbaril sob diferentes condições de precipitação. Danniany Vieira Gomes dos Santos. -- Itumbiara, 2021. 24 p. : il. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2021. Orientador: Profª Drª Simone Machado Goulart 1. Produtos químicos agrícolas 2. Lixiviação. 3. Inseticidas. I. Título. II. Goulart, Simone Machado. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. CDD632.951
-------	--

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Biblioteca Maria Gabriela Pacheco Pardey / Câmpus Itumbiara
Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima CRB1/1684



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA

DANNIANY VIEIRA GOMES DOS SANTOS

LIXIVIAÇÃO DO CARBARIL SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE PRECIPITAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química e obtenção do título de licenciado em Química.
Área de concentração: Química Analítica.

Aprovado em 18 de novembro de 2021.

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Simone Machado Goulart
Orientadora - IFG – Câmpus Itumbiara

(Assinado eletronicamente)

Lic. Jordana Teodoro Bernardes
IFG - Câmpus Itumbiara

(Assinado eletronicamente)

Profa. Dra. Katiúscia Daiane Ferreira
IFG - Câmpus Itumbiara

ITUMBIARA - GO

2021

Documento assinado eletronicamente por:

- Jordana Teodoro Bernardes, JORDANA TEODORO BERNARDES - CODIGO - TERMO - IFG - CÂMPUS ITUMBIARA (10870883000578), em 30/11/2021 11:33:09.
- Katiúscia Daiane Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 29/11/2021 10:44:41.
- Simone Machado Goulart, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 29/11/2021 09:28:06.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/11/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 223247

Código de Autenticação: ae12830f4f



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me sustentado até aqui, ao meu esposo Luciano por seu apoio e compreensão nessa jornada, também aos meus filhos Nicolas e Anna Sarah que mesmo em tão tenra idade conseguiram compreender a minha ausência e são minha inspiração para cada dia ter forças para batalhar.

Aos meus pais José e Lucinilda, que são à base de toda a minha existência, ao meu irmão Danilo que é meu exemplo de resiliência.

Aos meus colegas de curso que sempre estiveram presentes, para juntos superarmos as dificuldades da vida acadêmica, Adaniane Gomes Tomé, Bruno Bernardes de Menezes, Karolayne Amorim Souza, Maria Paula Moreira Dias e Maria Stefane da Silva.

Aos meus orientadores Dra. Simone Machado Goulart e Msc. Adilson Correa Goulart, meu muito obrigada por acreditarem no meu potencial.

A minha amiga e incentivadora Ali Lúcia da Silva Freitas que sempre me incentivou e nunca me deixou desanimar.

A colega Lidiane Simões que foi minha parceira de Iniciação Científica no qual originou esse presente trabalho, os nossos contínuos questionamentos e debates nos trouxeram até aqui.

A todos os professores e colegas que fizeram parte dessa trajetória acadêmica meus agradecimentos por agregarem conhecimentos e experiências que irei levar comigo durante a minha vida.

E por fim, ao Instituto Federal de Goiás – Câmpus Itumbiara, por com sua infraestrutura me proporcionar galgar mais um degrau na escada do conhecimento.

RESUMO

No Brasil, a introdução dos agrotóxicos foi feita de forma organizada, acompanhada de pacotes tecnológicos que introduziram a mecanização em larga escala. Em 2008, o Brasil assumiu o posto de maior consumidor mundial de agrotóxicos. Conforme pesquisas divulgadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Observatório da Indústria dos Agrotóxicos da Universidade Federal do Paraná, apresentadas em 2012, “enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%”. O Carbaril com nome químico: de 1-naftil metil carbamato fórmula química: $C_{12}H_{11}NO_2$ é um inseticida de contato, de baixa toxicidade para mamíferos e com ampla faixa de utilização nos mais variados tipos de cultura. A lixiviação consiste ao movimento vertical do agrotóxico ao longo do perfil do solo, que acontece em conjunto com a infiltração da água da chuva ou após a irrigação, enquanto que o escoamento superficial ocorre na superfície do solo levando os agrotóxicos e sedimentos através do fluxo da água. As colunas de solo têm sido amplamente utilizadas em estudos experimentais para avaliar o potencial de lixiviação de pesticidas e metais pesados. Elas têm sido usadas em diferentes tipos de solo para verificar o risco de poluição ambiental. Diante do exposto acima, a presente pesquisa teve por objetivo simular e avaliar a lixiviação do Carbaril utilizando colunas de solo e análise por cromatografia líquida de alta performance. Para a realização deste estudo, após o preenchimento das colunas, com o solo, foram aplicadas doses do padrão Carbaril em 2 colunas de solo. Após a aplicação, foram simulados diferentes volumes, 50 mm e 150 mm, de precipitações. Observou-se que na coluna onde foi simulado 150 mm de precipitação o Carbaril se deslocou para perfis mais profundos do solo em relação à coluna onde foi simulado 50 mm de precipitação. Nesta coluna, concentrações do Carbaril foram encontradas somente no perfil superficial da mesma. Desta forma verifica-se que o volume de precipitação pode influenciar na movimentação do Carbaril no solo.

Palavras-chave: Carbaryl Leaching; Soil column.

ABSTRACT

In Brazil, the introduction of pesticides was carried out in an organized manner, accompanied by technological packages that introduced mechanization on a large scale. In 2008, Brazil assumed the position of the world's largest consumer of pesticides. According to surveys released by the National Health Surveillance Agency (ANVISA) and the Agrochemical Industry Observatory of the Federal University of Paraná, presented in 2012, "while the world pesticide market grew 93% in the last ten years, the Brazilian market grew 190% ". Carbaril with chemical name: 1-naphthyl methyl carbamate chemical formula: $C_{12}H_{11}NO_2$ is a contact insecticide, with low toxicity for mammals and with a wide range of use in the most varied types of cultures. Leaching consists of the vertical movement of the pesticide along the soil profile, which occurs in conjunction with the infiltration of rainwater or after irrigation, while surface runoff occurs on the soil surface carrying pesticides and sediment through the flow of Water. Soil columns have been widely used in experimental studies to assess the leaching potential of pesticides and heavy metals. They have been used on different types of soil to check the risk of environmental pollution. Given the above, this research aimed to simulate and evaluate the leaching of Carbaryl using soil columns and analysis by high performance liquid chromatography. To carry out this study, after filling the columns with soil, doses of the standard Carbaryl were applied in 2 columns of soil. After application, different volumes, 50 mm and 150 mm, of precipitation were simulated. It was observed that in the column where 150 mm of precipitation was simulated, the Carbaryl moved to deeper soil profiles in relation to the column where 50 mm of precipitation was simulated. In this column, Carbaryl concentrations were found only in its surface profile. Thus, it appears that the volume of precipitation can influence the movement of Carbaryl in the soil.

Keywords: Carbaryl; leaching; column; ground.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –	Fórmula estrutural do Carbaril.....	17
Figura 02 –	Colunas de PVC preparadas para preenchimento com solo.....	20
Figura 03 –	Esquema da simulação da precipitação e de profundidade das coletas das amostras.....	21
Figura 04 –	Tubos das amostras preparados e refrigerados aguardando para ESL-PBT...	22
Figura 05 –	Cromatograma padrão Carbaril comparado com solução extrato da coluna 50 mm.....	23
Figura 06 –	Cromatograma coluna 50 mm de precipitação.....	23
Figura 07 –	Cromatograma da coluna de 150 mm de precipitação.....	24
Figura 08 –	Curva Analítica.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos.....	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	Justificativa	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Agrotóxicos no Brasil	14
2.2	Carbamatos	15
2.3	Carbaril	16
2.4	Latossolo Vermelho	17
2.5	Lixiviação	18
2.6	Métodos para verificar a mobilidade de agrotóxicos em solo	19
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	Preparação das Colunas de Solo	20
3.2	Simulação da precipitação e coleta das amostras	21
3.3	Extração sólido-líquido com partição a baixa temperatura.....	22
3.4	Condições cromatográficas.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1	Análise cromatográfica	23
4.2	Curva analítica	24
4.3	Ensaio realizado.....	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

Substâncias químicas com fins de controle de pragas e doenças têm registros entre os escritos gregos e romanos há mais de 3.000 anos (ALVES FILHO, 2002). No Brasil, a introdução dos agrotóxicos foi feita de forma organizada, acompanhada de pacotes tecnológicos que introduziram a mecanização em larga escala, associada a outros fatores de produção por meio de gastos pré-estabelecidos de financiamentos estatais (30% do financiamento deveria ser gasto em inseticidas e 20% em herbicidas). Neste contexto, o objetivo foi incentivar a modernização do território, mediante a modernização do campo (agro industrialização), para garantir o aumento da produção e da produtividade, sem considerar riscos ao ambiente e à saúde (NEVES et al., 2020).

Em 2008, o Brasil assumiu o posto de maior consumidor mundial de agrotóxicos. Conforme pesquisas divulgadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e pelo Observatório da Indústria dos Agrotóxicos da Universidade Federal do Paraná, apresentadas em 2012, “enquanto nos últimos dez anos o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%” (CARNEIRO et al., 2015, p. 51). Alguns componentes ativos são classificados como moderadamente ou levemente tóxicos. Porém, usá-lo por meses, anos ou mesmo décadas pode ter efeitos crônicos, manifestados em uma variedade de doenças, como câncer, malformações congênitas, doenças endócrinas, neurológicas e mentais (CARNEIRO et al., 2015, p. 60). Além de afetar a saúde humana, o uso de tais produtos também pode poluir a água, o solo, o ar e os ecossistemas (LIMA et al., 2007).

Após a sua aplicação, os agrotóxicos podem ter como destino o solo. Em contato com o mesmo, existem diferentes formas do transporte dos agrotóxicos, como por exemplo, a lixiviação ou o escoamento superficial. A lixiviação consiste ao movimento vertical do agrotóxico ao longo do perfil do solo, que acontece em conjunto com a infiltração da água da chuva ou após a irrigação, enquanto que o escoamento superficial ocorre na superfície do solo levando os agrotóxicos e sedimentos através do fluxo da água (SCORZA, 2018).

As colunas de solo têm sido amplamente utilizadas em estudos experimentais para avaliar o potencial de lixiviação de pesticidas e metais pesados. Elas têm sido usadas em diferentes tipos de solo para verificar o risco de poluição ambiental (BOEIRA; SOUZA; FERRACINI, 2003), bem como fez SILVA e colaboradores (2018) para analisar a mobilidade do carbofurano no solo.

O Carbaril é um agrotóxico da classe química dos carbamatos a sua aplicação é foliar. O princípio ativo é legalizado para as culturas de abacaxi, abóbora, algodão, alho, banana, batata, cebola, couve-flor, feijão, maçã, pastagem, pepino, repolho e tomate. O agrotóxico Carbaril (1-naftil metil carbamato) é um inseticida de amplo espectro, usado para controlar mais de 100 espécies em plantações, gramado e floresta, também usados como moluscicida e acaricida (EXTONET, 2007). O seu modo de ação não afeta apenas as espécies desejadas, mas também afeta espécies não alvo, incluindo humanos (BRASIL, 2017).

Desde 1995, o governo britânico reconheceu a relação entre o câncer e o Carbaril. Além disso, a organização ambientalmente relacionada "*Pesticide Trust*" visa Indicar "potencial carcinogênico humano" no rótulo de produtos contendo carbaril (GHAUCH et al., 2001).

Diante da problemática exposta e observada à falta de referências e informações a respeito da toxicidade, e interação do mesmo nos solos brasileiros, tornou-se de fundamental importância pesquisar e avaliar em laboratório o potencial de lixiviação do Carbaril. Para isso, foram utilizadas colunas de solo onde foram aplicadas doses do produto Carbaril. Após a coleta, a determinação e concentração do Carbaril foram realizadas empregando a Extração Sólido-Líquido e Partição em Baixa Temperatura (ESL- PBT) e análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

- A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a lixiviação do agrotóxico carbaril no latossolo vermelho por meio de colunas de solo sob diferentes condições de precipitação.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Aplicar o produto Carbaril no topo das colunas de solo.
- Simular diferentes volumes de precipitação.
- Coletar as amostras de solo ao longo do perfil das colunas.
- Realizar a extração e análise cromatográfica nas amostras de solo coletadas ao longo do perfil das colunas.

1.2 Justificativa

Com a inserção de novas tecnologias na produção agrícola, os estabelecimentos agropecuários tiveram a necessidade de inserir substâncias químicas nas atividades agrícolas. Vale ressaltar que a mudança no processo produtivo contribuiu para o desequilíbrio ambiental, provocando impactos e degradação da biosfera (NORONHA; ALMEIDA, 2017).

O centro-sul de Goiás região onde se encontra o município de Itumbiara é uma das áreas mais produtivas do Estado. Manifesta-se principalmente com o relevo plano e suave que se torna fácil de mecanizar, gerando assim uma maior produção agrícola (COSTA; SANTOS, 2011). A título preliminar, pode-se dizer que o Sul de Goiás já esteve nas últimas três décadas tendo a economia baseada principalmente na pecuária extensiva de corte, na criação extensiva de vacas leiteiras, na produção de alimentos básicos extensivos e na agricultura de produção intensiva de soja, milho e sorgo. Esses departamentos de produção são responsáveis por matérias-primas para empresas agrícolas e produtos de exportação da cadeia produtiva cereais-farelo-óleo e grãos-rações-carne, portanto, desencadeado a industrialização agrícola regional por unidades modernas e de alta produtividade, tem influência significativa a montante e a jusante (GONÇALES, 2008).

O Carbaril é usado no controle de insetos voadores e sugadores em mais de 120 tipos de plantações, incluindo a soja, vegetais, árvores frutíferas (também citrus), mangas, bananas, morangos, batatas e plantas ornamentais, dentre outros (RISSATO, 1995), devido à sua toxicidade, combinada com seu amplo uso, a detecção deste poluente é observada à falta de referências e informações a respeito da toxidez e da decomposição no ambiente deste agrotóxico em solos brasileiros, é que se propõe pesquisar e avaliar em laboratório o potencial de lixiviação do Carbaril por meio de colunas de solo, haja vista, que depois das plantas, o solo é o principal receptor de agrotóxicos agrícolas, ao passo que a interação pesticida-solo depende, principalmente, das características físico-químicas tanto do solo quanto do pesticida (MARTINS et al., 2006).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agrotóxicos no Brasil

Os agrotóxicos são compostos manufaturados com o propósito de prevenir ecossistemas urbanos, rurais, agrícolas e aquáticos da ação danosa de seres considerados nocivos ao sistema (BRASIL, 2002).

Quase metade de todos os alimentos para consumo humano é Consumido ou estragado por pragas (30% antes da colheita e 20% durante a colheita, transporte e armazenamento). Existem ótimos métodos biológicos para proteção de plantas em potencial que são muito importantes, bem como os estimulantes e modificadores de crescimento e desenvolvimento da planta, mas o controle químico é a alternativa atualmente mais comumente usada. Conduz se o controle de pragas por meio de compostos químicos chamados de: inseticidas, herbicidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, rodenticidas, etc. Existem cerca de 2,5 bilhões de toneladas de pesticidas no mundo aplicado sistematicamente todos os anos (POZHARSKII, 1965). Desde a introdução de pesticidas na agricultura, essas substâncias têm proporcionado muita perturbação com o seu impacto no meio ambiente e na saúde humana (BONZI, 2013; SOARES, 2010).

Apesar de a agricultura ser uma prática milenar, a utilização de meios alternativos para o melhoramento na produtividade começou a ganhar forças no final do século XIX. Na época, várias lavouras em importantes centros econômicos, como Europa e Estados Unidos, vinham sendo atacadas por diferentes tipos de pragas. O período foi marcado por intensas investigações. Os estudos objetivavam encontrar substâncias capazes de amenizar os danos causados nas lavouras, obtendo como resultado o processo de sintetização de vários compostos. Os principais componentes utilizados no trato das lavouras eram de composição inorgânica, tais como, sulfato de cobre, arsenito de cobre e misturas a base de óxido de cálcio (GOODMAN et al., 1990; STETTER, 1993).

A fase contemporânea dos agrotóxicos na agricultura pode ser representada pela inserção dos compostos sintéticos orgânicos, ocorrida no início do século XX. A exploração dos xenobióticos tem a sua ascensão em 1940, durante a Segunda Guerra Mundial (GOODMAN; SORJ; WILLKINSON, 1990). A grande necessidade da indústria bélica iniciou um mercado voltado especificamente para a produção de compostos químicos, dando origem a empresas voltadas para a pesquisa e comercialização desses produtos, que mais tarde viriam a ser utilizados na agricultura (SPARKS, 2013).

O processo de modernização da agricultura brasileira aconteceu na década de 1960. A introdução da “Revolução Verde” gerou um aumento significativo na produção agrícola, permitindo ao país alcançar altos índices econômicos o que contribuiu, consequentemente,

para o desenvolvimento nacional. Apesar dos índices positivos na economia, a inserção da agricultura moderna, trouxe um aumento expressivo na utilização de agrotóxicos (RAMPAZZO, 1997; TEIXEIRA, 2005).

Em 2010 a região que mais consumia agrotóxico no país era a Sudeste, mas em 2011 a Região Centro Oeste superou a Região Sudeste se mantendo no topo como a maior região consumidora de agrotóxico do país (IBAMA, 2015).

2.2 Carbamatos

Os carbamatos são uma classe de compostos com uma ampla gama de aplicações nas indústrias farmacêutica, de polímeros, naval e agrícola. O primeiro marco na síntese de pesticidas carbamatos ocorreu em 1956 (GUPTA, 2014), depois de verificar a eficiência do primeiro carbamato, o Carbaril, os carbamatos passaram então a ser amplamente utilizados em diferentes tipos de culturas. Mais tarde, vários carbamatos foram sintetizados para encontrar ativos pesticidas Anticolinesterase, com maior especificidade e menor toxicidade em mamíferos do que os pesticidas organofosforados (VALE; LOTTI, 2015). Os carbamatos são pesticidas derivados do ácido carbâmico que pode ser um éster ou sal desse ácido, principalmente utilizado como: inseticida, fungicida e nematicidas na agricultura (TIMBRELL 1981).

De um modo geral, os carbamatos são menos persistentes no meio ambiente, no entanto, suas características podem ser afetadas por certos fatores como propriedades físicas e químicas, como temperatura e pH. Os carbamatos são metabolizados por microrganismos, plantas e animais ou degradados na água e no solo, especialmente em meio alcalino (SUCEN, 2000). Não são bioacumulativos em organismos vivos, porém, são muito tóxicos para aves, mamíferos e peixes mesmo em pequenas concentrações (WINTER, 2005). Os carbamatos são altamente eficazes no controle de organismos alvo, mas o uso excessivo e contínuo pode levar ao aumento da dosagem gradativa devido à resistência das pragas. Outra questão relacionada sobre o uso dos carbamatos e o meio ambiente é que na maioria dos casos, as moléculas de pesticidas produzem compostos que são mais prejudiciais ao corpo humano do que o princípio ativo em si (SANTOS, 2002).

O Brasil é um dos maiores consumidores de carbamato do mundo, respondendo por 7% do consumo mundial em 1995 (BRASIL, 1998). Eles são tóxicos para os humanos e têm um mecanismo de ação comum baseado na inibição da acetilcolinesterase, levando ao acúmulo de acetilcolina nas sinapses nervosas (ESCÁMEZ et al., 2006). Os carbamatos são a causa mais comum de envenenamento nas áreas rurais, de acordo com a Organização Mundial da Saúde o Brasil notificou cerca de 300.000 casos de intoxicação por agrotóxicos em 1993 (BRASIL, 1998).

Se aplicadas indevidamente nas lavouras, essas substâncias não só deixarão resíduos nos produtos agrícolas, mas também poluirão os cursos de água. A ingestão de água ou alimentos contendo essas substâncias pelos animais pode fazer com que elas se depositem na gordura e nos músculos, e também podem ser encontrados no leite (ROTHWELL et al., 2001).

No Brasil, compete ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) avaliar e classificar o comportamento dos agrotóxicos no ambiente (BRASIL, 2002). A classificação do risco ambiental é realizada mediante a avaliação do potencial de periculosidade ambiental (PPA). Os parâmetros analisados pelo PPA são transporte, persistência, bioacumulação, toxicidade, dentre outros. Quanto à periculosidade ambiental, os agrotóxicos classificam-se em: Classe I – Produto Extremamente Perigoso; Classe II – Produto Muito Perigoso; Classe III – Produto Perigoso; IV – Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente (IBAMA, 1996). O Carbaril tem a sua classificação toxicológica na Classe II, o que significa altamente tóxico (BRASIL, 2006).

2.3 Carbaril

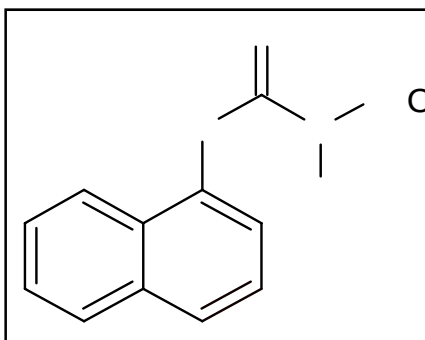
O Carbaril com nome químico: de 1-naftil metil carbamato fórmula química: $C_{12}H_{11}NO_2$ é um inseticida de contato, considerado altamente tóxico (classe toxicológica II) e com ampla faixa de utilização nos mais variados tipos de cultura (BRASIL, 2017). Os carbamatos vêm substituindo, com frequência, os compostos organofosforados e, principalmente, os organoclorados nas plantações devido sua baixa persistência nos meios ambientais e biológicos (YANG, E-Y.; SHIN, H-S. 2013).

Os carbamatos são parecidos com os inseticidas organofosforados quanto ao desenvolvimento de resistência e ação biológica (inibem a colinesterase). As três classes mais comercializadas de N-metil carbamatos são os fenóis (sendo os mais utilizados o Carbaril, o Carbofuran e o Bufencarb), as oximas (com destaque para o Metomil), e os compostos hidroxí heterocíclicos (dos quais o Prime Carb é o mais usado).

A inalação ou ingestão de largas quantidades pode ser tóxica aos nervos e aos sistemas respiratórios, resultando em náuseas, problemas estomacais, diarreia e salivação excessiva. A exposição dos humanos ao carbaril e a outros carbamatos causa a inibição da enzima acetilcolinesterase (AChE), essencial para transmissão de impulsos nervosos (GALLI et al. 2006). Os inseticidas carbamatos possuem um grupamento metil em R1 conforme a Figura 01 abaixo, e por isso são inseticidas efetivos em virtude de inibirem a acetilcolinesterase no sistema nervoso, sem necessitar de biotransformação (World Health Organization (WHO) 1986).

O Carbaril é limitado pela matéria orgânica e pode ser transportado no solo. Tem uma meia-vida de 7 a 14 dias em solo franco-arenoso e 14 a 28 dias em solo franco argiloso (HOWARD, 1989). A figura 01 representa a estrutura em linhas da molécula de carbaril derivado do ácido carbâmico (N-metilcarbâmico) de peso molecular igual a $201,2 \text{ g.mol}^{-1}$ e que possui alguns nomes comuns: Carbaril, Sevin, Menkatol, Carvin, Arilan, Servinox, Servidol, dentre outros.

Figura 01 - Fórmula estrutural do Carbaril.



Fonte: MENEZES (2020).

As principais características físico-químicas do carbaril importantes para entendermos como ele se relaciona com as demais moléculas que o circundam: (I) Nome químico: 1-nafthyl-N-methylcarbamato. (LARINI 1999); (II) Aspecto físico: sólido cristalino, branco; (III) Ponto de fusão = 142°C ; (IV) solubilidade: pouco solúvel em água (0,2% a 20°C), levemente solúvel em benzeno, hexano e metanol além de ser moderadamente solúvel nos demais solventes orgânicos; (V) Estabilidade: estável em condições normais de armazenamento, decompondo-se em 1-naftol em meio alcalino; (VI) Pressão volumétrica: $6,6 \rightarrow 106 \text{ mmHg}$; e, (VII) pH: entre 5 e 7 (LARINI, 1999).

Apesar da degradação ser relativamente rápida, devido à sua solubilidade em água, o Carbaril é bastante móvel no solo e a possibilidade de migração da substância nas águas subterrâneas tem de ser levada em consideração. Os metabolitos mais frequentes do Carbaril são o 1-naftol, 2- isopropoxifenol, 1,4-naftoquinona e o 3-hidroxi-1,4-naftoquinona (LIMA, 2001).

2.4 Latossolo Vermelho

Devido aos diferentes materiais de origem, os latossolos podem ser divididos em diferentes tipos, que por sua vez são classificados em diferentes subclasses, a exemplo delas encontra-se o latossolo vermelho. Esta subclasse forma-se por meio de arenitos, calcários,

gnais, materiais retrabalhados e pré - intemperizados, o que o faz possuir variados tipos de textura e fertilidade (GOULART, 2017).

O latossolo vermelho apresenta cor vermelha acentuada, devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade. São identificados em extensas áreas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste do país, sendo responsáveis por grande parte da produção de grãos do país, pois ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano e suave ondulado, propiciando a mecanização agrícola. Em menor expressão, podem ocorrer em áreas de relevo ondulado (EMBRAPA, 2018).

Os latossolos vermelhos são profundos e possuem boa drenagem. As suas boas condições físicas como, por exemplo, o relevo plano facilita o uso de maquinário agrícola e boa adaptação a diferentes tipos de cultivo. São encontrados amplamente nas regiões Centro Oeste, Sul e Sudeste do país (AGEITEC, 2016; KER, 1997). Apresentam teor de silte inferior a 20% e argila variando entre 15% e 80%. São solos com alta permeabilidade à água, podendo ser trabalhados em grande amplitude de umidade. Os latossolos apresentam tendência a formar crostas superficiais, possivelmente, devido à floculação das argilas que passam a comportar-se funcionalmente como silte e areia fina. A fração argila dos latossolos é composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita). Alguns latossolos, formados de rochas ricas em ferro, apresentam, na fração argila, a maghemita e, na fração areia, a magnetita e a ilmenita. A esses últimos, estão associados os elementos-traço (micronutrientes) como o cobre e o zinco, importantes para o desenvolvimento das plantas (EMBRAPA, 2018).

Este tipo de solo é um dos mais escolhidos para pesquisas na agricultura brasileira, ocupando 32% de todo território nacional. Suas características físicas facilitam o processo de implementação agrícola o que potencializa sua utilização para o cultivo de diferentes tipos de cultura (SOUSA; LOBATO, 2017).

2.5 Lixiviação

Entre todos os componentes ambientais, o solo é o mais afetado pelas moléculas de pesticidas. Uma vez contaminado, contaminará as águas superficiais por meio do escoamento superficial e as águas subterrâneas por meio do processo de lixiviação (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

Quando a água da chuva flui ao longo de dois caminhos diferentes, ocorre lixiviação e escoamento. Quando a água penetra no solo profundamente, chamamos isso de lixiviação. É assim que os pesticidas entram nas águas subterrâneas. A tendência de lixiviação de pesticidas depende de sua capacidade de adsorção ao solo, solubilidade em água e tipo de solo. Esses

parâmetros físicos e químicos são extremamente importantes no estudo da capacidade de poluição das águas subterrâneas. Algumas condições ambientais, como solo poroso, precipitação anual maior que 250 mm e aquíferos confinados são propícios à infiltração (REBELO; CALDAS, 2014).

Após a entrada de determinado pesticida no solo, vários processos físicos, químicos e biológicos determinam seu comportamento. A dinâmica do pesticida no solo é governada por processos de retenção, processamento e transporte, e pela interação entre estes. Além da variedade de processos envolvidos na determinação do comportamento do pesticida, muitos fatores podem afetar a cinética dos processos. As propriedades do solo que afetam a sorção de pesticidas são variáveis e dependem também da composição específica do produto. Entretanto, a literatura indica a matéria orgânica como sendo a mais importante propriedade do solo que afeta a sorção de pesticidas (SPADOTTO et al., 2001).

Para Santos et al. (2002), a lixiviação de íons irá variar com as propriedades físicas do solo, como porosidade, estrutura, profundidade do contorno e o mais importante, textura. As propriedades químicas que afetam a lixiviação incluem valor de pH e capacidade de retenção de íons.

2.6 Métodos para verificar a mobilidade de agrotóxicos em solo

As colunas de solo têm sido amplamente utilizadas para avaliar a mobilidade vertical de pesticidas e metais pesados. Para verificar o risco de poluição ambiental, principalmente nas águas subterrâneas, a técnica tem sido aplicada em diversos tipos de solo. Inoue e colaboradores (2010) estudaram o comportamento dos inseticidas alacloro, fluoxanil, pronaprolam e S-metacoloro em neobase e fenol de madeira vermelha. Boeira, Souza e Ferracini (2003) avaliaram a mobilidade do butrisulfuron em solo coloidal vermelho e quartzo Fangxinite. NISTI (2016) estudou a mobilidade de As, Cd, Cr, Ni, Se, Hg e Pb em solos com textura arenosa e argilosa.

De acordo com Goulart (2017), o método de extração sólido-líquido particionado em baixa temperatura (ESL-PBT) é um método prático em que os pesticidas são extraídos com solventes orgânicos e depois as amostras são submetidas a temperatura abaixo de zero. Apenas algumas etapas de análise são necessárias. E a quantidade de matriz é muito pequena. Este método tem sido utilizado em diferentes tipos de amostras, principalmente na verificação de contaminação por agrotóxicos. Por exemplo, Faria e colaboradores (2018) e Coelho; Teixeira (2020) analisou a contaminação por carbofurano em solo.

3 METODOLOGIA

3.1 Preparação das Colunas de Solo

A metodologia escolhida para a parafinização foi utilizando velas e esponja. Submeteu-se cerca de quatro velas em um bquer levando-o à chapa aquecedora. À medida que elas iam derretendo, com o auxílio de um bastão de vidro, realizava a homogeneização da parafina. Em seguida, utilizando uma esponja, introduzia-a agilmente contendo um pouco de parafina nos interiores das colunas.

Para a confecção das colunas de solo seguiu-se o procedimento conforme descrito por Faria (2013) e Inoue e colaboradores (2014) com algumas modificações. A coleta foi realizada no Instituto Federal de Goiás, Campus Itumbiara. Este local foi escolhido por não apresentar histórico de aplicação de agrotóxicos. Após coletar, submeteu à remoção pedras e galhos, a amostra de latossolo vermelho foi transportada até o laboratório. O solo foi seco a temperatura ambiente, peneirado, em peneira de malha 2 mm de abertura e acondicionado nas colunas de PVC.

Foram utilizadas colunas de PVC (Figura 02) de 10 cm de diâmetro por 60 cm de comprimento. Antes do preenchimento, as colunas foram parafinadas internamente para que no momento da irrigação as paredes de PVC não facilitassem ou criassem rotas preferenciais no transporte da água.

Figura 02 – Colunas de PVC preparadas para preenchimento com solo.



Fonte: Autoria própria (2021).

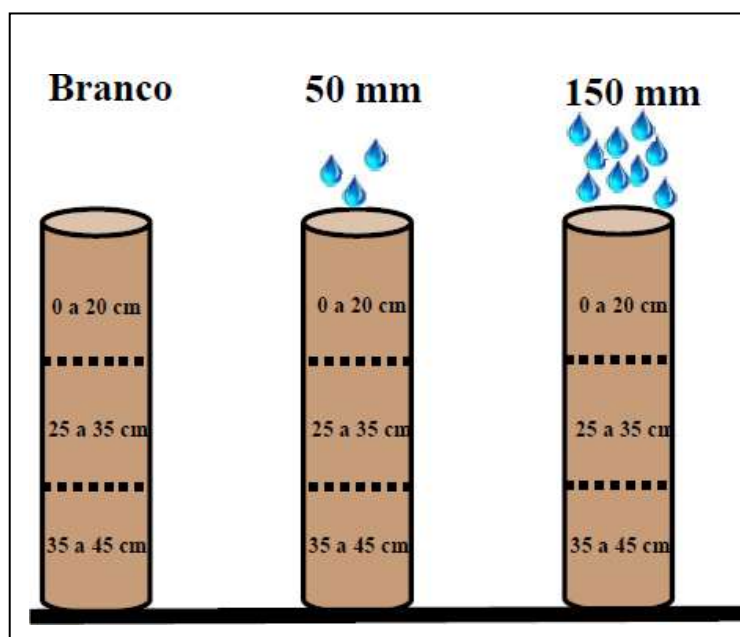
As colunas foram preenchidas com latossolo vermelho. Para o preenchimento, priorizou-se a retirada do perfil do solo o mais próximo da condição real, para isso, foram retiradas camadas do solo nas profundidades de acordo com as medidas das colunas as quais foram preenchidas com a profundidade retirada, até que se obteve um preenchimento de mais ou menos 50 cm da coluna. Para isso, foram coletadas amostras em três profundidades do solo, 0-20, 25-35, 35-45 cm e em seguida, respeitando a ordem do perfil do solo. Vale ressaltar que as duas metodologias são amplamente aplicadas.

Posteriormente ao preenchimento das colunas e feitos os cálculos foi aplicado o princípio ativo puro Carbaril no topo das colunas. Em seguida, foram simulados dois diferentes volumes de precipitação, sendo eles 50mm e 150mm para avaliar o potencial de lixiviação do agrotóxico Carbaril.

3.2 Simulação da precipitação e coleta das amostras

Nesta etapa, conforme pode-se observar na Figura 03, foram avaliados dois fatores, simulação da precipitação em milímetros e profundidade de coleta em centímetro. Os volumes de precipitação simulados foram (50 e 150 mm). As profundidades de coleta em centímetro foram (0-20, 25-35, 35-45 cm).

Figura 03 – Esquema da simulação da precipitação e da profundidade das coletas das amostras.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para as coletas, foram realizados furos de mais ou menos 2 cm de diâmetro ao longo da coluna para retirada da amostra. Após a retirada das amostras, secaram a temperatura

ambiente e foram submetidas à extração sólido-líquido com partição a baixa temperatura conforme método otimizado por Goulart (2017).

3.3 Extração sólido-líquido com partição a baixa temperatura

Para a extração e quantificação das concentrações do carbaril nas matrizes analisadas, foi utilizada a metodologia otimizada por Goulart (2017). Para a extração do carbaril na matriz de solo pesou-se 1,0000 g do material seco em frascos de vidro com tampa e capacidade superior a 10 mL.

Em seguida, adicionou-se 1,5 mL de água deionizada, 4 mL do solvente extrator acetonitrila. Logo depois, o sistema foi agitado em agitador de tubos do tipo vortex e finalmente foi deixado em freezer por um período de 2 horas a uma temperatura de aproximadamente -20 °C para que ocorresse a partição a baixa temperatura.

Após a partição, foi retirada uma alíquota de 20 µL do sobrenadante, fase orgânica, para análise em cromatógrafo à líquido de alta eficiência.

Figura 04 – Tubos das amostras preparados e refrigerados aguardando para ESL-PBT.



Fonte: Autora própria (2021).

3.4 Condições cromatográficas

As condições cromatográficas utilizadas foram: Detector de UV a 195 nm; Coluna Kinetex 5 µm EVO C18 - 150 X 4,6 mm; fase móvel (modo isocrático); Acetonitrila: Água deionizada 35:65 v/v; Vazão da fase móvel: 0,8 mL.min⁻¹; Temperatura da coluna: 35 °C; Volume de injeção: 20 µL; e Tempo de análise: 7 minutos.

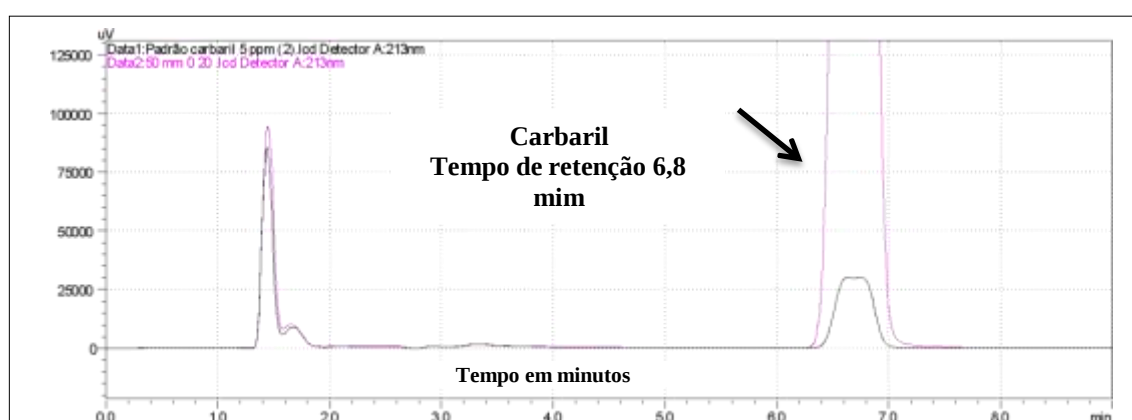
O Carbaril foi identificado por meio da comparação com o tempo de retenção do padrão no cromatograma. A quantificação foi obtida pelo método da padronização externa. Para isso, foi construída uma curva analítica com diferentes concentrações do padrão Carbaril: 0,5, 1, 3, 5, 7, 10 mg L⁻¹ para obtenção da equação da reta, a qual permitiu a verificação da concentração do Carbaril nas amostras analisadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise cromatográfica

O Cromatograma (Figura 05) apresentado a seguir, apresenta a comparação realizada entre uma solução do padrão Carbaril a 5 ppm com uma solução do extrato da coluna 50 mm 0-20 cm, onde o tempo de retenção do agrotóxico é de 6,8 minutos.

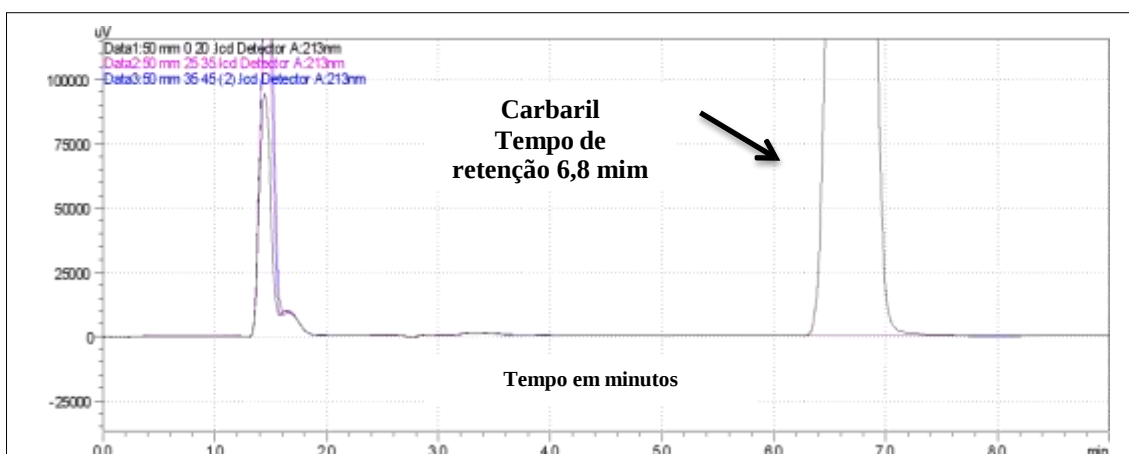
Figura 05 – Cromatograma padrão Carbaril x solução extrato da coluna 50 mm.



Fonte: Autoria própria (2021).

O Cromatograma apresentado a seguir (Figura 06) refere-se a coluna de 50 mm de precipitação, conforme se pode observar o Carbaril ficou retido apenas na camada superficial do solo de 0-20 cm.

Figura 06 – Cromatograma coluna 50 mm de precipitação.

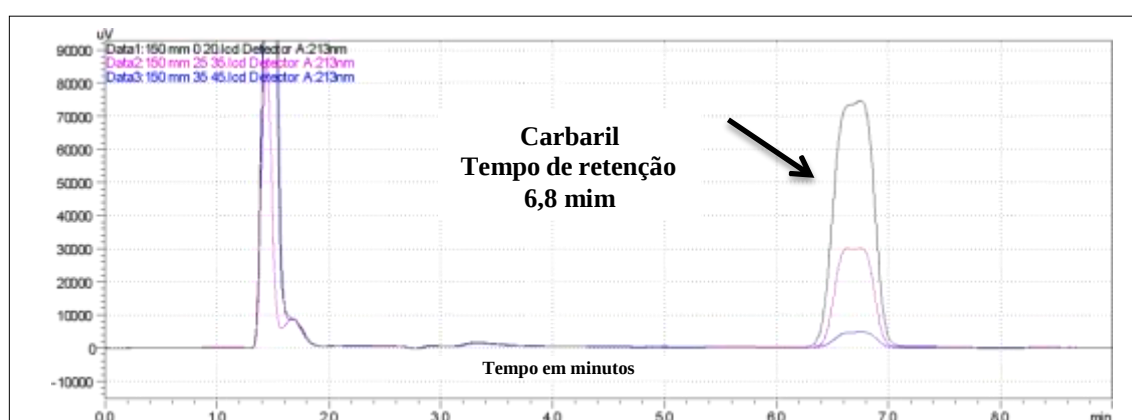


Fonte: Autoria própria (2021).

Segundo Garbellini e Uliana (2007) o carbaril, quando aplicado conforme as orientações descritas em sua bula, enquanto produto comercial, as suas propriedades de adsorção e persistência no solo, tendem a apresentar moderada mobilidade no solo, de modo que ele permaneça nas camadas superficiais da área.

O cromatograma abaixo (Figura 07) é resultado das análises das amostras coletadas provenientes da coluna de 150 mm, de modo que cada linha, respectivamente, corresponde aos perfis de 0-20 cm, 25-35 cm, 35-45 cm.

Figura 07 – Cromatograma da coluna de 150 mm de precipitação.

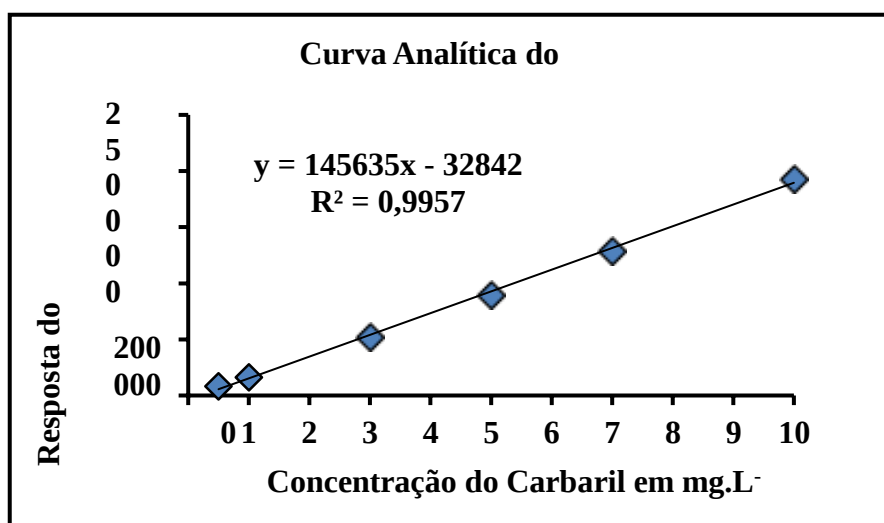


Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme pode-se observar, é perceptível que o agrotóxico lixiviou ao longo de toda a coluna de solo, este fato se deve ao aumento da precipitação sobre a coluna de trabalho, levando-se em consideração que o comportamento de lixiviar ou não do agrotóxico, está relacionado com a capacidade de adsorção ao solo, sua solubilidade em água e ao tipo de solo com o qual o Carbaril está em contato (REBELO; CALDAS, 2014).

4.2 Curva analítica

A análise quantitativa para verificar a porcentagem da retenção de Carbaril foi realizada com a construção de uma curva analítica (Figura 08) utilizando o padrão Carbaril nas concentrações de 100 mg/Kg e 2 mg/kg de amostra. A equação da reta da curva analítica obtida foi $y = 145635x - 32842$, com coeficiente de correlação de 0,9957.

Figura 08 – Curva Analítica

Fonte: Autoria Própria (2021).

4.3 Ensaios realizados

A Tabela 01 a seguir, apresenta as áreas de retenção do Carbaril e os valores das concentrações encontradas do inseticida em cada perfil de solo analisado.

Tabela 01 – Concentrações de Carbaril encontradas nas colunas e perfis do solo.

Concentrações encontradas na coluna		
Coluna e Perfil	Área	Concentração
150 mm 0-20	6385656	330,39
150 mm 25-35	674962	34,92
150 mm 35-45	109610	5,67
50 mm 0-20	6272565	324,54
50 mm 35-25	Não lixiviou	-
50 mm 35-45	Não lixiviou	-

Fonte: Autoria Própria (2021).

De acordo com Guarda e colaboradores (2020) o Carbaril apresenta baixa solubilidade em água, porém um composto apresentar alto índice de solubilidade não necessariamente quer dizer que esse composto apresenta maior mobilidade no solo, assim sendo, além da alta solubilidade o agrotóxico também necessita ter alta mobilidade, e o Carbaril apresenta média mobilidade no solo e conforme se observa na Tabela 01, com o avanço dos perfis do solo, a área de detecção do agrotóxico e a concentração do mesmo foi regredindo.

Mesmo que apresentem mobilidade no solo, os agrotóxicos de modo geral, sofrem interações entre si e com a matriz de solo com a qual se trabalha, tal fenômeno é denominada de adsorção e dessorção, tais fenômenos químicos são influenciados pelo grau de temperatura,

pelo nível de pH das amostras em análise, por sua composição, bem como por sua concentração (SILVA et al., 2003).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente pesquisa os resultados foram satisfatórios, pois pôde-se verificar a ocorrência de lixiviação de Carbaril no perfil do solo. O uso de colunas de solo permite uma avaliação mais realista em condições normais de campo e reproduz o modelo de lixiviação do pesticida carbaril ao longo do perfil do solo. Quando aumentou a precipitação houve uma maior lixiviação que indica que o movimento do Carbaril no solo está diretamente relacionado a esta variante. Por meio das análises, pôde-se observar claramente que quando a precipitação aumenta a lixiviação aumenta de profundidade.

Nota-se, que é possível ocorrer à lixiviação do agrotóxico mesmo com a ocorrência de valores baixos de precipitação nas camadas superficiais do solo. É imprescindível e necessário avaliar a lixiviação do carbaril e outros tipos de pesticidas usados em grandes quantidades em todo o país.

REFERÊNCIAS

ALVES FILHO, J.P. **Uso de agrotóxicos no Brasil** - controle social e interesses corporativos. São Paulo: Annablume, Fapesp; 2002.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. Latossolos vermelhos. [2016]. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL: ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA; RE nº 899, de 29/5/2003: Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos, Ministério da Saúde: Brasil, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE (1998), ‘. Ministério da Saúde. Guia de vigilância epidemiológica’, p. 523.
URL: file:///D:/DINTER/Teses e Artigos/Book/guia de vigilancia epidemiologica.pdf

BRASIL: ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Anexo Regulamento Técnico C03 – Carbaril. Brasília: 2006.

BRASIL: ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Programa de Análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA). Relatório de atividades de 2013 a 2015. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL: ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Monografias de agrotóxicos. [2017]. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 de ago. 2020.

BOEIRA, R. C.; SOUZA, M. D.; FERRACINI, V. L. Utilização de colunas de solo para avaliação da lixiviação de agrotóxicos. IN: CONGRESO VIRTUAL IBEROAMERICANO SOBRE GESTIÓN DE CALIDAD EM LABORATORIOS/Ed: Julian Atienza del Rey., Maria de los Angeles Estrada de Luis. 2003.

BONZI, R. S. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 28, p. 207-215, jul./dez. 2013.

CARNEIRO, F. et al. Segurança alimentar e nutricional e saúde IN: CARNEIRO, F.; AUGUSTO, L; RIGOTTO, R.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. (Org.) (2015) Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde, 49-87, Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.

COELHO, R. S.; TEIXEIRA, M. C. Biorremediação de solos contaminados com arsênio por meio de lavagem de solo usando biossurfactantes. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 543-553, Aug. 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413>. Acesso em: 10 out. 2021

COSTA, R. A., SANTOS, F. O., (2011). EXPANSÃO AGRÍCOLA E VULNERABILIDADE NATURAL DO MEIO FÍSICO NO SUL GOIANO. *Geografia em Atos* (Online), 2(10), 23-35. Disponível em: <doi:https://doi.org/10.35416/geoatos.v2i10.270>. Acesso em: 05 dez. 2021.

EMBRAPA. **Latossolos Vermelhos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

ESCÁMEZ, J. C., J. C. M. Rubí & F. Y. Rodriguez (2006), 'Intoxicación por Organoclorados, Carbamatos y Herbicidas.'. Disponível em: <http://umeet.uninet.edu/tratado/c1006i.html>. Acesso em: 10 out. 2021.

EXTONET. The Extension Toxicology Network. **Pesticide information profile**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/pips/carbaryl.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.

FARIA, A.T. Sorção, dessorção, meia-vida e lixiviação do tebuthiuron em latossolos brasileiros. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa 2013

GALLI, A.; DE SOUZA, D.; GARBELLINI, G.S.; COUTINHO C. F. B.; MAZO, L. H.; AVACA, L. A; MACHADO, S. A. S;. Instituto De Química, De São Carlos, Universidade De São Paulo & São Carlos Sp (2006), 'Revisão', 29(1), 105–112.

GARBELLINI, G. S.; ULIANA, C. V. Toxidez, degradação no meio-ambiente e métodos eletroanalíticos de detecção do pesticida carbaril. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, [S.l.], v. 17, dez. 2007. ISSN 0103-7277.

GHAUCH, A.; GALLET, C.; CHAREF, A.; RIMA, J.; MARTIN-BOUYER, M. Reductive degradation of carbaryl in water by Zero-valent iron. **Chemosphere**, v. 42, n. 4, p. 419-424, 2001.

GONÇALES, C. (2008). As políticas públicas, a modernização dos cerrados e o complexo soja no sul goiano: 1970-2005. Disponível em: <http://www.lagea.ig.ufu.br/biblioteca/teses/claudecir_goncales.pdf>. Acesso em 05 dez. 2021.

GOODMAN, D; SORJ, B; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. 1990.

GOULART, A. C. Otimização e aplicação da extração sólido líquido com partição a baixa temperatura para determinação de carbofurano em solo. 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

GUPTA, R. C. Carbamate Pesticides. **Elsevier**, v. 1, p. 410–412, 2014.

HOWARD, P. H. Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals, número v. 1, Taylor & Francis, 1989.
URL: <https://books.google.com.br/books?id=KoDUWOZfD6IC>. Aesso em: 10 out. 2021.

IBAMA. **Relatório de comercialização de agrotóxicos**: boletim anual de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil. 2016. Disponível em: <http://ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=546>. Acesso em: 10 out. 2021.

_____. **Portaria Normativa Nº 84, de 15 de outubro de 1996.** Estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, para efeito do registro e avaliação do potencial de periculosidade, ambiental - (ppa) de agrotóxicos, seus componentes e afins. Ano? Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/Portaria_84.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.

INOUE, M. H.; SANTANA, D. C.; OLIVEIRA JR. R.S.; CLEMENTE, R. A.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A. C. S.; SANTANA, C. T. C.; PEREIRA, K. M. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 825-833, 2010.

LARINI, L. (1999), **Toxicologia dos Praguicidas**, São Paulo.

LIMA, J. P. DE M. **Interacção de pesticidas da família dos carbamatos com ácidos fúlvicos.** 2001. 154 p. Tese (MESTRADO EM QUÍMICA) - FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO, Porto, 2001. Disponível em: https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/9781/2/4903_TM_01_C.pdf. Acesso em: 20 out. 2021.

LIMA, L. M.; WATRIN, O. dos. S.; PESSOA, M.C.Y.; PEREIRA, A.S.; CAMPINAS, D. do. S. N.; FIGUEIREDO, R. de. O.; COSTA, F. R. da. **Anais...** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 3397-3404. MARTINS, E. L. Previsão da lixiviação de agrotóxicos utilizados na cultura de algodão em Mato Grosso. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MARTINS, A. K. E. et al. Relações solo-geoambiente em áreas de ocorrências de Ipucas na planície do Médio Araguaia - Estado de Tocantins. *Revista Árvore* [online]. 2006, v. 30, n. 2 [Acessado 01 Outubro 2021], pp. 297-310. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200017>>. Epub 29 Maio 2006. ISSN 1806-9088. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200017>

MENEZES, B. B. de. Extração do inseticida Carbaril em casca e polpa de banana. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2020.

NEVES, PEDRO D. M. et al. Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação. *Ciência e saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 7, p. 2743-2754, July 2020. Disponível em: <Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232020000702743&lng=en&nrm=iso>>. Acesso em 27 set. 2020.

NISTI, M. B. Lixiviação de metais e radionuclídeos em solos tropicais condicionados com fosfogesso. 2016. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.85.2017.tde-23012017-090819. Acesso em: 2021-01-18.

NORONHA, M. S. DE M., ALMEIDA, M. E de. (2017). Saúde do trabalhador e fonoaudiologia: percepções de agricultores irrigantes expostos a produtos ototóxicos. **Revista Baiana de Saúde Pública**, 41(4), 947-964.

OLIVEIRA, M.F.; BRIGHENTI, A.M. 2011. Comportamento dos herbicidas no ambiente In: OLIVEIRA, J.R.; Constantin, J.; INOUE, M.H. (Ed.). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba, Omnipax, 263-304p.

Portaria Normativa Nº 84, de 15 de outubro de 1996. Estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

- IBAMA, para efeito do registro e avaliação do potencial de periculosidade, ambiental - (ppa) de agrotóxicos, seus componentes e afins. Ano? Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/manual/html/Portaria_84.pdf>. Acesso em: 09 out 2021.

POZHARSKII, A. F., SOLDATENKOV, A. T., KATRITZKY, A. R., *Heterocycles in Life and Society*, John Wiley & Sons Ltd, England (1997) 165.

REBELO, R.; CALDAS, E. D. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Química Nova**. vol.37, n.7, pp.1199-1208, 2014.

RISSATO, S. R. **Determinação de resíduos de pesticidas em tabaco através de métodos analíticos de alta eficiência (SFE, HPLC, HRGC, CZE)**. São Carlos, SP, 1995. 164 p. Tese (Doutorado em Química), Universidade de São Paulo.

ROTWELL, J. T.; BURNETT, T. J.; HACKET, K.; CHEVIS, R. & LOWE, L. B.; (2001), 'Residues of zeta-cypermethrin in bovine tissues and milk following pouron and spray application', **Pest Management Science** 57(11), 993–999. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/ps.372>>.

SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.1, p.12-16, 2002.

SANTOS, S. P. dos. A Química dos inseticidas (Parte I). **ChemPhysChem**, Weinheim, v. 3, n. 2, p. 43-47, 2002.

SILVA, C. F. et al. Study of leaching of carbofuran in different profiles of red latosol column. **Acta Brasiliensis**, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 96-99, sep. 2018. ISSN 2526-4338. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra/index.php/actabra/article/view/107>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SILVA, C. H. T. DE P. DA *et al.* PESTICIDAS E SEUS RESPECTIVOS RISCOS ASSOCIADOS À CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA. In: **Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente**. 13. ed. Curitiba: UFRP, 2003. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/viewFile/3165/2538>. Acesso em: 8 out. 2021.

SCORZA JR, R. P. Embrapa desenvolve programa computacional para avaliar risco de contaminação por agrotóxicos. **Jornal dia de Campo**, 2018. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/secoes/Home.asp>> Acesso em: 20/09/2020.

SOUSA, D. M. G; LOBATO, E. Latossolos. Embrapa, Brasília, DF: EMBRAPA, 2017.
YANG, E-Y.; SHIN, H-S. Trace level determinations of carbamate pesticides in surface water by gas chromatography–mass spectrometry after derivatization with 9-xanthidrol. **Journal of Chromatography**. A 2013, 1305, 328.

SPADOTTO, CLAUDIO A *et al.* AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE LIXIVIAÇÃO DE PESTICIDAS EM LATOSSOLO DA REGIÃO DE GUAÍRA, SP. **Pesticidas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 127-136, 2001. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/download/3144/2517>. Acesso em: 20 out. 2021.

SPARKS, T. C. Insecticide discovery: an evaluation and analysis. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, San Diego, v. 107, n. 1, p. 8–17, May 2013.

STETTER, J. Trends in the future development of pest and weed control: a industrial point view. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, Duluth, v. 17, n. 3, p. 346-370, 1993.

TIMBRELL, JOHN A. (1981), 'Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons', Biochemical Society Transactions 9(3), 255.2–256.

VALE, A.; LOTTI, M. Organophosphorus and carbamate insecticide poisoning. In: Handbook of Clinical Neurology. 3. ed. Birmingham: v. 131, p. 149–168, 2015.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62627-1.00010-X>

WINTER C. K. Pesticides in Food. In: DĄBROWSKI; W. M.; SIKORSKI, Z. E. (Ed.). **Toxins in Food**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2005. p. 251-267.

World Health Organization (WHO) (1986), 'Carbamate insecticides: a general introduction.'