



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL –
MESTRADO

LUARA LOURENÇO ISMAEL

**ANÁLISE DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS POSSÍVEIS
IMPACTOS QUANTO AO USO DE AGROTÓXICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA
USINA SUCROALCOOLEIRA NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB.**

João Pessoa-Paraíba
Setembro - 2016

LUARA LOURENÇO ISMAEL

**ANÁLISE DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS POSSÍVEIS
IMPACTOS QUANTO AO USO DE AGROTÓXICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA
USINA SUCROALCOOLEIRA NO MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB.**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre.

**Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Elisângela
Maria Rodrigues Rocha**

João Pessoa – Paraíba
Setembro – 2016

I83a	Ismael, Luara Lourenço. Análise do ciclo da cultura de cana-de-açúcar e seus possíveis impactos quanto ao uso de agrotóxicos: estudo de caso em uma usina sucroalcooleira no município de Santa Rita-PB / Luara Lourenço Ismael.- João Pessoa, 2016. 163 f. : il.- Orientador: Prof^a. Dr^a. Elisângela Maria Rodrigues Rocha. Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT 1. Meio Ambiente. 2. Agrotóxicos. 3. Cana-de-Açúcar. 4. Recursos Hídricos. I. Título.
UFPB/BC	CDU – 502(043)

**“ANÁLISE DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR E SEUS
POSSÍVEIS IMPACTOS QUANTO AO USO DE AGROTÓXICOS:
ESTUDO DE CASO EM UMA USINA SUCROALCOOLEIRA NO
MUNICÍPIO DE SANTA RITA-PB”**

LUARA LOURENÇO ISMAEL

**Dissertação aprovada em 08 de setembro de 2016
Período Letivo: 2016.2**

BANCA EXAMINADORA:

Elisângela M. R. Rocha
Prof.^a. Dr.^a. Elisângela Maria Rodrigues Rocha
Orientadora

Claudia Coutinho Nóbrega
Prof.^a. Dr.^a. Claudia Coutinho Nóbrega
Examinadora Interna

Fabiola Gomes de Carvalho
Prof.^a. Dr.^a. Fabíola Gomes de Carvalho
Examinadora Externa

**João Pessoa/PB
2016**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me proporcionado o dom da vida estando presente em todos os momentos me dando força, sabedoria e paciência para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais Lucinilda e Valderi, e minha irmã Laura Lavinny por serem o alicerce da minha existência, sempre me apoiando nos momentos bons e nas dificuldades enfrentadas para a realização dessa conquista.

Ao meu esposo Raul, pela paciência e compreensão nos dias de estudo, estando sempre ao meu lado me incentivando, e a todos os meus familiares pelo carinho e apoio que tem me proporcionado.

À Universidade Federal da Paraíba-UFPB, em especial ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental-PPGECAM, pela oportunidade e pelos ensinamentos durante a realização do mestrado.

A minha orientadora a Profa. Dra. Elisângela Maria, que sempre me incentivou e contribuiu com toda sua experiência nesta pesquisa, orientando-me com dedicação e compromisso, sempre em busca de novos conhecimentos para a realização dos meus objetivos.

A amiga Raquel Ataíde, a qual contribuiu frente à Secretaria de Saúde da Paraíba, disponibilizando recursos para a realização desta pesquisa, além das oportunidades de melhor conhecimento sobre a temática abordada neste estudo.

Ao Agrônomo da CIA Usina São João, Wemerson Silva por disponibilizar as informações necessárias, contribuindo com seus conhecimentos na área.

As professoras Claudia Coutinho e Fabíola Gomes, por contribuírem com suas experiências profissionais participando da defesa deste trabalho. E aos demais professores, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho.

As minhas amigas companheiras de apartamento e de mestrado: Hozana Raquel, Wanessa Martins e Thâmara Martins, por estarem sempre presentes em minha vida.

Aos demais colegas de mestrado, em especial: Mariana Medeiros, Mariana Moreira, Jerônimo Nascimento, José Augusto, Rômulo Wilker, Jobson Targino, Gilson, que durante esta caminhada sempre me ajudaram e me incentivaram.

Enfim, a todos que torceram e acreditaram em mim durante esta caminhada.

RESUMO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, devido principalmente à implantação do Programa Nacional do Alcool – PROÁLCOOL em meados da década de 70, e aliado a esse crescimento, tem-se o aumento no uso de agrotóxicos na referida cultura. Desta forma, a presente pesquisa objetivou analisar o ciclo da cana-de-açúcar em uma usina sucroalcooleira localizada no município de Santa Rita-PB e investigar os possíveis impactos sobre o meio ambiente resultantes do uso de agrotóxicos na cana-de-açúcar. Inicialmente foi realizada a identificação do ciclo vegetativo da cana-de-açúcar com base no levantamento dos agrotóxicos utilizados pela Usina. Para isto, foram realizadas visitas *in loco*, entrevistas, e registros fotográficos. Posteriormente, foi feita a identificação dos impactos ambientais com base em duas condições: a primeira por meio da análise de resíduos de agrotóxicos em quatro (04) amostras de cana-de-açúcar correspondentes as fases do ciclo vegetativo. Todas as amostras foram analisadas pelo LABTOX/ITEP, seguindo os Limites Máximos de Resíduos (LMR) permitidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A segunda condição foi através da estimativa do risco potencial de contaminação das águas subterrâneas (Critério EPA e Índice de GUS) e águas superficiais (Método de GOSS) com base na análise das propriedades físico-químicas dos princípios ativos dos compostos identificados. Como resultados, foi identificado na área de estudo o uso de 25 princípios ativos presentes em diferentes marcas comerciais, sendo os herbicidas a classe predominante correspondendo a 80% do total dos compostos identificados. As análises de resíduos de agrotóxicos na cana-de-açúcar tiveram seus pareceres satisfatórios, não contendo a presença dos princípios ativos investigados. As propriedades físico-químicas dos princípios ativos: 2,4 D, Glifosato, Picloram e Hexazinona, se destacaram por apresentarem uma maior concordância quanto à tendência de transporte de suas moléculas pela água. Com relação à estimativa de contaminação das águas subterrâneas, observou-se que, a maior parte dos compostos avaliados por ambos os métodos apresentam tendência de contaminação potencial (CP) contabilizando um total de 13 princípios ativos (52%) do total avaliado. Verificou-se quanto ao risco de contaminação das águas superficiais, que a maioria dos compostos possui uma maior tendência de transporte de suas moléculas dissolvidas em água e transportadas por meio do carreamento das águas da chuva. Assim, pode-se concluir que o levantamento dos agrotóxicos e de suas características físico-químicas possibilitou a análise dos possíveis impactos ambientais na cultura de cana-de-açúcar e nos recursos hídricos, e ainda a necessidade de implantação de programas de monitoramento ambiental.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Cana-de-Açúcar; Recursos Hídricos; Meio Ambiente.

ABSTRACT

Brazil is the largest sugar cane producer in the world, standing out mainly by the startup of the National Alcohol Program (Proálcool) in the mid 70's, and combined with this growth, there has been an increase of the use of pesticides in that culture. Thus, this study aimed to analyze the sugarcane cycle on a sugarcane mill in the city of Santa Rita-PB and investigate the possible environment impacts resulting from the use of pesticides in the sugar cane. Initially the identification of the vegetative cycle of the sugar cane was carried out based on the survey of the pesticides used by the Plant. For this, on-site visits, interviews, and photographic records were carried out. Subsequently, the environmental impacts were identified based on two conditions: the first one was through the analysis of pesticide residues in four (04) sugarcane samples corresponding to the phases of the vegetative cycle. All samples were analyzed by LABTOX / ITEP, following the Maximum Residue Limit (MRLs) allowed by the National Sanitary Surveillance Agency (ANVISA). The second situation was by estimating the potential risk of groundwater contamination (Criterion EPA and GUS Index) and surface water (GOSS method) based on the physico-chemical properties analysis of the active ingredients from the investigated compounds. As a result, it was identified in the study area the use of twenty five active principles present in different trademarks, being herbicidal the predominant class, corresponding to 80% of the investigated compounds. The analysis of pesticide residues in the sugar cane had their satisfactory opinions, not containing the presence of the active investigation principles. The physico-chemical properties of the active ingredients: 2,4 D, Glyphosate, Picloram and Hexazinone, stood out for having a greater agreement on the transport trend of its molecules by water. Regarding the estimation of contamination of groundwater, it was observed that most of the compounds evaluated by both methods have the potential contamination trend (CP), counting a total of 13 active ingredients (52%) of the total evaluated. It has been verified that the majority of the compounds have a greater tendency to transport their molecules dissolved in water and transported by means of rainwater transport. Thus, it can be concluded that the analysis of pesticide data and their physicochemical characteristics, enabled the analysis of the possible environmental impacts in the cultivation of sugarcane and water resources, and also the need for implementation of environmental monitoring programs.

Key words: Pesticides; Sugar cane; Water resources; Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização do nó e entrenó no colmo e disposição das folhas de cana-de-açúcar..	23
Figura 2- Primórdios radiculares e gema (A) raízes em formação, rizomas e broto (B) inflorescências/panículas (C) e sementes (D) de cana-de-açúcar.....	24
Figura 3- Representação esquemática dos estádios fenológicos da cana-de-açúcar	25
Figura 4- Localização dos municípios canavieiros no estado da Paraíba.....	30
Figura 5- Plantio da cultura de cana-de-açúcar	34
Figura 6- Colheita semi-mecanizada (A) colheita mecanizada (B).....	37
Figura 7- Possíveis destinos dos agrotóxicos no ambiente	44
Figura 8- Principais fatores determinantes nos impactos decorrentes do uso de agrotóxicos..	46
Figura 9- Levantamento de casos de intoxicações e morte decorrentes do uso de agrotóxicos na Paraíba registrados nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 e 2012	49
Figura 10- Divisão topográfica da CIA Usina São João	57
Figura 11- Matocompetição na cultura de cana-de-açúcar da Usina São João	60
Figura 12- Pulverizador jacto modelo PJH (A) e Aplicação manual de agrotóxicos na cana-de-açúcar (B)	64
Figura 13- Pulverizador mecânico de agrotóxico modelo PJ 2000 (A) e modelo Falco M14 (B).....	65
Figura 14- Local de armazenamento dos agrotóxicos na CIA Usina São João, vista frontal (A) e vista lateral (B).....	66
Figura 15- Depósito de armazenamento dos agrotóxicos na fazenda (A); Armazenamento dos produtos e dos pulverizadores (B); Tambores plásticos utilizados para o preparo da calda (C), e Transporte dos produtos e equipamentos (D)	68
Figura 16- Depósito central de armazenamento das embalagens vazias dos agrotóxicos na CIA Usina São João.....	69
Figura 17- Fluxograma representativo com as etapas metodológicas da pesquisa	71
Figura 18- Canal de vinhaça (A); tubulação de entrada da vinhaça (B).....	74

Figura 19- Fluxograma de aplicação de herbicidas na CIA Usina São João no ciclo da cana soca	85
Figura 20- Cana-de-açúcar sem a presença de plantas daninhas da Usina São João	86
Figura 21- Aplicação mecanizada de herbicidas na pré-emergência das plantas daninhas.....	88
Figura 22- Aplicação de herbicidas na pós-emergência das ervas daninhas na Usina São João	89
Figura 23- Classificação agrônômica dos agrotóxicos utilizados na Usina São João	98
Figura 24- Classificação toxicológica dos agrotóxicos utilizados na Usina São João	99
Figura 25- Classificação ambiental dos agrotóxicos utilizados na Usina São João	101
Figura 26- Finalidade de aplicação dos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João.....	102
Figura 27- Avaliação do risco de contaminação das águas subterrâneas pelo Índice de GUS	118
Figura 28- Análise geral do risco de contaminação das águas subterrâneas	120
Figura 29- Análise geral do risco de contaminação das águas superficiais.....	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Classificação botânica da cultura de cana-de-açúcar	21
Tabela 2- Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos a saúde humana	38
Tabela 3- Caracterização dos ingredientes ativos autorizados no Brasil para a cultura da cana-de-açúcar.....	41
Tabela 4- Herbicidas autorizados no Brasil para controle das plantas daninhas.....	42
Tabela 5- Agrotóxicos mais utilizados na cultura de cana-de-açúcar nas etapas de pré-plantio e pós-plantio	43
Tabela 6- Classe dos riscos de contaminação das águas por agrotóxicos	53
Tabela 7- Plantas daninhas de maior ocorrência da CIA Usina São João.....	61
Tabela 8- Avaliação do risco geral de contaminação das águas subterrâneas pelos princípios ativos dos agrotóxicos	81
Tabela 9- Método proposto por GOSS para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por princípios ativos dos agrotóxicos.....	82
Tabela 10- Características dos agrotóxicos utilizados no processo de produção agrícola da CIA Usina São João.....	93
Tabela 11- Propriedades físico-químicas dos 25 princípios ativos dos agrotóxicos utilizados na produção agrícola da CIA Usina São João	108
Tabela 12- Avaliação geral do potencial de contaminação de águas subterrâneas pelos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João com base nos métodos da EPA e o Índice de GUS para os 25 princípios ativos identificados.....	114
Tabela 13- Distribuição dos princípios ativos utilizados na CIA Usina São João quanto ao risco de contaminação em água superficial pelo método de GOSS	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRASCO	Associação Brasileira de Saúde Coletiva
ADAPAR	Agência de Defesa Agropecuária do Paraná
AERU	Unidade de Pesquisa em Agricultura e Meio Ambiente
AGROFIT	Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários
ANDEF	Associação Nacional de Defesa Vegetal
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
COOPAGRO	Cooperativa de Agricultores
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DT50	Tempo de Meia Vida (dias)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
GUS	Índice de Groundwater Ubiquity Score
IAA	Instituto de Açúcar e Alcool
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IDA	Ingestão Diária Aceitável (mg/kg p.c)
IFRN	Instituto Federal do Rio Grande do Norte
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
K_H	Constante da Lei de Henry (Pa. m ³ mol ⁻¹)
K_{oc}	Coeficiente de Adsorção à Matéria Orgânica do Solo (mL.g ⁻¹)
K_{ow}	Coeficiente de Partição n-Octanol-Água
LABTOX	Laboratório de Agrotóxicos e Contaminantes em Alimentos e Bebidas Alcoólicas
LD50	Dose Letal 50
LMR	Limite Máximo de Resíduos
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRM	Técnica de Multirresíduo
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
P.C	Peso Corpóreo
P_{ka}	Constante de Ionização Ácido
P_{kb}	Constante de Ionização Básico
PPDB	Banco de Dados de Propriedades dos Pesticidas
PROÁLCOOL	Programa Nacional do Alcool
PTAS	Potencial de Transporte Associado ao Sedimento em Suspensão
PTDA	Potencial de Transporte Dissolvido em Água
SINDAG	Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
SINTOX	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas

SSP	Secretaria de Saúde da Paraíba
ÚNICA	União da Indústria de Cana-de-Açúcar
USEPA	United States Environmental Protection Agency
VAZ	Várzea

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	21
3.1.1	Descrição botânica e morfológica.....	21
3.1.2	Estádios Fenológicos.....	25
3.1.3	Exigências edafoclimáticas.....	27
3.1.4	Cultura de cana-de-açúcar no Nordeste e na Paraíba	28
3.1.5	Produção Agrícola Canavieira	33
3.1.5.1	Preparo do solo	33
3.1.5.2	Plantio	34
3.1.5.3	Tratos culturais	34
3.1.5.4	Colheita	36
3.2	AGROTÓXICOS	37
3.2.1	Classificação	38
3.2.2	Agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar	41
3.2.3	Dinâmica dos agrotóxicos no ambiente	43
3.2.4	Impactos ambientais.....	45
4	COMPANHIA USINA SÃO JOÃO.....	54
4.1	DESCRIÇÃO	54
4.1.1	Aplicação dos agrotóxicos na CIA Usina São João	59

4.1.1.1	<i>Frequência de aplicação</i>	60
4.1.1.2	<i>Herbicidas indicados para aplicação no período seco</i>	61
4.1.1.3	<i>Herbicidas indicados para aplicação no período chuvoso</i>	63
4.1.2	Procedimento e equipamentos utilizado nas aplicações dos agrotóxicos	63
4.1.2.1	<i>Aplicação manual</i>	63
4.1.2.2	<i>Aplicação mecanizada</i>	64
4.1.2.3	<i>Pulverização aérea</i>	65
4.1.3	Armazenamento dos agrotóxicos	66
5	METODOLOGIA	70
5.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	70
5.2	FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA METODOLÓGICAS	70
5.3	IDENTIFICAÇÃO DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR DA CIA USINA SÃO JOÃO COM ÊNFASE NO USO DOS AGROTÓXICOS	71
5.3.1	Levantamento dos agrotóxicos utilizados no ciclo da cana-de-açúcar da Cia Usina São João	72
5.4	ANÁLISES DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DO USO DE AGROTÓXICOS NA CIA USINA SÃO JOÃO	73
5.4.1	Impactos na cultura de cana-de-açúcar	73
5.4.1.1	<i>Caracterização da área de coleta das amostras</i>	73
5.4.1.2	<i>Identificação, coleta e acondicionamento das amostras de cana-de-açúcar</i>	75
5.4.1.3	<i>Análise de resíduos de agrotóxicos</i>	77
5.4.2	Estimativa do risco potencial de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos	78
5.4.2.1	<i>Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas</i>	79
5.4.2.2	<i>Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais</i>	81
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	83
6.1	ANÁLISE DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR DA CIA USINA SÃO JOÃO COM ÊNFASE NO USO DOS AGROTÓXICOS	83

6.1.1	Tipos de Aplicações	87
6.1.1.1	<i>Pré-Emergência</i>	87
6.1.1.2	<i>Pós-emergência.....</i>	89
6.1.1.3	<i>Maturação</i>	90
6.1.1.4	<i>Catação química ou aplicação química local.....</i>	91
6.1.2	Levantamento dos agrotóxicos utilizados no processo de produção agrícola da CIA Usina São João.....	92
6.2	ANÁLISES DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DO USO DE AGROTÓXICOS NA CIA USINA SÃO JOÃO	103
6.2.1	Impactos na cultura de cana-de-açúcar.....	103
6.2.1.2	<i>Análises de Resíduos de Agrotóxicos</i>	103
6.2.2	Estimativa do risco potencial de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos.	107
6.2.2.1	<i>Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas</i>	113
6.2.2.2	<i>Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais.....</i>	121
7	CONCLUSÕES	126
8	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	127
	REFERÊNCIAS	128
	APÊNDICE A- Princípios ativos utilizados na CIA Usina São João e suas principais características.....	148
	APÊNDICE B- Princípios ativos investigados nas análises de resíduos de agrotóxicos pelo LABTOX/ITEP.....	153
	APÊNDICE C- Avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais (Método de GOSS) pelos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João.....	156
	ANEXO A - Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 01 de Cana-de-Açúcar aos 45 dias de ciclo vegetativo	158
	ANEXO B - Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 02 de Cana-de-Açúcar, aos 75 dias ciclo vegetativo	159

ANEXO C- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 03 de Cana-de-Açúcar, aos 120 dias ciclo vegetativo	160
ANEXO D- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 04 de Cana-de-Açúcar, aos 300 dias ciclo vegetativo, após maturação.	161
ANEXO E- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 01: Açúcar Cristal São João (Safrá 2013/2014)	162
ANEXO F- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 02: Açúcar Cristal São João (Safrá 2015/2016)	163

1 INTRODUÇÃO

A formação territorial e econômica do Brasil foi marcada pela produção canavieira (MATIAS, 2010), não diferente da Região Nordeste e do estado da Paraíba que desenvolve a monocultura da cana-de-açúcar desde o processo de colonização, tornando-se fundamental para o rearranjo social, econômico e cultural no litoral, área de maior avanço da cultura no Estado e privilegiada pelas condições edafoclimáticas favoráveis (SILVA, 2010).

Com o passar dos tempos, a expansão da monocultura da cana-de-açúcar na Paraíba vem acompanhada de modificações significativas, que resultaram em desgastes ambientais em virtude da expressiva devastação da floresta de Mata Atlântica, degradação das áreas de cabeceiras dos cursos de água, contaminação do solo e dos recursos hídricos por agrotóxicos contribuindo assim para um desequilíbrio de toda a biodiversidade (SILVA, 2010; FÉLIX; SANTOS; RODRIGUES, 2014). Na concepção de Figueiredo (2010), a maioria das usinas e destilarias utilizam em seu ciclo produtivo práticas degradantes ao meio ambiente e a saúde da população.

A cana-de-açúcar é considerada uma das culturas de maior consumo de agrotóxicos no Brasil, e é neste contexto que pesquisas estão sendo desenvolvidas com a finalidade de demonstrar que o número de intoxicações e mortes por agrotóxicos vem se elevando, sendo a intoxicação de trabalhadores das lavouras e a contaminação dos alimentos os principais responsáveis por tais estatísticas (DOMINGUES, 2010; SINHA et al., 2011; ABRASCO, 2012 (a); OLIVEIRA; FAVARETO; ANTUNES, 2013).

Determinados tipos de agrotóxicos, ao permanecerem no ambiente ou alcançarem o meio aquático, oferecem riscos para espécies animais por sua toxicidade e possibilidade de bioacumulação na cadeia alimentar (SILVA, 2004; MILHOME et al., 2009; BRITTO, 2011; ROCHA, 2011). O que torna os efeitos ecotoxicológicos e toxicológicos pouco conhecidos ao longo do tempo (MILHOME et al., 2009).

Devido à toxicidade dos agrotóxicos, são estabelecidos Limites Máximos de Resíduos-LMR permitidos em alimentos e amostras ambientais para uma diversidade de compostos. No Brasil, os LMR são definidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária -

ANVISA, a qual autoriza para a cultura da cana-de-açúcar o uso de 67 princípios ativos (PA) com suas respectivas dosagens permitidas (FERNANDES NETO, 2010). Dos PA autorizados, 47 pertencem à classe agronômica dos herbicidas, destinados ao controle das plantas daninhas (AGROFIT, 2016).

O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, coordenado pela ANVISA, realiza análises dos níveis de resíduos de agrotóxicos em amostras de 25 alimentos de origem vegetal presentes em nosso consumo diário, sendo que, a cana-de-açúcar e seus derivados não estão inclusos neste monitoramento.

De acordo com Milhome et al., (2009); Vigna (2010), a identificação de resíduos de agrotóxicos em alimentos e em amostras ambientais, assim como a avaliação e estimativa dos riscos do uso de tais compostos, representam importantes ferramentas que contribuem no controle e prevenção da exposição da população.

Neste contexto, ao considerar que o cultivo cultura de cana-de-açúcar assume uma importância significativa para a área de estudo e, que durante o desenvolvimento do seu ciclo vegetativo o uso de agrotóxicos é passível de causar impactos ambientais negativos, a presente pesquisa baseou-se nas seguintes hipóteses:

- A aplicação de agrotóxicos durante o ciclo vegetativo da cana-de-açúcar é capaz de acumular resíduos acima do limite permitido para a cultura;
- A análise das propriedades físico-químicas dos princípios ativos aplicados na área de estudo e, a interação destas com a água auxiliam na estimativa da contaminação ambiental das águas subterrâneas e superficiais.

Sendo assim, esta pesquisa buscou analisar o uso e aplicação dos agrotóxicos durante o ciclo vegetativo da cultura de cana-de-açúcar uma usina sucroalcooleira localizada no município de Santa Rita-PB e investigar os possíveis impactos sobre o meio ambiente.

Vale ressaltar que na etapa inicial da pesquisa (2015), foi realizado um levantamento de dados e visitas *in loco* em algumas usinas sucroalcooleiras da Região Metropolitana de João Pessoa/PB, contudo, devido há alguns entraves que ocorreram no decorrer das visitas as usinas, apenas a Companhia Usina São João concordou em desenvolver os objetivos propostos pela pesquisa.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o ciclo da cana-de-açúcar em uma usina sucroalcooleira localizada no município de Santa Rita-PB e investigar os possíveis impactos sobre o meio ambiente resultantes do uso de agrotóxicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar as etapas do ciclo vegetativo da cultura de cana-de-açúcar com ênfase ao uso de agrotóxicos na área de estudo;
- ✓ Analisar os limites de resíduos de agrotóxicos na cana-de-açúcar, em diferentes fases do ciclo vegetativo da cultura;
- ✓ Estimar o potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, decorrentes do uso de agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar por meio da análise das propriedades físico-químicas dos princípios ativos investigados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR

3.1.1 Descrição botânica e morfológica

A cana-de-açúcar é uma gramínea semi-perene¹, originária do continente Asiático, e introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses. É adaptada ao calor e umidade durante seu ciclo vegetativo, destacando-se entre as gramíneas de clima tropicais como sendo a planta de maior potencial de produção de matéria seca e energia por unidade de área. Apresenta elevada taxa de fotossíntese em função de seus compostos orgânicos primários, como também uma alta eficiência no resgate de gás carbônico (CO₂) da atmosfera (EMBRAPA, 2010; KLEIN, 2010; DOMINGUES, 2010; SILVA, 2010; GIANOTTO, 2011; SILVA; SILVA, 2012).

A cultura de cana-de-açúcar possui a seguinte classificação botânica (Tabela 1).

Tabela 1- Classificação botânica da cultura de cana-de-açúcar

Família: Poáceas	Subdivisão: Agiospermae
Gênero: <i>Saccharum</i>	Ordem: Glumiflorae
Classe: Monocotyledoneae	Tribo: Andropogoneae
Divisão: Embryophita siphonogama	Subtribo: Saccharae

Fonte: Fernandes (1984); Cesnik e Miocque (2004); EMBRAPA (2010)

As principais espécies são: *Saccharum officinarum* L., *Saccharum spontaneum* L., *Saccharum sinensis* Roxb, *Saccharum barbieri* jeswiet, *Saccharum robustum* jeswiet (SANTOS, 2015; SILVA; SILVA, 2012). As variedades cultivadas são híbridas cuja base de

¹ Semi-perene: exige novos plantios após algumas colheitas (GIANOTTO, 2011).

melhoramento é resultante da *Saccharum officinarum*. Geralmente, as espécies e cultivares de *Saccharum* possuem porte grande e sempre se desenvolvem na forma de touceiras (emissão de colmos em uma mesma planta) (AUGUSTINHO, 2015; SANTOS, 2015).

As espécies de cana-de-açúcar, embora sejam perenes em sua forma natural, são consideradas semi-perenes em sua forma cultivada. Devem ser replantadas aproximadamente a cada três a seis colheitas quando cultivadas sob as condições de sequeiro do Brasil. O replantio é fundamental devido o declínio da produção, principalmente em virtude do desgaste físico-químico e biológico do solo, além da presença de agentes patogênicos que possam vir a prejudicar o crescimento da planta (GIANOTTO, 2011; AUGUSTINHO, 2015).

As propriedades varietais definem o número de colmos por planta, a altura e o diâmetro dos mesmos, o comprimento e a largura das folhas e o arranjo da parte aérea, sendo estas características bastante influenciadas pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais empregadas (MAGRO et al., 2011; BATISTA, 2013).

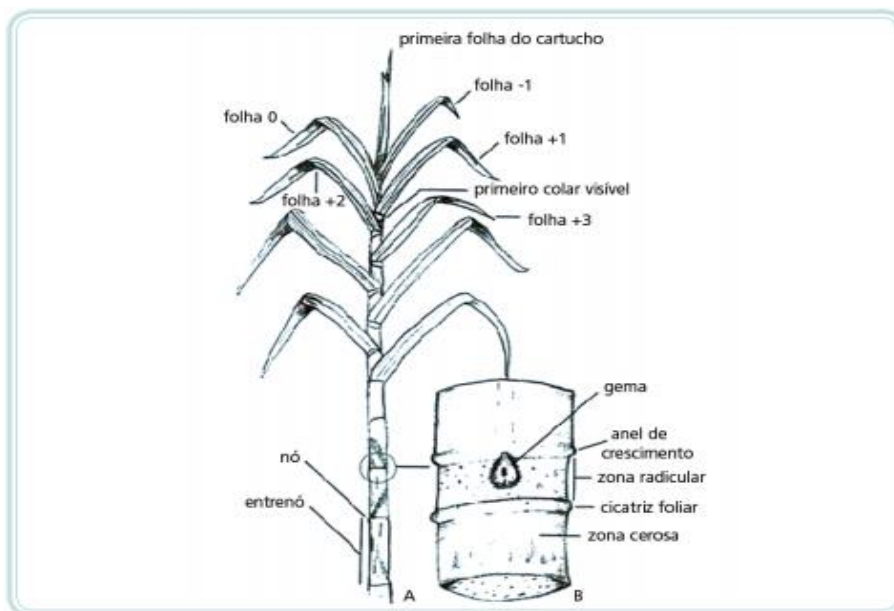
As plantas de cana-de-açúcar são formadas por uma parte aérea e outra subterrânea. A parte aérea é composta por colmo (caule típico das gramíneas), folhas, inflorescências (conjunto de flores arrançadas em haste) e frutos. A parte subterrânea é composta por raízes e rizomas (caules subterrâneos, espessos e ricos em reserva nutritiva, providos de nós e entrenós e que crescem horizontalmente) (SILVA; SILVA, 2012; SANTOS, 2015).

Os colmos são cilíndricos e formados por conseguintes “entrenós” ligados entre si pelos “nós” (Figura 1). Cada nó possui uma gema axilar (caracteriza a definição das variedades) que se dispõe de maneira alternada entre cada entrenó. O colmo é responsável pela sustentação das folhas e das panículas e seu porte pode ser ereto, semiereto ou decumbente, dependendo da idade da planta (SILVA; SILVA, 2012; AUGUSTINHO, 2015).

As folhas estão fixadas à base dos nós e são divididas em duas partes: lâmina foliar e bainha. A bainha é a região da folha que envolve o colmo e liga a lâmina foliar ao nó. A lâmina foliar é a região sustentada pela nervura central que se projeta, a partir da bainha, na forma alongada e plana (AUGUSTINHO, 2015). De acordo com Magro et al., (2011), as folhas são normalmente acopladas alternadamente aos nódulos, formando duas fileiras em lados opostos. A planta cana de açúcar em fase adulta tem uma superfície de folha superior

total em média de 0.5 metros quadrados e um número de folhas verdes por talo em torno de dez, dependendo da variedade e condições de crescimento ao qual estão submetidas.

Figura 1- Localização do nó e entrenó no colmo e disposição das folhas de cana-de-açúcar



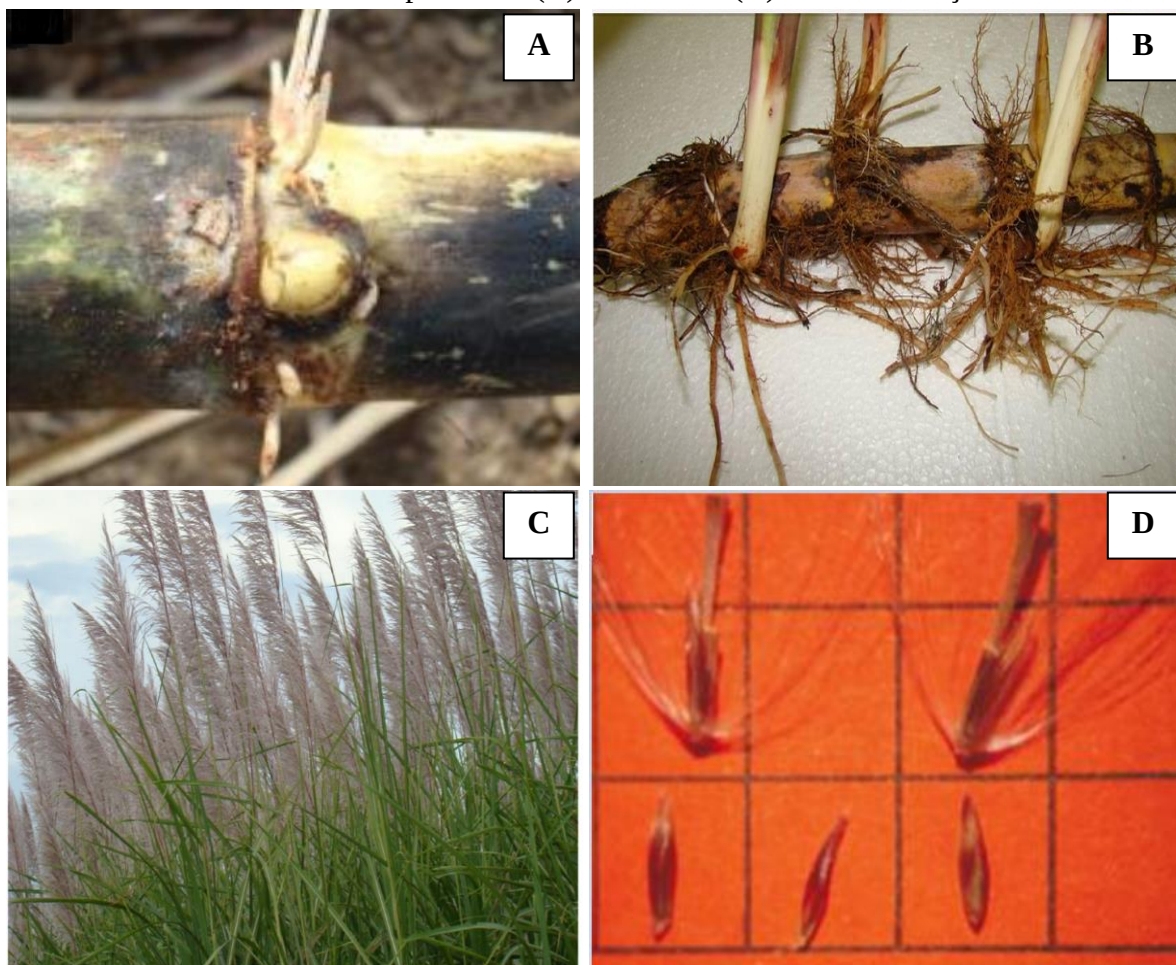
Fonte: Segato et al., (2006)

A zona radicular é a região que abriga a gema e os primórdios radiculares (Figura 2A). As raízes são fasciculadas ou em cabeleira, podendo atingir até 4 m de profundidade, 85% delas encontram-se nos primeiros 50 cm. (SILVA; SILVA, 2012; SANTOS, 2015; AUGUSTINHO, 2015). O desenvolvimento das gemas irá resultar na formação de brotos ou colmos primários (Figura 2B), dos quais surgirão os perfilhos posteriormente (SANTOS, 2015).

A inflorescência da cana-de-açúcar (Figura 2C) é uma panícula aberta, chamada de bandeira ou flecha. As flores são muito pequenas e formam espigas florais agrupadas em panículas e rodeadas por longas fibras sedosas, congregando-se em enormes pendões terminais de coloração cinza-prateada (SILVA; SILVA, 2012). Segundo Magro et al.,(2011), cada inflorescência é composta de vários milhares de florzinhas, cada uma capaz de produzir

uma semente. No tocante a produção comercial da cultura de cana-de-açúcar, o desenvolvimento da inflorescência tem pouca importância econômica, sendo de fundamental importância para o cruzamento e produção de variedades híbridas. As sementes da cultura de cana-de-açúcar é na realidade um fruto do tipo cariopse (típico das gramíneas) de forma elíptica com 1,5 mm de comprimento por 0,5 mm de diâmetro transversal (Figura 2D) (SANTOS, 2015).

Figura 2- Primórdios radiculares e gema (A) raízes em formação, rizomas e broto (B) inflorescências/panículas (C) e sementes (D) de cana-de-açúcar



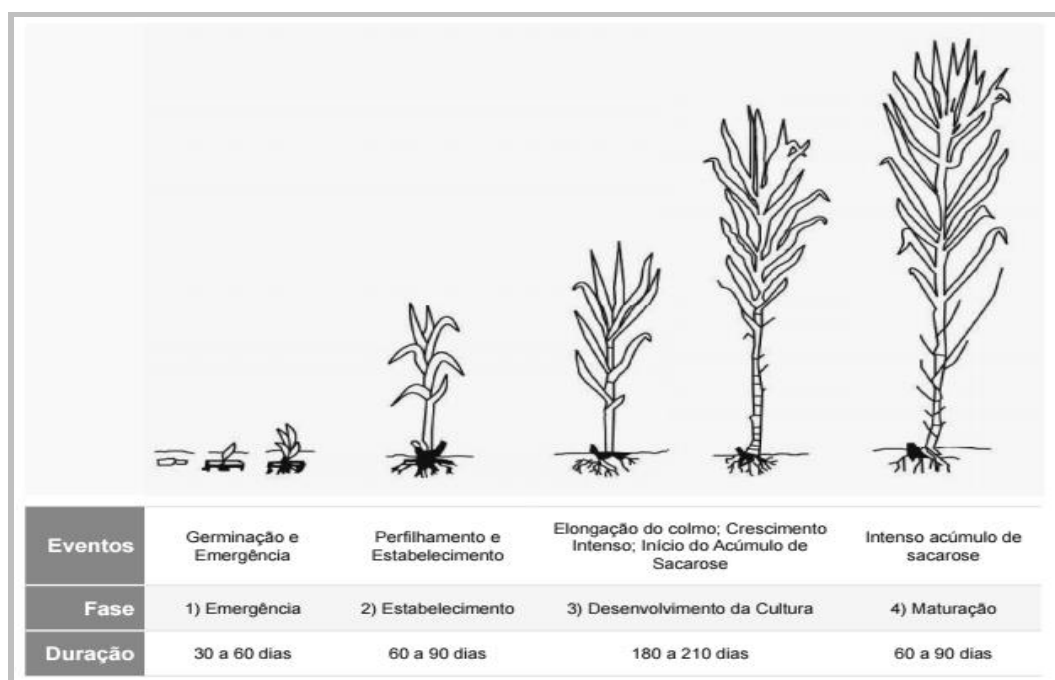
Fonte: Santos (2015)

3.1.2 Estádios Fenológicos

Na concepção de Silva e Silva (2012), a cultura de cana-de-açúcar apresenta quatro estádios de desenvolvimento (Figura 3):

- 1- **Brotação:** ou emergência dos brotos (colmos primários), etapa esta de desenvolvimento inicial da cultura ocorrendo após 20 a 30 dias do plantio;
- 2- **Perfilhamento e estabelecimento da cultura:** marcado pela emergência dos colmos secundários, terciários e fixação de suas raízes, observado entre 90-120 após o plantio;
- 3- **Período de grande crescimento ou desenvolvimento da cultura:** marcado pelo intenso acúmulo de sacarose e máxima produção dos perfilhos;
- 4- **Maturação:** etapa esta, de alcance do ponto máximo de desenvolvimento da planta e intenso acúmulo de sacarose produzida pela ação fotossintética.

Figura 3- Representação esquemática dos estádios fenológicos da cana-de-açúcar



Fonte: Adaptado de Gascho e Shih (1983)

Na concepção de Marin (2014), a monocultura de cana-de-açúcar se propaga vegetativamente por meio de colmos adultos (toletes), contendo pelo menos uma gema viável. A energia consumida na fase de brotação tem origem nas reservas contidas nos toletes. Cerca de 20 a 30 dias após o plantio, observa-se a emergência de brotos em campo, denominados brotos primários, contendo uma sucessão de nós e entrenós próximos entre si. A água tem um papel fundamental na rebrota. Apesar disso, a escassez de água nessa etapa, não implica em grandes perdas como ocorre na fase seguinte, onde a falta desse recurso pode comprometer o rendimento final da cultura (MARIN et al., 2009). A emergência vem logo após a germinação, ocorrendo quando as folhas atingem a superfície do solo e se tornam visíveis (PINTO, 2015).

O perfilhamento inicia-se cerca de 40 dias após o plantio, podendo durar até 120 dias, sendo um processo fisiológico de ramificação subterrânea que dá origem aos brotos secundários. Estes brotos, por sua vez, também dão origem a novas raízes, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular (MARIN et al., 2009).

A fase de perfilhamento intenso da touceira caracteriza-se pela máxima produção de perfilhos, chegando, em certas variedades, a produzir 25 ou mais colmos por touceira, o que irá favorecer a competição pelos fatores de crescimento, tais como: luz, espaço, água e nutrientes. No final do perfilhamento, os colmos mais desenvolvidos continuam o seu crescimento em altura e espessura, devido ao processo de fotossíntese mais intenso, daí, inicia-se a etapa de acúmulo de sacarose nos entrenós da base dos colmos mais velhos (SILVA; SILVA, 2012; MARIN, 2014; PINTO, 2015).

Juntamente com o crescimento intenso dos colmos inicia-se a etapa de maturação a qual é determinada pelos processos de engrossamento e alongamento das células da parede, aumento sensível da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção de sacarose acumulada, redução do alongamento das folhas dos colmos e posterior desprendimento delas (GUERRA, 2010; MAGRO et al., 2011; BATISTA, 2013).

Para Watt (2014), o processo de maturação inicia-se nos últimos meses do ciclo da cultura, e pode ser definido como o momento em que a planta reduz significativamente seu crescimento vegetativo desencadeado por algum fator ambiental que leva a planta a uma

condição de estresse, passando a acumular uma maior quantidade de sacarose nos colmos.

Quando as condições ambientais não desencadeiam o início da maturação, agentes “amadurecedores” exógenos também são utilizados para dar início ao processo (MARIN et al., 2009). Os reguladores vegetais chamados de maturadores refere-se a compostos químicos capazes de modificar a morfologia e a fisiologia vegetal, com a função de paralisar e/ou retardar o desenvolvimento vegetativo da planta, induzindo a translocação e armazenamento dos açúcares, principalmente sacarose (LEITE et al., 2011).

3.1.3 Exigências edafoclimáticas

O consumo de água pela cultura de cana-de-açúcar varia em função do ciclo, do estágio de desenvolvimento, das condições climáticas, da variedade da cultura e da água disponível no solo. Grandes volumes de água são necessários para suprir as suas necessidades hídricas, uma vez que somente 30% de seu peso é representado pela matéria seca e, 70% pela água. A capacidade de absorção de água é mais intensa nas raízes, por meio dos seus pelos absorventes (SEGATO, 2006; SILVA; SILVA, 2012). O déficit de água no solo é um dos principais responsáveis por um decréscimo das atividades fisiológicas da planta afetando seu crescimento (DIAS, 2011).

De acordo com Silva e Silva (2012), quanto à necessidade hídrica da cultura de cana-de-açúcar, o período crítico, ou seja, aquele em que há uma maior exigência de água por parte da planta, corresponde ao período máximo de crescimento vegetativo (primeiros oito meses de vida), e um período durante a fase de maturação, o que proporciona maior acúmulo de sacarose.

Quanto às exigências climáticas, a cultura de cana-de-açúcar na fase de brotação, perfilhamento e crescimento vegetativo (1º período do ciclo da cultura), exige umidade e temperaturas favoráveis. Na fase de maturação (2º período do ciclo), a cultura exige período seco e/ou baixas temperaturas, para que avance da fase vegetativa para a fase reprodutiva, entrando em repouso fisiológico, priorizando o acúmulo de sacarose nos colmos (ANDRADE; CARDOSO, 2004).

Segundo Andrade e Cardoso (2004), com temperaturas médias do ar abaixo de 20°C, a etapa de brotação, perfilhamento e o crescimento da cultura são praticamente nulos. Entre 25°C e 30°C se encontra à faixa ótima para o desenvolvimento da cultura, já acima de 35°C o desenvolvimento volta a ser nulo. Na fase de maturação as temperaturas devem ser menores que 20°C, uma vez que, no período frio, o desenvolvimento vegetativo da cultura é paralisado e a planta produzirá mais sacarose que será acumulada como substância reserva nos colmos.

3.1.4 Cultura de cana-de-açúcar no Nordeste e na Paraíba

A formação territorial e econômica do Brasil foi marcada pela produção canavieira, apresentando em seu contexto histórico fases de prosperidade, e de crise, principalmente no Nordeste do país (MATIAS, 2010). No Brasil a cultura de cana-de-açúcar foi difundida pelo português Martin Afonso de Sousa, em 1532, a qual se adaptou facilmente aos solos férteis e ao clima tropical, quente e úmido aqui presentes, além disso, a mão de obra escrava trazida da África foi fundamental no processo de expansão da cultura (BELING, 2004).

No contexto histórico descrito por Canabrava (2005), a cultura de cana-de-açúcar chegou ao Brasil logo após o descobrimento, ganhando importância econômica a partir da segunda metade do século XVI, quando os engenhos do Nordeste passaram a operar nos estados de Pernambuco, Bahia, Alagoas, Sergipe e Paraíba. No século XVII, a produção de cana-de-açúcar expandiu-se para o estado do Pará e o Amazonas, onde os engenhos tinham por objetivo produzir cachaça, chegando, em seguida, ao Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Nessa época, a cultura atendia à estratégia de Portugal, unindo a ocupação intensa da colônia à produção de um item altamente lucrativo para a metrópole, na Europa.

De acordo com Marin et al., (2009), no século XIX, a expansão mundial dos pólos produtores de açúcar reduziu a importância do Brasil no mercado mundial, comprometendo assim a viabilidade econômica da atividade no País. Naquele período, São Paulo e Rio de Janeiro firmaram-se como polos fornecedores para as Regiões Sul e Sudeste. A expansão da agroindústria canavieira na região Sudeste, particularmente no estado de São Paulo, colocou

em risco a agroindústria açucareira do Nordeste, em virtude dos altos níveis de produtividade alcançados naquelas áreas (MELO, 1975). Com a finalidade de organizar a produção interna, em 1933, foi criado o Instituto de Açúcar e Alcool - IAA, regularizando os preços, incentivando o mercado e o desenvolvimento de pesquisas sobre a cultura (MARIN et al., 2009; MATIAS, 2010).

Em 1973, ocorre a elevação dos preços do petróleo no mundo, gerando impactos na economia brasileira. De forma a reduzir os efeitos desses impactos, o governo brasileiro, lança mão de diversos projetos e programas de desenvolvimento, dentre os quais se destaca o Programa Nacional do Alcool – PROÁLCOOL, com o objetivo de inserir o etanol na matriz energética brasileira (SILVA, 1984; MARIN et al., 2009).

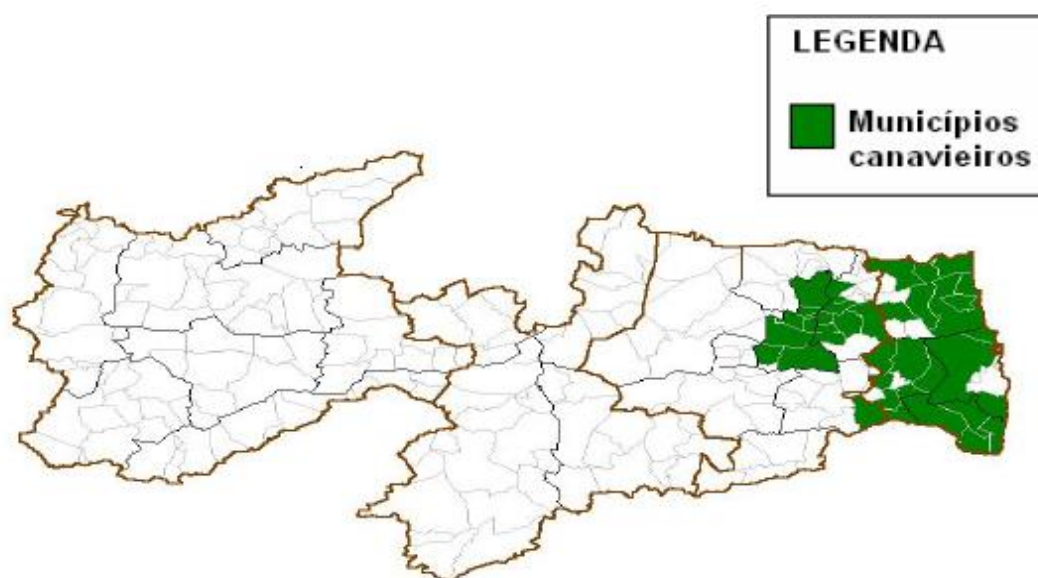
Com a criação do Proálcool (1975), inicia uma nova fase de modificação do sistema canavieiro. No Nordeste brasileiro, o programa cria as possibilidades de expansão da cana-de-açúcar em áreas naturalmente não propícias ao desenvolvimento desta cultura, em função dos investimentos e dos lucros previstos (MOREIRA, 1988). Na Paraíba, segundo Figueiredo (2010), a concretização do Proálcool trouxe a partir do final dos anos 1970, grande incentivo à produção sucroalcooleira acompanhada da modernização de algumas usinas, por meio da instalação nestas de destilarias anexas e o surgimento de destilarias autônomas.

O crescimento de setor sucroalcooleiro foi percebido até o início dos anos 1990, pois a partir daí já são sentidos os efeitos do fim do Proálcool e a extinção do IAA o qual era à base de sustentação dos produtores de cana do Nordeste (FIGUEIREDO, 2010).

A safra 1989-1990 foi marcada pela drástica redução dos incentivos governamentais. As usinas por dependerem destes incentivos, passaram a operar com instalações antigas e precárias, umas foram abandonadas à própria sorte, outras fechando e outras endividadas. As destilarias que surgiram a partir do final dos anos 1970 com os investimentos do Proálcool, usando outros meios de financiamento, recursos próprios e a visão ousada de seus empreendedores fizeram com que estas sobrevivessem à crise através da modernização de suas instalações, da aquisição de equipamentos no processo produtivo e da diversificação de seus produtos (FIGUEIREDO, 2010).

Na Região Nordeste, a produção de cana-de-açúcar proveniente de pequenos e médios produtores se concentra em locais privilegiados do ponto de vista edafoclimático, tais como, na Zona da Mata e em regiões conhecidas como Brejos de Altitude, com pluviosidade anual acima de 1.000 mm, situadas no Agreste e Sertão. Uma parte da produção de cana-de-açúcar da Zona da Mata é entregue nas usinas de açúcar e destilarias da região, caracterizando os produtores como fornecedores da cultura (VIANA et al., 2006). A cultura canavieira da Paraíba ocupa a parte leste do Estado, a qual abrange uma parcela das mesorregiões do Agreste e Mata Paraibana (Figura 4).

Figura 4- Localização dos municípios canavieiros no estado da Paraíba



Fonte: Silva (2010) apud IBGE (2002)

Segundo Alves (2002), a Zona da Mata Paraibana formada principalmente pelos tabuleiros costeiros concentram 95% de toda a produção canavieira do Estado, as demais áreas localizam-se no Brejo, onde predominam os pequenos produtores.

Como descrito em Souza (2006), existiam na época no estado da Paraíba dez unidades produtoras de cana-de-açúcar, sendo duas usinas de açúcar, cinco destilarias autônomas e três usinas com destilaria anexa. Dessas dez unidades produtoras em atividades, quatro delas

detém um monopólio de algo em torno de 40% da produção e sua quase totalidade pertence aos mesmos grupos empresariais das usinas brasileiras, as famílias Cavalcanti de Moraes, Tavares de Melo, Lundgren e Una.

No estado da Paraíba com o passar dos tempos, a expansão da monocultura da cana-de-açúcar vem acompanhada de modificações significativas, em virtude da expressiva devastação da floresta Mata Atlântica que se estende, principalmente, no litoral do estado, tais modificações, vem acarretando desgastes socioambientais, degradação das áreas de cabeceiras dos cursos de água, como no caso do rio Paraíba, e contaminação do solo e dos recursos hídricos por agrotóxicos contribuindo assim para um desequilíbrio de toda a biodiversidade (SILVA, 2010; FÉLIX; SANTOS; RODRIGUES, 2014).

Na percepção de Figueiredo (2010), a maioria das usinas e destilarias utilizam em seu ciclo produtivo práticas degradantes ao meio ambiente e a saúde da população tais como: aplicação de insumos químicos (fertilizantes e agrotóxicos) na agricultura, tecnologias degradantes que poluem o ar como a queima intensiva da cana emitindo fuligem, uso de motor bomba para fins de irrigação dos canaviais, desmatamento de áreas protegidas legalmente, dentre outras consequências.

A Coroa portuguesa desde o início do processo de conquista do território paraibano organizou o espaço agrário começando pelo que corresponde ao do atual município de Santa Rita. Dentro desse contexto a respectiva área, sofreu alterações significativas, proporcionadas principalmente pelos incentivos do Proálcool. Santa Rita adotou o mesmo processo instituído no litoral oriental nordestino, com a implantação dos engenhos cujo objetivo principal era explorar e produzir a cana-de-açúcar em grandes dimensões, tendo em vista a fabricação do açúcar para exportação (MATIAS, 2010).

Dentre as principais mudanças observadas em Santa Rita destaca-se: a expansão da área cultivada; substituição da área de lavouras alimentares principalmente a mandioca; retração das áreas de mata e de cerrado que cobriam a maior parte dos tabuleiros para expansão da cultura; avanço expressivo da modernização do processo produtivo na agricultura; mudanças na organização do processo de trabalho canavieiro; ampliação do parque industrial ligado ao fabrico do açúcar e do álcool; quebra do monopólio exercido pela

família Ribeiro Coutinho sobre a organização social, política e econômica do município (MATIAS, 2010).

Segundo Figueiredo (2010) em uma reportagem lançada no Jornal da Paraíba em 2001, a CIA Usina São João encontra-se como uma das empresas do setor sucroalcooleiro da região que mais degradam o meio ambiente. Tal empresa, em 2001, foi denunciada e multada em R\$ 50.000,00 pelo Ministério Público de Santa Rita-PB por construir uma via de acesso sobre o leito do Rio Paraíba, com o objetivo de facilitar a passagem de caminhões e treminhões carregados de cana, que transitavam dos canaviais até a Usina, trazendo como consequências o barramento das águas do rio, provocando a destruição das matas situadas nas proximidades e o risco de enchentes aos moradores locais.

Embora o cultivo da cultura de cana-de-açúcar seja acompanhado de diversos impactos ambientais negativos, a cultura é de fundamental importância quando se trata de sua múltipla utilização, podendo ser utilizada (*in natura*), como o caldo de cana, sob a forma forragem para alimentação animal, como matéria-prima para a fabricação de diversos produtos como: açúcar, álcool, rapadura, melado, aguardente, além da grande capacidade de geração de energia elétrica (SILVA, 2004; SILVA, 2010; RODRIGUES, SAAB; GANDOLFO, 2011).

De acordo com a União da Indústria de Cana-de-açúcar – ÚNICA (2015) o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, produzindo mais de 632 milhões de toneladas de cana por ano com base na safra (2014/2015), o que o torna também o primeiro produtor mundial de açúcar responsável por 25% da produção mundial e o segundo maior produtor de etanol responsável por 20% de toda a produção do mundo.

O açúcar e o álcool são os produtos industriais mais importantes obtidos no processamento da cana. Estima-se que em média, 55% da biomassa dos canaviais brasileiros são destinados à produção de álcool e 45% à produção de açúcar, sendo o estado de São Paulo o responsável por 60% de todo o açúcar produzido no país e por 70% das exportações nacionais (AMBRÓSIO, 2012). Em termos regionais, a Paraíba é o terceiro estado com maior produção de cana do Nordeste, posicionando-se atrás de Alagoas e Pernambuco, conforme

dados do acompanhamento da safra (2014/2015), disponibilizados pela Companhia Nacional de Abastecimento-CONAB (CONAB, 2013).

3.1.5 Produção Agrícola Canavieira

O processo de produção agrícola canavieira se encontra dividido de forma abrangente em quatro fases, conforme descrito em Monteiro (2001) e Lourenço (2011), sendo estas: preparação do solo, plantio, tratos culturais e colheita da cana-de-açúcar para uma posterior transformação em produtos para comercialização. Em cada uma destas, é perceptível a ocorrência de uma variedade de etapas, normalmente denominadas de operações agrícolas.

3.1.5.1 Preparo do solo

Tem por finalidade promover as condições físico-químicas e biológicas para a instalação ou renovação das culturas (MONTEIRO, 2001). De acordo com Vitt et al., (2005), no preparo do solo devem ser realizadas atividades objetivando a eliminação ou redução de algumas condições adversas que podem afetar o desenvolvimento da cultura, tais como: compactação, baixos níveis de nutrientes, elevados teores de alumínio, surgimento de pragas no solo, infestação de ervas daninhas, eliminação das soqueiras (em casos de renovação dos canaviais), dentre outros.

Uma análise do solo nessa etapa é de suma importância, uma vez que, proporcionará a realização das atividades compatíveis aos déficits nutricionais da área. Na concepção de Innocent (2015), além da análise do solo, conhecer o histórico da área, como por exemplo, o manejo realizado anteriormente e o desempenho da(s) cultura(s), apontam indícios que podem contribuir para uma correta adubação com macro e micronutrientes.

Em sua pesquisa Vitt et al., (2005), listam ações que devem ser realizadas durante a etapa de preparo do solo, dentre estas estão: calagem, gessagem, fosfatagem, adubação verde e orgânica e adubação mineral (NPK) via superfície do solo e via folear como complemento se necessário.

3.1.5.2 *Plantio*

A cana-de-açúcar se propaga assexuadamente, por meio da germinação de suas gemas ou colmos (HOLANDA, 2010). Normalmente, o plantio se faz com colmos ou mudas (Figura 5) de idade não superior a 12 meses, uma vez que, os mais antigos possuem menor quantidade de glicose e sais minerais (SILVA; SILVA, 2012).

O plantio da cana-de-açúcar pode ser definido em função da duração do ciclo de produção, sendo estes: cana de ano ou de verão, em que a colheita é feita após 12 meses de ciclo vegetativo, e cana de 1 ano e meio ou de inverno, com a colheita realizada aos 18 meses (HOLANDA, 2010; INNOCENTI, 2015). A cana-de-açúcar pode ser chamada de cana-planta, nomenclatura dada ao período que corresponde do plantio até o primeiro corte, e a cana de segundo corte, que sofre rebrota, é denominada de cana soca.

Figura 5- Plantio da cultura de cana-de-açúcar



Fonte: Autora (2015)

3.1.5.3 *Tratos culturais*

A fase dos tratos culturais contemplam as atividades que acompanham o crescimento e maturação da cana-de-açúcar entre o plantio, ou o último corte, até o período da colheita. Para tanto, são realizadas nesta fase, tarefas para proteger a planta das ações predatórias das ervas invasoras e das ações das pragas (MONTEIRO, 2001).

Na percepção de Mourão (2014), a cultura de cana-de-açúcar é influenciada diretamente pela presença de diversos fatores, dentre estes, o principal é o surgimento de plantas daninhas que reduzem a produtividade durante o desenvolvimento da cultura. Tais plantas se instalam junto à cultura e acabam por competir por recursos limitantes do meio, principalmente água, luz e nutrientes, além disso, liberam substâncias alelopáticas capazes de interferir na brotação da cultura, facilitando o surgimento de pragas e doenças (MOURÃO, 2014).

O controle das ervas invasoras pode ser realizado por meio de operações físicas, químicas e biológicas, no entanto, o principal método de controle é o químico, por meio da aplicação de herbicidas de ação pré-emergente ou pós-emergente (MONTEIRO, 2001; CHRISTOFFOLETI et al., 2005).

Os herbicidas de pré-emergência ou de ação residual, são aplicados e possuem uma ação fraca ou nula sobre as plantas daninhas já nascidas. Estes fixam-se à superfície, ou nos primeiros centímetros do solo, apresentando uma persistência de ação de alguns meses. Já os herbicidas pós-emergentes, também denominados de ação foliar, eliminam as plantas daninhas já nascidas por meio das partes aéreas da planta (ALVES, 2012).

De acordo com Gianotto (2011); Carvalho (2013); Mourão (2014), o manejo químico empregado no controle das plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar representa o método mais eficiente, atingindo uma máxima eficácia de controle, com alta seletividade para a cultura, economicamente viável, e de elevado rendimento quando comparado com os demais. Segundo os autores, no Brasil existe uma diversidade de produtos registrados para a cultura capazes de manter uma produtividade agrícola desejável.

Nas principais culturas agrícolas, cultivadas extensivamente e em larga escala, os herbicidas são utilizados como o principal método de combate de plantas daninhas (CARVALHO, 2013). No processo de aplicação de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar é fundamental conhecer alguns aspectos, destacando-se dentre eles: as características físico-químicas dos herbicidas e as doses a serem aplicadas, as principais plantas daninhas a serem controladas, o estágio de desenvolvimento da planta; as técnicas de aplicação, as condições

ambientais no momento e após a aplicação dos herbicidas; as características físico-químicas do solo, dentre outras (CHRISTOFFOLETI et al., 2005).

Segundo Alves (2012) e Carvalho (2013), as plantas daninhas são responsáveis pelas maiores perdas de produtividade no campo, capazes de causar danos ao meio ambiente e a saúde dos seres humanos. Para facilitar seu controle é cada vez mais comum a utilização de herbicidas associados, ou seja, em aplicação conjunta (conhecida como mistura de tanque). Na cultura de cana-de-açúcar, por exemplo, é usual o uso de princípios ativos em combinado, uma vez que a cultura necessita de controle das ervas daninhas em pré e pós-emergência. Tais associações podem garantir a proteção do cultivo em todo o período de interferência da erva invasora na cultura.

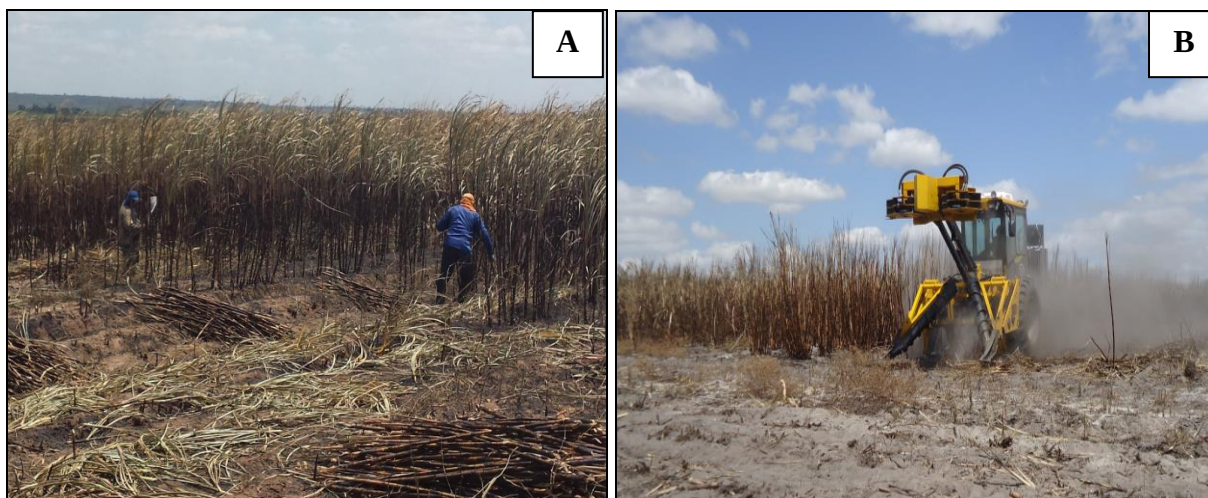
3.1.5.4 Colheita

A colheita representa uma etapa de grande importância dentro do sistema de produção canavieiro interferindo no seu rendimento. Tal atividade pode ser realizada semi-mecanizada (Figura 6A), com a queima prévia da cana, corte manual, carregamento e transporte mecanizado, e completamente mecanizada com ambas as etapas realizadas por máquinas (Figura 6B) a qual vem se expandindo por meio de suas facilidades no corte e no processo de limpeza. (SANTOS, 2011).

Silva e Silva (2012) descrevem que a etapa de colheita da cana-de-açúcar depende da aptidão e do máximo rendimento dos colmos durante processo de maturação, fatores estes que são testados com base em análises em campo e laboratório. Em campo, após o corte da cana-planta (mecânico ou manual) sobram os rizomas (os tocos) da antiga touceira que brotam originando o ciclo da cana-soca ou as soqueiras. Os colmos devem ser cortados o mais próximo possível da superfície do solo, restando as suas bases, que permanecem também ligadas ao sistema radicular.

No decorrer de 20-30 dias, aproximadamente, o sistema radicular da antiga planta responde pelo suprimento de água e nutrientes dos novos brotos, renovando-se aos poucos, e iniciando mais um ciclo da cultura, em número maior ou menor, o que depender da interação planta, ambiente e manejo (SILVA; SILVA, 2012).

Figura 6- Colheita semi-mecanizada (A) colheita mecanizada (B)



Fonte: Autora (2015)

3.2 AGROTÓXICOS

No Brasil os produtos químicos utilizados para o controle de pragas no campo ganharam legislação específica em 1989, com a Lei Federal nº 7.802, regulamentada pelo Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002, a qual define agrotóxicos e afins como sendo:

“produtos e os agentes de processos químicos, físicos 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 em 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” (BRASIL, 1989).

Conforme o Art. 2º, inciso VI, do Decreto nº 4.074/2002, compete a três órgãos federais fazerem o registro dos agrotóxicos de acordo com as exigências e diretrizes previstas por leis, que são, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, o Ministério do Meio Ambiente - MMA vinculado ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e

dos Recursos Naturais e Renováveis - IBAMA e o Ministério da Saúde - MS através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 2002).

3.2.1 Classificação

De acordo com sua origem química, os agrotóxicos são classificados como inorgânicos, orgânicos e orgânicos sintéticos. E, de acordo com sua composição e finalidade são classificados como acaricidas, bactericidas, fungicidas, herbicidas, inseticidas, nematicidas, rodenticidas e moluscicidas, porém os mais frequentemente empregados na cultura da cana-de-açúcar são: os herbicidas, fungicidas e os inseticidas (DOMINGUES, 2010).

Para fins de prescrição das medidas de segurança contra os riscos à saúde humana, os agrotóxicos são enquadrados em função da Dose letal (LD50), inerente a cada substância, sendo representada pela relação mássica, ou seja, miligramas do produto tóxico por quilograma de massa viva (m.v.). Neste embasamento, o Ministério da Saúde divide os agrotóxicos em quatro classes toxicológicas como descrito na Tabela 2 (SAMPAIO, 2011). A legislação brasileira com base no Decreto nº 4.074 de 2002, obriga às formulações de agrotóxicos a apresentarem no rótulo, a cor correspondente à classe de sua toxicidade, com a finalidade de alertar sobre o perigo desta formulação (BRASIL, 2002).

Tabela 2- Classificação dos agrotóxicos de acordo com os efeitos a saúde humana

Classe Toxicológica	Toxicidade	DL ₅₀	Faixa de Cor
I	Extremamente tóxico	$\leq 5 \text{ mg.kg}^{-1}$ de m.v	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50 mg.kg^{-1} de m.v	Amarela
III	Medianamente tóxico	Entre 50 e 500 mg.kg^{-1} de m.v	Azul
IV	Pouco ou muito pouco tóxico	Acima de 5000 mg.kg^{-1} de m.v	Verde

Fonte: Sampaio (2011)

Quanto à periculosidade ambiental, os agrotóxicos enquadram-se ainda em classes que variam de I a IV: produtos altamente perigosos ao meio ambiente (Classe I), produtos muito perigosos ao meio ambiente (Classe II), produtos perigosos ao meio ambiente (Classe III) e produtos pouco perigosos ao meio ambiente (Classe IV) (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003; BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Devido à toxicidade dos agrotóxicos, vários países, a União Europeia e o Codex Alimentarius² estabeleceram limites máximos de resíduos - LMR³ em água, solo e alimentos para um grande número de pesticidas (FERNANDES NETO, 2010). Neste contexto, em 2001 foi criado no Brasil o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA coordenado pela ANVISA, o qual tem por objetivo estruturar um serviço para avaliar e promover a qualidade dos alimentos em relação ao uso de agrotóxicos e afins, contribuindo para a segurança alimentar. Para tanto, realiza-se análises dos níveis de resíduos de agrotóxicos em amostras de alimentos presentes em nosso consumo diário (ANVISA, 2013).

Os relatórios anuais fornecidos pelo referido programa são essenciais para indicar se os alimentos comercializados no varejo apresentam níveis de resíduos de agrotóxicos dentro dos Limites Máximos de Resíduos - LMR determinados pela ANVISA, aferir se os agrotóxicos utilizados estão devidamente registrados no país e se foram aplicados apenas nas culturas para as quais estão autorizados, estimar a exposição da população a resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e, conseqüentemente, avaliar o risco à saúde dessa exposição (ANVISA, 2013).

² Codex Alimentarius: (do latim lei ou código de alimentos), baseados em estudos desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura - FAO e pela Organização Mundial da Saúde – OMS, e que contribui para a segurança, qualidade e igualdade de comércio de alimentos a nível internacional. (<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>).

³ Limite Máximo de Resíduos - LMR: “quantidade máxima de resíduo de agrotóxico legalmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada numa fase específica, desde sua produção até o consumo, expressa em partes (em peso) do agrotóxico ou seus derivados por um milhão de partes de alimento (em peso) (ppm ou mg / kg)”. Portaria nº 03 de 16 janeiro de 1992.

As doses de agrotóxicos empregadas na agricultura convencional foram elaboradas a partir da Ingestão Diária Aceitável - IDA⁴. De acordo com esse paradigma, o organismo humano pode ingerir, inalar ou absorver certa quantidade diária, sem que isso tenha consequência para a sua saúde (SAMPAIO, 2011).

Segundo a ANVISA, em 2008 o Brasil alcançou o posto de primeiro lugar no *ranking* de maior consumidor de agrotóxicos do mundo, apresentando um crescimento no mercado nacional de 190% comparado com o crescimento do mercado mundial de 93%. A cana-de-açúcar juntamente com a soja, algodão e citrus respondem por 82% do consumo desses fertilizantes químicos (SINDAG, 2011; ANVISA, 2012). De acordo com Ferreira (2013), o consumo de pesticidas pela cultura de cana-de-açúcar é estimado em 13% do total comercializado no Brasil.

Informações obtidas da Associação Brasileira de Saúde Coletiva - ABRASCO (2015), existem cerca de 430 ingredientes ativos (IAs), 750 produtos técnicos e 1.400 formulações de agrotóxicos que se encontram autorizados pelo Ministério da Saúde (MS) e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). No entanto, dos 50 (cinquenta) princípios ativos mais utilizados nas lavouras de nosso país 22 são proibidos na União Europeia.

Segundo a ANVISA (2012), o mercado de agrotóxicos concentra-se em determinadas categorias de produtos. Os herbicidas, por exemplo, representaram 45% do total de agrotóxicos comercializados, seguidos dos fungicidas com 14% do mercado nacional, os inseticidas 12% e as demais categorias de agrotóxicos, 29%. Quando analisado o percentual das vendas por ingredientes ativos, o glifosato lidera o ranking, com uma fatia de 29% do mercado brasileiro de agrotóxicos. Estima-se que a venda de glifosato formulado no Brasil alcance a marca de 250 milhões de litros anuais (LONDRES, 2011).

⁴ Ingestão Diária Aceitável – IDA: quantidade máxima que, se ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde. É expressa em mg do princípio ativo por kg de peso corpóreo (mg / kg p.c.). Portaria 03 de 16 janeiro de 1992.

3.2.2 Agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar

São autorizados no Brasil para a cultura de cana-de-açúcar 67 ingredientes ativos (IAs) ou princípios ativos (PAs), desse quantitativo, (46,3%) referem-se a substâncias de classificação toxicológica medianamente tóxicas (Classe III). A segunda classe com maior número de princípios ativos relacionados é a classe I (extremamente tóxico), respondendo por 20,9% do total autorizado (FERNANDES NETO, 2010; FERREIRA, 2013).

Quanto à classificação por grupos químicos permitidos para a cana-de-açúcar, estes estão distribuídos em 39 grupos, cujo principal representante em termos quantitativos é a sulfoniluréia, com um percentual de 10,4% do total de (IAs). O grupo das triazinas vem a seguir, com 6,0% (FERNANDES NETO, 2010; FERREIRA, 2013). Tais informações podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3- Caracterização dos ingredientes ativos autorizados no Brasil para a cultura da cana-de-açúcar

CULTURA	Nº DE INGREDIENTES ATIVOS (IA) AUTORIZADOS	% DE IA AUTORIZADOS, POR CLASSE TOXICOLÓGICA				% DE IA AUTORIZADOS, POR GRUPO QUÍMICO		
CANA-DE-AÇÚCAR	67	I	II	III	IV	Sulfoniluréia	Triazina	Outros
		20,9	14,9	46,3	17,9	10,4	6,0	83,6

Fonte: ANVISA (2009) apud Fernandes Neto (2010)

De acordo com Armas e Monteiro (2005), os herbicidas representam a classe dos agrotóxicos mais empregada nas plantações da cana-de-açúcar, sendo o diuron, ametrina, metribuzin, halosulfuron, hexazinona, tebuthiuron, clomazone, 2,4-D, imazapic, fluazifop-p-butil, os mais utilizados nos diferentes estágios de produção dessa cultura.

Conforme o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT, vinculado ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, são autorizados para o controle

das plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar no Brasil 47 herbicidas, sendo estes (Tabela 4):

Tabela 4- Herbicidas autorizados no Brasil para controle das plantas daninhas

Acetocloro	Clomazona	Halossulfurom- metílico	Metsulfurom- metílico	Sulfometurom- metílico
Alacloro	Dicloreto de paraquate	Hexazinona	MSMA	Sulfosato
Ametrina	Diclosulam	Imazapique	Oxadiazona	Tebutiurum
Amicarbazona	Diurum	Imazapir	Oxifluorfem	Tiazopir
Asulam	Etoxissulfurom	Iodosulfurom- metílico	Paraquate	Trifloxissulfurom- sódico
Atrazina	Flazasulfurom	Isoxaflutol	Pendimetalina	Trifluralina
Bispiribaque- sódico	Fluazifope-P- butílico	MCPA	Picloram	2,4-D
Carfentrazone- etílica	Flumioxazina	Mesotriona	Simazina	
Cianazina	Glifosato	Metolacoloro	S-metacoloro	
Cletodim	Glifosato-sal de isopropilamina	Metribuzim	Sulfentrazone	

Fonte: AGROFIT (2016)

Na concepção de Silva (2004), os agrotóxicos mais recomendados durante as etapas de pré-plantio e pós-plantio da cana-de-açúcar podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5- Agrotóxicos mais utilizados na cultura de cana-de-açúcar nas etapas de pré-plantio e pós-plantio

ETAPAS	AGROTÓXICOS			
PRÉ-PLANTIO	FUNGICIDAS	INSETICIDAS	HERBICIAS	ACARICIDAS
Tratamento de Colmo	Benomyl Carbendazim Iprodione	Fipronil Endosulfan Carbofuran		
PÓS-PLANTIO	FUNGICIDAS	INSETICIDAS	HERBICIAS	ACARICIDAS
Pré-Germinação (Estágio fenológico 0)			Diuron Ametrina Metribuzim	
Germinação a Emergência (Estágio fenológico 1)			Halosulfuron Hexazinone Tebuthiuron Clomazone	
Emergência ao Enraizamento (Estágio fenológico 2)			Ametrina 2,4-D Imazapic	
Maturação (Estágio fenológico 6)			Fluazifop-p-butil	

Fonte: Silva (2004)

3.2.3 Dinâmica dos agrotóxicos no ambiente

O destino dos agrotóxicos no ambiente é influenciado por alguns fatores sendo os principais: as características físico-químicas dos princípios ativos, quantidade e assiduidade em que são utilizados, processos de aplicação, propriedades bióticas e abióticas do ambiente, condições meteorológicas e persistência dos compostos no meio ambiente (KLINGMAN, ASHTON; NOORDHOFF, 1982; SILVA, 2004; SPADOTTO, 2006).

Conforme descrito por Spadotto (2006), os agrotóxicos quando aplicados, por diferentes métodos, passam por processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos, os quais iram determinar seu comportamento no ambiente. Dessa forma, segundo o autor, o destino desses compostos químicos é governado por processos de retenção (sorção, adsorção), de transformação (degradação química e biológica) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial), e pela interação desses processos.

Os agrotóxicos podem ser absorvidos pelas plantas ou por outros organismos do solo e, eventualmente, podem ser ingeridos por meio dos alimentos; também podem ser transportados pelas chuvas para os corpos d'água superficiais e subterrâneos; ou ainda, outra possibilidade é que as substâncias sendo voláteis podem chegar até a atmosfera. A forma como as transformações dessas substâncias ocorrerão dependerá das diferentes rotas que as mesmas assumem no ambiente (Figura 7) (DOMINGUES, 2010).

Quando aplicados no solo, os agrotóxicos podem ser quimicamente transformados pelos organismos ali presentes ou pelo contato com a água que ali se encontra naturalmente ou proveniente das chuvas (DOMINGUES, 2010). O volume, a intensidade e a frequência dos eventos chuvosos trazem grandes influencias no transporte e na perda dos agrotóxicos durante o escoamento superficial ou por meio da percolação da água no solo (lixiviação) (SPADOTTO, 2006).

Figura 7- Possíveis destinos dos agrotóxicos no ambiente



Fonte: Adaptado de Nimmo (1985) e Howard (1991)

O processo de lixiviação compreende ao movimento descendente dos resíduos de agrotóxicos através do perfil do solo, inicia-se, portanto, quando água das chuvas penetram nos horizontes do solo podendo alcançar as águas subterrâneas (SPADOTTO 2006; OLIVEIRA; BRIGHENT, 2011). Santos *et al.*, (2012), comentam que a lixiviação dos princípios ativos ocorre principalmente devido ao tempo transcorrido entre a aplicação do produto e o aparecimento dos eventos chuvosos. Dessa forma, em épocas de chuva o produto tende a ser arrastado pelas águas da superfície em função da falta de tempo para ser adsorvido pelas partículas coloidais do solo.

A movimentação dos agrotóxicos ao longo da superfície do solo, por intermédio da água da chuva ou até pelo vento, até a superfície da água dos rios, lagos e terrenos de menor declividade é conhecida como escoamento superficial ou *runoff* (SILVA, 2004). Neste processo, os herbicidas removidos podem estar na solução ou adsorvidos as partículas do solo, portanto, os fatores que influenciam a ocorrência da erosão do solo ocasionam a perda dos herbicidas da área desejada (OLIVEIRA; BRIGHENT, 2011).

Já o processo de volatilização ocorre durante e após a aplicação dos agrotóxicos, por meio da superfície das plantas, da superfície e da matriz do solo, assim como na superfície e na coluna d' água para a atmosfera. Cada agrotóxico por possuir diferentes propriedades físico-químicas tem uma tendência a mudar da fase sólida para a líquida e desta para vapor, devido ao movimento ou à energia da molécula que o compõe. A pressão de vapor indica a tendência de mudança de uma molécula no estado líquido para o estado gasoso (volatilização) (SILVA, 2004; SPADOTTO 2006).

3.2.4 Impactos ambientais

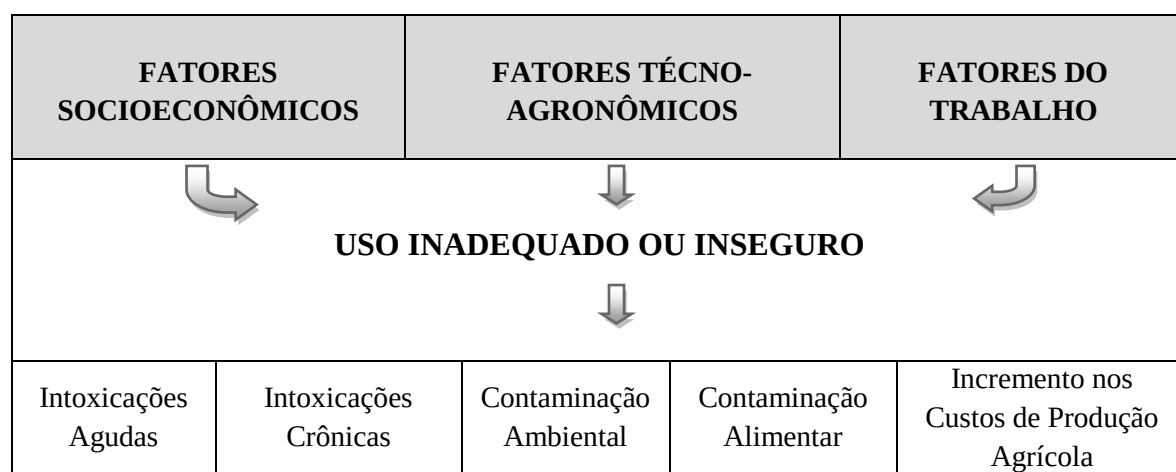
O reconhecimento dos efeitos nocivos do uso de agrotóxicos com consequências a saúde e ao meio ambiente se deu a partir de 1962, com a obra “Primavera Silenciosa”, da autora Rachel Carson. Dentre os compostos em uso e estudados pela autora na época, o Diclorodifeniltricloroetano - DDT se destaca por seus vários impactos negativos, sendo estes: penetração na cadeia alimentar e acumulação nos tecidos gordurosos dos animais, inclusive

dos seres humanos, risco de causar câncer e danos genéticos; além de atingir as pragas específicas causa implicações em diversas outras espécies, silenciando pássaros, peixes, até mesmo crianças; efeito tóxico no ambiente mesmo com sua diluição pelas águas da chuva, possibilidade de migração das espécies contaminadas para outros ambientes, levando os possíveis riscos de contaminação para alvos bem mais afastados que sua origem (SOARES, 2010).

As consequências advindas da utilização dos agrotóxicos são ocasionadas, na maioria das vezes, pelo contexto e modo de produção químico-dependente, pelas relações de trabalho, pela toxicidade dos produtos utilizados, pela precariedade dos mecanismos de vigilância da saúde e pelo uso inadequado ou falta dos Equipamentos de Proteção Individual - EPIs e Equipamentos de Proteção Coletiva - EPCs (ABRASCO, 2012 (b); FIOCRUZ, 2015).

Na concepção de Garcia e Alves Filho (2005), inúmeros aspectos estão envolvidos na determinação dos impactos negativos à saúde humana e ao ambiente em virtude do uso inadequado dos agrotóxicos. Dentre os principais fatores os autores citam: socioeconômicos, técnico-agronômicos e os fatores de trabalho (Figura 8).

Figura 8- Principais fatores determinantes nos impactos decorrentes do uso de agrotóxicos



Fonte: Adaptado de Garcia e Alves Filho (2005)

Nesse contexto observa-se na Figura 8, que além da falta ou precariedade das condições existentes em cada grupo dos fatores listados acima, o uso inadequado ou os atos

inseguros do trabalhador acabam por agravar mais ainda o surgimentos dos impactos ambientais negativos, sendo estes: intoxicações agudas e crônicas, contaminação ambiental e dos alimentos e incrementos nos custos de produção agrícola.

De acordo com Santos (2013), o uso exagerado e irresponsável dos agrotóxicos pode intoxicar diretamente, por meio do manuseio (aplicação ou preparo da calda), como indiretamente, através dos alimentos ou água contaminada. A contaminação dos seres humanos com tais substâncias químicas podem ser por intermédio do contato com a pele, respiração e ingestão. Em casos de intoxicação aguda, os principais sintomas são: tontura, vômitos, náuseas, desorientação, sudorese, dificuldade de respiração, salivação em excesso, diarreia, podendo levar ao coma ou a óbito. Os sintomas da intoxicação crônica são diagnosticados quando o paciente apresenta principalmente distúrbios comportamentais (depressão, dor de cabeça, fadiga, irritabilidade, descontrole do sono e atenção, ansiedade).

Dados da Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida (2011), mostram que cada brasileiro consome em média 5,2 litros de agrotóxicos por ano. Informações estas, que tem por finalidade chamar a atenção da população brasileira quanto aos riscos que os agrotóxicos representam, uma vez que, existem provas concretas das implicações causadas pelo uso dos agrotóxicos tanto para os trabalhadores que se encontram em contato direto com o produto, quanto para as pessoas que consomem alimentos e água contaminados com resíduos.

Muitos danos causados pela utilização dos agrotóxicos são irreversíveis ao ser humano. Um grande número de trabalhadores rurais chegam a vir a óbitos principalmente por envenenamento ou por apresentarem ao longo do tempo distúrbios nervosos, devido ao desconhecimento da periculosidade dessas substâncias químicas (SANTOS, 2013).

Os danos dos agrotóxicos à saúde humana podem ser observados em estudos de carcinogênese, mutagênese, teratogênese, neurotoxicidade, alterações imunológicas e na reprodução de animais, desregulações endócrinas, alterações no desenvolvimento embrionário-fetal, após exposição *in útero*, com efeitos capazes de acarretar a morte dos indivíduos, comprometimento de espécies, mudança da dinâmica bioquímica natural e na mudança do funcionamento do ambiente afetado (SPADOTTO, 2006; OLIVEIRA, FAVARETO;

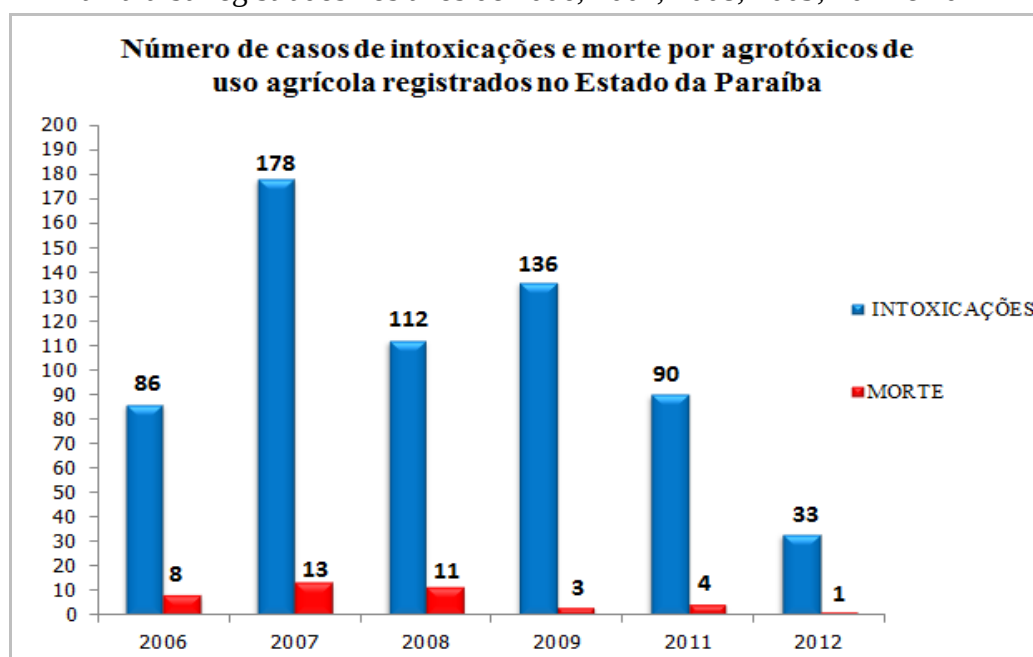
ANTUNES, 2013). Em meio aos muitos princípios ativos se destacam: atrazina, 2,4-D, acetocloro, clomazona, metribuzim, simazina, trifluralina (KEITH,1998; GHISELLI; JARDIM, 2007).

Quando os resíduos de agrotóxicos ultrapassam a barreira celular e alcançam o material genético dos organismos, eles podem levar ao surgimento de lesões irreparáveis no DNA, como os casos de mutação e câncer. Portanto, o estudo e o conhecimento das lesões induzidas pelo uso dos agrotóxicos no DNA dos organismos, são fundamentais para que as doenças genéticas resultantes da exposição a essas substâncias químicas sejam tratadas e evitadas. Além das células somáticas, algumas classes de agrotóxicos são capazes de afetar as células germinativas, e ocasionar lesões que são transmitidas ao longo das gerações (AMBRÓSIO, 2012).

Rigotto et al., (2013), analisando as tendências de agravos crônicos à saúde quanto ao uso de agrotóxicos no período de 2000 a 2010, em um grupo de municípios que pratica a agricultura familiar tradicional situados na região do Baixo Jaguaribe no estado do Ceará- CE, concluíram que houve uma maior incidência das doenças e/ou dos óbitos por neoplasias (tumores), nos municípios com maior consumo de agrotóxicos. Assim sendo, segundo os autores, tais resultados podem ser influenciados pelas transformações produtivas, ambientais e sociais, sendo reflexo dos sistemas produtivos químico-dependentes incorporados pelas empresas do agronegócio, ampliando a vulnerabilidade da população rural.

O uso de agrotóxicos tem se intensificado cada vez mais com o passar dos anos, acarretando vários casos de intoxicação e até morte. De acordo com o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas - SINITOX, gerenciado pela Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, informaram que no estado da Paraíba entre os anos de 2006 a 2009 e 2011 a 2012, houve intoxicações e casos de morte por agrotóxicos de uso agrícola conforme pode ser observado na Figura 9. Os dados referentes ao ano de 2010 e depois de 2012 não se encontram disponíveis no banco de informações do SINITOX.

Figura 9- Levantamento de casos de intoxicações e morte decorrentes do uso de agrotóxicos na Paraíba registrados nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2011 e 2012



Fonte: Adaptado do SINITOX (2016)

Observou-se que entre 2006 a 2009 (Figura 9), o ano de 2007 destacou-se por apresentar o maior número de casos de intoxicação (178) e morte (13), por agrotóxicos de uso agrícola, enquanto, o ano de 2012 contatou-se os menores números de casos. Santos (2013) observou em sua pesquisa que entre os casos notificados de 2005 a 2009 na Paraíba, um alerta é para o sexo masculino que apresenta o maior número de intoxicações e morte, dos quais 304 casos correspondem as intoxicações e 31 ao número de óbitos, já para o sexo feminino neste mesmo espaço temporal foi observado 240 casos de intoxicação e 19 óbitos.

No Brasil, os agrotóxicos são o terceiro grupo responsável pelas intoxicações, estando atrás apenas dos medicamentos e animais peçonhentos. Segundo dados do SINITOX, foram registrados, no período de 2007 a 2011, 26.385 casos de intoxicações por agrotóxicos de uso agrícola no Brasil, número que pode ser subestimado considerando-se a elevada subnotificação desses eventos no País (FIOCRUZ, 2015).

Um grave problema verificado na aplicação de agrotóxicos nos alimentos consumidos, no Brasil, é a presença de resíduos não permitidos. Observa-se que em muitos casos, o

agrotóxico em questão é autorizado no país para algumas culturas, mas acaba sendo usado para outras, para os quais não é registrado, além destes casos, ainda são encontrados resíduos de venenos que não são registrados para nenhuma cultura, ou seja, são utilizados ilegalmente oriundos do contrabando (LONDRES, 2011).

O Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos - PARA coletou, em 2011, um total de 1.628 amostras de alimentos. Destas, 34% apresentaram resultados insatisfatórios, ou seja, continham alguma irregularidade. Em 2012, verifica-se que entre as 1.397 amostras analisadas, 25% foram consideradas insatisfatórias. As amostras insatisfatórias, para os anos de 2011 e 2012 foram distribuídas da seguinte forma: presença de agrotóxicos em níveis acima do Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido, uso de agrotóxicos não autorizados (NA) para a cultura em análise e resíduos acima do (LMR) (ANVISA, 2013).

De acordo com a Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO (2012 a), o uso de um ou mais agrotóxicos em culturas para as quais eles não estão autorizados, apresentam consequências negativas na saúde humana e ambiental, como por exemplo, o aumento da insegurança alimentar, situação esta que se agrava à medida que esse agrotóxico é encontrado em diversos alimentos consumidos diariamente.

Ismael et al., (2015), ao analisar os dados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) correspondentes a 15 culturas do estado da Paraíba nos anos de 2011 a 2013, verificaram que em 2011 das 19 amostras analisadas todas apresentaram resultados insatisfatórios para o consumo humano, justificados pelo uso de princípios ativos não autorizados para determinada cultura e pela dosagem acima do limite máximo de resíduos- LMR permitido. No monitoramento de 2012 e 2013 das 81 amostras analisadas, cerca de 18%, foram consideradas insatisfatórias, observando-se uma queda do número de alimentos contaminados em relação ao ano anterior (2011), que teve 100% de suas amostras insatisfatórias.

A contaminação dos recursos hídricos por resíduos de agrotóxicos são capazes de provocar sérios problemas à saúde pública, principalmente quando este recurso é utilizado para o abastecimento humano. A ingestão diária de água e de alimentos contaminados por agrotóxicos pode ocasionar o acúmulo dessas substâncias no organismo humano, podendo

causar graves doenças (PALMA; LOURENCETTI, 2011). A presença desses compostos, nos mananciais, pode acarretar problemas para o tratamento da água em virtude da eventual necessidade de tecnologias mais complexas do que aquelas normalmente usadas para alcançar a potabilização do recurso (FERNANDES NETO; SARCINELLI, 2009).

A Portaria Ministério da Saúde nº 2914/2011 representa a atual legislação brasileira de potabilidade de água para o consumo humano, nesta se encontra regulamentado 64 substâncias químicas que representam riscos à saúde humana, dentre as quais 27 são agrotóxicos, o que de acordo com a ABRASCO, este número representa apenas menos de 10% dos princípios ativos oficialmente registrados no País (ABRASCO, 2012 a).

O uso de modelos e técnicas que estimam o risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas não é recente e tem sido largamente difundido. Tais ferramentas são valiosas nas avaliações simplificadas do comportamento dos agrotóxicos no ambiente. Destaca-se entre estes modelos o método de *Screening* da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos-USEPA e o índice de GUS, ambos capazes de estimar a contaminação para águas subterrâneas e o método de GOSS (para águas superficiais) (MILHOME, 2011; FERNANDES NETO, 2010; BRITTO, 2011). Tais modelos, contemplam as propriedades físico-químicas dos princípios ativos, as quais são capazes de influenciar diretamente no transporte dos resíduos no ambiente. Além disso, características do solo e dos recursos hídricos devem ser levadas em consideração, uma vez que, também influenciam na dinâmica e degradação dos agrotóxicos (MILHOME, 2011).

As principais propriedades físico-químicas relacionadas ao comportamento ambiental dos agrotóxicos são: solubilidade em água (S), coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (K_{oc}), reatividade ou tempo de meia vida no solo ou na água (DT50), pressão de vapor (PV), coeficiente de partição n-octanol-água (K_{ow}), especiação indicado pela constante de ionização ácido (pKa) ou base (pKb), constante da lei de Henry (K_H). Essas propriedades químicas são normalmente determinadas em laboratório, sob condições controladas e por métodos conhecidos (SILVA, 2004; MILHOME 2011; BRITTO, 2011).

A Solubilidade em água (S) representa a quantidade máxima da molécula que se dissolve em água no seu estado puro a uma dada temperatura e pH (ROCHA, 2011;

OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011; MANCUSO; NEGRISOLI; PERIM, 2011). Os princípios ativos que apresentam alta solubilidade tendem a serem removidos do solo e atingirem os corpos d' água, seja pela chuva ou pelas águas de irrigação (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011; ROCHA, 2011).

O Coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (K_{oc}) indica o potencial de mobilidade da molécula no solo. Princípios ativos que possuem em sua estrutura valores de K_{oc} abaixo de 50 são considerados de alta mobilidade, entre 150-500 são considerados moderadamente móveis e, acima de 2.000, apresentam baixa mobilidade no solo (BARCELÓ; HENNION, 1997).

O tempo de meia-vida no solo (DT_{50}) é o tempo requerido para que a metade da concentração do princípio ativo desapareça, independentemente de sua concentração inicial nas diversas matrizes ambientais (ROCHA, 2011).

A Constante da lei de Henry (K_H) e pressão de vapor (PV): são parâmetros que estão diretamente relacionados à volatilidade do composto químico, sendo influenciadas pelo peso molecular e solubilidade (OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011). A constante da lei de Henry também chamada de coeficiente de partição ar/água no ambiente indica a distribuição da molécula entre a fase líquida e a fase gasosa dependendo da temperatura (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011). A pressão de vapor define a taxa de concentração de equilíbrio entre a água e o ar. É por meio dessa propriedade que são encontrados diferentes valores de volatilização para uma mesma molécula quando em condições climáticas diferentes (MILHOME et al., 2009; ROCHA, 2011).

O Coeficiente de partição (K_{ow}) é o parâmetro que permite prever a acumulação dos agrotóxicos tanto em ambientes aquáticos quanto em terrestres, pois indica o caráter lipofílico da molécula, ou seja, a afinidade por fases orgânicas (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011). Os valores de $\log K_{ow}$ variam entre 2 e 7 para a maior parte das moléculas de interesse agrônômico (ROCHA, 2011) Em geral, substâncias que possuam $\log K_{ow}$ maior que 3 apresentam tendência bioacumulativa (BARCELÓ; HENNION, 1997).

A Especificação (Esp) é indicado pelo valor de pK_a e está relacionado ao conhecimento do caráter iônico, indica o caráter ácido da molécula e, encontra-se diretamente relacionado ao

valor do pH do meio. Quando em pH ambiente (5 a 8), os princípios ativos presentes no solo tendem a serem negativamente carregadas, sendo assim, moléculas aniônicas podem ser mais facilmente lixiviadas do que compostos catiônicos (BARCELÓ; HENNION, 1997).

Na Tabela 6 são mostrados dois níveis de classes quanto aos riscos associados à contaminação das águas por agrotóxicos em função de suas características, características do solo, e do volume de água.

Tabela 6- Classe dos riscos de contaminação das águas por agrotóxicos

		Baixo risco de contaminação	Alto risco de contaminação
Características dos agrotóxicos	Solubilidade em Água	Baixa	Alta
	Sorção no Solo	Alta	Baixa
	Persistência	Baixa	Alta
Características do Solo	Textura	Argilosa	Arenosa
	Teor de MO	Alto	Baixo
	Macroporos	Poucos/ Pequenos	Múltiplos/Amplos
	Profundidade do Lençol Freático	Alta	Baixa
Volume de Água	Chuva/ Irrigação	Pequenos Volumes em Intervalos Intermitentes	Altos Volumes em poucos Intervalos

Fonte: Adaptado de McBRIDE (1989)

Observou-se que diante das características apresentadas os princípios ativos dos agrotóxicos que apresentam alta solubilidade em água, baixa sorção, ou seja, baixa impregnação na parte sólida de um meio poroso durante a percolação e, alta persistência do composto que acarreta a uma elevada acumulação ao longo da cadeia alimentar, possuem um alto risco de contaminação dos recursos hídricos.

Quanto às características do solo, aqueles que possuem em suas propriedades textura arenosa, baixo teor de matéria orgânica, muitos macroporos e, baixa profundidade do lençol freático, tendem a facilitar o transporte dos poluentes, uma vez que, em solos arenosos devido ao fato de haver menos partículas de argila, ou seja, presença de partículas que possuem uma menor área superficial de contato, conseqüentemente, mais espaço de movimentação dos princípios ativos ao longo do perfil do solo.

O volume de água proveniente dos eventos chuvosos e da irrigação, também representa uma característica fundamental que influencia no transporte das moléculas dos agrotóxicos para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A ocorrência de altos volumes de água em poucos intervalos de tempo tende a contaminar mais facilmente os corpos de água superficial. Oliveira e Brighent (2011) comentam que chuvas frequentes e muito intensas tendem a superar a capacidade de infiltração de água através do perfil do solo, podendo ocasionar uma maior perda dos produtos por meio do escoamento superficial.

4 COMPANHIA USINA SÃO JOÃO

A Companhia Usina São João, localiza-se principalmente entre as cidades de Santa Rita e Espírito Santo, na região norte do estado da Paraíba a 16 Km da capital João Pessoa, mais precisamente no Engenho Central em Santa Rita –PB. A área da Usina encontra-se situada em uma latitude de 7°07'50.23"S e longitude de 35°00'35.92"O (SOUZA, 2006; MATIAS, 2010).

4.1 DESCRIÇÃO

A Usina São João iniciou seu funcionamento em 1888 pela Companhia de Engenhos Centrais, com apoio de um grupo holandês, em virtude da necessidade do comércio externo de uma maior produção de açúcar que, na época, era um produto nobre (SOUZA, 2006). Foi à primeira empresa do segmento sucroalcooleiro a ser implantada na região de Santa Rita, é hoje uma grande produtora de açúcar e álcool do estado da Paraíba.

No tocante à linha de produtos da empresa, esta é diversificada, com produção de, aproximadamente, 50% voltada para açúcares, dentre eles: o cristal, o demerara, o turbinado natural e triturado, com pacotes de 1 e 2 Kg para o mercado interno (cristal e turbinado natural) e para o mercado externo (demerara) e, de 50% voltado para álcoois, como o (anidro e hidratado). De acordo com informações do agrônomo da usina, as necessidades de produção de açúcar ou álcool dependem da demanda de mercado, podendo variar a cada safra.

A Usina possui uma área de 19.000 hectares, dos quais 9.000 estão direcionados ao cultivo da monocultura da cana-de-açúcar. As áreas plantadas se encontram distribuídas em cinco cidades distintas, sendo estas: Santa Rita, Espírito Santo, Sapé, Conde e São Miguel de Taipu. Os maiores percentuais de área plantada se concentram em Santa Rita e Espírito Santo (7.000 ha), seguido de Sapé (700 ha).

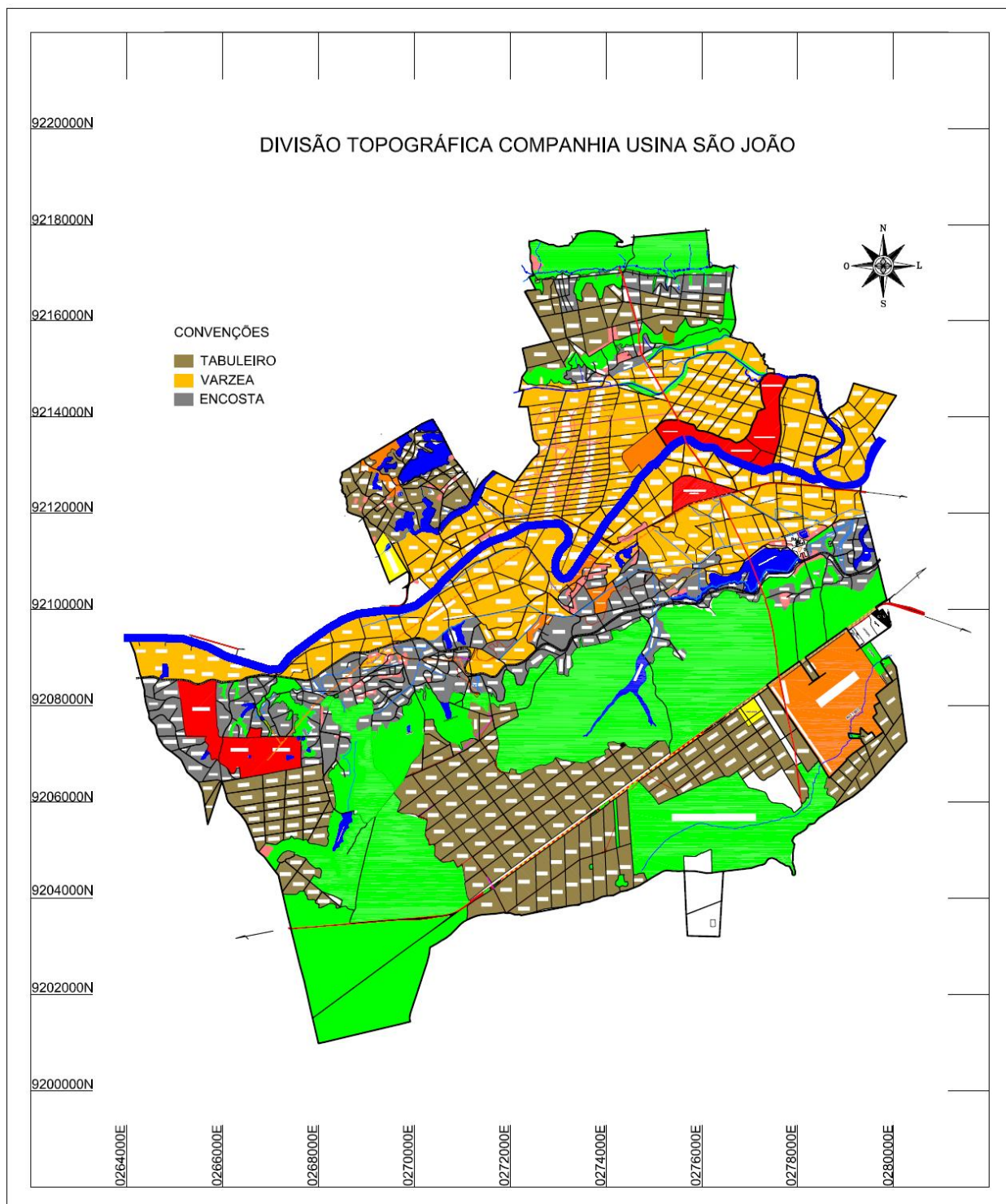
A divisão e controle das áreas plantadas é feito com base nas doze fazendas que fazem parte do loteamento da usina, sendo estas: São João, São Gonçalo, São Felipe, Munguengue, Espírito Santo, Central, Tibiri, São José, Antas, Santa Luzia, São Lucas e Engenho Novo.

As áreas plantadas na usina se encontram divididas em três sistemas topográficos de produção (Tabuleiros, Várzea e Encosta), conforme a Figura 10. As características de cada área estão descritas a seguir:

- 1- **Tabuleiros (Fertirrigável e Sequeiro):** também denominados de baixos planaltos costeiros, os quais compreendem 1.800 e 2.200 hectares respectivamente de acordo as áreas disponíveis para o cultivo da cana-de-açúcar. Ambos os tabuleiros diferenciam-se principalmente em virtude das condições hídricas, onde o sequeiro durante toda a safra apenas recebe água proveniente dos eventos chuvosos, enquanto que o fertirrigável durante a etapa de moagem da cana-de-açúcar é fertirrigado com a vinhaça (resíduo gerado no processo de fabricação do álcool).
- 2- **Várzea ou Planícies Aluviais:** apresenta uma área de 3.500 hectares da plantação de cana-de-açúcar;
- 3- **Encostas:** compreendem uma área de 1.500 hectares da plantação de cana-de-açúcar.

Cada uma dessas áreas ou sistemas topográficos de produção apresentam propriedades distintas de acordo com as características específicas da localidade em que estão inseridos, tais como: o micro-clima, os atributos físico-químicos e biológicos do solo, a infraestrutura física e gerencial da empresa, a proximidade de corpos hídricos, dentre outros fatores (MONTEIRO, 2001).

Figura 10- Divisão topográfica da CIA Usina São João



Fonte: Cedido pela Gerência Agrícola da Usina São João (2015)

Segundo Lima (1984) os solos de várzea apresentam grandes potencialidades e são apropriados ao cultivo da cana-de-açúcar que aí se desenvolve no município de Santa Rita, desde o período colonial. As várzeas, principalmente as do vale do Paraíba, na qual está localizada uma parcela das áreas agricultáveis da usina, possuem solos férteis, uma vez que, se encontram inseridas em uma área de combinação de clima quente e úmido e uma hidrografia perene, dando sustentação ao cultivo da cana desde a primeira metade da década de 1970.

Até a primeira metade da década de 1970, o cultivo da cana-de-açúcar para fins comerciais era restrito ao fundo dos vales que cortam os tabuleiros, isto se justifica porque a utilização agrícola dos tabuleiros costeiros implicava na aplicação de técnicas de correção do solo que elevava os gastos com a produção. Com os incentivos do Programa Nacional do Alcool- PROÁLCOOL, a partir do ano de 1975, os canaviais começaram a se expandir pelos tabuleiros, em toda a Zona da Mata paraibana, inclusive no município de Santa Rita (LIMA, 1984; MATIAS 2010).

Assim sendo, a expansão da cana-de-açúcar sobre os tabuleiros, só foi possível graças à superação dos obstáculos naturais que eles representavam, ou seja, a superação da barreira ecológica tornou-se possível a partir do momento em que o preço do álcool, no mercado, compensava a elevação dos custos da produção, gerando investimentos necessários à aquisição de novas terras para o cultivo, à modernização tecnológica, ao desenvolvimento do emprego de fertilizantes, herbicidas e a utilização de outras variedades de cana mais adaptadas às novas condições ecológicas (MOREIRA, 1988; LIMA, 1984; MATIAS, 2010).

A produção de cana-de-açúcar registrada pela CIA Usina São João na safra 2013/2014 foi de 350.000 toneladas. Na safra de 2015/2016, foi alcançado um percentual de produção semelhante à anterior, não obtendo melhoras devido à irregularidade das chuvas e redução de alguns insumos agrícolas. Entretanto, a usina destaca-se pela sua elevada produção, alcançando um limite de moagem máximo, de aproximadamente, 180 toneladas de cana por hora, necessitando por dia de 4.320 toneladas de cana para produzir 8.000 sacos de açúcar e 120.000 litros de álcool.

Além do açúcar e álcool, a usina beneficia-se de alguns subprodutos dentre eles se destacam: o bagaço obtido após o processo de moagem para extração da sacarose, sendo aproveitado para a cogeração de energia durante toda a safra, servindo também como alimento para o gado em confinamento; a vinhaça gerada na fabricação do álcool e incorporada ao solo da área dos tabuleiros fertirrigáveis como fertilizante orgânico por ser rica em nutrientes essenciais ao solo; e a torta de filtro, composta pela mistura de bagaço moído e lodo de decantação, obtido no processamento do açúcar, considerado como um excelente adubo para o campo, por possuir um elevado teor de matéria orgânica e fósforo (P).

O fornecimento hídrico para irrigação da cultura de cana-de-açúcar na usina é assegurado pelos açudes Cafundó e Estivas, ambos, distantes 500 metros da área plantada e 4km entre os mesmos. Além destes, pode-se citar o rio Paraíba que somente é utilizado para fins de irrigação em épocas de escassez hídrica, conforme informado pelo agrônomo da usina. O fornecimento de água para a atividade industrial é obtido do açude de Reis que localiza-se a 500 metros da área plantada. Para o abastecimento humano, a usina possui dentro das instalações fabris 2 (dois) poços, um em funcionamento e o outro com uso apenas em casos de manutenção.

4.1.1 Aplicação dos agrotóxicos na CIA Usina São João

A aplicação dos agrotóxicos na CIA Usina São João é recomendada pelo Engenheiro Agrônomo, o qual gerencia o controle das aplicações de acordo com o tipo de produto e a condição particular do local onde será realizada a aplicação (talhão), de forma economicamente viável e com o menor risco de contaminação de outras áreas.

A programação da necessidade do uso de agrotóxicos na CIA Usina São João começa antes da safra e é feita até safra seguinte. Inicialmente, é realizado um levantamento da área visando quantificar as áreas com cana planta, cana soca e as áreas para renovação do canavial, além do tipo de solo predominante, proximidade de corpos hídricos, condições edafoclimáticas, dentre outros fatores. De posse dessas informações, são realizadas reuniões com o Engenheiro Agrônomo da empresa para escolher os produtos e dosagens necessárias (Receituário Agrônomo).

4.1.1.1 Frequência de aplicação

O manejo das plantas daninhas na Usina São João é feito ao longo de todo o ciclo da cultura de cana-de-açúcar, seja nas épocas chuvosas ou nas épocas secas. Nas épocas chuvosas, o manejo é feito geralmente, na pós-emergência das plantas daninhas, o que oferece o risco da matocompetição⁵ (Figura 11). No período seco, todas as aplicações são realizadas na pré-emergência, eliminando esse risco em praticamente 100%.

Figura 11- Matocompetição na cultura de cana-de-açúcar da Usina São João



Fonte: Autora (2016)

Na concepção de Costa (2010) e Gianotto (2011), o período crítico de matocompetição na cultura de cana-de-açúcar inicia-se desde a emergência dos brotos até os 120 dias de ciclo vegetativo, fase marcada pela interferência no cultivo ocasionada por uma diversidade de plantas daninhas competindo por água, luz e nutrientes. Tais plantas são provenientes de

⁵ Matocompetição: corresponde à forma mais conhecida de interferência das plantas daninhas sobre as culturas, competindo principalmente por nutrientes minerais, água, luz e espaço, além disso, certas espécies interferem alelopaticamente sobre as plantas cultivadas, ocasionando sérios danos como a redução no crescimento, perda de produtividade e interferência no desenvolvimento da planta (BRIGHENTI; OLIVEIRA, 2011).

muitas espécies que possuem raízes superficiais e gramíneas com raízes mais profundas (até 0,20 m).

A identificação das plantas daninhas e seu porte são de fundamental importância para que se possa escolher a dosagem e o herbicida correto para o controle das mesmas. Na CIA Usina São João as plantas daninhas de maior ocorrência podem ser observadas na Tabela 7.

Tabela 7- Plantas daninhas de maior ocorrência da CIA Usina São João

NOMENCLATURA	
POPULAR	CIENTÍFICA
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>
Capim-braquiária	<i>Brachiaria decumbens</i>
Capim mão-de-sapo	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>
Capim de planta	<i>Brachiaria mutica</i>
Capim pé-de-galinha	<i>Eleusine indica</i>
Capim colônia	<i>Panicum maximum</i>
Capim colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
Capim gengibre	<i>Paspalum maritimum</i>
Caruru	<i>Amaranthus viridis</i>
Erva de rola	<i>Croton lobatos</i>
Gramma de seda	<i>Cynodon dactylon</i>
Picão preto	<i>Bidens pilosa</i>
Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>

Fonte: Informações cedidas pelo agrônomo da Usina (2015)

4.1.1.2 Herbicidas indicados para aplicação no período seco

São herbicidas indicados para o controle das plantas daninhas em condições de baixa umidade do solo, capazes de permanecerem ativos nas camadas superficiais do solo até que as

chuvas se regularizem, ou seja, o produto deve ter um efeito residual⁶ suficiente para suportar o período seco que corresponde aproximadamente 80% da safra. Apesar da pouca umidade, parte do produto entrará em contato com a solução e estará disponível para absorção pela radícula e/ou caulículo das plântulas (CORREIA; KRONKA JR, 2010).

De acordo com Correia e Kronka Jr (2010) e Christoffoleti et al., (2005), os herbicidas empregados em épocas secas devem apresentar como características principais: alta solubilidade em água, fraca ou moderada adsorção a matriz coloidal do solo para que fique disponível na solução por um período mais longo de controle (>120 dias), ausência de volatilidade, que é condicionada pela baixa pressão de vapor do herbicida, associada à ausência de fotodegradabilidade⁷, além disso, a degradação desses herbicidas no solo deve ser condicionada, principalmente, pela presença de microorganismos, assim permanecendo ativos por mais tempo na superfície.

Na CIA Usina São João, os herbicidas de uso indicado para o período seco são aplicados nas soqueiras⁸. A seletividade desses herbicidas é garantida em virtude do desenvolvimento lento da cultura de cana-de-açúcar, fazendo com que os princípios ativos do produto permaneçam nas camadas superficiais do solo não atingindo o sistema radicular da planta (CHRISTOFFOLETI et al., 2005). São exemplos de herbicidas indicados para aplicação no período seco: imazapique, clomazone, amicarbazona, hexazinona, isoxaflutol, dentre outros.

⁶ Efeito Residual (*carryover*): capacidade de retenção de uma molécula com permanência de suas características físicas, químicas e funcionais no ambiente (OLIVEIRA, 2001). Herbicidas que possuem efeito residual apresentam um maior período de atividade, entretanto podem ocasionar impactos ambientais negativos (MANCUSO; NEGRISOLI; PERIM, 2011).

⁷ Fotodegradabilidade: Degradação da molécula pela radiação solar, ou seja, é um processo que ocorre por meio da absorção de luz solar, especialmente a ultravioleta, capaz de provocar a excitação dos elétrons ocasionando o rompimento de determinadas ligações nas moléculas do composto (RADOSEVICH; HOLT; GUERSA, 1997; OLIVEIRA; BRIGHENTI, 2011).

⁸ Soqueiras: corresponde à base dos colmos ligados às raízes da planta que permanecem no solo após o primeiro corte, ou seja, a cana soca o nome dado a planta de cana-de-açúcar que rebrota após o primeiro corte (SILVA; SILVA, 2012).

4.1.1.3 Herbicidas indicados para aplicação no período chuvoso

São herbicidas indicados para aplicação quando o solo encontra-se com grande quantidade de umidade. As características desses herbicidas são: solubilidade baixa e alto índice de pressão do vapor. Segundo Azania et al., (2009), o controle químico das plantas daninhas é mais eficaz quando realizado durante a estação das chuvas, pois a água disponível no solo e o intenso desenvolvimento das ervas favorecem a absorção dos herbicidas.

Na CIA Usina São João, os solos que apresentam umidade (seja por meio de irrigação ou de chuvas) utilizam-se herbicidas com solubilidade baixa para que não ocorra infiltração e o princípio ativo não fique longe da área desejada. São exemplos de herbicidas indicados para aplicação no período chuvoso: ametrina, sulfometurom-metílico, fluazifope-P, mesotriona, dentre outros.

4.1.2 Procedimento e equipamentos utilizado nas aplicações dos agrotóxicos

As aplicações dos agrotóxicos na Usina São João pode ser feita manualmente, mecanizada e por via aérea de forma simultânea nas diferentes fazendas com o acompanhamento dos técnicos agrícolas os quais repassam as informações dos produtos e dosagens para o administrador da fazenda, respeitando as recomendações do fabricante e do agrônomo para o administrador da fazenda onde será feita a aplicação. As informações são repassadas presencialmente ou via rádio comunicador. O acompanhamento da aplicação é realizado semanalmente, com atualização dos dados em tabelas que contem informações de área colhida e área aplicada.

4.1.2.1 Aplicação manual

As aplicações manuais são executadas por trabalhadores denominados aplicadores e cabos de turmas. Os cabos são aqueles que comandam as aplicações e são responsáveis pela execução das recomendações técnicas. Um total de aproximadamente 100 trabalhadores são destinados à aplicação manual, os quais passam por treinamentos na própria empresa.

Na aplicação manual (Figura 12 A) é utilizado o pulverizador jacto modelo PJH (Figura 12 B), cujo equipamento aplica líquidos dividindo-os em gotas de diversos tamanhos. Este modelo apresenta peso líquido de 5,4 kg, torque de 20 litros, tanque de polietileno (plástico), diâmetro da boca de 140 mm, com bomba do tipo pistão duplo. Na empresa existem 120 pulverizadores sendo 20 desse total renovadas, anualmente e, os demais passam por manutenções feitas por profissionais capacitados.

Diariamente, a empresa pode aplicar, manualmente, 120 ha de área. Entretanto, se aplica em área de, aproximadamente, 80 a 100 ha/dia, em função de haver pulverizadores em manutenção e turmas de aplicadores incompletas.

Figura 12- Pulverizador jacto modelo PJH (A) e Aplicação manual de agrotóxicos na cana-de-açúcar (B)



Fonte: Autora (2015)

4.1.2.2 Aplicação mecanizada

Neste método, são utilizados dois equipamentos, um de modelo PJ 2000 (Figura 13 A), que tem tanque de fibra de vidro com capacidade de 2000 litros e produtividade de 20 ha/tanque em condição normal, e um de modelo Falco M14 (Figura 13 B), com 1.800 litros e produtividade que pode chegar a 20 ha/tanque. A utilização dos equipamentos mecanizados

tem um custo benefício maior que os manuais e, ainda necessita de profissionais qualificados para operá-lo.

No processo de aplicação mecanizada, os agrotóxicos são aspergidos sobre o solo ou sobre as plantas. De forma a garantir que os princípios ativos atinjam toda a superfície do alvo é necessário que o equipamento esteja distribuindo, uniformemente, a quantidade correta do produto por área. A quantidade da calda a ser aplicada deve ser correta para evitar falhas de controle ou danos à cultura, além disso, é fundamental a revisão dos equipamentos a serem utilizados (VARGAS; GLEBER, 2005).

Figura 13- Pulverizador mecânico de agrotóxico modelo PJ 2000 (A) e modelo Falco M14 (B)



Fonte: Autora (2015)

4.1.2.3 Pulverização aérea

A pulverização aérea é realizada durante a etapa de maturação da cultura de cana-de-açúcar, normalmente iniciando-se antes da colheita nos meses de julho a agosto, a qual ocorre aproximadamente após os 10 meses de ciclo vegetativo da cultura. A atividade é realizada por meio de monomotor locado em uma empresa particular, com o objetivo de pulverizar as áreas de início de colheita, especificamente às áreas de tabuleiros: fertirrigado e sequeiro.

De acordo com Salvador (2011), para que o uso da pulverização aérea ocorra de forma correta e eficiente faz-se necessário à observância de alguns fatores, dentre estes: a escolha correta da altura de vôo e volume de calda utilizado. Tais fatores, se controlados reduziram o risco de deriva considerada um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e, conseqüentemente, de impacto ambiental.

4.1.3 Armazenamento dos agrotóxicos

O armazenamento dos produtos é feito no almoxarifado da Usina que dispõe de uma sala para este fim. A construção é feita de alvenaria, com boa ventilação e iluminação natural. Não permite o acesso de pessoas estanhas, crianças e animais. O piso é cimentado e sem fissuras e o telhado resistente e sem goteiras.

Os agrotóxicos são armazenados sobre estrados de madeiras, observando o limite máximo de empilhamento indicado pelo fabricante. As pilhas ficam afastadas das paredes de 50 cm e do teto a uma distância de 1,0 metro, como observa-se na Figura 14 (A e B).

Figura 14- Local de armazenamento dos agrotóxicos na CIA Usina São João, vista frontal (A) e vista lateral (B)



Fonte: Autora (2015)

O controle no estoque dos produtos é feito à medida que inicia-se a safra, sendo que, os agrotóxicos de pré-emergência chegam primeiro, pois com o início da colheita começam a surgirem áreas para a aplicação de tais produtos. Os produtos para pós-emergência chegam à medida que começa a germinação das ervas daninhas no canavial, o que acontece com a presença de umidade no terreno, em pequena escala com a irrigação e grande escala com o início do inverno.

Há também nas unidades de produção (fazendas), os próprios depósitos de armazenamento dos agrotóxicos (Figura 15 A), sendo estes devidamente cercados e com a indicação de perigo por meio de placas sinalizadoras. Os produtos são armazenados em pequenas quantidades juntamente com os pulverizadores manuais (Figura 15 B), e os tambores plásticos (Figura 15 C) nos quais é realizado o preparo da calda. O transporte dos produtos e dos equipamentos até o local de aplicação pode ser observado na Figura 15 D.

Figura 15- Depósito de armazenamento dos agrotóxicos na fazenda (A); Armazenamento dos produtos e dos pulverizadores (B); Tambores plásticos utilizados para o preparo da calda (C), e Transporte dos produtos e equipamentos (D)



Fonte: Autora (2015)

As embalagens vazias dos produtos são devidamente separadas e armazenadas em depósitos secundários distribuídos nas fazendas. Para tanto, é necessário à realização da lavagem das embalagens ainda em campo no final da aplicação. Quando os depósitos secundários estão com suas cargas máximas de armazenamento é realizado o recolhimento das mesmas, e encaminhadas para o depósito principal localizado próximo à sede da Usina São João (Figura 16).

Figura 16- Depósito central de armazenamento das embalagens vazias dos agrotóxicos na CIA Usina São João



Fonte: Autora (2015)

O depósito é dividido para receber diferentes tipos de embalagens, sejam plásticas, de metal ou papelão. O recolhimento das embalagens até o canal de distribuição é feito em média seis vezes ao ano, seguindo o prescrito na Lei Federal nº 9.974/2000 à qual determina as responsabilidades para o agricultor, o canal de distribuição, o fabricante e o poder público durante todo o ciclo de destinação final ambientalmente adequada das embalagens vazias de agrotóxicos.

5 METODOLOGIA

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

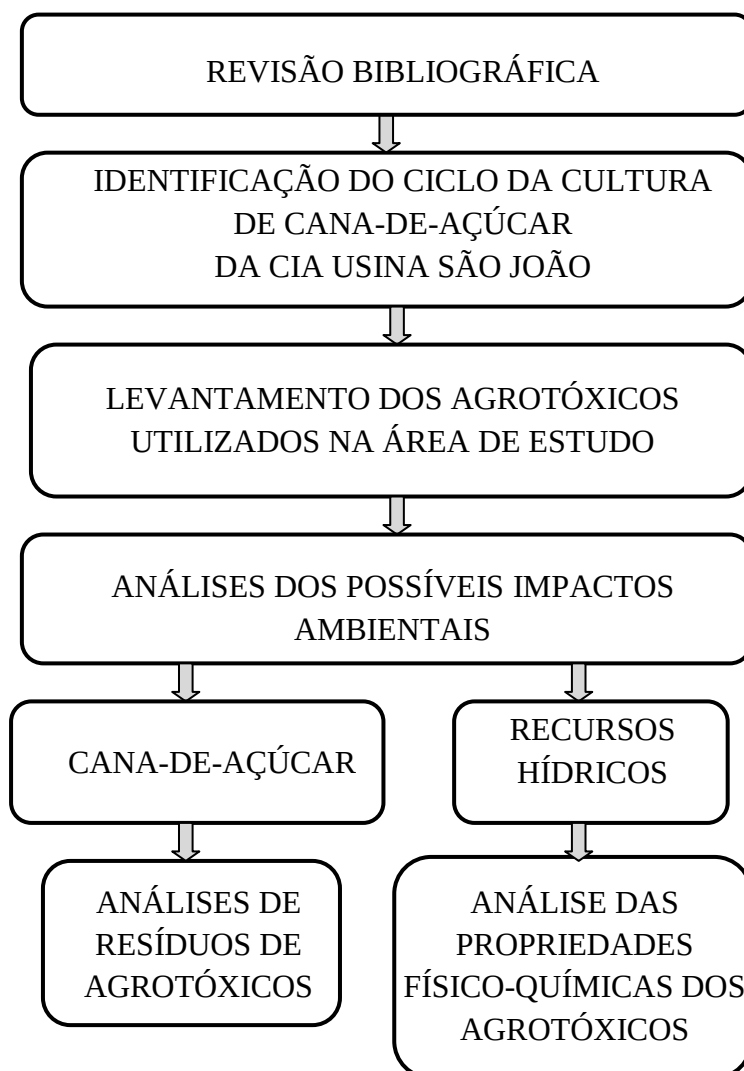
A presente pesquisa utilizou o método de abordagem descritivo e de finalidade aplicada, a qual objetiva gerar conhecimentos com base em observações, levantamentos documentais e aplicações práticas, dirigidas à solução de problemas específicos. Quanto à natureza da pesquisa, esta baseia-se em abordagens quali-quantitativas, de modo que sejam compreendidas as causas dos fatos, mensurando parâmetros, além de uma análise subjetiva em alguns fatos observados (APPOLINÁRIO, 2006; KAUARK, MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Na concepção de Gil (2002); Appolinário (2006), do ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa caracteriza-se como exploratória (formulação de hipóteses a serem investigadas), de levantamento (descrição das variáveis envolvidas), e correlacional (relação entre as variáveis). Para tanto, tais procedimentos técnicos serão analisados com base em um estudo de caso, de modo que os resultados sejam apresentados com base nas hipóteses levantadas.

5.2 FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DA METODOLÓGICAS

A pesquisa desenvolveu-se conforme as seguintes etapas metodológicas (Figura 17).

Figura 17- Fluxograma representativo com as etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Autora (2016)

5.3 IDENTIFICAÇÃO DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR DA CIA USINA SÃO JOÃO COM ÊNFASE NO USO DOS AGROTÓXICOS

A descrição do ciclo vegetativo da cultura de cana-de-açúcar na área de estudo foi realizada por meio de visitas técnicas a CIA Usina São João, nas quais foram obtidas informações relevantes à pesquisa, com base em entrevistas com o engenheiro agrônomo,

cujos assuntos discutidos estavam direcionados ao levantamento do ciclo da cultura com base no período da safra, finalidade e frequência de aplicação dos agrotóxicos, comportamento da cultura após a aplicação dos agrotóxicos no período chuvoso e seco, dentre outras informações. Além da obtenção destas informações, foram feitos registros fotográficos durante as atividades de campo e, para auxiliar o entendimento desses aspectos, também foram consultados acervos bibliográficos em artigos, dissertações, teses, livros e manuais práticos da Associação Nacional de Defesa Vegetal - ANDEF.

5.3.1 Levantamento dos agrotóxicos utilizados no ciclo da cana-de-açúcar da Cia Usina São João

Nesta etapa, buscou-se identificar as características dos agrotóxicos em uso no processo de produção agrícola canavieiro da Usina. Para tanto, foram levantadas as seguintes informações:

- Princípio ativo presentes nas marcas comerciais dos produtos utilizados na Usina (obtido com base na bula dos produtos, fornecidos pela Agência de Defesa Agropecuária do Paraná-ADAPAR);
- Classe agrônômica; Grupo químico e Classe toxicológica dos princípios ativos (obtido com base nas monografias de agrotóxicos publicadas no Portal ANVISA e em suas Resoluções);
- Classe ambiental (obtido com base na bula dos produtos, fornecidos pela ADAPAR e no Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários -AGROFIT);
- Finalidade de aplicação (baseado em dados das monografias da ANVISA e de informações da própria Usina);
- Local de aplicação dos agrotóxicos (baseado nas divisões topográficas da Usina); e
- Limite Máximo de Resíduos-LMR permitidos para a cultura de cana-de-açúcar, (obtido segundo informações das monografias de agrotóxicos publicadas no Portal ANVISA).

5.4 ANÁLISES DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DO USO DE AGROTÓXICOS NA CIA USINA SÃO JOÃO

A identificação dos impactos ambientais na área de estudo abordará duas condições:

- a) na cultura de cana-de-açúcar;
- b) potencial contaminação dos recursos hídricos: águas subterrâneas e superficiais.

5.4.1 Impactos na cultura de cana-de-açúcar

Nesta etapa, foram avaliados os limites de resíduos de agrotóxicos em amostras de cana-de-açúcar em diferentes fases do ciclo vegetativo da cultura.

5.4.1.1 Caracterização da área de coleta das amostras

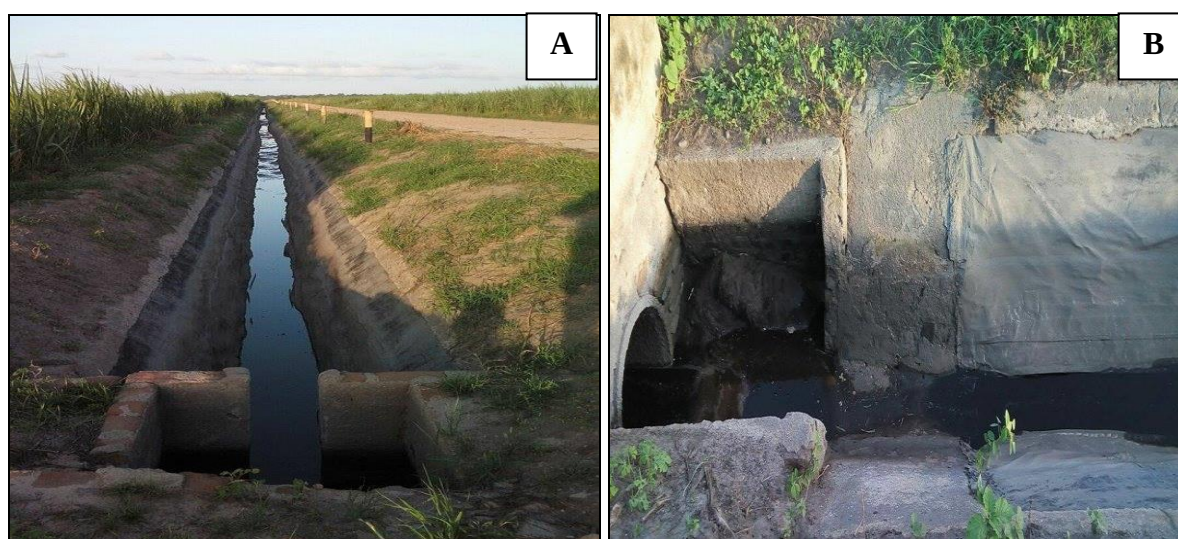
As amostras foram coletadas nas áreas pertencentes aos tabuleiros fertirrigáveis da Usina São João, assim denominado, pois, tais áreas são irrigadas com a vinhaça obtida durante o processo de fabricação do álcool, a qual supre parte das necessidades dos nutrientes (Ca e K) e de N em menores proporções, além dos micronutrientes fundamentais ao desenvolvimento da planta.

As áreas dos tabuleiros fertirrigáveis investigados na pesquisa são compostas por 04 fazendas, sendo estas: Fazenda São João (FSJ) com 100% de sua área inserida, Fazenda Tibiri (FT) (75% da área), Fazenda Espírito Santo (FES) (4% da área) e Fazenda Munguengue (FMU) (5% da área).

A produção de vinhaça na Usina São João é em torno 13 a 14 litros para cada litro de álcool produzido. Para que a vinhaça seja utilizada na fertirrigação é necessário que sejam feitas análises para verificação dos teores de nutrientes, etapa fundamental ao cálculo das lâminas da fertirrigação. Dessa forma, são estabelecidos na Usina três pontos de amostragens para coleta, sendo estes antes e após a diluição da vinhaça em água. A vinhaça pode ser utilizada tanto na fertirrigação como na etapa de pré-plantio (adubação antes do plantio da cultura).

Os sistemas de irrigação voltados para as áreas fertirrigáveis da Usina permanecem em atividade durante toda a etapa de colheita. A vinhaça é então distribuída para as áreas plantadas por meio dos canais de vinhaça (Figura 18 A) interligados por tubulações (Figura 18 B). Em condições edafoclimáticas normais, um talhão, inserido nas áreas dos tabuleiros fertirrigados recebe três laminas de vinhaça durante todo o ciclo vegetativo da cultura, cada com 45 mm.

Figura 18- Canal de vinhaça (A); tubulação de entrada da vinhaça (B)



Fonte: Autora (2015)

Em média as áreas dos tabuleiros fertirrigáveis alcançam uma produtividade de 70 t/ha de cana soca durante o ciclo, produção esta bastante significativa quando comparado com o tabuleiro sequeiro que produz em torno de 45 t/ha. Esta alta produtividade esta associada, principalmente, ao uso da vinhaça no período de estiagem, uma vez que, a perda de água no solo por evaporação e a perda por transpiração da planta são intensas. Além disso, durante o período da colheita, característico pela produção de vinhaça, caso ocorra chuvas atípicas a fertirrigação não é interrompida.

As amostras de cana-de-açúcar foram coletadas nos tabuleiros fertirrigáveis em virtude de tais áreas serem consideradas nobres pela empresa, pois apresentam fatores que à

potencializam, tais como: controle químico das ervas daninhas, fertirrigação e adubação química. Porém estas apresentam um diferencial quando comparadas ao tabuleiro sequeiro e as áreas de encostas relacionadas à fertilidade do solo, oriunda da utilização da fertirrigação durante vários anos refletindo em um canavial mais nutrido e produtivo, além disso, tornando-se áreas economicamente mais importantes para a empresa.

O uso de agrotóxicos nestas áreas proporciona um crescimento vegetativo contínuo, onde em apenas três a quatro meses a cultura de cana-de-açúcar fecha, ou seja, as folhas se cruzam e, com isso os raios solares não chegam ao solo, conseqüentemente as ervas não germinam. Desse modo, de acordo com o agrônomo da Usina, nessas áreas é realizado durante o ciclo da cultura uma aplicação de pré-emergência e uma de pós-emergência, sendo estas suficientes para eliminação das plantas daninhas.

5.4.1.2 Identificação, coleta e acondicionamento das amostras de cana-de-açúcar

Para a presente pesquisa foram coletadas quatro (04) amostras de cana-de-açúcar seguindo as etapas que correspondem às fases do ciclo vegetativo da cultura. A amostragem foi simples e realizada aleatoriamente contemplando a área central dos talhões pertencentes aos tabuleiros fertirrigáveis da Usina São João supracitados.

A identificação das amostras, e os princípios ativos dos agrotóxicos aplicados durante o período de coleta foram:

- **Amostra 01** - Cana-de-açúcar aos 45 dias após o plantio;
 - Local de coleta: Fazenda Tibiri (FT), talhão 06
 - Aplicações de Agrotóxicos: - Pré- Emergência (ametrina, 2,4 D).
- **Amostra 02** - Cana-de-açúcar aos 75 dias após o plantio;
 - Local de coleta: Fazenda Espírito Santo (FES), talhão 63

- Aplicações de Agrotóxicos: - Pré- Emergência (clomazona, hexazinona);
- Pós- Emergência (ametrina, 2,4 D).

- **Amostra 03** - Cana-de-açúcar na fase de perfilhamento e estabelecimento da cultura (aos 120 dias após plantio).

- Local de coleta: Fazenda São João (FSJ), talhão 01
- Aplicações de Agrotóxicos: - Pré- Emergência (clomazona, hexazinona);
- Pós- Emergência (ametrina, 2,4 D).

- **Amostra 04**- Cana-de-açúcar com 10 meses de ciclo vegetativo após processo de maturação (aos 300 dias após o plantio);

- Local de coleta: Fazenda São João (FSJ), talhão 47
- Aplicações de Agrotóxicos: - Pré- Emergência (clomazona, hexazinona);
- Pós- Emergência (ametrina, 2,4 D);
- Pós- Emergência/Maturação (glifosato).

A coleta, acondicionamento e preservação das amostras de cana-de-açúcar foram realizados seguindo as instruções e procedimentos padrões da ANVISA e do laboratório de análise. As amostras de cana foram retiradas do solo com as mãos portando luva descartável, em quantidade referente à 1kg da amostra requerido pelo laboratório, sendo distribuídas de três a quatro colmos da cultura, contemplando a parte aérea e subterrânea da planta.

O acondicionamento foi feito em sacos plásticos apropriados para o armazenamento de alimentos, com saída para ventilação e livres de quaisquer substâncias contaminantes que possam afetar os resultados da análise. Após acondicionar foram devidamente identificadas externamente com o nome da cultura, fase do ciclo vegetativo, local e data da coleta.

As amostras foram coletadas nos dias mais próximos da ultima aplicação dos agrotóxicos em cada talhão e, armazenadas em ambiente com ventilação natural, sendo

entregues no laboratório designado para a realização das análises dentro de, no máximo, 36 horas após a coleta.

A variedade da cana-de-açúcar analisada foi a RB 92579, a qual corresponde 70% da produção da usina. De acordo com o Catálogo Nacional de Variedades “RB”, descrito por Barbosa et al., (2010), a variedade analisada, é recomendada para plantio em áreas de tabuleiro, várzea, encosta e chã, possui um ótimo perfilhamento e brotação na planta e na socaria, alta produtividade agrícola e, uma rápida recuperação ao estresse hídrico (seca).

5.4.1.3 *Análise de resíduos de agrotóxicos*

As amostras de cana-de-açúcar foram analisadas pelo Instituto de Tecnologia de Pernambuco - ITEP, no Laboratório de Agrotóxicos e Contaminantes em Alimentos e Bebidas Alcoólicas – LABTOX, a partir da parceria firmada com Secretaria de Saúde da Paraíba-PB para financiamento das análises.

A metodologia de análise segue as recomendações do CODEX *Alimentarius*. O método de análise consiste na técnica de multirresíduo (MRM, do inglês *Multiresidue Methods*), a qual analisa simultaneamente diferentes princípios ativos de agrotóxicos em uma mesma amostra, sendo ainda capaz de detectar diversos metabólitos, apresentando um aumento da produtividade do laboratório pela diminuição significativa do tempo de análise, implicando na redução de custos (ANVISA, 2013).

O procedimento adotado pelo laboratório, consiste no preparo das amostras e de posterior extração dos resíduos de agrotóxicos pelo método QuEChERS-CITRATO, aplicado as amostras de alimentos, com obtenção de um extrato orgânico para posterior separação, identificação e quantificação por cromatografia líquida e detector massa – massa (LC-MS/MS) (ANASTASSIADES et al., 2003).

De acordo com os padrões do LABTOX/ITEP são analisados 316 princípios ativos de agrotóxicos, apresentando um limite de quantificação do método de 0,07 mg/kg para ditiocarbamatos pertencentes a classe dos fungicidas e de 0,01mg/kg para os demais compostos.

Os laudos emitidos pelo ITEP seguiram as orientações da ANVISA que considera as amostras insatisfatórias (I), como sendo aquelas com resíduos de agrotóxicos em culturas para as quais não tem seu uso autorizado, ou quando a quantidade de resíduos de agrotóxicos embora seja autorizado para determinada cultura, se encontra superior ao Limite Máximo de Resíduos (LMR) permitidos. Além das amostras insatisfatórias, existem as amostras satisfatórias com resíduos, as quais contem a presença de resíduos dentro dos limites permitidos para determinada cultura, e as amostras sem a presença dos resíduos de agrotóxicos, denominadas de amostras satisfatórias.

5.4.2 Estimativa do risco potencial de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos

A estimativa de contaminação das águas subterrâneas e superficiais por agrotóxicos baseou-se em critérios e modelos matemáticos estabelecidos de acordo com características físico-químicas dos princípios ativos dos agrotóxicos em uso na CIA Usina São João. Tais características permitem o estudo do comportamento dos pesticidas nos ambientes aquáticos, principalmente em decorrência dos processos de lixiviação e escoamento superficial (MARTINI et al., 2012).

Foram obtidas informações quanto às seguintes propriedades físico-químicas dos princípios ativos: Solubilidade em água a 20°C (S); Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (Koc); Constante de Henry (K_H); Coeficiente de partição octanol/água pH = 7, 20 °C (K_{ow}); Constante de dissociação à 25°C (Pka); Tempo de meia-vida no solo (DT_{50} solo) e na água (DT_{50} água) e Pressão de vapor a 25°C (PV).

Tais critérios vêm sendo investigados em diversos estudos que estimam os riscos potenciais de contaminação por agrotóxicos em águas superficiais e subterrâneas (ARMAS; MONTEIRO, 2005; MARQUES et al., 2007; MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011; BRITTO, 2011; MILHOME et al., 2011; ANDRADE et al., 2011; MARTINI et al., 2012; PRADO, 2013; GAMA; OLIVEIRA; CAVALCANTE, 2013; BRITTO et al., 2015).

Os dados sobre as propriedades físico-químicas dos pesticidas estudados foram obtidos a partir de dados disponibilizados pela ANVISA e do banco de dados *Purchasing the database* – PPDB (THE FOOTPRINT, 2015), desenvolvido pela Universidade de Hertfordshire (Inglaterra), na Unidade de Pesquisa em Agricultura e Meio Ambiente (AERU), com a finalidade de apoiar as avaliações e gestão dos riscos quanto ao uso de agrotóxicos em diferentes regiões.

5.4.2.1 Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas

A estimativa do risco potencial de contaminação de águas subterrâneas na respectiva área de estudo, foi realizado com base em duas metodologias: a) Critério de screening da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA); b) Índice de Groundwater Ubiquity Score (GUS), conforme descrito em Milhome (2011).

a) Critério da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA)

O método de *screening* sugerido pela EPA na análise preliminar de riscos de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos considera os seguintes critérios:

- Solubilidade dos pesticidas em água (S) > 30 mg.L⁻¹
- Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}) < 300 – 500 mL.g⁻¹
- Constante da Lei de Henry (K_H) < 10⁻² Pa.m³.mol⁻¹
- Especificação (Esp): negativamente carregado a pH normal do ambiente (5 a 8)
- Meia-vida no solo > 14 a 21 dias
- Meia-vida na água > 175 dias

Com base nestas propriedades, os princípios ativos que se enquadrem na maioria dos critérios supracitados, ou seja, acima de 3, oferecem maior potencial de risco de transporte, e consequentemente são considerados de alto potencial contaminante das águas subterrâneas. Se atender a 3 critérios são considerados com o potencial de contaminação intermediário, e abaixo de 3 critérios, não são contaminantes (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011; BRITTO, 2011).

Algumas condições ambientais favorecem a percolação dos princípios ativos no solo, entre elas: pluviosidade anual > 250 mm, aquífero não confinado e área de estudo com predominância de solo poroso (COHEN et al., 1995; LOURENCETTI, 2005; ANDRADE et al., 2011). Contudo, essas informações sobre condições ambientais não foram utilizados nas análises dos resultados.

b) Índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas (GUS)

Esse critério foi elaborado por Gustafson (1989), sendo calculado por meio dos valores de meia-vida do composto no solo ($DT50_{\text{solo}}$) e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (Koc), não levando em consideração outras propriedades, como solubilidade em água (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011; BRITTO, 2011). Sendo obtido através da Equação 1:

$$GUS = \log(DT50_{\text{solo}}) \times (4 - \log Koc) \quad \text{Equação 1}$$

As faixas de classificação dos compostos de acordo com sua tendência à lixiviação são:

- $GUS < 1,8$: não sofre lixiviação;
- $1,8 < GUS < 2,8$: faixa de transição;
- $GUS > 2,8$: provável lixiviação.

Além da análise individual dos critérios que estimam a contaminação das águas subterrâneas (EPA e GUS), foi realizada uma avaliação geral do risco de contaminação dos princípios ativos, com base no estudo realizado por Milhome (2011); Milhome et al., (2009), os quais consideram as seguintes associações com base na análise do resultado de ambos os métodos (Tabela 8).

Tabela 8- Avaliação do risco geral de contaminação das águas subterrâneas pelos princípios ativos dos agrotóxicos

EPA	GUS	RESULTADO GERAL
CP	PL	CP
CP	FT	CP
CP	LN	IN
IN	PL	CP
IN	FT	IN
IN	LN	NC
NC	FT	NC
NC	LN	NC

CP: Contaminante Potencial; IN: Intermediário Potencial de Contaminação; NC: Não Contaminante; PL: Provável Lixiviação; FT: Faixa de Transição; LN: Lixiviação Nula.

Fonte: Adaptado de Milhome et al., (2009); Milhome (2011).

5.4.2.2 Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais

Para análise do risco de contaminação de águas superficiais, foi utilizado o método proposto por Goss (1992), o qual reúne um conjunto de critérios apresentados em intervalos matemáticos, pelos quais os pesticidas são classificados em alto e baixo potencial de contaminação em função da capacidade de transporte associado ao sedimento ou dissolvido em águas superficiais (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011; BRITTO, 2011), conforme descrito na Tabela 9.

A classificação dos princípios ativos em alto e baixo potencial de contaminação foi avaliada com base no atendimento total aos intervalos matemáticos dos três critérios avaliados (DT50; Koc e S). Sendo esta análise, estabelecida para os dois meios de transportes dos compostos para as águas superficiais (associados ao sedimento e dissolvido em água).

Tabela 9- Método proposto por GOSS para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por princípios ativos dos agrotóxicos

POTENCIAL DE TRANSPORTE ASSOCIADO AO SEDIMENTO			
	DT50 _{solo} (d)	K _{oc} (mL.g ⁻¹)	S (mg.L ⁻¹)
Alto Potencial	≥ 40	≥ 1000	-
	≥ 40	≥ 500	≤ 0,5
Baixo Potencial	> 1	-	-
	≤ 2	≤ 500	-
	≤ 4	≤ 900	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 500	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 900	≥ 2
POTENCIAL DE TRANSPORTE DISSOLVIDO EM ÁGUA			
	DT50 _{solo} (d)	K _{oc} (mL.g ⁻¹)	S (mg.L ⁻¹)
Alto Potencial	> 35	< 100000	≥ 1
	< 35	≤ 700	≥ 10 e ≤ 100
Baixo Potencial	-	≥ 100000	-
	≤ 1	≥ 1000	-
	< 35	-	< 0,5

DT50: meia-vida; K_{oc}: coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo; S: solubilidade em água.

Fonte: Milhome (2011) apud GOSS (1992)

Entretanto alguns princípios ativos podem ser classificados como de médio potencial de contaminação das águas superficiais, correspondendo às substâncias que não se enquadram em nenhum dos critérios acima (MARQUES, 2005; ANDRADE et al., 2011). Especificamente, aqueles compostos em que suas propriedades atendem de forma incompleta aos intervalos matemáticos estabelecidos por ambos os níveis (alto e baixo potencial). Esta classificação para os compostos de médio potencial é estabelecida também para os dois meios de transportes dos princípios ativos (associados ao sedimento e dissolvido em água).

Dois princípios ativos investigados (etefom e imazapir) não foram analisados por ambos os meios de transporte em virtude da ausência de informação na literatura do valor de Koc necessário à avaliação pelo método de GOSS.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ANÁLISE DO CICLO DA CULTURA DE CANA-DE-AÇÚCAR DA CIA USINA SÃO JOÃO COM ÊNFASE NO USO DOS AGROTÓXICOS

Na Usina São João a eficácia de um herbicida depende da interação de inúmeros fatores, dentre estes se destacam: tipo de solo; estágio de desenvolvimento e biologia das ervas daninhas; propriedades físico-químicas dos produtos; dosagem de aplicação; volume da calda; tamanho das gotas; fatores ambientais no momento e após a aplicação do produto e os recursos humanos utilizados na aplicação. Gomes Junior, Torrezan e Santos (2011) também descrevem a importância dos fatores supracitados.

De acordo com o agrônomo da Usina, o primeiro ponto a ser observado é o tipo de solo. Em solos argilosos a dosagem é mais alta, devido ao fato de haver mais partículas de argila, estas que possuem área superficial maior que as partículas de areia, o que proporciona maiores pontos de aderência do herbicida nas partículas do solo e, uma menor disponibilidade para fins de absorção pelas ervas daninhas.

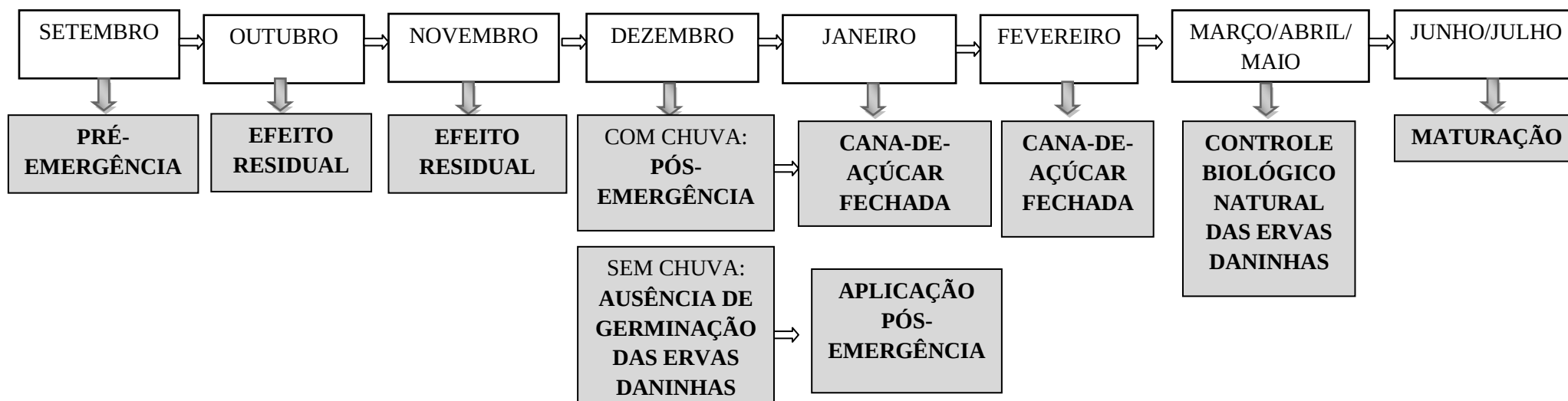
O produto a ser escolhido em uma aplicação depende, principalmente das condições edafoclimáticas, matológicas e do conhecimento físico-químico do produto. Após estas avaliações é feita a escolha que melhor se adequa a situação, levando em conta, ainda, a seletividade da cultura a cada tipo de herbicida. A seletividade é importante, pois os herbicidas seletivos controlam ou restringem severamente o crescimento de apenas uma espécie ou uma classe de plantas daninhas específicas, enquanto os não-seletivos, possuem um amplo espectro de ação, controlando todas as espécies quando aplicados nas doses recomendadas, sendo capazes de causar alterações para as plantas presente na área, inclusive a planta cultivada (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

No início da safra na CIA Usina São João, geralmente, 9.000 (nove mil) hectares de áreas plantadas com cana-de-açúcar se encontram disponíveis para a colheita, deste total, 1.800 hectares (20% da área) correspondem à cana planta e 7.200 à cana soca. Entretanto, as aplicações de pré-emergência iniciam-se nas áreas de socaria mais precisamente no mês de setembro, já as áreas de cana planta a pré-emergência ocorre o ano todo.

Segundo informações do agrônomo da Usina, as aplicações de herbicidas na cultura de cana-de-açúcar estendem-se basicamente nos quatro primeiros meses (120 dias) de ciclo vegetativo da cultura, pois, a partir de 120 dias em condições edafoclimáticas normais a cultura se encontra no porte que combatem as ervas daninhas por meio do controle vegetativo, impedindo que os raios solares cheguem ao solo e consequentemente que as ervas germinem.

Dessa forma, o fluxograma mostrado na Figura 19, descreve de forma sucinta como funciona a aplicação de herbicidas na Usina, com referência ao ciclo da cana soca.

Figura 19- Fluxograma de aplicação de herbicidas na CIA Usina São João no ciclo da cana soca



Fonte: Baseado em informações do Engenheiro Agrônomo da Usina (2015).

O efeito residual da grande maioria dos agrotóxicos pré-emergentes (aplicados na superfície do solo) na Usina São João pode variar entre 60 a 90 dias. O uso de herbicidas com efeito residual prolongado é um dos fatores responsáveis pela eficiência no controle de plantas daninhas (MONQUERO et al., 2008).

No mês de dezembro, se ocorrer à incidência de chuvas, as plantas daninhas tendem a germinar em virtude da elevada umidade do solo, consequentemente o poder residual do produto não mais agirá no combate, pois este passou por processos de degradação naturais (fotodegradação, volatilização, degradação biológica e química) necessitando, portanto, de uma aplicação de pós-emergência. Caso não ocorra a presença de eventos chuvosos as plantas daninhas consequentemente não iram germinar, em virtude da falta de umidade no solo.

Em janeiro, nos casos da presença de chuvas no mês anterior, o qual foi realizado uma aplicação de pós-emergência, a cultura de cana-de-açúcar praticamente estará sem a presença das plantas daninhas (Figura 20).

Figura 20- Cana-de-açúcar sem a presença de plantas daninhas da Usina São João



Fonte: Autora (2015).

Considerando a presença de eventos chuvosos com início apenas em janeiro, faz-se necessário a aplicação de pós-emergência, uma vez que elevando o teor de umidade no solo as ervas iram germinar. Em fevereiro nas duas situações a cana-de-açúcar estará com suas folhas fechadas iniciando um controle biológico natural até o final do ciclo vegetativo, que consiste

em uma técnica que utiliza um inimigo natural, ou agente biótico de mortalidade para controlar a população de outro organismo seguindo um Manejo Integrado de Pragas – MIP, que envolve um conjunto de etapas analisadas em conjunto com a espécie da planta e praga e, com as condições meteorológicas (JUNIOR, 2011).

Aproximadamente 11 meses de ciclo vegetativo da cultura, é feito uma pré-análise nos talhões, para que se possa dar início à etapa de maturação, na qual irão ser aplicados agrotóxicos com função de maturadores, os quais tem por finalidade inibir o crescimento da cultura, com ação imediata na gema apical, promovendo acréscimos nos teores de açúcares produzidos pela planta. Após a aplicação de maturadores, a cultura passa por um período de aproximadamente 30 dias para ser colhida.

6.1.1 Tipos de Aplicações

6.1.1.1 Pré-Emergência

Os herbicidas de pré-emergência são aplicados na superfície do solo antes da germinação das plantas daninhas (Figura 21). Sua principal característica é o poder residual, permanecendo o ingrediente ativo no solo por algum tempo. Essa característica permite a aplicação durante a época de seca. Nesta fase, é fundamental um estudo e conhecimentos das principais plantas daninhas que tendem a germinarem na área a ser controlada, para que possam ser escolhidos os produtos e suas doses adequadamente. São aplicados na Usina aproximadamente um volume de calda de 100 litros/ha na etapa de pré-emergência.

Figura 21- Aplicação mecanizada de herbicidas na pré-emergência das plantas daninhas



Fonte: Autora (2015)

Quando são realizadas as aplicações em pré-emergência, os princípios ativos dos herbicidas permanecem na camada superficial do solo e são ativados quando entram em contato com a umidade (período chuvoso ou irrigação). Em cana planta os herbicidas agem imediatamente, pois, nestas áreas há presença de umidade em decorrência do manejo da irrigação logo após o plantio da cultura. Na cana soca, somente por ocasião do período chuvoso, é que os princípios ativos dos herbicidas são ativados. Neste caso, a fotodegradabilidade diminui a eficiência destes princípios ativos.

No Nordeste brasileiro, a ação da fotodegradação dos princípios ativos é potencializada pela grande incidência de radiação solar existente. Segundo Dores e Freire (2001), as taxas de degradação tendem a ser mais elevadas em países tropicais devido à ocorrência de temperaturas mais elevadas e radiação mais intensa. Silva; Vivian e Oliveira Júnior (2007), relataram que a perda de agrotóxicos aplicados à superfície do solo por fotodegradação é acentuada com a ocorrência de períodos prolongados de seca após aplicação. Quanto à perda por biodegradabilidade, esta é fortemente influenciada por fatores ambientais (temperatura, umidade, pH, matéria orgânica e fertilidade) que são fundamentais para que os microrganismos iniciem o processo de degradação.

Na Usina, as pontas pulverizadoras utilizadas para aplicação de herbicida de pré-emergência são do tipo que proporcionam gotas grossas, que são mais pesadas e sofrem menos influência dos fatores climáticos. Santos, Correa e Botelho (2013), explicaram que

durante a pulverização as pontas pulverizadoras são responsáveis pela formação e distribuição das gotas. Segundo a Associação Nacional de Defesa Vegetal-ANDEF (2004), gotas grossas tendem a serem menos arrastadas pela deriva e apresentam menores problemas com a evaporação no trajeto da ponta ao alvo. Essas características fazem com que a ponta que proporciona gotas grossas sejam mais indicadas para aplicação de pré-emergência.

6.1.1.2 Pós-emergência

Os herbicidas de pós-emergência são aplicados diretamente na folhagem das plantas daninhas (Figura 22). Este tipo de aplicação na Usina inicia-se com o período chuvoso, visto que com a elevada umidade no solo as ervas daninhas germinam e iniciam mais cedo a matocompetição. Na área irrigada, o controle começa mais cedo, devido ao fornecimento de água pela irrigação. Para combater as ervas daninhas em estágio inicial é utilizado aproximadamente, 200 litros/ha de herbicida. Para ervas em estágio mais desenvolvido, apresentando maior biomassa vegetal, o volume de calda aumenta de 300 a 400 litros/ha.

Figura 22- Aplicação de herbicidas na pós-emergência das ervas daninhas na Usina São João



Fonte: Autora (2015)

Para melhor aderência dos herbicidas no alvo biológico, é adicionado no produto um espalhante adesivo, cuja finalidade é a quebra da cutícula da folha, favorecendo a aderência do herbicida, para que tenha uma boa penetração na folha. De acordo com Perim (2011), em

geral, os adjuvantes são bastante utilizados a fim de melhorar a eficácia das formulações, por possuírem ação de espalhamento, penetração e absorção as folhas.

As pontas pulverizadoras utilizadas na aplicação de pós-emergência são as que proporcionam gotas finas, que segundo ANDEF (2004), possuem elevada capacidade de penetração na cultura e reduzem a possibilidade de escoamento do produto nas folhas, sendo fundamentais os cuidados com os fatores climáticos, os quais atuam diretamente na aplicação, pois, as gotas finas são facilmente arrastadas pelos ventos e evaporadas.

Correntes de vento não podem ultrapassar 10 km/h, caso isso ocorra haverá arrastamento das gotas numa maior ou menor distância em função de seu tamanho ou peso, além disso, altas temperaturas e uma baixa umidade relativa do ar, contribuem para a evaporação rápida das gotas (ANDEF, 2004; COSTA et al., 2007; REIS et al., 2010). Na concepção de Costa et al., (2007), a perda de herbicidas na forma de vapor pode ocorrer a medida que esta sendo realizada à aplicação ou posteriormente a esta, o que irá depender também da pressão de vapor e das características da formulação do produto.

6.1.1.3 *Maturação*

Na aplicação aérea de maturação é utilizado principalmente o produto com princípio ativo glifosato, com dosagem de 30 mL/ha, e volume de calda de 50 litros. A velocidade e altura de vôo dependem do relevo local, do volume da calda, tamanho e quantidade de gotas, dentre outros fatores. Essa aplicação requer cuidados com a deriva provocada pelo vento nas áreas urbanizadas ou rurais habitáveis por seres humanos. De acordo com Reis et al., (2010), estima-se que grande parte dos agrotóxicos pulverizados sobre as lavouras são perdidos no momento da aplicação. Para Costa et al., (2007); Perosso e Vicente (2007), a deriva é considerada um dos principais motivos de perdas de agrotóxicos e, consequente, contaminação ambiental, sendo capaz influenciar na pulverização carregando os princípios ativos para fora da área-alvo, pela ação do vento.

Os recursos humanos referentes à etapa de dosagem e reabastecimento do avião com o produto, bem como a estrutura necessária para o preparo da calda (trator, pipa, tambores, etc) é proveniente da Usina. Dessa forma, a responsabilidade da qualidade de aplicação é sob os

cuidados da Usina, sendo disponibilizado para esta atividade um profissional qualificado para avaliar os principais fatores que possam interferir durante a aplicação: velocidades dos ventos, altura do vôo, volume de calda, temperatura, umidade relativa do ar, dentre outros.

De acordo com Felisberto (2015), a aplicação de maturadores via aérea vem sendo bastante empregada em diversas culturas que necessitam de tratamento em fase de ciclo vegetativo mais adiantado, na qual é impossibilitado o tráfego terrestre por máquinas. A cultura de cana-de-açúcar é um exemplo, a qual necessita de pulverizações aéreas de maturadores, cujos objetivos são acelerar a maturação de cultivares garantindo suprimento em matéria prima a usina durante o ano todo.

Na concepção Bueno et al., (2011), para induzir artificialmente a maturação, os reguladores de crescimento são aplicadas pela aeronaves de oito a dez meses após a última colheita, ou seja, durante o estado vegetativo das plantas.

6.1.1.4 Catação química ou aplicação química local

Consiste na aplicação de pós-emergência em pequena área dentro de um talhão, ou seja, é a aplicação localizada em um foco de uma espécie de planta daninha que sobreviveu a aplicação em área total. Segundo Melo et al., (2013), a catação química das plantas daninhas perenizadas é realizada com o objetivo de aumentar a vida útil do canavial evitando a disseminação de espécies de difícil controle que possam vir a se instalar nos talhões adjacentes. Tal processo pode ser realizado por máquinas costais ou tratorizadas. Esta aplicação na área de estudo é voltada principalmente para o capim colônia (*Panicum maximum*), onde são usados produtos cujo princípio ativo é o hexazinona, com calda a 2% do produto.

As aplicações de catação são direcionadas especialmente nas áreas de várzea, sendo mais agressiva até os 120 dias ciclo vegetativo da cultura, necessitando portanto, de um controle efetivo antes dos 90 dias. Nos tabuleiros, a principal espécie a ser combatida por catação é o capim-gengibre (*Paspalum maritimum*), cujo controle é a base de glifosato. A grama-seda (*Cynodon dactylon*) destaca-se por atingir praticamente todas as áreas agricultáveis da usina, sendo combatida pelo princípio ativo MSMA.

6.1.2 Levantamento dos agrotóxicos utilizados no processo de produção agrícola da CIA Usina São João

A utilização de agroquímicos é um fator importante na manutenção de altas produtividades agrícolas, principalmente em grandes monoculturas, como a cultura de cana-de-açúcar, as quais tendem a degradar mais facilmente os solos, além de estarem expostas ao aparecimento de diferentes doenças e pragas. Assim sendo, com a necessidade de controle de tais fatores tem-se levado à aplicação de uma grande variedade de agrotóxicos, cujos principais princípios ativos (PA) e suas características estão descritos na Tabela 10.

Tabela 10- Características dos agrotóxicos utilizados no processo de produção agrícola da CIA Usina São João

Princípio Ativo	Classe Agronômica	Grupo Químico	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental	Finalidade de Aplicação	Local de Aplicação na CIA Usina São João	LMR (mg/kg) Cana-de-açúcar
Ametrina	H	Triazinas	III	II	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,05
MSMA	H	Organoarsênico	II	III	PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,01
Glifosato	H/M	Glicina Substituída	IV	III	MAT/PÓS	TAB/VAZ/ENC	1,0
Fipronil	I	Pirazol	II	II	PRÉ	TAB/VAZ/ENC	0,03
Paraquate	H	Bipiridílio	I	II	PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,1
Sulfometurom-Metílico	H/ M	Sulfoniluréias	III	II	MAT/PRÉ	TAB/VAZ/ENC	0,1

Fluasifope-P	M	Ácido Ariloxifenoxipropi ônico	III	II	MAT	TAB/VAZ/ENC	0,02
2,4-D	H	Ácido Ariloxialcanóico	I	III	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,1
Clomazone	H	Isoxazolidinons	III	III	PRÉ	TAB/VAZ/ENC	0,05
Lambda- Cialotrina	I	Piretróide	III	I	PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,01
Etefom	M	Etileno	I	III	MAT	TAB/VAZ/ENC	0,5
Imazapique	H	Imidazolinona	II	III	PRÉ/PÓS	VAZ	0,1
Imazapir	H	Imidazolinona	I	III	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,05
Tebuturom	H	Uréia	II	III	PRÉ	TAB/VAZ/ENC	1,0

Sulfentrazone	H	Triazolona	I	III	PRÉ	VAZ	0,05
Oxyfluorfen	H	Éter difenílico	III	II	PRÉ	VAZ	0,05
Diuron	H	Uréia	III	II	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,1
Hexazinona	H	Triazinona	III	II	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,1
Metribuzim	H	Triazinona	III	II	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,1
Mesotriona	H	Tricetona	I	III	PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,01
Isoxaflutol	H	Isoxazol	III	II	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,08
Picloram	H	Ácido piridinocarboxílico	I	III	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,02
Amicarbazona	H	Triazolinona	III	III	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,02
Imidacloprido	I	Neonicotinóide	III	III	PRÉ/PÓS	TAB/VAZ/ENC	0,4

Flumioxazina	H	Ciclohexenodicarb oximida	IV	III	PRÉ	TAB/VAZ/ENC	0,05
--------------	---	------------------------------	----	-----	-----	-------------	------

- Classe Agronômica: H (Herbicidas); I (Inseticida); M (Maturador).
- Classificação Toxicológica: Classe I/ Faixa Vermelha (Extremamente tóxico); Classe II/ Faixa Amarela (Altamente tóxico); Classe III/ Faixa Azul (Medianamente tóxico); Classe IV/ Faixa Verde (Pouco tóxico).
- Classificação Ambiental: Classe I (Produto Altamente Perigoso ao Ambiente); Classe II (Produto Muito Perigoso); Classe III (Produto Perigoso);
- Finalidade: Pré-Emergente (PRÉ); Pós-Emergente (PÓS); Maturação (MAT);
- Tipo de Solo: Tabuleiro (TAB); Várzea (VAR); Encosta (ENC).
- Limite Máximo de Resíduos (LMR) permitidos para a cana-de-açúcar.
- (*) Dados não disponíveis.

De acordo com o levantamento realizado (Tabela 10), um total de 25 princípios ativos (PA) distribuídos em diferentes marcas comerciais estão sendo aplicados na cultura de cana-de-açúcar da CIA Usina São João durante o levantamento histórico de uso de agrotóxicos da Usina. Todos os princípios ativos em uso encontram-se autorizados para a cultura, seja na Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA ou no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA.

As principais características dos princípios ativos dos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João encontram-se descritas no APÊNDICE (A). Conforme informado pelo agrônomo da Usina, os princípios ativos: clomazona e hexazinona (utilizados na pré-emergência); ametrina e 2,4 D (pós-emergência) e glifosato, merecem destaque por serem os únicos princípios ativos aplicados no período de coleta das amostras de cana-de-açúcar analisadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

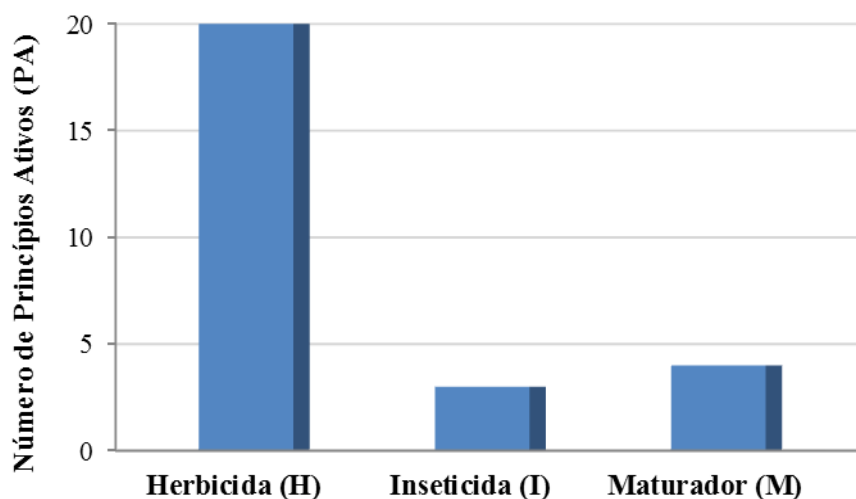
Quanto à distribuição da classe agronômica (Figura 23) dos agrotóxicos utilizados na Usina, os herbicidas aplicados no controle das plantas daninhas, correspondem a 80% do total dos princípios ativos (APÊNDICE A), 12%, são utilizados como inseticidas, ou seja, no controle de insetos: Fipronil, Lambda-cialotrina e Imidacloprido, e 8% exclusivamente são aplicados como maturadores: Fuazifope-P e Etefom. Destaca-se que o Glifosato e Sulfometurom-etílico são utilizados como herbicidas e maturadores.

Dores e De-Lamonica-Freire (2001), comentaram que a tendência nacional é o uso de herbicidas seguido dos inseticidas, assim como verificado neste estudo. Dentre os inseticidas identificados no histórico de uso dos agrotóxicos da Usina, o fipronil destaca-se por ser considerado um dos principais produtos de uso na cultura de cana-de-açúcar para controle de insetos, sendo capaz de alterar o sistema nervoso destes, causando rapidamente a morte (GALLO et al., 2002).

O uso de maturadores químicos vem se destacando no cultivo de cana-de-açúcar, pois induzem a translocação e armazenamento de açúcares, principalmente sacarose, no colmo, promovendo melhorias na qualidade da matéria-prima, otimizando resultados agroindustriais/econômicos e auxiliando no planejamento da safra (CAPUTO et al., 2008; BUENO et al., 2011). Assim sendo, os maturadores mais utilizados na cana-de-açúcar são:

glifosato, sulfometuron-metil, etefom e etil-trinexapac (CAPUTO et al., 2008; LEITE et al., 2011).

Figura 23- Classificação agronômica dos agrotóxicos utilizados na Usina São João



Fonte: Autora (2015)

Segundo Domingues (2010), os agrotóxicos estão inseridos em diferentes classes, porém, os mais frequentemente empregados na lavoura da cana-de-açúcar são: os herbicidas, inseticidas e fungicidas. Cerdeira et al., (2005), realizaram um levantamento de dez anos dos principais agrotóxicos utilizados na lavoura de cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto-SP, e dentre os compostos mais empregados todos pertencem a classe dos herbicidas (Atrazina, Simazina, Ametrina, Tebutiuram, Diuram, 2,4 D, Picloram e Hexazinona), a maior parte desses compostos também são utilizados na área de estudo com exceção apenas de Atrazina e Simazina.

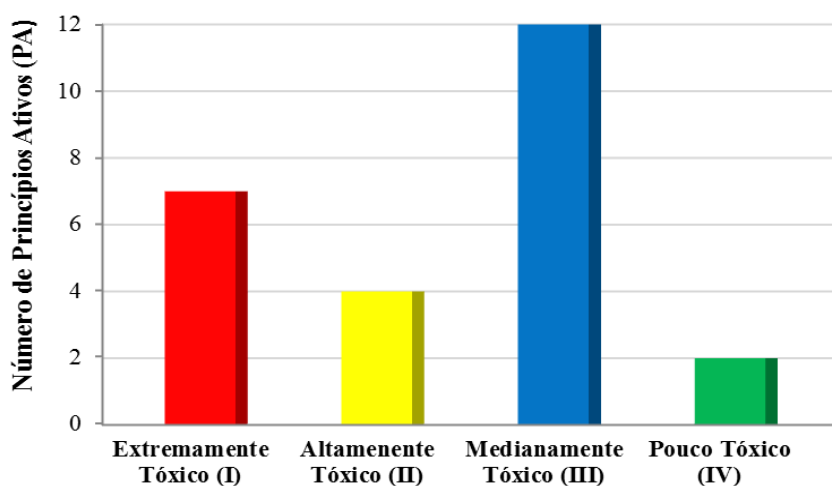
Armas (2006), ao realizar um levantamento dos agrotóxicos mais utilizados na cultura de cana-de-açúcar na região da sub-bacia do rio Corumbataí-SP entre janeiro de 2000 a dezembro de 2003, observaram que os produtos utilizados pertenciam apenas à classe dos herbicidas na usina sucroalcooleira investigada, sendo estas as únicas moléculas de uso declarado no período de avaliação. Segundo o autor, os herbicidas Glifosato, Atrazina, Ametrina, 2,4 D, Metribuzim, Diuram, e Acetacloprato representaram 85% do volume total de produtos consumidos no espaço temporal analisado. Na concepção de Souza (2012), as

moléculas de herbicidas por possuírem em sua composição características de fitotoxicidade, são empregadas no controle de plantas daninhas, principalmente, aquelas que se desenvolvem na lavoura de cana-de-açúcar.

Quanto ao grupo químico os princípios ativos (PA) investigados se encontram distribuídos em 22 tipos de formulações químicas diferentes, com destaque para o grupo das, Uréias (Tebutiurum e Diurum), Triazinonas (Hexazinona e Metribuzim) e Imidazolinonas (Imazapique e Imazapir) por apresentarem mais de uma molécula pertencente a cada grupo. Segundo Oliveira Júnior (2011), o grupo das Uréias e das Triazinonas constituem um dos mais numerosos e mais importantes grupos de herbicidas, com amplo uso em diferentes culturas, apresentam como mecanismos de ação a inibição da reação fotossintética a qual ocorre por meio da ligação dos herbicidas desse grupo interrompendo a fixação de elementos essenciais ao crescimento das plantas.

Quanto à classificação toxicológica (Figura 24), destaca-se sete (07) PA inseridos na Classe I (extremamente tóxicos), sendo estes: Paraquate, 2,4 D, Etefom, Imazapir, Sulfentrazona, Mesotriona e Picloram, bem como quatro (04) princípios pertencentes a Classe II (altamente tóxicos), tais como: MSMA, Fipronil, Imazapique e Tebutiurum.

Figura 24- Classificação toxicológica dos agrotóxicos utilizados na Usina São João



Fonte: Autora (2015)

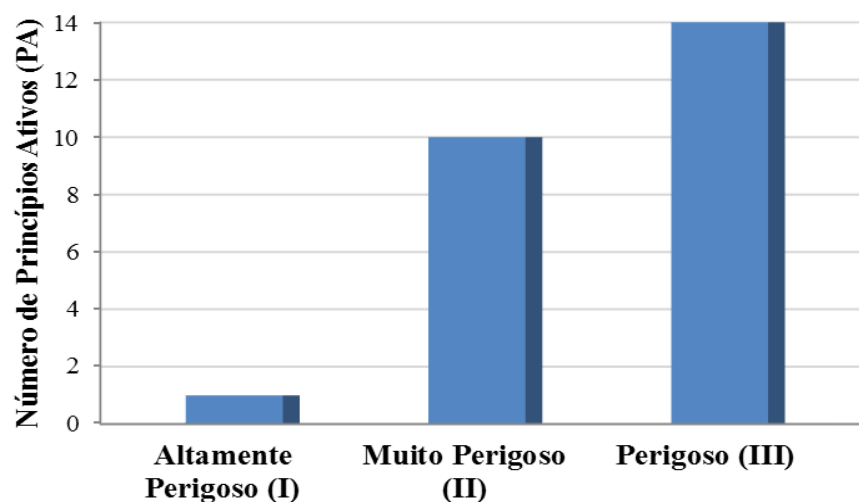
No levantamento realizado por Armas e Monteiro (2005), dos princípios ativos mais utilizados na sub-bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP, observou-se o predomínio de moléculas enquadradas na classe toxicológica III, representando 66,7% do total dos princípios ativos utilizados, o que corrobora com a classe de maior ocorrência encontrada no presente estudo. De acordo com a ABRASCO, apesar dos ingredientes ativos serem classificados como medianamente tóxicos, os efeitos crônicos que podem ocorrer meses, anos ou até décadas após a exposição, não devem ser esquecidos (ABRASCO, 2012 a).

Gama, Oliveira e Cavalcante (2013), ao realizarem um inventário dos agrotóxicos mais utilizados na região do Semiárido Cearense, observaram de acordo com o perfil toxicológico que a maioria dos compostos avaliados pertencem as classes III, I e II respectivamente, o que condiz com o resultado obtido neste estudo. Segundo os autores, esta classificação indica uma predominância de agrotóxicos mais tóxicos a saúde humana na área de estudo.

Diante da classificação apresentada quanto ao potencial toxicológico a saúde humana, observa-se que, a maioria dos princípios ativos se encontram inseridos nas classes medianamente, extremamente e altamente tóxicos, respectivamente, o que traz um alerta, para a necessidade de estudos e a revisão sobre a utilização destes agrotóxicos na respectiva área de estudo, pois, em números absolutos esses dados são preocupantes, uma vez que, os princípios ativos podem agir de forma crônica, e seu efeito ser potencializado principalmente devido ao potencial de interação entre as substâncias e o meio ambiente.

A classificação ambiental (Figura 25) baseia-se nos parâmetros de bioacumulação do composto no ambiente, persistência, transporte, toxicidade a diferentes organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico (Milhome, 2011). Dos 25 princípios ativos identificados na Usina, 56% estão inseridos na Classe Ambiental III (produto perigoso para o meio ambiente), 40% na Classe II (muito perigoso), e o restante na Classe I (produto altamente perigoso ao ambiente), sendo este o inseticida Lambda-Cialotrina, que de acordo com o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários – AGROFIT (2015), tal composto é altamente persistente no meio ambiente, bioconcentrável em peixes, altamente tóxico para organismos aquáticos e abelhas.

Figura 25- Classificação ambiental dos agrotóxicos utilizados na Usina São João



Fonte: Autora (2015)

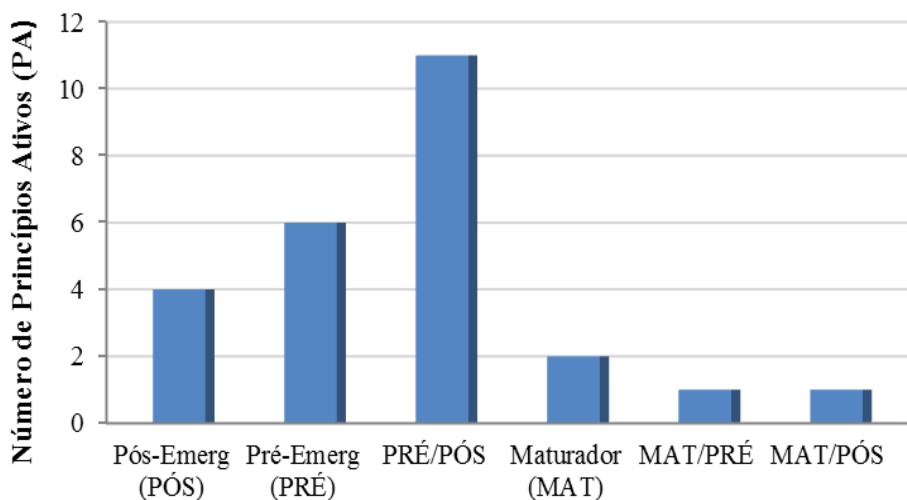
Britto (2011), ao identificar os agrotóxicos de maior uso na sub-bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, a qual possui como principal uso e ocupação do solo a cultura de cana-de-açúcar, observou quanto à classe ambiental que a maioria dos princípios ativos estão inseridos nas classes II e III respectivamente, o que corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa. Gama, Oliveira e Cavalcante (2013), observaram quanto à classificação ambiental, que mais de 60% dos compostos investigados pertencem às classes I e II, demonstrando que a adoção por agrotóxicos mais perigosos ao ambiente é a principal alternativa na região.

Observa-se que, quanto à classificação ambiental dos compostos investigados no presente estudo, todas as moléculas analisadas se encontram inseridas nas três classes (I, II e III) mais preocupantes referentes à contaminação ao meio ambiente.

Tratando-se da finalidade de aplicação (Figura 26), 11 princípios ativos identificados, são aplicados na cultura de cana-de-açúcar da área de estudo na fase de Pré-Emergência e Pós-Emergência das plantas daninhas, 06 são empregados para o controle de Pré-Emergência, 04 são autorizados para aplicação de Pós-Emergência e 04 com a finalidade de Maturadores químicos. Ressalta-se que, destes, 01 possui aplicação como Maturador e Pós-Emergente, 01 como Maturador e Pré-Emergente e 02 para uso exclusivo de Maturador. Na concepção de Rossi (2007), a maioria dos herbicidas autorizados para aplicação na cultura de cana-de-

açúcar são recomendados para uso em pré-emergência e pós-emergência inicial das ervas daninhas.

Figura 26- Finalidade de aplicação dos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João



Fonte: Autora (2015)

Quanto ao local de aplicação dos agrotóxicos, a maioria dos princípios ativos identificados, são aplicados nos três sistemas topográficos de produção existentes na área de estudo: Tabuleiros (Irrigável e Sequeiro), Várzeas e Encostas.

Com base nos valores de Limite Máximo de Resíduos (mg/Kg) permitidos para a cultura de cana-de-açúcar, observa-se que, dentre os princípios ativos avaliados os herbicidas (MSMA e Mesotriona) e o Inseticida (Lambda-cialotrina) apresentam os menores valores de LMR permitido para a cultura (0,01 mg/Kg) de acordo com as informações disponibilizadas na lista dos princípios ativos descrita no site da ANVISA, já os maiores valores permitidos são observados nos herbicidas (Glifosato e Tebutiurum) correspondendo a (1,0 mg/Kg). Assim, é importante destacar que os princípios ativos que devem ser aplicados em menores dosagens são alvos de maior atenção, em virtude de estarem, provavelmente, sujeitos a maiores agravos à saúde da população e a qualidade ambiental.

Observa-se que, com o desenvolvimento do inventário dos agrotóxicos mais comumente utilizados na CIA Usina São João foram levantadas informações que auxiliam na determinação dos impactos ambientais ou de um diagnóstico dos riscos à saúde humana e ao

meio ambiente, sendo de fundamental importância para a aplicabilidade de um correto gerenciamento do uso e aplicação dos produtos, além de ser considerado base para a criação de ferramentas norteadoras no auxílio de tomadas de decisões e elaborações de políticas de monitoramentos principalmente para os princípios ativos sujeitos a causarem maiores danos ambientais.

6.2 ANÁLISES DOS POSSÍVEIS IMPACTOS AMBIENTAIS RESULTANTES DO USO DE AGROTÓXICOS NA CIA USINA SÃO JOÃO

6.2.1 Impactos na cultura de cana-de-açúcar

6.2.1.2 *Análises de Resíduos de Agrotóxicos*

As análises de resíduos de agrotóxicos das amostras de cana-de-açúcar avaliadas em diferentes fases do ciclo vegetativo, apresentaram laudos com o parecer satisfatórios (ANEXOS A, B, C, D, E e F), ou seja, não continham a presença dos princípios ativos investigados de acordo o limite de quantificação de 0,01 mg/kg do Limite Máximo de Resíduos - LMR permitidos para a cultura de cana-de-açúcar, conforme o LABTOX/ITEP.

Dentre os princípios ativos comumente utilizados na Usina São João (25) apenas 11 destes: Ametrina, Fluasifope-P, 2,4 D, Imazapir, Tebutiurum, Sulfentrazona, Diurum, Metribuzim, Mesotriona, Isoxaflutol e Imidacloprido foram de fato analisados pelo LABTOX/ITEP para amostras de cana-de-açúcar, em virtude do laboratório já dispor de uma lista padrão de compostos a serem avaliados correspondendo a 316 princípios ativos.

Os demais princípios ativos aplicados na área de estudo, contabilizando 14: MSMA, Glifosato, Fipronil, Paraquate, Sulfometurom-Metílico, Clomazona, Lambda-Cialotrina, Etefom, Imazapique, Oxyfluorfem, Hexazinona, Picloram, Amicarbazona e Flumioxazina, infelizmente não foram analisados pelo método empregado pelo referido laboratório, principalmente os herbicidas: Clomazone e Hexazinona, aplicados nas amostras 02 e 03 de cana-de-açúcar (75 e 120 dias de ciclo vegetativo, respectivamente) e glifosato (aplicado na etapa de maturação, aos 300 dias após o plantio da cultura).

Os resultados satisfatórios obtidos através das análises de resíduos de agrotóxicos podem estar associados à adoção de boas práticas agrícolas e a aplicação dos princípios ativos dentro dos limites máximos de resíduos estipulados pela ANVISA para a cultura de cana-de-açúcar, ou seja, seguindo as dosagens e forma de aplicação conforme o prescrito nas respectivas bulas de cada produto.

Além da adoção de boas práticas agrícolas, alguns autores como (Carvalho et al., 2010; Blanco, Velini e Batista Filho, 2010; Rodrigues e Almeida, 2005; Christoffoleti; Ovejero, 2005; Mancuso; Negrison e Perim, 2011; Oliveira e Brighenti, 2011), explicaram que o provável destino da grande maioria dos agrotóxicos aplicados no controle das plantas daninhas da cultura de cana-de-açúcar é no recurso ambiental solo, uma vez que a maior parte dos princípios ativos possuem ação durante a fase de pré-emergência.

Carvalho et al., (2010); Rodrigues e Almeida (2005), relataram que o número de moléculas de herbicidas com a finalidade de aplicação em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar é superior quando comparado com o uso em pós-emergência onde esse número é limitado. De acordo com Blanco et al., (2010), das 33 moléculas de herbicidas autorizadas para uso na cana-de-açúcar registradas no Brasil pela ANVISA, os autores constataram que vinte e três (23), são de ação residual, aplicados como pré-emergentes, apresentando assim, uma maior tendência de risco de ocorrência de problemas relacionados à permanência dessas moléculas no solo, passível de causar contaminação ambiental.

Gama, Oliveira e Cavalcante (2013), ao realizarem uma síntese dos agrotóxicos prioritários em estudos de monitoramento ambiental na região do Baixo Jaguaribe e Litoral de Aracati no Semiárido Cearense, observaram por meio da aplicabilidade de critérios que contemplam a análise das propriedades físico-químicas dos compostos e suas interações com o ambiente, que a grande maioria dos princípios ativos aplicados na região (39,5%) podem ser encontrados no solo, e conseqüentemente, dependendo da estação do ano podem contaminar os recursos hídricos por processos de lixiviação ou escoamento superficial.

Embora haja uma escassez de trabalhos afins de comparação com os resultados obtidos nas análises de cana-de-açúcar, alguns estudos apresentam a determinação de resíduos de agrotóxicos em amostras de produtos derivados da cultura de cana-de-açúcar, tais como: o açúcar, caldo de cana, mel de engenho e garapa (ASSIS, 2012; FUMES, 2015; FURLANI et

al., 2011; ZUIN et al., 2006; GARBELLINI, 2005; VIGNA, 2010; BARLETTA, 2010; SAMPAIO, 2011). No entanto, a maioria dos resultados obtidos em tais pesquisas, não detectam a presença de resíduos de agrotóxicos nas amostras analisadas e, aqueles em que são identificados a presença de alguns dos compostos, os limites detectáveis são inferiores aos estipulados pelo método ou aos permitidos pela ANVISA.

No estudo realizado por Assis (2012), o qual teve por objetivo avaliar o desenvolvimento de duas metodologias para determinação volumétrica do herbicida Tebutiurum em amostras de matriz de açúcar cristal e mascavo, observou-se que, foi possível utilizar os métodos desenvolvidos dentro da faixa de detecção e quantificação estabelecidas, e que apesar da grande utilização do princípio ativo estudado em lavouras de cana-de-açúcar, não foi detectado a presença deste em nenhuma das amostras analisadas no teste de recuperação aparente, dentro do limite de detecção dos métodos.

Garbellini, (2005), analisou a presença dos princípios ativos do grupo das triazinas (atrazina, ametrina, simazina) e diuron em amostras de açúcar mascavo, rapadura e caldo de cana, obtidas com vendedores ambulantes na cidade de São Carlos-SP e de Ibaté-SP, por meio de metodologias eletroanalíticas e cromatográficas. Nesse estudo, os resultados obtidos pela aplicação das metodologias mostraram ausência dos princípios ativos dos herbicidas analisados.

Fumes (2015), analisou um método para determinação de 06 princípios ativos de agrotóxicos (ametrina, atrazina, tebutiurum, bifentrina, metribuzim e carbofurano) utilizados na cultura de cana-de-açúcar, em quatro (04) amostras caldo de cana adquiridas no comércio das cidades de Cerquillo, Diadema e São Carlos-SP. O autor concluiu que nas amostras foi detectado a presença de atrazina em concentração próxima do limite de quantificação e de, ametrina, atrazina e bifentrina, com valores inferiores ao do limite estabelecido pelo método. Tais valores estão abaixo do LMR recomendados pela ANVISA para a cultura de cana-de-açúcar, visto que não existem limites estabelecidos para resíduos de agrotóxicos em caldo de cana.

Furlani et al., (2011), validaram uma metodologia de análise de resíduos de sete (07) princípios ativos agrotóxicos em 80 amostras de caldo de cana comercializados em Campinas-SP e Ribeirão Preto-SP, e concluíram por meio dos testes que não foram detectados resíduos

de nenhum dos sete (07) agrotóxicos avaliados quando comparado com o limite máximo de resíduos estipulado pela ANVISA para a cultura de cana-de-açúcar, dessa forma, os autores, comentam que as canas-de-açúcar utilizadas no processo de preparo da bebida, provavelmente, foram obtidas de canaviais onde se adotam boas práticas agrícolas, assegurando a população do consumo sem riscos quanto ao uso dos princípios ativos avaliados.

Barletta (2010), ao realizar análises de 06 princípios ativos (ametrina, atrazina, bifentrina, carbofurano, metribuzim e tebutiurum), comumente utilizados na cultura de cana-de-açúcar em 03 amostras de garapa coletadas em três pontos distintos da cidade de São Carlos-SP, por meio de cromatografia gasosa, observou por meio dos testes que os compostos: ametrina e atrazina foram detectadas em todas as amostras em concentrações abaixo do LMR permitido pela ANVISA, os demais compostos analisados foram identificados com valores abaixo do limite de quantificação do método, dessa forma, a autora concluiu que os princípios ativos analisados foram aplicados corretamente, ou seja, seguindo boas práticas agrícolas.

Em sua pesquisa, Vigna (2010), otimizou uma metodologia para análise de resíduos de agrotóxicos em cinco amostras de caldo de cana, selecionou sete dos princípios ativos de uso autorizado para a cultura de cana-de-açúcar, sendo estes: imidacloprido, aldicarbe, tebutiurum, simazina, cianazina, carbofurano e atrazina. A escolha considerou o fato de os agrotóxicos selecionados serem sistêmicos, ou seja, penetrarem na seiva da cana-de-açúcar e, não ficarem apenas na superfície. No entanto, a autora concluiu que não foram detectados resíduos de nenhum dos agrotóxicos em estudo, sendo comprovado que as amostras analisadas estão de acordo com a regulamentação brasileira para a cultura de cana-de-açúcar.

Sampaio (2011), também validou métodos para determinação de resíduos de pesticidas em produtos derivados da cana-de-açúcar, tais como: o melaço ou mel de engenho e o caldo de cana. Os princípios ativos investigados foram: 2,4 D, simazina, atrazina, diuron, fipronil, imidacloprido, tiametoxam, carbofurano, clomazona, e imazapique. Tais substâncias químicas foram escolhidas com base em pesquisas dos principais princípios ativos mais aplicados nas plantações de cana-de-açúcar da região de análise, a qual concentra grande parte de sua renda na comercialização de derivados da cultura. Depois de validados os métodos, foram coletadas

amostras de melaço e caldo, na qual os resíduos de agrotóxicos selecionados para análise não foram encontrados nos limites de detecção propostos.

6.2.2 Estimativa do risco potencial de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos.

O conhecimento e análise das características de cada princípio ativo, aplicado na área de estudo, são fundamentais na etapa de avaliação dos riscos de contaminação em águas superficiais e subterrâneas, dessa forma, a estimativa do risco potencial de contaminação foi realizada com base nas informações descritas na Tabela 11.

Tabela 11- Propriedades físico-químicas dos 25 princípios ativos dos agrotóxicos utilizados na produção agrícola da CIA Usina São João

Princípio Ativo	S (mg.L⁻¹)	K_{oc} (mL.g⁻¹)	K_H (Pa. m³mol⁻¹)	Log K_{ow}	pKa	DT50_{Solo} (d)	DT50_{Água} (d)	PV (mPa)
Ametrina	200	316	4,10 x 10 ⁻⁴	2,63	10,07	37	E	0,365
MSMA	1,04 x 10 ⁶	1680	1,10 x10 ⁻⁴	*	NA	269	35	3,50 x 10 ¹
Glifosato	10.500	21.699	2,10 x10 ⁻⁷	- 3,20	2,34	12	E	1,31 x 10 ⁻²
Fipronil	3,78	749	2,31 x 10 ⁻⁴	3,75	NA	142	E	2,0 x10 ⁻³
Paraquate	620.000	1.000.000	4,0 x 10 ⁻¹²	- 4,5	NA	3000	E	0,01
Sulfometurom- Metílico	244	85	1,1 x 10 ⁻¹⁸	- 0,51	5.2	24	E	7,3 x 10 ⁻¹¹
Fluazifope-P	0,93	3394	4,9 x10 ⁻²	4,5	NA	28	78	0,12

2,4-D	23.180	56	$1,3 \times 10^{-6}$	- 0,83	2,87	10	E	$1,87 \times 10^{-2}$
Clomazone	1.102	300	$4,2 \times 10^{-3}$	2,54	NA	83	E	19,2
Lambda-Cialotrina	0,005	157.000	$2,0 \times 10^{-2}$	6,90	NA	25	E	$2,0 \times 10^{-4}$
Etefom	1.000.000	*	$1,45 \times 10^{-7}$	-1,89	NA	16	2.5	1.0
Imazapique	2.230	137	*	2,47	2.0	120	*	0,01
Imazapir	9740	*	$3,0 \times 10^{-07}$	0,11	1.9	11	30	0,013
Tebutiurum	2.500	80	$2,47 \times 10^{-5}$	1,79	NA	400	64	0,27
Sulfentrazona	780	43	*	0,991	6.56	541	E	$1,30 \times 10^{-4}$
Oxyfluorfen	0,116	12236	0,02382	4,86	NA	35	E	0,026
Diuron	35,6	813	$2,0 \times 10^{-6}$	2,87	NA	75,5	E	$1,15 \times 10^{-3}$

Hexazinona	33.000	54	$1,10 \times 10^{-7}$	1,17	2.2	105	56	0,03
Metribuzim	1.165	38	$2,0 \times 10^{-5}$	1,65	0,99	11,5	E	0,121
Mesotriona	160	80	$5,1 \times 10^{-7}$	0,11	3,12	5	E	$5,7 \times 10^{-3}$
Isoxaflutol	6.2	145	$1,87 \times 10^{-5}$	2,32	NA	2	0,8	$1,0 \times 10^{-3}$
Picloram	560	13	$3,0 \times 10^{-7}$	-1,92	2.3	82,8	E	$8,0 \times 10^{-5}$
Amicarbazona	4.600	30	$6,78 \times 10^{-8}$	1.23	NA	21	64	0,0013
Imidacloprido	610	225	$1,7 \times 10^{-10}$	0,57	NA	191	E	$4,0 \times 10^{-07}$
Flumioxazina	0,786	889	0,145	2.55	NA	21,9	1	0,32

Fonte: THE FOOTPRINT PPDB (2016)

- S: solubilidade em água a 20° C; Koc: coeficiente de adsorção ao carbono orgânico; K_H : constante de Henry; Kow: coeficiente de partição (octanol/água), pH = 7, 20° C; Pka: constante de dissociação à 25°c. DT50_{solo}: tempo de meia-vida do produto no solo; PV: pressão de vapor a 25° C;
 - NA: não aplicável (espécie não sofre ionização);- E: estável (muito persistente). - (*) Dados não disponíveis.

As características das propriedades físico-químicas são descritas a seguir:

- **Solubilidade em água (S):** Dentre os princípios ativos utilizados na Usina São João, 06 destes, apresentam alta solubilidade em água, ou seja, tendem a serem removidos do solo para os corpos d'água potencializando o risco de contaminação dos corpos hídricos: MSMA, Etefom, Paraquate, Hexazinona, 2,4 D e Glifosato. Algumas exceções dessa regra, como por exemplo, quando analisado as propriedades do paraquate que apesar de possuir elevada solubilidade ($620.000 \text{ mg.L}^{-1}$), não implica que esse composto possua uma maior mobilidade no solo, pois, este apresenta uma elevada capacidade de adsorção as partículas orgânicas do solo (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011).

- **Coefficiente de partição (Kow):** Em geral, substâncias que possuam log Kow maior que 3 apresentam tendência bioacumulativa (BARCELÓ; HENNION, 1997). Assim, dentre os princípios ativos em uso na lavoura de cana-de-açúcar na área de estudo, 04 possuem tendência de bioacumulação: Fipronil, Fluazifope-P, Lambda-Cialotrina e Oxyfluorfem.

- **Constante da lei de Henry (K_H) e Pressão de Vapor (PV):** São parâmetros relacionados à volatilidade do composto. As moléculas que apresentam (K_H) menores que $10^{-5} \text{ Pa.m}^3.\text{mol}^{-1}$ apresentam baixa volatilidade, ou seja, podem permanecer mais tempo no meio aquático (MILHOME et al., 2009; ROCHA, 2011), como pode ser observado nos compostos: Glifosato, Paraquate, Sulfometurom-Metílico, 2,4 D, Etefom, Diuron, Hexazinona, Mesotriona, Picoram e Imidacloprido.

Compostos com alta pressão de vapor possuem um alto potencial de volatilização, ou seja, maior mobilidade atmosférica (ROCHA, 2011; SCHREIBER, 2012). Dentre as moléculas investigadas destaca-se: MSMA e Clomazone. Os demais compostos, apresentam maior persistência e menor mobilidade atmosférica.

Na concepção de Oliveira e Brighenti (2011), herbicidas mais voláteis possuem tendência de apresentar uma menor persistência no solo, em contrapartida, elevadas taxas de volatilização implica em um escape das moléculas para a atmosfera e sua possível transferência para outro meio.

- **Coefficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (Koc):** Princípios ativos que possuem em sua estrutura valores de Koc abaixo de 50 são considerados de alta mobilidade no solo (BARCELÓ; HENNION, 1997). Dentre os compostos analisados aqueles que

apresentam alta mobilidade no solo são: Sulfentrazona, Metribuzin, Picloram e Amicarbazona. Enquanto os compostos: Paraquate, Fluazifope-P, Glifosato Lambda-Cialotrina e Oxyfluorfem apresentam elevados coeficientes de adsorção ao solo, ou seja, tendem a ficarem mais retidos as suas partículas, e dificilmente transportados pela água.

- **Tempo de meia vida no solo e na água (DT₅₀):** Dentre os compostos estudados, 08 destes, apresentam elevado tempo de meia vida no solo: Paraquate, MSMA, Fipronil, Imazapique, Tebutiuram, Sulfentrazona, Hexazinona, Imidacloprido. Quanto ao tempo de meia vida na água a maioria dos princípios ativos em análise, correspondendo a 64% possuem característica estável ou de elevada persistência no ambiente aquático. Essa persistência ou recalcitrância dos agrotóxicos influencia no aumento dos riscos de contaminação ambiental e saúde pública.

Na concepção de Milhome et al., (2009), os parâmetros (coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (Koc) e tempo de meia-vida no solo e na água (DT₅₀) dependem de fatores ambientais, tais como tipo de solo, condições climáticas, entre outros.

- **Especiação (Esp) indicado pelo valor de pKa:** Em pH ambiente, os pesticidas Glifosato, 2,4 D, Imazapique, Imazapir, Hexazinona, Metribuzim, Mesotriona e Picloram por apresentarem pH > pKa tendem a serem negativamente carregadas e, consequentemente, mais lixiviadas para o ambiente. Já o princípio ativo Ametrina por possuir pH < pKa apresenta sua molécula neutra prevalente na fase aquosa. Os demais compostos apresentam moléculas que não sofrem ionização.

De acordo com as características físico-químicas dos compostos analisados, observa-se que os princípios ativos: 2,4 D, Glifosato, Picloram e Hexazinona, apresentaram uma maior concordância quanto à tendência de transporte de suas moléculas pela água, seja por lixiviação ou por escoamento superficial, e persistência no ambiente aquático, principalmente quando analisados os parâmetros: solubilidade em água, constante da lei de Henry, coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo, tempo de meia vida na água, e especiação.

Todavia, a análise isolada desses parâmetros não garante o verdadeiro potencial contaminante das moléculas no ambiente aquático, sendo necessária a avaliação de suas propriedades em conjunto com a aplicação dos métodos de análise de risco (MILHOME et al., 2009; MILHOME, 2011).

6.2.2.1 Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas

A Tabela 12 mostra os resultados do potencial de contaminação de águas subterrâneas utilizando o método proposto pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA e o índice de GUS, para os princípios ativos utilizados na CIA Usina São João.

Tabela 12- Avaliação geral do potencial de contaminação de águas subterrâneas pelos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João com base nos métodos da EPA e o Índice de GUS para os 25 princípios ativos identificados

Princípio Ativo	Critério EPA						Critério GUS			
	S	K _{OC}	K _H	pKa	DT50 _{SOLO}	DT50 _{ÁGUA}	ANÁLISE	ÍNDICE	ANÁLISE	Avaliação do Risco em Água Subterrânea
							EPA	GUS	GUS	
Ametrina	●	○	●	○	●	●	CP	2,35	FT	CP
MSMA	●	○	●	○	●	○	IN	1,88	FT	IN
Glifosato	●	○	●	●	○	●	CP	- 0,36	LN	IN
Fipronil	○	○	●	○	○	●	NC	2,42	FT	NC
Paraquate	●	○	●	○	○	●	IN	-6,95	LN	NC
Sulfometurom- Metílico	●	●	●	○	●	●	CP	2,86	PL	CP
Fluazifope-P	○	○	○	○	●	○	NC	0,68	LN	NC

2,4-D	●	●	●	●	○	●	CP	2,25	FT	CP
Clomazone	●	○	●	○	●	●	CP	2,92	PL	CP
Lambda-Cialotrina	○	○	○	○	●	●	NC	- 1,67	LN	NC
Etefom	●	-	●	○	○	○	NC	-	I	I
Imazapique	●	●	-	○	●	-	IN	3,88	PL	CP
Imazapir	●	-	○	●	○	○	NC	-	I	I
Tebutiurum	●	●	●	○	●	○	CP	5,46	PL	CP
Sulfentrazone	●	●	-	○	●	●	CP	6,47	PL	CP
Oxyfluorfen	○	○	○	○	●	●	NC	- 0,14	LN	NC
Diuron	●	○	●	○	●	●	CP	2,05	FT	CP

Hexazinona	●	●	●	●	●	○	CP	4,58	PL	CP
Metribuzim	●	●	●	●	○	●	CP	2,57	FT	CP
Mesotriona	●	●	●	●	○	●	CP	1,47	LN	IN
Isoxaflutol	○	●	●	○	○	○	NC	0,55	LN	NC
Picloram	●	●	●	●	●	●	CP	5,54	PL	CP
Amicarbazona	●	●	●	○	○	○	IN	3,34	PL	CP
Imidacloprido	●	●	●	○	●	●	CP	3,76	PL	CP
Flumioxazina	○	○	○	○	●	○	NC	1,41	LN	NC

● Atende ao critério EPA; ○ Não atende ao critério EPA CP: Contaminante em Potencial; IN: Intermediário Potencial de Contaminação; NC: Não Contaminante; - (dados não disponíveis); PL: Provável Lixiviação; FT: Faixa de Transição; LN: Lixiviação Nula; I: (Inconclusivo/dados não disponíveis)

Conforme os critérios da EPA, princípios ativos que possuem propriedades, como elevada solubilidade em água, baixa adsorção à matéria orgânica no solo e alta meia-vida no solo, tendem a atingirem o lençol freático, quando comparados com os demais, potencializando a contaminação das águas subterrâneas (MILHOME, 2011; MILHOME et al., 2009; MARQUES, et al., 2007; PRIMEL, et al., 2005). Considera-se como contaminantes potenciais (CP) de acordo com o critério EPA, aqueles princípios ativos em que a maioria (>3) de suas propriedades físico-químicas atendam as condições propostas pelo método (ROCHA, 2011; MILHOME, 2011).

Dessa forma, dentre os princípios ativos avaliados quanto ao método EPA, 52% (Tabela 12), se encontram inseridos na faixa de potencial contaminação (PC) das águas subterrâneas. Os princípios ativos MSMA, Paraquate, Imazapique e Amicarbazona foram classificados como de intermediário potencial de contaminação (IN), já os compostos: Fipronil, Fluazifope-P, Lambda-Cialotrina, Etefom, Imazapir, Oxyfluorfem e Isoxaflutol, que correspondem a 32% dos compostos avaliados, classificaram-se como não contaminantes (NC).

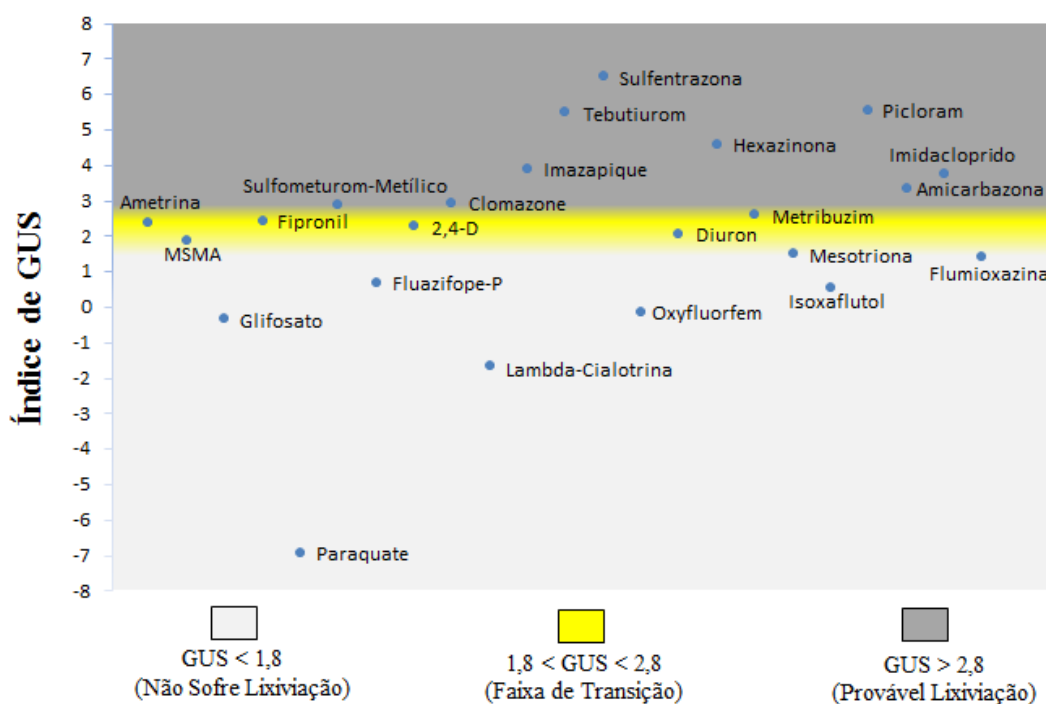
Britto (2011), ao avaliar o potencial de contaminação das águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na cultura de cana-de-açúcar na sub-bacia do rio Poxim-SE, observou para a aplicação dos critérios do método da EPA que a maioria dos compostos que apresentaram maior tendência de contaminação das águas subterrâneas, com destaque para os princípios ativos: Metribuzim e Diuron, que também foram classificados como contaminantes potenciais no presente estudo. A mesma tendência de contaminação quando verificado os critérios do método da EPA, assemelha-se na análise do estudo desenvolvido por Milhome et al.,(2009), que obtiveram um percentual de 47% dos princípios ativos investigados classificados como contaminantes potenciais (CP).

Quanto ao critério de GUS, os princípios ativos foram enquadrados na condição de provável lixiviação (PL) e faixa de transição (FT), os quais podem oferecer risco potencial de contaminação, e os compostos com potencial de lixiviação nulo (LN), ou seja, aqueles que apresentam índice de GUS < 1,8, os quais podem ser considerados não contaminantes em águas subterrâneas (MARQUES, 2005). Segundo Silva (2004); Britto (2011); Ruy e Reis (2012), quanto maior a meia-vida do composto e menor a sorção da molécula nas partículas

de matéria orgânica do solo, maior será o valor de GUS, ou seja, maior seu potencial de lixiviação no perfil do solo e, conseqüentemente, contaminação das águas subterrâneas.

Dessa forma, quanto à análise do critério GUS, 39% dos princípios ativos avaliados possuem tendência de provável lixiviação (PL), sendo estes: Sulfometurom-Metílico, Clomazone, Imazapique Tebutiurom, Sulfentrazona, Hexazinona, Picloram, Amicarbazona e Imidacloprido (Figura 27). Os princípios ativos Sulfentrazona (6,47), Picloram (5,54) e Tebutiurom (5,46) obtiveram os maiores valores de provável lixiviação ($GUS > 1,8$) pelo índice.

Figura 27- Avaliação do risco de contaminação das águas subterrâneas pelo Índice de GUS



Fonte: Autora (2016)

No estudo desenvolvido por Armas e Monteiro (2005), referente à análise do risco de contaminação das águas subterrâneas por agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar na sub-bacia hidrográfica do rio Corumbataí, foi observado uma semelhança a presente pesquisa, onde a maioria dos princípios ativos avaliados possuem tendência de provável lixiviação (75%), além disso, os três compostos que apresentaram a maior tendência de

lixiviação para as águas subterrâneas encontrados pelos autores também foram os mesmos diagnosticados neste estudo.

Britto et al., (2015), ao avaliarem o risco de contaminação das águas subterrâneas pelo índice de GUS por agrotóxicos aplicados no Perímetro Irrigado Betume no baixo rio São Francisco, concluíram que 37% dos compostos avaliados apresentaram valores que indicam um provável risco de lixiviação, tais resultados assemelham-se aos encontrados neste estudo.

Os compostos: Ametrina, MSMA, Fipronil, 2,4 D, Diurom e Metribuzim por estarem inseridos na faixa de transição $1,8 < \text{GUS} < 2,8$ apresentam tendência de provável lixiviação (PL), os demais compostos correspondendo um total de 35% possuem lixiviação nula (LN). Na concepção de Marques (2005), os compostos enquadrados na faixa de transição de acordo com o critério GUS podem oferecer risco potencial de contaminação, além desses, aqueles que apresentaram índice de GUS na faixa de transição e potencial contaminação quando avaliados pelo critério EPA, também oferecem risco potencial de contaminação das águas subterrâneas.

Quando comparado o método EPA e o Índice de GUS, observa-se que sete princípios ativos, sendo estes: Sulfometurom-Metílico, Clomazone, Tebutiurom, Sulfentrazona, Hexazinona, Picloram, e Imidacloprido, foram classificados como contaminantes potenciais (CP) e que possuem provável lixiviação (PL), mostraram concordância quando avaliados pelos dois métodos, ou seja, tais compostos são os mais suscetíveis de contaminação das águas subterrâneas.

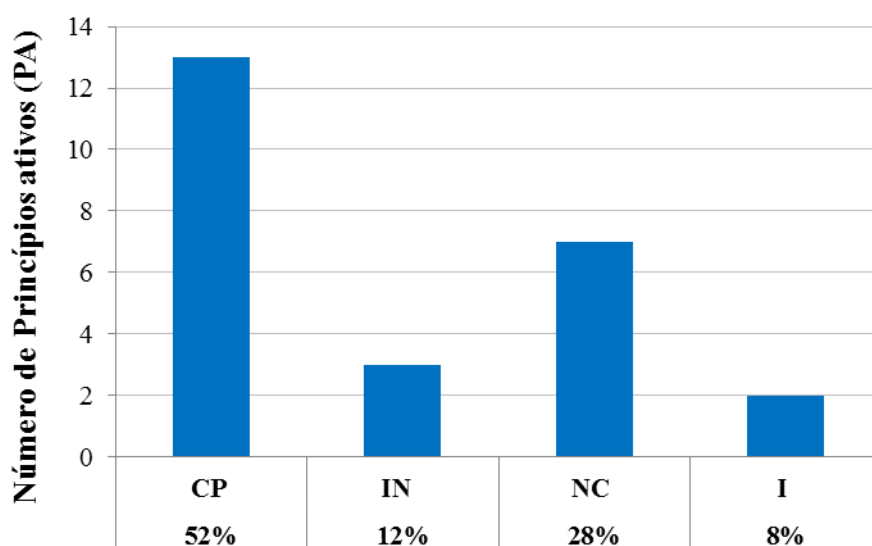
Além disso, outra semelhança entre os métodos, é que a maior parte dos princípios ativos classificados como não contaminantes pelo critério EPA, também possuem tendência de não lixiviarem para as águas subterrâneas, sendo estes: Fluazifope-P, Lambda-Cialotrina, Oxyfluorfem, Isoxaflutol e Flumioxazina.

Na concepção de Primel et al., (2005), a análise do potencial de lixiviação dos compostos apesar de abordar apenas algumas propriedades físico-químicas dos agrotóxicos sem levar em consideração as características do solo e clima, os critérios propostos, podem ser considerados como ferramentas para a avaliação inicial do potencial de poluição ambiental. Ainda de acordo com os autores, a aplicação de altas doses, associado ao alto

potencial de lixiviação e solos com baixa capacidade de retenção sugerem uma situação de alto risco dos compostos para o ambiente.

O resultado geral do risco de contaminação das águas subterrâneas (Figura 28) quando analisados ambos os métodos (EPA e GUS), mostra que 13 dos princípios ativos identificados na usina, correspondendo a 52% destes, classificam-se como contaminantes potenciais (CP), 12% enquadram-se na classe intermediária de contaminação (IN), 28% do total classificam-se como não contaminantes (NC) e o restante por falta de dados das propriedades físico-químicas não foram analisados, sendo portanto, inconclusivos (I).

Figura 28- Análise geral do risco de contaminação das águas subterrâneas



Fonte: Autora (2016)

Dessa forma, a análise geral do risco de contaminação mostra que, a maioria dos princípios ativos avaliados apresentam tendência de contaminação potencial das águas subterrâneas, tais resultados merecem atenção quanto ao uso indiscriminado desses compostos no ambiente, principalmente quanto à contaminação das águas subterrâneas, sendo estas, ainda poucas monitoradas nos estudos ambientais.

Dos 13 princípios ativos que foram classificados como contaminantes potenciais pela análise geral de contaminação das águas subterrâneas, apenas 06 foram analisados nas

amostras de cana-de-açúcar pelo LABTOX/ITEP, o que corrobora para um cenário preocupante de contaminação das águas subterrâneas.

6.2.2.2 Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais

O Método de GOSS (1992) estabelece critérios para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por meio da classificação dos compostos em dois grupos: aqueles que podem ser transportados dissolvidos em água (PTDA), e aqueles que possuem tendência de transporte associados ao sedimento em suspensão (PTAS). Os princípios ativos foram classificados em alto potencial (AP), médio potencial (MP) e baixo potencial (BP) de transporte associado ao sedimento ou dissolvido em água, conforme apresentado na tabela do APENDICE C e na Tabela 13.

Dentre os princípios ativos analisados quanto à avaliação de contaminação das águas superficiais por meio do transporte das moléculas associado ao sedimento (PTAS), 02 compostos (MSMA e Paraquate) possuem tendência de alto potencial (AP) de contaminação, 14 compostos (61%) se encontram-se inseridos na faixa de médio potencial (MP) e 07 princípios ativos (30%), apresentam tendência de baixo potencial (BP), conforme Tabela 13.

Tabela 13- Distribuição dos princípios ativos utilizados na CIA Usina São João quanto ao risco de contaminação em água superficial pelo método de GOSS

Análise do Risco de Contaminação em Água Superficial pelo Método de GOSS		
	RISCO	PRINCIPIO ATIVO
ASSOCIADO AO SEDIMENTO	Alto Potencial	MSMA e Paraquate
	Médio Potencial	Glifosato; Fipronil; Fluazifope-P-Butílico; Clomazone; Lambda Cialotrina; Imazapique; Tebutiurum; Sulfentrazona; Oxyfluorfem; Diuron; Hexazinona; Picloram; Imidacloprido; Flumioxazina.
	Baixo Potencial	Ametrina; Sulfometuron-Methyl; 2,4 D; Metribuzim; Mesotriona; Isoxaflutol; Amicarbazona.
DISSOLVIDO EM ÁGUA	Alto Potencial	Ametrina; MSMA; Fipronil; Paraquate; Clomazone; Imazapique, Tebutiurum; Sulfentrazona; Diuron; Hexazinona; Picloram; Imidacloprido
	Médio Potencial	Glifosato; Sulfometuron-Methyl; Fluazifope-P-Butílico; 2,4-D; Metribuzin; Mesotriona; Isoxaflutol; Amicarbazona; Flumioxazina.
	Baixo Potencial	Lambda-Cialotrina e Oxyfluorfem,

Fonte: Autora (2016)

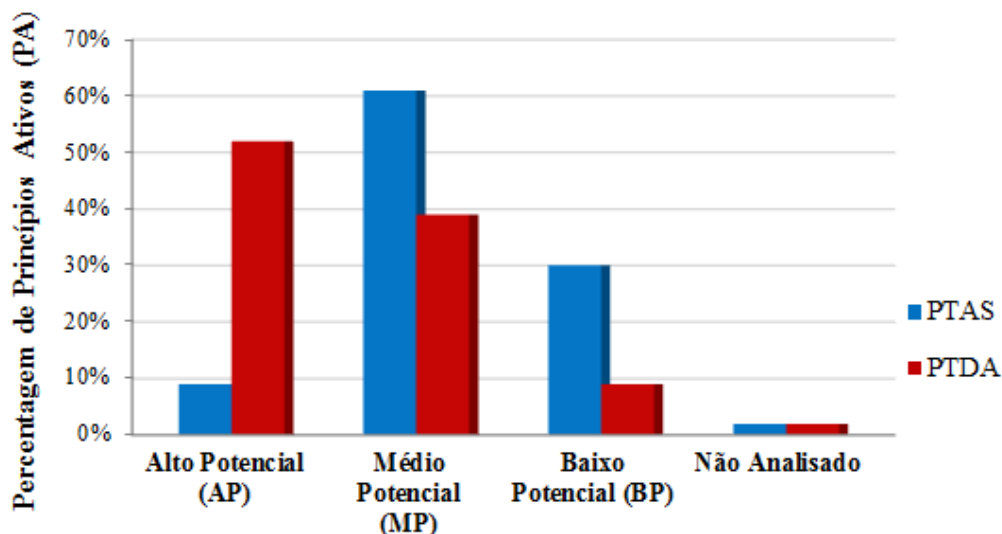
Quando avaliada a contaminação das águas superficiais por meio do transporte dos princípios ativos dissolvidos em água (PTDA), 12 dos compostos (52%), sendo estes: Ametrina; MSMA; Fipronil; Paraquate; Clomazone; Imazapique, Tebutiurum; Sulfentrazone; Diuron; Hexazinona; Picloram e Imidacloprido apresentaram tendência de alto potencial (AP) de contaminação; 09 compostos (39%) foram classificados como de médio potencial (MP), e apenas 02 compostos, possuem baixo potencial de transporte dissolvido em água. Os princípios ativos: Etefom e Imazapir não foram analisados por ambos os métodos em virtude da ausência de informação do valor do Koc.

Quando comparado o resultado de contaminação das águas superficiais pelos dois meios de transporte (dissolvido em água e associado ao sedimento), foi possível identificar que os princípios ativos: MSMA e Paraquate, por se enquadrarem na classe de alto risco possuem as maiores tendências de serem transportados, conseqüentemente, estes compostos terão mais probabilidade de contaminarem as águas superficiais, por estarem susceptíveis aos dois meios de transportes.

A análise do resultado do transporte dos princípios ativos associados ao sedimento (PTAS) mostra que a maioria dos compostos estudados apresenta tendência de médio potencial (MP) de contaminação das águas superficiais, já com relação à análise do transporte dos compostos dissolvidos em água (PTDA), a maior parte dos princípios ativos foram classificadas como de alto potencial (AP) de contaminação (Tabela 13).

Dessa forma, o resultado geral do risco de contaminação das águas superficiais (Figura 29), mostra que, dentre os princípios ativos aplicados na CIA Usina São João a maioria destes possuem uma maior tendência de transporte, provavelmente por meio do carreamento das águas da chuva. Esse processo de transporte envolve mecanismo que dissolvem as moléculas presentes no ar, no solo e os dispersam nas áreas mais baixas do ambiente (MILHOME, 2011).

Figura 29- Análise geral do risco de contaminação das águas superficiais



PTAS: Potencial de Transporte Associado ao Sedimento em Suspensão;

PTDA: Potencial de Transporte Dissolvido em Água;

NA: Não Analisado. Fonte: Autora (2016).

No estudo desenvolvido por Milhome (2011), referente à análise do potencial de contaminação das águas superficiais dos agrotóxicos utilizados na agricultura do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi CE, observou-se que, quanto a avaliação do PTAS a maioria dos compostos analisados se encontra inserido nas classes de risco: médio e baixo potencial de contaminação, na análise do PTDA, a maior parcela dos princípios ativos se classificam como de médio e alto potencial de contaminação, ou seja, dentre os compostos investigados a maior parte possuem uma maior tendência de transporte dissolvidos em água o que corrobora com os resultados obtidos nesta pesquisa. Os mesmo resultados de tendência de contaminação por ambos os meios de transportes foram encontrados por Gama, Oliveira e Cavalcante (2013), ao avaliarem os pesticidas utilizados na região Semiárida do Estado do Ceará, e por Martini et al., (2012), ao avaliarem o padrão de contaminação das águas por pesticidas recomendados para a cultura do arroz no Estado do Rio Grande do Sul.

Os princípios ativos: 2,4 D, Glifosato, Imidacloprido, Lambda-Cialotrina, Mesotriona e Paraquate analisados por Milhome (2011) e pelo presente estudo, apresentaram resultados bem semelhantes de classificação de risco de contaminação de águas superficiais por ambos

os meios de transportes, divergindo-se apenas na análise do composto Lambda-Cialotrina para a tendência de transporte dissolvido em água.

Andrade et al., (2011) ao avaliarem a contaminação das águas superficiais por pesticidas utilizados nas áreas agricultáveis da região do Alto Parnaíba-MG, também concluíram que a maior tendência de contaminação ocorreu em virtude do transporte dos princípios ativos dissolvidos em água. Segundo os autores, a análise dos compostos (2,4 D, Fluazifope-P-Butílico, Lambda-Cialotrina, Metribuzim e Oxyfluorfem) que também são utilizados na Usina São João, mostrou concordância em quase todos os compostos investigados, com exceção apenas do resultado de transporte dissolvido em água do pesticida Oxyfluorfem, os demais apresentaram a mesma tendência de contaminação.

Britto (2011), ao aplicar o método de GOSS, também observou que o maior potencial de contaminação está associado aos pesticidas transportados dissolvidos em água (59%), dentre os princípios ativos classificados como de alto potencial, alguns merecem destaque: Ametrina, Diuron, Paraquate, Hexazinona e Fipronil, pois, tais compostos também foram enquadrados na classe de alto risco no presente estudo.

7 CONCLUSÕES

- ✓ O levantamento dos agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar da Usina São João, mostrou que estão sendo lançados na área de estudo 25 princípios ativos em diferentes fases do ciclo vegetativo da cultura a fim de minimizar as perdas na produção e atender a demanda de mercado, sendo que, muitos dos compostos utilizados são prioritários em estudos de monitoramento ambiental, principalmente quando avaliado o perfil toxicológico e ambiental.
- ✓ Embora o resultado das análises de resíduos de agrotóxicos para as amostras de cana-de-açúcar investigadas tenha apresentado um cenário menos preocupante de segurança alimentar, faz-se necessário uma análise periódica das amostras de cana-de-açúcar aliada aos dados dos boletins meteorológicos no período de amostragem para um diagnóstico mais detalhado.
- ✓ O diagnóstico do risco de contaminação dos recursos hídricos pela análise isolada das propriedades físico-químicas dos princípios ativos e posterior interações dessas características com a dinâmica no ambiente, mostram que os princípios ativos: 2,4 D, Glifosato, Picloram e Hexazinona, apresentaram uma maior concordância quanto à tendência de transporte de suas moléculas para as águas superficiais e subterrâneas.
- ✓ A avaliação do potencial de contaminação das águas subterrâneas evidencia que a maioria dos princípios ativos investigados foi enquadrada na classe de risco dos contaminantes potenciais (CP). Quando comparado a tendência de contaminação das águas superficiais a presente pesquisa concluiu que a maior parcela dos princípios ativos analisados apresentaram condições favoráveis de serem mais facilmente transportados por meio do escoamento superficial quando dissolvidos em água.
- ✓ As informações obtidas nesta pesquisa sobre os possíveis impactos do uso agrotóxicos na cultura de cana-de-açúcar e aos recursos hídricos subterrâneos e superficiais enfatizam a necessidade de implantação de programas de monitoramento ambiental priorizando os agrotóxicos potencialmente causadores de contaminação ambiental.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Analisar amostras de cana-de-açúcar num período maior de acompanhamento e, realizar um tratamento estatístico dos dados;
- ✓ Estudar os derivados da cana-de-açúcar na região, como exemplos: açúcar, caldo de cana, mel, rapadura, cachaça;
- ✓ Investigar os resíduos de agrotóxicos em águas subterrâneas e superficiais nas áreas mais próximas à plantação canavieira e realizar uma caracterização físico-química das águas e do solo;
- ✓ Identificar os fatores de riscos aos trabalhadores decorrentes de condições do ambiente trabalho que envolve as atividades de manuseio e aplicação de agrotóxicos na Usina.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ - ADAPAR. **Pesquisa de Bulas de Agrotóxicos.** Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=389>. Acesso em: 25 abr. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA: **Relatório da Anvisa indica resíduo de agrotóxico acima do permitido.** (2013). Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/noticias>. Acesso em: 25 nov. 2014.

_____. ANVISA: **Seminário volta a Discutir Mercado de Agrotóxicos em 2012.** (2013) Brasília. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 26 nov. 2014.

_____. ANVISA: **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA.** (2013). Relatório de Atividades de 2011 e 2012. Gerência Geral de Toxicologia. Brasília, 29 de outubro de 2013. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d480f50041ebb7a09db8bd3e2b7e7e4d/Relat%C3%B3rio%2BPARA%2B2011-12%2B-%2B30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 25 nov. 2014.

_____. ANVISA: **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA.** (2014). Relatório Complementar Relativo à Segunda Etapa das Análises de Amostras Coletadas em 2012. Gerência Geral de Toxicologia. Brasília, outubro de 2014. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d67107004634368583a5bfec1b28f937/Rela%C3%B3rio+PARA+2012+2%C2%AA+Etapa+-+17_10_14-Final.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 25 nov. 2014.

AGROFIT - SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS. **Consulta de Ingrediente Ativo.** (2016). Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 17 mar. 2016.

_____. AGROFIT. **Consulta de Produtos Formulados.** (2015). Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/lap_produto_form_detalhe_cons?p_id_produto_formulado_tecnico=5305&p_tipo_janela=NEW. Acesso em: 22 dez. 2015.

ALBRECHT, A. J. P.; ALBRECHT, L. P.; BARROSO, A. A. M.; VICTORIA FILHO, R. O milho RR2 e o glyphosate: Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v. 13, n.1, p. 58-67, jan/abr. 2014.

ALVES, F. **Herbicidas. Elementos de apoio à utilização em modo de Produção Integrada da Vinha**. Boletim Informativo. Produção e Impressão ADVID - Fevereiro de 2012.

AMBRÓSIO, J. B. **Avaliação dos Efeitos Citotóxicos, Genotóxicos e Mutagênicos de 2 Classes de Agrotóxicos Utilizados em Cultura de Cana-de-Açúcar no Estado de São Paulo-Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 37 p, 2012.

ANASTASSIADES, M.; LEHOTAY, S. J.; STAJNBAHER, D.; SCHENCK, F. J. **Fast and Easy Multiresidue Method for the Determination of Pesticide Residues in Produce by Acetonitrile Extraction/Partitioning and Dispersive Solid-Phase Extraction**. JAOAC Int. 86, 412 - 431, 2003.

ANDRADE, A. L. B.; CARDOSO, M. B. **Cultura da cana-de-açúcar**. Lavras: UFLA, FAEPE, 2004.

ANDRADE, A. S.; QUEIROZ, V. T.; LIMA, D. T.; DRUMOND L. C. D. Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba – MG. **Revista Química Nova**. v. 34, n. 7, p. 1129-1135, 2011.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da Ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p. 59-70, 2006.

ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R. Uso de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**. V. 28, n. 6, p. 975-982, 2005.

ARMAS, E. D. **Biogeodinâmica de herbicidas utilizados na cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) na sub-bacia do rio Corumbataí**. Tese (Doutorado em Ecologia de Agrosistemas). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 186 p, 2006.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL - ANDEF. **Manual de tecnologia de aplicação**/ -- Campinas. São Paulo: Linea Creativa, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA - ABRASCO. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Dossiê ABRASCO. Parte 1 – Agrotóxicos, segurança alimentar e nutricional e saúde. (a). Rio de Janeiro, 88 p, abril, 2012.

_____. ABRASCO. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Dossiê ABRASCO. Parte 2 - Agrotóxicos, saúde, ambiente e sustentabilidade. (b). Rio de Janeiro, 140 p, junho, 2012.

_____. ABRASCO. **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 624 p, 2015.

ASSIS, A. P. **Desenvolvimento de um método voltamétrico para determinação do herbicida tebutiuram em amostras de açúcar.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Viçosa – MG, 132 p, 2012.

AUGUSTINHO, D. **Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar ao glifosato por meio do acúmulo do ácido chiquímico determinado por análises colorimétricas.** Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais-MG. 56 p, 2015.

AZANIA, C. A. M.; AZANIA, A. A. P. M.; PIZZO, I. V.; SCHIAVETTO, A. R.; ZERA, F. S.; MARCARI, M. A.; SANTOS, J. L. Manejo químico de Convolvulaceae e Euphorbiaceae em cana-de-açúcar em período de estiagem. **Planta Daninha.** Viçosa-MG. v. 27, n. 4, p. 841-848, 2009.

AZANIA, C. A. M.; PINTO, L. R.; ADRIANO, R. C.; PERECIN, D.; AZANIA, A. P. **The Use of Glyphosate in Sugarcane: A Brazilian Experience.** INTECH, Chapter 7, 2013.

BARBOSA, et al. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar.** Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. – Curitiba, 136 p. il, 2010.

BARCELÓ, D.; HENNION, M. C. Trace determination of pesticides and their degradation products in water, techniques and instrumentation in analytical chemistry. **New York: Elsevier.** v. 19, 1997.

BARLETTA, J. W. **Desenvolvimento e aplicação de uma nova fase para Extração por Sorção em Barra de Agitação (SBSE).** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, 102 p, 2010.

BATISTA, L. M. T. **Avaliação morfofisiológica da cana-de-açúcar sob diferentes regimes**

hídricos. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 81 p, 2013.

BELING, R. R. **Anuário brasileiro de cana-de-açúcar.** Santa Cruz, Editora Gazeta Santa Cruz, 136 p, 2004.

BENEDITE, M. S.; JÚNIOR, A. R. Respostas das variedades CTC a maturadores. **Revista Coplana.** 2009.

BLANCO, F. M. G.; VELINI, E. D.; BATISTA FILHO, A. Persistência do herbicida sulfentrazone em Solo cultivado com cana-de-açúcar. **Bragantia.** Campinas, v.69, n.1, p.71-75, 2010.

BRASIL. **Lei nº 7.802 de 11 de julho de 1989.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 de jul de 1989. Acesso em: 15 jan. 2015.

_____. **Lei nº 7.802 de 6 de Junho de 2000.** Altera a Lei nº 7802 de 11 de julho de 1989 Diário Oficial, Brasília, DF; 07 de Jun de 2000. Acesso em: 15 jan. 2015.

_____. **Lei nº 9.974 de 06 junho de 2000.** Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acesso em: 20 dez. 2015.

_____. **Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002.** Regulamenta a Lei nº 7.802/89. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 de jan de 2002. Acesso em: 15 jan. 2015.

_____. **Portaria nº 03 de janeiro de 1992.** Diretrizes e exigências referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acesso em: 15 jan. 2015.

_____. **Portaria nº 2.914 de 02 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Acesso em: 28 abr. 2015.

BRAIBANTE, M. E. F; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Revista Química e Sociedade.** v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. *Biologia de Plantas Daninhas*. Capítulo 1. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S; CONSTANTIN, J; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba- PR: Omnipax, 348 p, 2011.

BRITTO, F. B. **Pesticidas no alto do Rio Poxim e os riscos de contaminação**. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). Universidade Federal do Sergipe-UFS, São Cristóvão, 83 p, 2011.

BRITTO, F. B.; SILVA, T. M. M.; VASCO, A. N.; AGUIAR NETTO, A. O.; CARVALHO, C. M. Avaliação do risco de contaminação hídrica por agrotóxicos no Perímetro Irrigado Betume no Baixo Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.9, n.3, p. 158 - 170, 2015.

BUENO, A. C. R.; MACHADO, D. F. S. P.; AZANIA, A. A.P. M.; AZANIA, C. A. M.; Maturação estimulada. **Revista Cultivar**. v. 12, n. 139, p. 30-32, 2011.

CALDEIRA, D. S. A.; AMARAL, V. N.; CASADEI, R. A.; BARROS, L. V.; FIGUEIREDO, Z. N. Controle de plantas daninhas em pastagem usando doses e misturas de herbicidas. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

CAMPANHA PERMANENTE CONTRA OS AGROTÓXICOS E PELA VIDA. (2011) **Agrotóxico Mata**. Disponível em: <http://www.contraosagrototoxicos.org/index.php/campanha>. Publicado em: 12 nov. 2011. Acesso em: 03 ago. 2015.

CANABRAVA, A. P. **História econômica: estudos e pesquisas**. São Paulo: Unesp, 320 p, 2005.

CAPUTO, M. M.; BEAUCLAIR, E. G. F.; SILVA, M. A.; PIEDADE, S. M. S. **Resposta de genótipos de cana-de-açúcar à aplicação de indutores de maturação**. *Bragantia*, v. 67, p. 15-23, 2008.

CARBONARI, C. A.; GOMES, G. L. G. C.; VELINI, E. D. Efeitos de períodos sem a ocorrência de chuva na eficácia do flumioxazin aplicado no solo e na palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.9, n.3, p.81-88, set-dez, 2010.

CARDOSO, G. B. C. **Aplicação de dessecante na cultura de cana-de-açúcar (*Saccharum ssp.*) para colheita mecanizada**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 71 p, 2011.

CARVALHO, F. T.; CASTRO, R. M.; OTSUBO, R. I.; PEREIRA, F. A. R. Controle de dez espécies daninhas em cana-de-açúcar com o herbicida mesotrione em mistura com ametryn e metribuzin. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 28, n. 3, p. 585-590, 2010.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. Editado pelo autor, Lages, Santa Catarina- SC, 82 p, 2013.

CARVALHO, D. R.; LIMA, M. F. P.; FREITAS, F. C. SILVA.; M. G. O.; ROCHA, P. R. L.; GRANGEIRO, L. C. Eficiência do oxyfluorfen no controle de plantas daninhas na cultura da cebola transplantada irrigada por gotejamento. **Revista Agro@mbiente On-line**. v. 8, n. 1, p. 127-133, 2014.

CERDEIRA, A. L.; PESSOA, M. C. P. Y.; BONATO, P. S.; QUEIROZ, R. H. C.; LANCHOTE, V. L.; Resíduos e lixiviação do herbicida picloram em água, em área de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.3, n. 1, 2002.

CERDEIRA, A. L.; SANTOS, N. A.G.; PESSOA, M. C. P. Y.; GOMES, M. A. F.; LANCHOTE, V. L. Herbicide leaching on a recharge área of the Guarany Aquifer in Brazil. **Journal of Environmental Science and Health**. Lond, v. 40, p. 159-165, 2005.

CESNIK, R., MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Embrapa Informações Tecnológicas. Brasília, DF. 307 p, 2004.

CODEX ALIMENTARIUS. Internacional Food Standards. **Sobre Codex**. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>. Acesso em: 15 jul. 2015.

COHEN, S. Z.; WAUCHOPE, R. D.; KLEIN, A. W.; EADSFORTH, C. V.; GRANEY, R. Offsite transport of pesticides in water mathematical models of pesticide leaching and runoff. **International Union of Pure and Applied Chemistry**. v. 67, n. 12, p. 2109-2148, 1995.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da Safra Brasileira: Cana-de-Açúcar, 2013/2014**. Segundo levantamento. Brasília, agosto de 2013.

CORREIA, N.M.; KRONKA JR., B. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de Euphorbia Heterophylla na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 28, n. 4, p. 853-863, 2010.

COSTA, A. G. F., VELINI, E. D., NEGRISOLI, E., CARBONARI, C. A., ROSSI, C.V.S., CORRÊA, M. R.; SILVA, F. M. L. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p. 203-210, 2007.

COSTA, S. I. da S. **Seletividade do herbicida saflufenacil aplicado em pós-emergência em dez variedades de cana-de-açúcar na condição de soca**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista-UNESP. Botucatu, São Paulo, 54 p, 2010.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; CARVALHO, J. C. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas. 2. Ed, 100 p, 2004.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L.; NICOLAI, M; CARVALHO, S. J. P. Manejo de plantas daninhas na cultura da cana-de-açúcar: novas moléculas herbicidas. In: **II Simpósio de Tecnologia de Produção de Cana-de-Açúcar**, Piracicaba. Palestras. ESALQ/POTAFOS, 2005.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. **Dinâmica dos herbicidas aplicados ao solo na cultura de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP. 49 p, 2005.

DIAS, C. M. de O. **Indicadores fisiológicos, fitotécnicos e agroindustriais de variedades de cana-de-açúcar cultivadas sob duas condições hídricas**. Dissertação (Mestrado em produção vegetal do Semiárido). Universidade Estadual de Montes Claro, Minas Gerais-MG, 67 p, 2011.

DIAS, F. A. **Tolerância de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) a herbicidas utilizando plantas micropropagadas**. Mestrado (Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 101 p, 2013.

DOMINGUES, E. **Sistema de Informação Geográfica e a Contaminação de Agrotóxicos no Meio Ambiente da Cana-de-Açúcar na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo – SP/MG**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 149 p, 2010.

DORES, E. F. G. C; DE-LAMONICA-FREIRE. E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticida. Estudo de caso: águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso, Análise Preliminar. **Química Nova**. v. 24, n.1, p. 27-36, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Agroecologia da Cana-de-Açúcar**. (2010). Disponível em: <http://www.cana.cnpm.embrapa.br/agroeco>. Acesso em 25 nov. 2014.

FELISBERTO, P. A. C. **Efeito de subdoses de maturadores de cana-de-açúcar na cultura do milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Goiás-UFGO, Regional Jataí, 101 p, 2015.

FÉLIX, J. M. S.; SANTOS, C. M.; RODRIGUES, L. P. M. Problemas Sociais e Ambientais Provocados pela Produção da Cana-de-Açúcar na Zona da Mata Paraibana. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEÓGRAFOS. **Anais...** Vitória-ES, 11 p, 2014.

FERNANDES, A. J. **Manual da cana-de-açúcar**. Piracicaba: Livro Ceres. 196p, 1984.

FERNANDES NETO, M. de L. **Norma brasileira de potabilidade de água: análise dos parâmetros pesticidas numa abordagem de avaliação de risco**. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 169 p, 2010.

FERNANDES NETO, M. de L.; SARCINELLI, P de N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição ao processo de atualização da legislação brasileira. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. v.14, n.1, p. 69-78, jan/mar 2009.

FERREIRA, A. S. G. **Ocorrência de herbicidas nas águas do rio Ipojuca, Pernambuco**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, Recife, 128 p, 2013.

FERRELL, M. A.; MILLER, S. D.; WHITSON. T. D. **Basic Guide to Weeds and Herbicides**. Department of Plant Sciences, University of Wyoming. [Online] Available: www.uwyo.edu/plants/wyopest/TrainingManuals/Weedctrl.pdf. 2004.

FIGUEIREDO, T. Q. A produção sucroalcooleira e a sustentabilidade: um diagnóstico do início do século XXI na Paraíba. **Revista Olhares Plurais**, vol. 1, n. 2, p. 17, 2010.

FREITAS, F. C. L.; GROSSI, J. A. S.; BARROS, A. F.; MESQUITA, E. R.; FERREIRA, F. A. Controle de plantas daninhas na produção de mudas de plantas ornamentais. **Planta Daninha**. v. 25, n. 3, p. 595-601, 2007.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. **Artigo relaciona morte de trabalhadores por agrotóxicos e sua subnotificação**. (2015). Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pt-br/content/artigo-relaciona-morte-de-trabalhadores-poragrototoxicos-e-sua-subnotificacao>. Acesso em: 24 de mar. 2016.

FUMES, B. H. **Avaliação do emprego da técnica MEPS na análise de agrotóxicos em caldo de cana-de-açúcar por GC-MS**. Dissertação (Mestrado em Química Analítica e Inorgânica). Universidade de São Carlos, 83 p, 2015.

FURLANI, R. P. Z.; MARCILIO, K. M.; LEME, F. M.; TFOUNI, S. A. V. Analysis of Pesticide Residues in Sugarcane Juice Using QuEChERS Sample Preparation and Gas Chromatography with Electron Capture Detection. **Food Chemistry**. v. 126 , p. 1283–1287, 2011.

GALLI A. J. B. A molécula glyphosate e a agricultura brasileira. In: VELINI, E. D, MESCHÉDE, D. K, CARBONARI, C. A, TRINDADE, M. L. B (ED.). **Glyphosate**. Botucatu: Fepaf, p. 439, 2009.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 920 p, 2012.

GALON, L.; TIRONI, S. P.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F.; CONCENÇO, G.; ROCHA, P. R. R.; KUNZ, V. L.; FERREIRA, E. A.; FERREIRA, F. A. Eficiência de controle de brachiaria brizantha e seletividade dos herbicidas {(diuron + hexazinone) + MSMA} aplicados à cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**. Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 367-376, 2012.

GAMA, A. F.; OLIVEIRA, A. H. B.; CAVALCANTE, R. M. Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no Semiárido Cearense. **Química Nova**. v. 36, n. 3, 462-467, 2013.

GARBELLINI, G. S. **Determinação eletroquímica de pesticidas residuais em amostras dos principais derivados de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Carlos, 167 p, 2005.

GARCIA, E. G.; ALVES FILHO, J. P. **Aspectos de prevenção e controle de acidentes no trabalho com agrotóxicos**. São Paulo: Fundacentro, 2 p, 2005.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. **Crop- water relations**. New York: John Wiley. 547p. 1983.

GHISELLI, G.; JARDIM, W. F. Interferentes Endócrinos no Ambiente. **Química Nova**. São Paulo; v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.

GIANOTTO, A. C et al. Sugarcane (Saccharum X officinarum): A Reference Study for the Regulation of Genetically Modified Cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biol.** v. 4, p. 62–89, 2011.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. Editora Atlas S.A, 4. Ed. São Paulo, 2002.

GOMES JUNIOR, A. R.; TORREZAN, M. A.; SANTOS, S. R; **Manejo de Plantas Daninhas na Cultura da Cana de açúcar**. Piracicaba, 2011.

GOSS, D. W.; **Weed Technol.** 6, 701, 1992.

GUERRA, E. P. **Avaliação da adaptabilidade e estabilidade de clones precoces de cana-de-açúcar (saccharum spp.)** Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 132 p, 2010.

GUSTAFSON, D. I. **Environmental Toxicology Chemicals**. 8, 339, 1989.

HALTER S. História do herbicida agrícola glyphosate. In: VELINI, E.D.; MESCHÉDE, D.; CARBONARI, C.A.; TRINDADE, M.L.B. **Glyphosate**. Botucatu: Fepaf, p. 11-16, 2009.

HARDOIM, P. R. **Formação de micorriza arbuscular e análise do transcrito de raízes de cana-de-açúcar colonizadas por *Glomus clarum* na presença de herbicidas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP, 90 p, 2006.

HOLANDA, L. A. **Produtividade, Índices de Crescimento e Eficiência no Uso da Água de Irrigação em Cana-de-açúcar**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma). Universidade Federal de Alagoas-UFAL, Rio Largo, 38p, 2010.

HOWARD, P. H. **Handbook of environmental fate and exposure data for organic chemicals: pesticides**. Chelsea: Lewis Publisher, 1991.

HUTH, C; ROGGIA, S; CANTONE, W; GUEDES, J.V.C. **Efeito sistêmico de inseticida (Tiametoxam + Lambda Cialotrina) em planta de soja**. VI Congresso Brasileiro de Soja. Cuiabá-MT, 4p, 2012.

INNOCENT, A. F. **Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu-SP, 139 p, 2015.

ISMAEL. L. L.; ROCHA, E. M. R.; LINS FILHO, L. A. L.; LIMA, R. P. A; Resíduos de agrotóxicos em alimentos: preocupação ambiental e de saúde para população paraibana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 10, n.3, p 24 - 29, jul-set, 2015.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP. **Resíduos de Agrotóxicos**. Disponível em: <http://www.itep.br/index.php/laboratorios-labtox/agrotoxicos-e-contaminantes-labtox/residuos-de-agrotoxicos>. Acesso em: 20 de mar. 2015.

JUNIOR, M. E. **Controle biológico de insetos pragas**. I Seminário Mosaico Ambiental: Olhares sobre o ambiente. Campos dos Goytacazes, RJ, ago. 2011.

KAUARK, F. S.; MAHÃES, F. C.; MEDEIROS, A. C. **Metodologia da Pesquisa: Um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 88p, 2010.

KEITH, L. H. Environmental Endocrine Disruptors. **Pure and Applied Chem**. Oxford, v. 70, n. 12, p. 2319-2326, 1998.

KLEIN, V. **Características agronômicas, químicas e bromatológicas de variedades de cana-de-açúcar para uso forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Goiás. Jataí-GO, 39 p, 2010.

KLINGMAN, G. C.; ASHTON, F. M.; NOORDHOFF, L. J. **Weed Science: principles and practices**. 2. ed. New York: John Wiley, 1982.

LEITE, G. H. P., CRUSCIOL, A. C. & SILVA, M. A. Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 32, 129-138, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p129>. Acesso em: 24 set de 2015.

LIMA, E. R. V. **Expansão canavieira e transformações no espaço agrário do município de Santa Rita: O caso do núcleo de urbanização rural de Lerolândia**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia). Universidade Federal da Paraíba-UFPB, 1984.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1ª. edição, 190 p, 2011.

LOURENCETTI, C.; SPADOTTO, C. A.; SILVA, M. S.; RIBEIRO, M. L. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v. 15, p. 1-14, 2005.

LOURENÇO, A. A. **Território canavieiro: Cultura e transformações socioeconômicas no Município de Sapé/PB**. Monografia (Graduação em Geografia). Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Guarabira, 127 p, 2011.

MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P. E.; TAKAMATSU, S. Y. **Biometria em Cana-de-açúcar**. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 2011.

MANCUSO, M. A. C.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L. Efeito residual de herbicidas no solo ("Carryover"). **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.10, n.2, p.151-164, mai./ago. 2011.

MARIN, F. R. **Eficiência de produção da cana-de-açúcar brasileira: estado atual e cenários futuros baseados em simulações multimodelos**. Doutorado (Livre Docência). Piracicaba-São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 262 p, 2014.

MARIN, F. R.; PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; ZULLO JUNIOR. J. Cana-de-Açúcar. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed). **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, p. 111-130, 2009.

MARQUES, M. N. **Avaliação do impacto de agrotóxico e áreas de proteção ambiental pertencente à bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape São Paulo: uma contribuição à análise crítica da legislação sobre o padrão de potabilidade**. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. 2018 p, 2005.

MARQUES, M. N.; BADIRU, A. I.; BELTRAME, O.; PIRES, M. A. F. Pesticide Leaching and Run-off Hazard in the Ribeira de Iguape River Basin in São Paulo State, Brazil. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.** v. 2, n. 2, p. 179-185, 2007.

MARTINI, L. F. D.; CALDAS, S. S.; BOLZAN, C.M.; BUNDT, A. D. C.; PRIMEL, E. G.; AVILA, L. A. Risco de contaminação das águas de superfície e subterrâneas por agrotóxicos recomendados para a cultura do arroz irrigado. **Revista Ciência Rural.** v.42, n.10, 7 p, outubro de 2012.

MATIAS, J. **Nova Expansão Canavieira, Mudanças Espaciais e Produtivas: o Caso do Município de Santa Rita – PB**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal da Paraíba-UFPB. João Pessoa, 117 p, 2010.

MCBRIDE, D. K. **Managing pesticides to prevent groundwater contamination**. Fargo, ND: North Dakota State University Extension Service, 12 p. (PublicationE-979), 1989.

MELO, M. L. **O açúcar e o homem**. Série Estudos e pesquisa 4 – Conselho Federal de Cultura – Ministério da Educação e Cultura – Instituto Nabuco de Pesquisas Sociais. Recife, 1975.

MELO, E. B.; SILVA, A. A. P.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; VILAR, C. C.; BOTTEGA, E.L.; MACIEL, C. D. G. Alternativas para a catação química de touceiras de capim-colonião e capim-braquiária em cana-soca. **Revista Brasileira de Herbicidas.** v.12, n.3, p. 307-317, set./dez. 2013.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, D. O. B.; LIMA, F. A. F.; NASCIMENTO, R. F. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental,** v.14 n.3, 10 p, 2009.

MILHOME, M. A. L. **Influência do uso de agrotóxicos na qualidade dos recursos hídricos da região do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi/CE.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, 148 p, 2011.

MILHOME, M. A. L.; SOUSA, P. L. R.; ANDRADE, G. A.; CASTRO, R. C.; NASCIMENTO, R. F. Estudo do nível de exposição por agrotóxicos nos recursos hídricos da região do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi-CE. **XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.** 14 p, 2011.

MONCADA, A. **Environmental fate of diuron.** **Environmental Monitoring Branch.** 2005. Disponível em: <http://www.cdpr.ca.gov/docs/emon/pubs/fatememo/diuron.pdf>. Acesso em: 10 de mar. 2016.

MONSANTO. **Segurança do glifosato.** Disponível em: <http://www.monsanto.com/global/br/produtos/pages/seguranca-glifosato.aspx>. Acesso em: 10 de abr. 2016.

MONQUERO, P. A.; BINHA, D. P.; SILVA, A. C.; SILVA, P. V.; AMARAL, L. R. Eficiência de herbicidas pré-emergentes após períodos de seca. **Planta Daninha.** Viçosa-MG, v. 26, n. 1, p. 185-193, 2008.

MONTEIRO, R. A. **Processo de trabalho da atividade de aplicação manual de herbicidas na cultura da cana-de-açúcar: riscos ergonômicos e ecotoxicológicos.** Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa, 141p, 2001.

MONQUERO, P. A.; SILVA, P. V.; SILVA HIRATA, A. C.; TABLAS, D. C.; e ORZARI, I. Lixiviação e persistência dos herbicidas sulfentrazone e imazapic. **Planta Daninha.** Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 185-195, 2010.

MOREIRA, R. **O Discurso do Avesso.** Rio de Janeiro: Dois Pontos, 1988.

MOURÃO, M. M. **Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar a herbicidas.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras-UFLA, Minas Gerais, 51 p, 2014.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MORELLI, J. L.; COSTA, A. G. F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta Daninha.** v. 22, p. 567- 575, 2004.

NIMMO, D. R. Pesticides. In: RAND, G. M.; PETROCELLI, S. R. (Ed.). **Fundamentals of aquatic toxicology**: methods and applications. New York: Hemisphere, p. 335-373, 1985.

OLIVEIRA, M. F. Comportamento de Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J. **Plantas Daninhas e seu Manejo**. Guaíba: Agropecuária, Porto Alegre, RS, 362 p, 2001.

OLIVEIRA, T. G., FAVARETO, A. P. A., ANTUNES, P. A. Agrotóxicos: Levantamento dos mais Utilizados no Oeste Paulista e seus Efeitos como Desreguladores Endócrinos. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**. Saúde, Saneamento e Meio Ambiente. V.9, n.11, p. 375-390, 2013.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Introdução ao Controle Químico. **Capítulo 6**. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTATIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba- PR: Omnipax, 348 p, 2011.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Mecanismos de ação de herbicidas. **Capítulo 7**. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S; CONSTATIN, J; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba- PR: Omnipax, 348 p, 2011.

OLIVEIRA, M. F.; BRIGHENTI, A. M. Comportamento dos Herbicidas no Ambiente. Capítulo 11. In: Oliveira JR, R. CONSTATIN, J; INOUE, M. H. S. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba- PR: Omnipax, 348 p, 2011.

PAGLIARINI, D. S.; ROTT, D. C.; ARALDI, I. C. C.; ELSNBACH, M. E.; WAGNER, T. F. Efeitos do herbicida 2,4-diclorofenoxiacético no desenvolvimento de drosophila melanogaster. **Revista Bioensaio**. vol 2: p. 17-22; julho 2010.

PALMA, D. C. A.; LOURENCETTI, C. Agrotóxicos em água e alimentos: Riscos à saúde humana. **Revista Uniara**, v.14, n.2, dez 2011.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. Pesticidas, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. (Orgs.). **É veneno ou é remédio? Pesticidas, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, p. 21–41, 2003.

PEROSSO, B. G.; VICENTE, G.P. **Destinação final de embalagens de agrotóxicos e seus possíveis impactos ambientais – estudo de caso Município de Barretos**. Trabalho de

Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Faculdades Unificadas da Fundação Educacional de Barretos, Barretos – SP, 95 p, 2007.

PERIM, L. **Efeitos de óleos nas características físicas e químicas da calda de aplicação e na ação da atrazina.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, São Paulo, 2011.

PINTO, H. M. S. **Projeções de Risco de Produção de Cana-de-açúcar no estado de São Paulo Baseadas em Simulações Multimodelos e Cenários Climáticos Futuros.** Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 126 p, 2015.

PIRES, F. R. et al. Fitorremediação de solos contaminados com tebuthiuron utilizando-se espécies cultivadas para adubação verde. **Planta Daninha.** Viçosa, MG, v. 23, n. 4, p. 711-717, out./dez. 2005.

PRADO, G. P. **Avaliação da susceptibilidade à contaminação de corpos hídricos, em áreas de cultivo e do entorno (reservas indígenas), pelo uso de agrotóxicos.** Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 103 p, 2013.

PRIMEL, E. G.; ZANELLA, R.; KURZ, M. H. S.; GONÇALVES, F. F.; MACHADO, S.O.; MARCHEZAN, E. Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. **Química Nova.** v. 28, n. 4, p. 605-609, 2005.

PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; VARGAS, L. Manejo e controle de plantas daninhas em cana-de-açúcar. In.: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. (Eds.). **Manual de manejo e controle de plantas daninhas.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 397-452, 2004.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed Ecology: implications for management** . 2a edição. New York, EUA,: John Wiley e Sons, 589 p, 1997.

REIS, E. F.; QUEIROZ, D. M.; CUNHA, J. P. A. R.; ALVES, S. M. R. Qualidade da aplicação aérea líquida com uma aeronave agrícola experimental na cultura da soja (*glycine max l.*). **Revista de Engenharia Agrícola.** Jaboticabal, v. 30, n. 5, p.958-966, set./out. 2010.

RIGOTTO, R. M.; SILVA, A. M.C.; FERREIRA, M. J. M.; ROSA, I. F.; AGUIAR, A. C. P. Tendências de agravos crônicos à saúde associados à agrotóxicos em região de fruticultura no Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia.** Scielo, v.16 n.3. São Paulo, 2013.

ROBERTS, T; HUTSON, D. Metabolic pathways of agrochemicals. Part 1: herbicides and plant growth regulators. Cambridge, U.K: The Royal **Society of Chemistry**, 849 p, 1999.

ROCHA, A. A. **Monitoramento de agrotóxicos em áreas irrigadas por pivô central na microbacia do Tijunheiro, município de Morrinhos, Goiás**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 145 p, 2011.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5º edição, Londrina, 592 p, 2005.

RODRIGUES, E. B., SAAB, O. J. G., GANDOLFO, M. A. Cana-de-açúcar: Avaliação da Taxa de Aplicação e Deposição do herbicida glifosato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB. v.15, n.1, p.90–95, 2011.

ROSSI, C. V. S. **Controle de plantas daninhas pelos herbicidas metribuzin e isosaflutole em soqueiras de cana-de-açúcar, na ausência e presença de palha**. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomas da UNESP. Botucatu-SP, 2007.

RUY, R.; REIS, T. E. S. Risco de contaminação por agrotóxicos das águas subterrâneas em áreas cultivadas com cana-de-açúcar. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**. Curitiba, v. 22, p. 77-84, jan./dez. 2012.

SALVADOR, J. F. **Análise da deposição em aplicações aéreas de defensivos em função de diferentes alturas de vôo e volumes de calda**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdades de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista-UNESP. Botucatu-SP, 64 p, 2011.

SAMPAIO, M. R. F. **Otimização e validação de métodos Empregando QuECHERS modificado, LC-DAD e LC-ESI-MS/MS para determinação de Agrotóxicos em derivados da cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Química Tecnológica e Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande, RS. 121 p, 2011.

SANTANA, D. R. **Comunicação e risco no monitoramento de agrotóxicos em alimentos na Bahia**. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva). Universidade Federal da Bahia. Salvador. 2013, 88 p.

SANTOS, M. A. L. **Balanço hídrico, crescimento e produtividade de genótipos rb de cana-de-açúcar em cultivo de sequeiro na região de rio Largo-AL**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, Botucatu-SP, 60 p, 2015.

SANTOS, N. B. **Identificação dos fatores críticos da colheita mecanizada de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Piracicaba-SP, 86 p, 2011.

SANTOS, C. L., SILVA, H. S.V.P., ANDRADE, G. V., NUNES, G. S. Avaliação da contaminação de corpos d'água adjacentes a áreas agrícolas da ilha de São Luís (MA) por agrotóxicos. **Pesticidas: r. ecotoxicol e meio ambiente**. Curitiba, v. 22, p. 85-95, jan./dez. 2012.

SANTOS, J. C. **O Uso do Agrotóxico: O Caso do Cultivo de Abacaxi no Município de Sapé PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado e Licenciatura Geografia). Universidade Federal da Paraíba- UFPB, João Pessoa-PB, 56 p, 2013.

SANTOS, E. A.; CORREIA, N. M.; BOTELHO, R. G. Resíduos de herbicidas em corpos hídricos - Uma revisão. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.12, n.2, p.188-201, mai./ago. 2013.

SEGATO, S. V.; PEREIRA, L. L. Colheita da Cana-de-Açúcar: corte manual. In: SEGATO, SILVELENA VANZOLINI et al (org.). **Atualização em Produção de Cana-de-Açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. Cap. 19, p. 319-332, 2006.

SCHREIBER, F. Volatilização de clomazone e ocorrência de agrotóxicos e hormônios esteróides na água potável e da chuva de regiões orizícolas do Sul do Brasil. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade). Universidade Federal de Pelotas, RS. 113 p, 2012.

SILVA, C. A. de A. **Transformações nas relações de trabalho na lavoura canavieira: Análise do sistema morador no município de Santa Rita**. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal da Paraíba- UFPB, 1984.

SILVA, C. L. **Análise da vulnerabilidade ambiental aos principais pesticidas recomendados para os Sistemas de produção de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, citros, milho e soja**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 135 p, 2004.

SILVA M. A.; CARLIN S. D.; CAPUTO M. M. Tipos de colheita e épocas de aplicação de glifosato na erradicação de soqueiras de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41 (1), p. 43-49, 2006.

SILVA, A. A.; VIVIAN, R.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. Herbicidas: comportamento no solo. In: SILVA, A. A; SILVA, F. J. (Ed). **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: UFV, p. 189-248, 2007.

SILVA, J. F. **Degradação Ambiental a partir da Cultura da Cana-de-Açúcar, no Município de Itapororoca – PB.** Trabalho de conclusão do curso (Graduação em Geografia). Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Guarabira, 58 p, 2010.

SILVA, J. P. N.; SILVA, M. R. N. **Noções da cultura da cana-de-açúcar.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Inhumas-GO/ Universidade Federal de Santa Maria para o Sistema Escola Técnica Aberta do Brasil – e-Tec Brasil. 105 p, 2012.

SILVA, M. V. P. **Eficiência e seletividade de herbicidas pré-emergentes aplicados sobre a palha na cultura da cana-de-açúcar.** Dissertação (Mestrado em Proteção de Plantas). Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo-AL, p. 74, 2013.

SILVA, F. M. L. **Eficácia do herbicida mesotrione aplicado no sistema de cana crua.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista. Faculdades de Ciências Agrônomicas. Botucatu-SP, 82 p, 2010.

SILVEIRA, H. M.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CASTRO NETO, M. D.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione. **Revista Brasileira de Herbicidas.** v.11, n.1, p.24-31, jan./abr. 2012.

SINDICATO NACIONAL DAS EMPRESAS DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA - SINDAG. **Conexão SINDAG.** São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.sindag.com.br/conexao/anteriores/conexao_n29.pdf. Acesso em: 26 nov. 2014.

SINHA, S. N., BHATNAGAR, V. K., DOCTOR, P., TOTEJA, G. S., AGNIHOTRI, N. P., KALRA, R. L. A Novel Method for Pesticide Analysis in Refined Sugar Samples Using a Gas Chromatography–Mass Spectrometer (GC–MS/MS) and Simple Solvent Extraction Method. **Food Chemistry**, v.126 p. 379–386, 2011.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES TÓXICO-FARMACOLÓGICAS - SINITOX. **Casos de intoxicações e morte por agrotóxicos de uso agrícola registrados na Paraíba.** (2016). Disponível em: <http://sinitox.icict.fiocruz.br/dados-de-agentes-toxicos>. Acesso em: 28 jun. 2016.

SOARES, W. L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura.** Tese (Doutorado em Ciências). Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 150 p, 2010.

SOUZA, A. O. **Educação, ações sociais e trabalho na Companhia Usina São João – PB.** Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa, 231 p, 2006.

SOUZA, F. L. G. **Dessecação com glyphosate em pré-colheita e qualidade fisiológica de sementes de soja.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 49 p, 2009.

SOUZA, M. B. **Avaliação da toxicidade aguda de um herbicida comercial e dos componentes químicos diuron e hexazinona em *ceriodaphnia dubia*.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Universidade de Ribeirão Preto, 60 p, 2012.

SPADOTTO, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. **Revista Núcleo de Pesquisas Interdisciplinar**, São Manuel. 9 p, 2006.

TAKANO, H. K.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; FRANCHINI, L. H. M.; BRAZ, G. B. P.; RIOS, F. A GHENO, E. A.; GEMELLI, A. Efeito da adição do 2,4-D ao glyphosate para o controle de espécies de plantas daninhas de difícil controle. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.12, n.1, p.1-13, jan./abr. 2013.

THE FOOTPRINT – PPDB. **Pesticide properties database**. (2015). Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/>. Acesso em: 05 mai. 2016.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR - ÚNICA. **Maior Produtor Mundial de Cana-de-Açúcar**. Disponível em: <http://www.unica.com.br/faq/>. Acesso em: 02 agos. 2015.

VARGAS, L.; GLEBER, L. **Sistema de produção de Ameixa Européia.** EMBRAPA-Tecnologia de aplicação de defensivos. (2005). Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ameixa/AmeixaEuropeia/tecnologia.htm>. Acesso em: 25 nov. 2015.

VIANA, A. R.; SANTIAGO, A. D.; FERREIRA, J. M.; IVO, W. M. P de M.; FILHO, B. F. de S.; FERNANDES, G. M. B. Boas práticas de cultivo de cana-de-açúcar na agricultura familiar. Capítulo 7, p. 130-145. In: **Recomendações básicas para aplicação de boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília, DF- Embrapa informação tecnológica, 2006.

VIGNA, C. R. M. **Aplicação de Polissiloxanos Imobilizados sobre Sílica como Fase Estacionária e como Sorvente na Determinação de Agrotóxicos em Água e Caldo de Cana.** Tese (Doutorado em Química). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, Campinas-SP, 137 p, 2010.

VITT, G. C.; QUEIROZ, F. E. C.; OTTO, R.; QUINTINO, T. A. **Nutrição e Adubação da Cana-de-Açúcar**. Palestra apresentada a equipe técnica da Stoller-Bebedouro-SP, 78 p, 2005.

WATT, D.A., MCCORMICK, A. J.; CRAMER, M. D. Source and Sink Physiology. (2014). In P.H. Moore & F.C. Botha, F.C. (Eds.), **Sugarcane: Physiology, Biochemistry and Functional Biology**. p.483-520. Oxford: Willey Blackwell.

ZUIN, V. G.; SCHELLIN, M.; MONTERO, L.; YARIWAKE, J. H.; AUGUSTO, F.; e POPP, P. Comparison of stir bar sorptive extraction and membrane-assisted solvent extraction as enrichment techniques for the determination of pesticide and benzo[a]pyrene residues in Brazilian sugarcane juice. **Journal of Chromatography**. 1114 (2), 180, 2006.

APÊNDICE A- Princípios ativos utilizados na CIA Usina São João e suas principais características

PRINCÍPIO ATIVO	CARACTERÍSTICAS
Ametrina	Herbicida pertencente ao grupo das triazinas, sua molécula possui ação seletiva e sistêmica no controle das plantas daninhas, pode ser utilizada na pré-emergência e pós em folhas largas (dicotiledôneas) e estreitas (monocotiledôneas), além de atuar como inibidor da fotossíntese em tecidos clorofilados (ROBERTS, 1999; HARDOIM, 2006).
MSMA	Herbicida pertencente ao grupo químico dos organoarsênicos, recomendado para aplicação em pós-emergência da cultura de cana-de-açúcar, é utilizado na maioria das vezes em associação com outros produtos que possuem efeito residual no solo, para proporcionar o controle das plantas daninhas por um período mais prolongado (GALON et al., 2012).
Glifosato	Herbicida utilizado em aplicação de pós-emergência, enquadra-se no grupo químico das glicinas substituídas, é classificado como não seletivo, engloba um vasto espectro de ação, com finalidade de controle de plantas daninhas anuais e perenes, sejam de folhas largas ou estreitas (ALBRECHT et al., 2014).
Fipronil	Inseticida pertencente ao grupo químico pirazol, é considerado um dos principais produtos de uso na cultura de cana-de-açúcar para controle de insetos, capazes de causar alterações no sistema nervoso destes, causando rapidamente a morte (GALLO et al., 2002).
Paraquate	Herbicida pertencente ao grupo químico bipyridílio, comercializado pelo nome Gramoxone, é considerado um produto não sistêmico, quando aplicado é absorvido apenas pelas folhas com as quais entra em contato, possui uma baixa mobilidade na planta e não alcançam o sistema radicular (SOUZA, 2009; CARDOSO, 2011). Na cana-de-açúcar é também empregado como dessecante em pré-colheita atuando na secagem das

	folhas de forma a facilitar a colheita mecanizada (CARDOSO, 2011)
Sulfometurom-Metílico	Herbicida comercializado como Curavial, é um regulador vegetal pertencente ao grupo químico das sulfonilureias, e atua como maturador de cana-de-açúcar. Possui ação sistêmica, onde após a sua absorção pelas folhas atua nas regiões meristemáticas afetando tanto o crescimento como inibindo a divisão celular da planta (FELISBERTO, 2015).
Fluasifope-P	Herbicida pertencente ao grupo químico ácido ariloxifenoxipropiônico, é utilizado como maturador na cultura de cana-de-açúcar, ocasionando a morte da gema apical, não interfere na brotação das soqueiras por ser não-sistêmico, possui uma rápida absorção foliar, causa necrose, (BENEDITE; JUNIOR, 2009).
2,4 D	Ácido diclorofenoxiacético (2,4-D) é um dos herbicidas mais empregados nas lavouras brasileiras, possui ação sistêmica, e é utilizado em pré e pós-emergência de plantas daninhas (PAGLIARINI <i>et al.</i> , 2010). É largamente aplicado em associação com outros produtos, principalmente com a função de dessecante em pré-plantio (TAKANO <i>et al.</i> , 2013).
Clomazona	Herbicida pertencente ao grupo químico isoxazolidinons, é aplicado na cultura de cana-de-açúcar em larga escala, sendo recomendado para aplicação em pré-emergência, possui uma elevada capacidade de sorção nas camadas orgânicas do solo e uma elevada solubilidade em água (SILVA, 2013; DIAS, 2013).
Lambda-Cialotrina	Inseticida do grupo dos piretróides, possui efeito sistêmico, sendo transportado para a planta via xilema ou ascendentemente, movimentando-se na mesma de maneira a atingir as partes não pulverizadas (HUTH, 2012).
Etefom	Herbicida comercializado como Ethrel, pertence ao grupo etileno, sua aplicação tem por finalidade regular o crescimento da planta, atuando na cultura de cana-de-açúcar como maturador, quando aspergido em solução aquosa é ligeiramente absorvido e transportado no interior do vegetal (FELISBERTO, 2015).

Imazapique	Herbicida do grupo químico imidazolinona, é indicado na cultura de cana-de-açúcar para aplicação em pré e pós-emergência, possui ação seletiva e é empregado no controle de folhas largas e estreitas (CHRISTOFFOLETI; OVEJERO; CARVALHO, 2004; HARDOIM, 2006).
Imazapir	Herbicida que pertence ao grupo químico das imidazolinonas, possui ação em pré e pós-emergência inicial na cultura de cana-de-açúcar, sendo recomendado para controlar gramíneas, folhas largas e perenes de difícil controle (PROCÓPIO; SILVA; VARGAS, 2004; MONQUERO et al., 2010).
Tebutiurum	Herbicida recomendado para aplicação em pré e pós-emergência, sendo que no solo é absorvido pelas raízes e acumulado na parte aérea, podendo causar sério impacto ambiental pela possibilidade de contaminação água superficial e subterrânea devido ao alto potencial para escoamento superficial (PIRES et al., 2005).
Sulfentrazone	Herbicida pertencente ao grupo químico das triazolinonas, usado em pré-emergência de plantas invasoras latifoliadas, gramíneas e ciperácease (AMBRÓSIO, 2012).
Oxyfluorfen	Herbicida pertencente ao grupo químico éter difenílico, é empregado em pré e pós-emergência de plantas daninhas de folhas estreitas (monocotiledôneas) e dicotiledôneas (folhas largas) em diferentes culturas, sem acarretar efeitos toxicológicos nas culturas utilizadas (FREITAS et al., 2007; CARVALHO et al., 2014).
Diuron:	Herbicida pertencente ao grupo dos derivados da uréia, sendo recomendado, para aplicação em diferentes culturas nas fases pré e pós-emergência. Na cana-de-açúcar possui ação sistêmica sobre ervas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas, inibindo a reação do processo fotossintético, além disso, é facilmente absorvido pela solução do solo pelo sistema radicular da planta (FERRELL; MILLER; WHITSON, 2004; MONCADA, 2005; SOUZA, 2012).

Hexazinona	Herbicida pertencente ao grupo químico das triazonas, na cultura de cana-de-açúcar é indicado para aplicação no controle de mono e dicotiledôneas, tanto em pré como em pós-emergência inicial de plantas daninhas, sendo absorvido pelas raízes e folhas, com a finalidade de inibir a reação da fotossíntese (SILVA, 2013; SOUZA, 2012).
Metribuzim	Herbicida de nome comercial Sencor 480, pertencente ao grupo químico das triazinonas, é largamente utilizado no combate a plantas daninhas da classe das monocotiledôneas e dicotiledôneas (ROSSI, 2007). Seu uso é recomendado para aplicações em pré e pós-emergência em cana planta e cana soca (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).
Mesotriona	Herbicida do grupo químico das tricetonas, possui ação sistêmica, seu uso na cultura de cana-de-açúcar é recomendado para o controle em pós-emergência das plantas daninhas de folhas largas anuais e gramíneas, sendo absorvido tanto pelas raízes quanto pelas folhas e ramos das plantas, causando branqueamento das plantas sensíveis com posterior necrose e morte dos tecidos vegetais no período de uma a duas semanas (SILVA, 2010; SILVEIRA et al., 2012; RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).
Isoxaflutol	Herbicida de grupo químico Isoxazol, é registrado no Brasil pela marca comercial Provence 750 WG, sendo recomendado para uso em pré-emergência em cana planta e cana soca (ROSSI, 2007; RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).
Picloram	Herbicida pertencente ao grupo dos ácidos piridinocarboxílicos, é registrado no Brasil para o controle de dicotiledôneas, possui ação hormonal e sistêmica capaz de causar a morte das plantas atingidas e afetar o crescimento destas interferindo no metabolismo de nitrogênio, além disso, apresenta elevada persistência no solo (CALDEIRA et al., 2014; CERDEIRA et al., 2002).

Amicarbazona	Herbicida pertencente ao grupo das triazolinonas, é indicado para o controle de pré e pós-emergência de plantas daninhas na cultura de cana-de-açúcar, possui ação seletiva para esta cultura e é empregado para uso em mono e dicotiledôneas, contudo seu uso é mais habitual no controle de monocotiledôneas, seu mecanismo de ação inibe o processo de fotossíntese, ocasionando nas plantas mais sensíveis a redução no crescimento e necrose foliar (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).
Imidacloprido	Inseticida pertencente ao grupo das Neonicotinóide possui ação sistêmica na planta e é indicado para eliminar cigarrinhas da parte aérea da cana-de-açúcar além de cupins da soca (AMBRÓSIO, 2012).
Flumioxazina	Herbicida de grupo químico dos Ciclohexenodicarboximida, é indicado para aplicação em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar no controle de plantas daninhas de folhas largas e monocotiledôneas (CARBONARI; GOMES; VELINI, 2010).

APÊNDICE B- Princípios ativos investigados nas análises de resíduos de agrotóxicos pelo LABTOX/ITEP

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6- Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamiprid, Acetochlor, Acibenzolar-S-methyl, Aclonifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxydim-sodium, Ametryn, Amidosulfuron, Aminocarb, Analazine, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azaconazole,	Carbetamide, Carbofuran, Carbofuran- 3hydroxy, Carbosulfan, Carboxin, Carfentrazone ethyl, Carpropamid, Chinomethionat, Chlomazone, Chlorantranilipore, Chlorbromuron, Chlordimeform, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chloridazon, Chlorimuron ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Chlorthiophos, Clethodim, Clodinafop-propargyl, Clorthiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cumyluron, Cyanazine, Cyanofenphos,	Cyazofamide, Cycloate, Cycloxydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipham, Desmetryn, diafenthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthion, Dichlofluanid, Dichlorvos, Dicotophos, Diethofencarb, Difenoconazole (1,2), Difenoxuron, Diflubenzuron	Diflufenican, Dimefuron, Dimethachlon, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxystrobin, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxacarb, Dioxathion, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodemorph, Dodine, Doramectin, Emamectin, EPN, Epoxiconazole, Eprinomectin, EPTC, Esprocarb, Etaconazole, Ethidimuron	Ethiofencarb, Ethiofencarbsulfone, Ethiofencarb sulfoxide, Ethiprole, Ethirimol, Ethofumesate, Ethoprophos, Ethoxyquin, Etobenzanid, Etofenprox, Etoxazole, Etrimfos, Famoxadone, Fenamidone, Fenamiphos, Fenarimol, Fenazaquin, Fenbuconazole, Fenbutatin oxide, Fenfuram, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoprop, Fenoxaprop-Pethyl, Fenoxycarb, Fenpiclonil, Fenpropidin, Fenpropimorph,
---	--	--	--	--

Fenpyroximate, Fenthion, FenthionSulfoxide, Fenuron, Flanprop-isopropyl, Flanprop-methyl, Flazasulfuron, Flonicamid, Fluazifop-P-butyl, Fluazinam, Flubendiamide, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacete, Flufenoxuron, Fluoroglycofen ethyl, Fluorometuron, Fluoxastrobin, Fluquinconazole, Fluroxypyr-meptyl, Flusilazole, Flusulfamide, Fluthiacetmethyl, Flutolanil, Flutriafol, Fomesafem, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hidrochloride	Fosthiazate, Fuberidazol, Furalaxyl, Furathiocarb, Halofenozide, Haloxifop-R-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexaflumuron, Hexythiazox, Imazalil, Imazapyr, Imzasulfuron, Imazethapyr, Imibenconazole, Imibenconazole desbenzyl, Imidacloprid, Indoxacarb, Ioxynil, Iprovalicarb, Isazofos, Isocarbamid, Isocarbophos, Isofenphos, Isoprocab, Isoprothiolane, Isoproturon, 	Isoxathion, Ivermectin, Karbutilate, Kresoxim - methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malaoxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarbam, Mefenacet, Mepanipyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metaflumizone, Metalaxyl-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuroxam, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfoxide, 	Metobromuron, Metolachlor, Metosulan, Metoxifenozone, Metoxuron, Metrafenone, Metribuzin, Metroprotryne, Metsulfuron- methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitenpyram, Norflurazon, Novaluron, Noviflumuron, Nuairimol, Ofurace, Omethoate, Oxadixyl, Oxamyl, Oxamyl-oxime, 	Paclobutrazol, Paraoxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phenmedipham, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarb-desmethyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz (Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometon, Prometryn, Propachlor, Propamocarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetamphos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide,
---	--	--	--	---

Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metabolite, Pyrazophos, Pyrazosulfuron- ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyrifenox, Pyrimethanil, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quinoclamine, Quinoxifen, Quizalofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Secbumeton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spinetoram, Spinosad (A and D), Spirodiclofen, Spiromesifen	Spirotetramat, Spiroxamine, Sulfentrazone, Sulfosulfuron, Sulfotep, Sulprofos, Tau-fluvalinate, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebutam, Tebuthiuron, Teflubenzurom, Temephos, Tepraloxydim, Terbumeton, Terbutilazin, Terbutryne, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiacloprid, Thiametoxam, Thidiazuron, Thifensulfuron- methyl, Thiobencarb, Thiodicarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone,	Tolclofos-methyl Tolyfluanid, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflumuron, Triflusulfuron- methyl, Triforine, Triticonazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide.		
---	---	--	--	--

APÊNDICE C- Avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais (Método de GOSS) pelos agrotóxicos utilizados na CIA Usina São João

Princípio Ativo	Potencial de Transporte Associado ao Sedimento (PTAS)				Potencial de Transporte Dissolvido em Água (PTDA)			
	Critérios		Resposta		Critérios		Resposta	
Ametrina	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 0,5	BP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
MSMA	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≥ 1000	S ≥ 2	AP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Glifosato	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≥ 1000	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	MP
Fipronil	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≥ 500	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Paraquate	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≥ 1000	S ≥ 2	AP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} ≥ 100000	S ≥ 1	AP
Sulfometuron-Methyl	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 0,5	BP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Fluazifope-P-Butílico	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≥ 1000	S ≥ 0,5	MP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≥ 1000	S -	MP
2,4-D	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 0,5	BP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Clomazone	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Lambda-Cialotrina	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≥ 1000	S ≤ 0,5	MP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≥ 100000	S < 0,5	BP
Etefom	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} *	S ≥ 2	NA	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} *	S ≥ 1	NA
Imazapique	DT50 _{solo}	K _{oc}	S	MP	DT50 _{solo}	K _{oc}	S	AP

	≥ 40	≤ 500	≥ 2		> 35	< 100000	≥ 1	
Imazapir	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} *	S ≥ 2	NA	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} *	S ≥ 1	NA
Tebutiurum	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Sulfentrazona	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Oxyfluorfem	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≥ 1000	S $\leq 0,5$	MP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≥ 1000	S $< 0,5$	BP
Diuron	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 900	S ≥ 2	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Hexazinona	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Metribuzim	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	BP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Mesotriona	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	BP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Isoxaflutol	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	BP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Picloram	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Amicarbazona	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	BP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} ≤ 700	S ≥ 1	MP
Imidacloprido	DT50 _{solo} ≥ 40	K _{oc} ≤ 500	S $\geq 0,5$	MP	DT50 _{solo} > 35	K _{oc} < 100000	S ≥ 1	AP
Flumioxazina	DT50 _{solo} ≤ 40	K _{oc} ≤ 900	S $\geq 0,5$	MP	DT50 _{solo} < 35	K _{oc} < 100000	S -	MP

AP: alto potencial; MP: médio potencial; BP: baixo potencial; NA: não analisado * (Dado não disponível);
 (-) não atende ao critério proposto pelo método. Fonte: Autora (2016)

ANEXO A - Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 01 de Cana-de-Açúcar aos 45 dias de ciclo vegetativo

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113198



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113198

Recife, 10 de novembro de 2015



NATUREZA DO TRABALHO: Análise de Resíduos de Agrotóxicos

MATERIAL: 01 amostra de cana de açúcar 45 dias CICLO

VEGETATIVO

CLIENTE: Agência Estadual de Vigilância Sanitária(AGEVISA-PB)

ENDEREÇO: Av. João Machado, 109, 1º Andar Centro 58.013-520 João Pessoa- PB

Recebimento Amostra: 01/10/2015

Início/Término da análise: 02/10 - 08/10/2015

COMPOSTOS ANALISADOS:

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6-Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamiprid, Acetochlor, Acibenzolar-S-methyl, Aclonifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxidim-sodium, Ametryn, Amidosulfuron, Aminocarb, Analazine, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azaconazole, Azametiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Benidocarb, Benfuracarb, Bensulfuron methyl, Bentazone, Benzoximate, Bifenazate, Bitertanol, Boscalid, Bromacil, Bromophos Ethyl, Bromuconazole, Bupirimate, Buprofezin, Butachlor, Butocarb, Butocarbinoxim sulfoxide, Carbaryl, Carbedazim (Carbedazin + Benomyl + thiophanate methyl), Carbetamide, Carbofuran, Carbofuran-3- hydroxy, Carbosulfan, Carboxin, Carfentrazone ethyl, Carpropamid, Chinomethionat, Chlomezone, Chlorantranilipore, Chlorbromuron, Chlormefenform, Chlorfenvinphos, Chlorflazuron, Chloridazon, Chlorimuron ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Chlorthiophos, Clethodim, Clodinafop-propargyl, Clorthiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cumyluron, Cyanazine, Cyanofenphos, Cyazofamide, Cycloate, Cycloxydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipham, Desmetyrn, diafenthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthion, Dichlofluanid, Dichlorvos, Dicrotophos, Diethofencarb, Difenconazole (1,2), Difenoxuron, Diflubenzuron, Diflufenican, Dimetofur, Dimethachlon, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxystrobin, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxacarb, Dioxathion, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodemorph, Dodine, Doramectin, Emamectin, EPN, Epoxiconazole, Eprinomectin, EPTC, Esprocarb, Etaconazole, Ethidimuron, Ethiofencarb, Ethiofencarb sulfone, Ethiofencarb sulfoxide, Ethiprole, Ethirimol, Ethofumesate, Ethoprophos, Ethoxyquin, Etobenzanid, Etofenprox, Etoxazole, Etrifos, Famoxadone, Fenamidone, Fenamiphos, Fenarimol, Fenazaquin, Fenbuconazole, Fenbutatin oxide, Fenfuram, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoprop, Fenoxaprop-P- ethyl, Fenoxycarb, Fenpiclonil, Fenpropiidol, Fenpropimorph, Fenpyroximate, Fenthion, Fenthion Sulfoxide, Fenuron, Flanprop-isopropyl, Flanprop-methyl, Flazasulfuron, Flonicamid, Fluaizop-P-butyl, Fluaiznam, Flubendiamide, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacet, Flufenoxuron, Fluoroglycofen ethyl, Fluorometuron, Fluoxastrobin, Fluquinconazole, Fluroxypyr-meptyl, Flusilazole, Flusulfamide, Fluthiacet methyl, Flutolanil, Flutriaol, Fomesafen, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hidrócloride, Fosthiazate, Fuberidazol, Furalaxyl, Furathiocarb, Halofenozide, Haloxyp-P-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexaflumuron, Hexythiazox, Imazalil, Imazapyr, Imazasulfuron, Imazethapyr, Imibenconazole, Imibenconazole desbenzil, Imidacloprid, Imidacarb, Ioxynil, Iprovalicarb, Isazofos, Isocarbamid, Isocarbofos, Isofenphos, Isoprocarb, Isoprothiolane, Isoproturon, Isoxaflutole, Isoxathion, Ivermectin, Karbutilate, Kresoxim - methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malaoxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarbam, Mefenacet, Mepanipyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metaflumizone, Metalaxyl-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuroxam, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfoxide, Methomyl, Metobromuron, Metolachlor, Metosulan, Metoxifenozide, Metoxuron, Metrafenone, Metribuzin, Metoprotin, Metsulfuron-methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitenpyram, Norflurazon, Novaluron, Novifluron, Nuarimol, Ofurace, Omethoate, Oxadixil, Oxamyl, Oxamyl-oxime, Oxyacarb, Oxybutazul, Paraaxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phenmedipham, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarb-desmethyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz(Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometon, Prometryn, Propachlor, Propamocarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetamphos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide, Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metabolite, Pyrazophos, Pyrazosulfuron-ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyrifenoxy, Pyrimethanil, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quinoclamine, Quinoxifen, Quizalofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Sebumeton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spinetoram, Spinosad (A and D), Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat, Spiroxamine, Sulfentrazone, Sulfosulfuron, Sulfotep, Sulprofos, Tau-fluvalinate, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebutam, Tebutiuron, Teflubenzuron, Temephos, Tepraloxymid, Terbumeton, Terbutilazin, Terbutryne, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiachlorid, Thiametoxam, Thidiazuron, Thifensulfuron-methyl, Thiobencarb, Thiodicarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone, Thiophanox sulfoxide, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflunuron, Trifluthiuron-methyl, Triflorine, Triflucanazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide

RESULTADO

Satisfatório

Obs:

- 1- Limite de quantificação do método (LQ): 0,07mg/kg para ditiocarbamatos e de 0,01mg/kg para os demais;
- 2- Método: POP TC 007 ver.3/rev.6, TC 017 ver.6/rev.9, TC 023 ver.4/ rev.6 (Documentos do Sistema de Gestão da Qualidade do LabTox);
- 3- O escopo de Acreditação (Cgcre/inmetro CRL153) está disponível em www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble . Outras creditações : MAPA (Portaria nº 277, de 19/08/2014), REBLAS (ANALI-058);
- 4- A amostragem é de responsabilidade do cliente. Sugestões sobre procedimentos de amostragem, se solicitadas, podem ser enviadas por telefone, fax, e-mail ou contato pessoal no laboratório. Os procedimentos sugeridos pelo laboratório (LabTox, Anexo A do POP TC004 ver.11/rev.18) são baseados no CODEX Alimentarius - Pesticide Residues in Food, Methods of Analysis and Sampling, 2nd Edition, 2000.
- 5- Os resultados deste ensaio/análise tem significação restrita e se aplica tão somente a (s) amostra (s) coletada(s) pelo cliente. O relatório de ensaio só pode ser reproduzido por completo.

Danuza Leal Telles

Coordenador Técnico da Qualidade - CRQ 01.300.541

LABTOX R1616/2015
OS Nº 1756/2015

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS F. DE BEBIDAS ALCOÓLICAS - LABTOX
Av. professor Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE CEP: 50.740-540
FONE: +55-81-3183.4265 FAX: +55-81-3183.4313 www.itep.br e-mail: itep@itep.br

ANEXO B - Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 02 de Cana-de-Açúcar, aos 75 dias ciclo vegetativo

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113176



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113176

Recife, 10 de novembro de 2015



NATUREZA DO TRABALHO: Análise de Resíduos de Agrotóxicos

MATERIAL: 01 amostra de cana de açúcar 75 dias CICLO

VEGETATIVO

CLIENTE: Agência Estadual de Vigilância Sanitária(AGEVISA-PB)

ENDEREÇO: Av. João Machado, 109, 1º Andar Centro 58.013-520 João Pessoa- PB

Recebimento Amostra: 01/10/2015

Início/Término da análise: 02/10 - 08/10/2015

COMPOSTOS ANALISADOS:

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6-Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamiprid, Acetochlor, Acibenzolar-S-methyl, Acionifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxym-sodium, Ametryn, Amidosulfuron, Aminocarb, Analazine, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azaconazole, Azametiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Bendiocarb, Benfuracarb, Bensulfuron methyl, Bentazone, Benzoximate, Bifenazate, Bifentano, Boscalid, Bromacil, Bromophos Ethyl, Bromuconazole, Bupirimate, Buprofezin, Butachlor, Butocarb, Butocarb, Butocarbim sulfoxide, Carbaryl, Carbenfentimid (Carbendazin + Benomyl + thiophanate methyl), Carbetamide, Carbosulfuron, Carbosulfuron-3-hydroxy, Carbosulfuron, Carboxin, Carfentrazon-ethyl, Carpropamid, Chinomethionat, Chlomezon, Chlorantranilipore, Chlorbromuron, Chlormequat, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chloridazon, Chlorimuron ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Chlorthiophos, Clethodim, Clodinafop-propargyl, Clorithiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cumyluron, Cyanazine, Cyanofenphos, Cyazofluthrin, Cycloate, Cycloxydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipham, Desmetryn, diafenthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthiol, Dichlofluanid, Dichlorvos, Dicrotophos, Diethofencarb, Difenoconazole (1,2), Difenoxuron, Diflubenzuron, Diflufenican, Dimeturon, Dimethachlon, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxystrobin, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxacarb, Dioxathion, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodemorph, Dodine, Doramectin, Emamectin, EPN, Epoxiconazole, Eprinomectin, EPTC, Esprocarb, Etaconazole, Ethidimuron, Ethiofencarb, Ethiofencarb sulfone, Ethiofencarb sulfoxide, Ethiprole, Ethirimol, Ethofumesate, Ethoprophos, Ethoxyquin, Etobenzimid, Etofenprox, Etoxazole, Etrifos, Famoxadone, Fenamidone, Fenamiphos, Fenarimol, Fenaziquin, Fenbuconazole, Fenbutatin oxide, Fenfuram, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoprop, Fenoxaprop-P-ethyl, Fenoxycarb, Fenpiclonil, Fenprophid, Fenpropimorph, Fenpyroximate, Fenthion, Fenthion Sulfoxide, Fenuron, Flanprop-isopropyl, Flanprop-methyl, Flazasulfuron, Flonicamid, Fluzifop-P-butyl, Fluzinam, Flubendiamide, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacet, Flufenoxuron, Fluoroglycofen ethyl, Fluorometuron, Fluoxastrobil, Fluquinconazole, Fluroxypyr-meptyl, Flusilazole, Flusulfamide, Fluthiacet methyl, Flutolanil, Flutriafol, Fomesafen, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hydrochloride, Fosthiazate, Fuberidazol, Furalaxyl, Furathiocarb, Halofenozide, Haloxyp-R-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexaflumuron, Hexythiazox, Imazalil, Imazapyr, Imazasulfuron, Imazethapyr, Imibenconazole, Imibenconazole desbenzyl, Imidacloprid, Indoxacarb, Ioxynil, Iprovalicarb, Isazofos, Isocarbamid, Isocarbophos, Isopropyl, Isopropyl, Isoprothiolane, Isoproturon, Isoxaflutole, Isoxathion, Ivermectin, Karbutilate, Kresoxim-methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malaaxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarbam, Mefenacet, Mepanipyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metaflumizone, Metalaxyl-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuroxam, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfoxide, Methomyl, Metobromuron, Metolachlor, Metosulan, Metoxifenozide, Metoxuron, Metrafenone, Metribuzin, Metoprotin, Metsulfuron-methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitenpyram, Norflurazon, Novaluron, Noviflumuron, Nuairimol, Ofurace, Omethoate, Oxadixyl, Oxamyl, Oxamyl-oxime, Oxyacarb, Oxybutazone, Paraoxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phenmedipham, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarb-desmethyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz (Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometon, Prometryn, Propachlor, Propamocarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetamphos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide, Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metaboli, Pyrazophos, Pyrazosulfuron-ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyrifenoxy, Pyrimethanil, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quinoclamine, Quinoxifen, Quisulofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Sebumeton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spinetoram, Spinosad (A and D), Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat, Spiroxamine, Sulfentrazon, Sulfosulfuron, Sulfotep, Sulprofos, Tau-fluvalinate, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebutam, Tebuthiuron, Tefflubenzuron, Temephos, Tepaloxymid, Terbutoluron, Terbutylazine, Terbutylurea, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiadiazol, Thiametoxam, Thidiazuron, Thifensulfuron-methyl, Thiocarb, Thiocarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone, Thiophanox sulfoxide, Tolclofos-methyl, Tolyfluandil, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflumuron, Trifluthiuron-methyl, Triflorine, Triticonazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide

RESULTADO

Satisfatório

Obs:

- 1- Limite de quantificação do método (LQ): 0,07mg/kg para ditiocarbamatos e de 0,01mg/kg para os demais;
- 2- Método: POP TC 007 ver.3/rev.6, TC 017 ver.6/rev.9, TC 023 ver.4/ rev.6 (Documentos do Sistema de Gestão da Qualidade do LabTox);
- 3- O escopo de Acreditação (Cgcre/inmetro CRL153) está disponível em www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble. Outras creditações: MAPA (Portaria nº 277, de 19/08/2014), REBLAS (ANALI-058);
- 4- A amostragem e de responsabilidade do cliente. Sugestões sobre procedimentos de amostragem, se solicitadas, podem ser enviadas por telefone, fax, e-mail ou contato pessoal no laboratório. Os procedimentos sugeridos pelo laboratório (LabTox, Anexo A do POP TC004 ver.11/rev.18) são baseados no CODEX Alimentarius – Pesticide Residues in Food, Methods of Analysis and Sampling, 2nd Edition, 2000.
- 5- Os resultados deste ensaio/análise tem significação restrita e se aplica tão somente a (s) amostra (s) coletada(s) pelo cliente. O relatório de ensaio só pode ser reproduzido por completo.

Danuza Leal Telles

Coordenador Técnico da Qualidade - CRQ 01.300.541

LABTOX R1616/2015
OS Nº 1483/2015

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS E DE BEBIDAS ALCOÓLICAS - LABTOX
Av. professor Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE CEP: 50.740-540
FONE: +55-81-3183.4265 FAX: +55-81-3183.4313 www.itep.br e-mail: itep@itep.br

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113179



Recife, 05 de maio de 2015



ENDEREÇO: Av. João Machado, 109, 1º Andar, Centro 58.013-520 João Pessoa- PB
Recebimento Amostra: 29/04/2015
Início/Término da análise: 29/04 - 05/05/2015

COMPOSTOS ANALISADOS:

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6-Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamidipirid, Acetochlor, Aclenzorazole-S-methyl, Aclonifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxidin-sodium, Ametryn, Amidofosulfuron, Aminocarb, Anilazale, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azoxanazole, Azametifos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Bendiocarb, Benfurcarb, Bensulfuron methyl, Bentazono, Benzoximate, Bifenazate, Bitertanol, Boscalid, Bromacil, Bromophos ethyl, Bromucunazole, Bupirimite, Buprofezin, Butachlor, Butocarboxim, Butocarboxim sulfoxide, Carbarlyl, Carbendazim [Carbedazin + Benomyl + thiophanate-methyl], Carbetamete, Carbofuran, Carbofurant-hydroxy, Carbosulfur, Carboxin, Carfentrazona ethyl, Carpropamid, Chinometionat, Chlomazono, Chloranthraniliprole, Clorbromuro, Chlordimeform, Chlorfenvinphos, Chlorfluaquaron, Chloridazon, Chlorimurum ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Clothiorphos, Cletohimd, Clodinafol-propargyl, Clorthiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cymuluron, Cyanazine, Cyanoefenfos, Cyazafometh, Cycloate, Cylocydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxalin, Cyproconazole, Cyprodinol, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipharm, Desmethryn, difienthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthion, Dichlofluandit, Dichlorvos, Diclotophos, Diethioencarb, Difenoconazole (1,2), Difenoخور, Diflubenzuron, Difluferican, Dimelfuron, Dimethachlon, Dimethenamit, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxyxstrobil, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxa carb, Dixothation, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodomefor, Dodine, Doramectin, Emamectin, EPN, Epixiconazole, Eprinomectin, EPTC, Espirocarb, Etaconazole, Ethidiumuron, Ethiofenecarb, Ethiofenecarb sulfone, Ethiofenecarb sulfoxide, Ethiolapre, Ethirmol, Etiofumatese, Ethrophosphos, Etoxiquinox, Etobenazolid, Etofepncrux, Etofaxole, Etmifros, Famoxadone, Fenamidone, Fenamifos, Fenaamilol, fenazaquil, Feniciaquil, Fenicimidazol, Fenitrothion, Fenitrox, Fenixarand, Fenoxycarb, Fenoxycarb-propargyl, Fenoxycarb, Fencpiclonil, Fenpropietrimorfin, Fenpyroxostrol, Fenthoil, Fenithion, Sulfone, Fenusuf, Fenuprop-isoprofil, Flacloprof-methyl, Flazasulfuron, Flazoxypyr-methyl, Fluazifluor, Fluazifluzamin, Fluabendimid, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacetate, Flufenoxuron, Fluorglycofen ethyl, Fluormeturon, Fluxostatribin, Fluquinconazole, Fluropyrr-meptil, Flusilaize, Flusulfamide, Fluthiacet methyl, Flutolanil, Flutriafol, Fosmesafen, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hidrochloride, Fostiazolate, Fuberidazol, Furalexyl, Furathiocarb, Halofenozole, Ialoxoyl-R-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexafumuron, Hexthyathion, Imazail, Imzapayr, Imzasulfuron, Imzetaphyr, Imibenconazole , Imibenconazole desbenzil, Imidacliprodil, Indoxacarb, Ioxynil, Ipovallcarb, Isazafos, Isocarbamid, Isocarboxenos, Isofenphos, Isoprocarb, Isothrothiolane, Isoproturon, Isoxaflutile, Isoxathion, Ivemectin, Karbutilate, Kresoxim - methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malaoxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarcamb, Mefenacet, Mepenapyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metalfumizone, Metalaxy-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuxoram, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfioxide, Methomylyl, Metobromuron, Metolachlor, Metosalun, Metoxifenozide, Metoxuron, Metafenzone, Metribuzin, Metroprotryne, Metsulfuron-methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitentparin, Norflurazon, Novaluron, Novilufumuron, Nuariamol, Ofurace, Ometoethe, Oxadietyl, Oxamyl, Oxamyly-oxim Oxycarboxin, Paclobutrualzol, Paraaxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phnemedipham, Pheintoathe, Phosalone, Phosmet, Phosphamidom, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarbdes-methyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz(Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometen, Prometryn, Propachlor, Propomacarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetampohos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide, Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metabolite, Pyrazophos, Pyrazolsulfuron-ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyriphenox, Pyrimethanal, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quincloamine, Quinoxifyen, Quizalofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Seccubmenton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spineteram, Spinosad (A and D), Spirodiolchlo, Spiromesifen, Spirotetramat, Spiroxxamine, Sulfeentrazono, Sulfosulfuron, Sulfotepe, Sulprofos, Tau-fluvinalate, Tebuconazole, Tefubenozide, Tebufenpyrad, Tebutam, Tebutiuhuron, Teflubenzuron, Temephos, Tepraloxydim, Terbumeton, Terbutializin, Terbutoryne, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiaclorpid, Thiametoxam, Thiaziduron, Thifensulfuron-methyl, Thiocencarb, Thiodicarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone, Thiophanox sulfioxide, Tolclofos-methyl, Toiyfluandil, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflurumuron, Triflusulfuron-methyl, Trifrine, Triticonazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide

Satisfatório

Obs:

1. Limite de quantificação do método (LQ) 0,07mg/kg para ftiócarbamatos e de 0,01mg/kg para os demais;
2. Método: POP TC 007 ver.3/rev.6, TC 017 ver.6/rev.9, TC 023 ver.4/rev.6 (Documentos do Sistema de Gestão da Qualidade do LabTox);
3. O escopo de Acreditação (Cgcrc/Inmetro CRL153) está disponível em www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble - Outras acreditações : MAPA (Portaria nº 277, de 19/08/2014), REBLAS (ANALI-585);
4. A amostragem é de responsabilidade do cliente. Sugestões sobre procedimentos de amostragem, se solicitadas, podem ser enviadas por telefone, fax, e-mail ou contato pessoal no laboratório. Os procedimentos sugeridos pelo laboratório (LabTox, Anexo A do POP TC004 ver.11/rev.18) são baseados no CODEX Alimentarius - Pacific Residues in Food, Methods of Analysis and Sampling, 2nd Edition, 2000.
5. Os resultados deste ensaio/análise tem significação restrita e se aplica tão somente a (s) amostra (s) coletada(s) pelo cliente. O relatório de ensaio só pode ser reproduzido, por completo,

[Signature]

Danusa Leal Telles
Coordenador Técnico da Qualidade - CRO 01.300.541

LABTOX R1619/2015

161

ANEXO E- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 01: Açúcar Cristal São João (Safrá 2013/2014)

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113176



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 113176

Recife, 05 de maio de 2015



NATUREZA DO TRABALHO: Análise de Resíduos de Agrotóxicos

MATERIAL: 01 amostra de açúcar cristal São João, colhida e remetida pelo cliente.

CLIENTE: Agência Estadual de Vigilância Sanitária (AGEVISA-PB)

ENDEREÇO: Av. João Machado, 109, 1º Andar, Centro 58.013-520 João Pessoa- PB
Recebimento Amostra: 29/04/2015

Início/Término da análise: 29/04 - 05/05/2015

COMPOSTOS ANALISADOS:

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6-Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamidiprid, Acetochlor, Acibenzolar-S-methyl, Aclonifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxym-sodium, Ametryn, Amidosulfuron, Aminocarb, Analazine, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azaconazole, Azametifos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Bendiocarb, Benfuracarb, Bensulfuron methyl, Bentazone, Benzoximate, Bifenazate, Bitertanol, Boscalid, Bromacil, Bromophos Ethyl, Bromuconazole, Bupirimate, Buprofezin, Butachlor, Butocarboxim, Butocarboxim sulfoxide, Carbaryl, Carbedazim (Carbedazin + Benomyl + thiophanate methyl), Carbetamide, Carbofuran, Carbofuran-3hydroxy, Carbosulfan, Carboxin, Carfentrazone ethyl, Carpropamid, Chinomethionat, Chlomezone, Chlorantranilipore, Chlorbromuron, Chlordinemform, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chloridazon, Chlorimuron ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Chlorthiophos, Clethodim, Clodinafop-propargyl, Clorithiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cumyluron, Cyanazine, Cyanofenphos, Cyazofamide, Cycloate, Cycloxydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipham, Desmetryn, diafenthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthiol, Dichlorvos, Dicrotophos, Diethofencarb, Difenconazole (1,2), Difenoxuron, Diflubenzuron, Diflufenican, Dimeturon, Dimethachlon, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxystrobin, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxacarb, Dioxathion, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodemorph, Doline, Doramectin, Emamectin, EPN, Epoxiconazole, Eprinomectin, EPTC, Esprocarb, Etaconazole, Ethidimuron, Ethiofencarb, Ethiofencarb sulfone, Ethiofencarb sulfoxide, Ethiprole, Ethirimol, Ethofumesate, Ethionphos, Ethoxyquin, Etobenzanid, Etofenprox, Etozazole, Etrifos, Famoxadone, Fenamidone, Fenamiphos, Fenarimol, Fenazaquin, Fenbuconazole, Fenbutatin oxide, Fenfuram, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoprop, Fenoxaprop-Pethyl, Fenoxycarb, Fenpiclonil, Fenpropidin, Fenpropimorph, Fenpyroximate, Fenthion, Fenthion Sulfoxide, Fenuron, Flanprop-isopropyl, Flanprop-methyl, Flazasulfuron, Flonicamid, Fluzifop-P-butyl, Fluzinam, Flubendiamide, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacet, Flufenoxuron, Fluoroglycofen ethyl, Fluorometuron, Fluoxastrobil, Fluquinconazole, Fluroxypyr-meptyl, Flusilazole, Flusulfamide, Fluthiacet methyl, Flutolanil, Flutrafol, Fomesafen, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hidroclore, Fosthiazate, Fuberidazol, Furalaxyl, Furathiocarb, Halofenozide, Haloxypyr-R-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexaflumuron, Hexythiazox, Imazalil, Imazapyr, Imazasulfuron, Imazethapyr, Imibenconazole , Imibenconazole desbenzyl, Imidacloprid, Indoxacarb, Ioxynil, Iprovalicarb, Isazofos, Isocarbamid, Isocarboxim, Isopropyl, Isoprocarb, Isoprothiolane, Isoproturon, Isoxaflutole, Isoxathion, Ivermectin, Karbutilate, Kresoxim - methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malaoxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarbam, Mefenacet, Mepanipyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metaflumizone, Metaxyl-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuroxam, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfoxide, Methomyl, Metobromuron, Metolachlor, Metosulan, Metoxifenozone, Metoxuron, Metrafenone, Metribuzin, Metprotryne, Metsulfuron-methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitenpyram, Norflurazon, Novaluron, Novilumuron, Nuarimol, Ofurace, Omethoate, Oxadixyl, Oxamyl, Oxamyl-oxime, Oxyacarb, Paclobutrazol, Paraoxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phenmedipham, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarb-desmethyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz (Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometon, Prometryn, Propachlor, Propamocarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetamphos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide, Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metabolite, Pyrazophos, Pyrazosulfuron-ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyrifeno, Pyrimethanil, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quinoclamine, Quinoxifen, Quizalofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Sebumeton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spinetorin, Spinosad (A and D), Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat, Spiroxamine, Sulfentrazone, Sulfosulfuron, Sulfotep, Sulprofos, Tau-fluvalinate, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebupenpyrad, Tebutam, Tebutiuron, Teflubenzuron, Temephos, Tepaloxym, Terbutetrol, Terbutylazine, Terbutryne, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiachlorid, Thiametoxam, Thidiazuron, Thifensulfuron-methyl, Thiobencarb, Thiocarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone, Thiophanox sulfoxide, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflurumuron, Trifluthisulfuron-methyl, Triforine, Triticonazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide

RESULTADO

Satisfatório

Obs:

- 1- Limite de quantificação do método (LQ): 0,07mg/kg para ditiocarbamatos e de 0,01mg/kg para os demais;
- 2- Método: POP TC 007 rev.3/rev.6, TC 017 rev.6/rev.9, TC 023 rev.4/ rev.6 (Documentos do Sistema de Gestão da Qualidade do LabTox);
- 3- O escopo de Acreditação (Cgcre/inmetro CRL153) está disponível em www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble . Outras creditações : MAPA (Portaria nº 277, de 19/08/2014), REBLAS (ANALI-058);
- 4- A amostragem é de responsabilidade do cliente. Sugestões sobre procedimentos de amostragem, se solicitadas, podem ser enviadas por telefone, fax, e-mail ou contato pessoal no laboratório. Os procedimentos sugeridos pelo laboratório (LabTox, Anexo A do POP TC004 ver.11/rev.18) são baseados no CODEX Alimentarius - Pesticide Residues in Food, Methods of Analysis and Sampling, 2nd Edition, 2000.
- 5- Os resultados deste ensaio/análise tem significação restrita e se aplica tão somente a (s) amostra (s) coletada(s) pelo cliente. O relatório de ensaio só pode ser reproduzido por completo.

Danuza Leal Telles
Coordenador Técnico da Qualidade - CRQ 01.300.541

LABTOX R1616/2015
OS Nº 1483/2015

ANEXO F- Laudo da análise de resíduos de agrotóxicos: Amostra 02: Açúcar Cristal São João (Safrá 2015/2016)

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 213189



RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 213189

Recife, 22 de dezembro de 2015



NATUREZA DO TRABALHO: Análise de Resíduos de Agrotóxicos

MATERIAL: 01 amostra de açúcar

CLIENTE: Agência Estadual de Vigilância Sanitária (AGEVISA-PB)

ENDEREÇO: Av. João Machado, 109, 1º Andar Centro 58.013-520 João Pessoa- PB

Recebimento Amostra: 21/12/2015

Início/Término da análise: 21/12 - 22/12/2015

COMPOSTOS ANALISADOS:

1-(3,4 - Dichlorophenyl) urea, 1-Naphthalene acetamide, 2,4-D, 2,6-Dichlorobenzamide, 3,4,5-Trimetacarb, Abamectin, Acephate, Acetamiprid, Acetochlor, Acibenzolar-S-methyl, Aclonifen, Aldicarb, Aldicarb sulfone, Aldicarb sulfoxide, Alloxidim-sodium, Ametryn, Amidosulfuron, Aminocarb, Analazine, Aspon, Asulam, Atrazine, Atrazine-desethyl, Atrazine-desisopropyl, Azaconazole, Azametiphos, Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Bendiocarb, Benfuracarb, Bensulfuron methyl, Bentazone, Benzoaxim, Bifenazate, Bifentanol, Boscalid, Bromacil, Bromophos Ethyl, Bromuconazole, Bupirimate, Buprofezin, Butachlor, Butocarb, Butocarbinoxim sulfoxide, Carbaryl, Carbedazim (Carbedazin + Benomyl + thiophanate methyl), Carbenthiol, Carbofuran, Carbofuran-3- hydroxy, Carbosulfan, Carboxin, Carfentrazone ethyl, Carpropamid, Chloromethionat, Chlormazone, Chlorantranilipore, Chlorbromuron, Chlordimeform, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chloridazon, Chlorimuron ethyl, Chloritoluron, Chloroxuron, Chlorpyrifos, Chlorsulfuron, Chlorthiophos, Clethodim, Clodinafop-propargyl, Clorithiamid, Clothianidin, Coumaphos, Cumyluron, Cyanazine, Cyanofenphos, Cyazofamide, Cycloate, Cycloxydim, Cyflufenamide, Cyhexatin, Cymoxanil, Cyproconazole, Cyprodinil, Cyromazine, Daimuron, Daminozide, Deltamethrin, Demeton-S-methyl, Demeton-S-methyl sulfoxide, Desmedipham, Desmetryn, diafenthiuron, Dialifos, Diazinone, Dichlofenthion, Dichlorvos, Dicrotophos, Diethofencarb, Difenoconazole (1,2), Difenoxuron, Diflubenzuron, Diflufenican, Dimefuron, Dimethachlon, Dimethenamid, Dimethoate, Dimethomorph, Dimoxystrobin, Diniconazole, Dinotefuran, Dioxacarb, Dioxathion, Disulfoton, Disulfoton sulfone, Diuron, DMSA, DMST, DNOC, Dodemorph, Dodine, Doramectin, Emamectin, EPN, Epoxiconazole, Eprinomectin, EPTC, Esprocarb, Etaconazole, Ethidimuron, Ethiofencarb, Ethiofencarb sulfone, Ethiofencarb sulfoxide, Ethiprole, Ethirimol, Ethofumesate, Ethoprophos, Ethoxyquin, Etobenzanid, Etofenprox, Etoxazole, Etrifos, Famoxadone, Fenamidone, Fenamiphos, Fenarimol, Fenazaquin, Fenbuconazole, Fenbutatin oxide, Fenfuram, Fenhexamid, Fenobucarb, Fenoprop, Fenoxaprop-P- ethyl, Fenoxycarb, Fenpiclonil, Fenpropidin, Fenpropimorph, Fenpyroximate, Fenthion, Fenthion Sulfoxide, Fenuron, Flanprop-isopropyl, Flanprop-methyl, Flazasulfuron, Flonicamid, Fluzifop-P-butyl, Fluzazinam, Flubendiamide, Flucitrinate, Fludioxonil, Flufenacet, Flufenoxuron, Fluoroglycofen ethyl, Fluorometuron, Fluoxastrobil, Fluquinconazole, Fluroxypyr-meptyl, Flusilazole, Flusulfamide, Fluthiacet methyl, Flutolanil, Flutriafol, Fomesafen, Fonofos, Forchlorfenuron, Formetanate hidrócloride, Fosthiazate, Fuberidazol, Furalaxyl, Furathiocarb, Halofenozide, Haloxifop-R-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexaflumuron, Hexythiazox, Imazalil, Imazapyr, Imazasulfuron, Imazethapyr, Imibenconazole , Imibenconazole desbenzil, Imidacloprid, Imidoxacarb, Ioxynil, Iprovalicarb, Isazofos, Isocarbamid, Isocarbofos, Isufenphos, Isoprocarb, Isoprothiolane, Isoproturon, Isoxaflutole, Isoxathion, Ivermectin, Karbutilate, Kresoxim - methyl, Lactofen, Linuron, Lufenuron, Malafoxon, Malathion, Mandipropamid, MCPA, Mecarbam, Mefenacet, Mepanipyrim, Mephosfolan, Mepronil, Mesotrione, Metaflumizone, Metalaxyl-M, Metconazole, Methamidophos, Methfuroxam, Methidathion, Methiocarb, Methiocarb sulfone, Methiocarb sulfoxide, Methomyl, Metobromuron, Metolachlor, Metosulan, Metoxifenoazole, Metoxuron, Metrafenone, Metribuzin, Metoproturine, Metsulfuron-methyl, Mevinphos (cis and trans), Monocrotophos, Monolinuron, Monuron, Moxidectin, Myclobutanil, Naled, Napropamide, Neburon, Nitenpyram, Norflurazon, Novalluron, Noviflumuron, Nuairimol, Ofurace, Omethoate, Oxadixyl, Oxamyl, Oxamyl-oxime, Oxycarboxin, Paclobutrazol, Paraoxon-ethyl, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, phenmedipham, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Picoxystrobin, Piperonyl butoxide, Pirimicarb, Pirimicarb-desmethyl, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz(Prochloraz + 2,4,6 Trichlorophenol), Profenofos, Promecarb, Prometon, Prometryn, Propachlor, Propamocarb, Propanil, Propargit, Propazine, Propetamphos, Propiconazole (1 and 2), Propoxur, Propyzamide, Proquinazid, Prosulfocarb, Prosulfuron, Prothioconazole, Pymetrozine, Pyraclostrobin, Pyraclostrobin metaboliite, Pyrazophos, Pyrazosulfuron-ethyl, Pyridaben, Pyridaphenthion, Pyridate, Pyrifenoxy, Pyrimethanil, Pyriproxyfen, Quinalphos, Quinoclamine, Quinoxifen, Quizalofop-ethyl, Rimsulfuron, Rotenone, Sebumeton, Sethoxydim, Siduron, Simazine, Simetryn, Spinetorin, Spinosad (A and D), Spirodiclofen, Spiromesifen, Spirotetramat, Spiroxamine, Sulfentrazone, Sulfosulfuron, Sulfotep, Sulprofos, Tau-fluvalinate, Tebuconazole, Tebufenozide, Tebufenpyrad, Tebutam, Tebuthiuron, Teflubenzuron, Temephos, Tepaloxymid, Terbutometon, Terbutylazin, Terbutryne, Tetraconazole, Thiabendazole, Thiacloprid, Thiametoxam, Thidiazuron, Thifensulfuron-methyl, Thiobencarb, Thiodicarb, Thiophanate methyl, Thiophanox, Thiophanox sulfone, Thiophanox sulfoxide, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimefon, Triadimenol, Triasulfuron, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Tridemorph, Trifloxystrobin, Trifloxysulfuron, Triflumizole, Triflunuron, Triflurosulfuron-methyl, Triforine, Triticonazole, Uniconazole, Vamidothion, Zoxamide

RESULTADO

Satisfatório

Obs:

- 1- Limite de quantificação do método (LQ): 0,07mg/kg para ditiocarbamatos e de 0,01mg/kg para os demais;
- 2- Método: POP TC 007 ver.3/rev.6, TC 017 ver.6/rev.9, TC 023 ver.4/ rev.6 (Documentos do Sistema de Gestão da Qualidade do LabTox);
- 3- O escopo de Acreditação (Cgcre/inmetro CRL153) está disponível em www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble . Outras acreditações : MAPA (Portaria nº 277, de 19/08/2014), REBLAS (ANAL-058);
- 4- A amostragem é de responsabilidade do cliente. Sugestões sobre procedimentos de amostragem, se solicitadas, podem ser enviadas por telefone, fax, e-mail ou contato pessoal no laboratório. Os procedimentos sugeridos pelo laboratório (LabTox, Anexo A do POP TC004 ver.11/rev.18) são baseados no CODEX Alimentarius - Pesticide Residues in Food, Methods of Analysis and Sampling, 2nd Edition, 2000.
- 5- Os resultados deste ensaio/análise tem significação restrita e se aplica tão somente a (s) amostra (s) coletada(s) pelo cliente. O relatório de ensaio só pode ser reproduzido por completo.

Danuza Leal Telles
Coordenador Técnico da Qualidade - CRQ 01.300.541

LABTOX R1616/2015
OS Nº 2024/2015

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO - ITEP
LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS F. DE BEBIDAS ALCOÓLICAS - LABTOX
Av. professor Luiz Freire, 700 - Cidade Universitária - Recife - PE CEP: 50.740-540
FONE: +55-81-3183.4265 FAX: +55-81-3183.4313 www.itep.br e-mail: itep@itep.br