

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
E MEIO AMBIENTE**

**AVALIAÇÃO DO USO DE PESTICIDAS NA CULTURA DE LARANJA  
NO MUNICÍPIO DE ITÁPOLIS - SP**

**LÍLIAN MARIA ANDREOTTI BOCCHI**

**ARARAQUARA – SP  
2008**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA  
MESTRADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
E MEIO AMBIENTE**

**AVALIAÇÃO DO USO DE PESTICIDAS NA CULTURA DE LARANJA  
NO MUNICÍPIO DE ITÁPOLIS – SP**

**LÍLIAN MARIA ANDREOTTI BOCCHI**

Dissertação de Mestrado apresentado ao curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, área de concentração Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Ribeiro**

**ARARAQUARA – SP  
2008**

## FICHA CATALOGRÁFICA

B644a Bocchi, Lílian M. A.  
Avaliação do uso de pesticidas na cultura de laranja no município de Itápolis-SP. Lílian Maria Andreotti Bocchi – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2008.  
116 p. il. ; 30cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Ribeiro.  
Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente - Centro Universitário de Araraquara, UNIARA.

Área de concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

1. Citricultura. 2. Produtor rural 3. Pesticidas 4. Recursos hídricos. I. Título.

CDU 504.03



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)

BANCA DE DEFESA

Profa Dra. Eny Maria Vieira  
USP- São Carlos

Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto  
UNESP – Jaboticabal

Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro  
UNIARA - Araraquara



## Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301.7100

www.uniara.com.br

### DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente

Candidato(a) : Lilian Maria Andreotti Bocchi

Área de Concentração: **Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade**

Linha de Pesquisa: **Gestão de Território**

Examinadores	CONCEITO
Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro (Orientador[a])	APROVADA
Profa. Dra. Eny Maria Vieira	APROVADA
Prof. Dr. Joaquim Gonçalves Machado Neto	Aprovada

Observações:

---

---

---

---

Araraquara, 16 de maio de 2008

  
**Profa. Dra. Maria Lúcia Ribeiro**  
Presidente

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos recebidas;

À prof. Dra Maria Lúcia Ribeiro, pela orientação deste trabalho, pelos ensinamentos, pela compreensão e companheirismo. Sempre lhe serei grata por tudo;

À minha filha e amiga Evelyn Caroline Bocchi, companheira inseparável de todas as horas, sempre disposta a ajudar, sem a qual tudo teria sido mais difícil;

À minha família, pelo apoio incondicional e incentivo constante nos meus estudos;

Ao Rômulo Ricardo de Oliveira e Renata de Oliveira pela paciência, compreensão e por terem permitido a realização desse sonho;

Ao diretor e vice-diretor da escola Josepha O. Bersano, Dejanir Storniolo Jr e Sérgio Quinelatto pela ajuda nos momentos em que precisei;

Aos funcionários da Secretaria da Agricultura, Antonio Oscar Xavier Marques, pelas orientações e informações que foram muito úteis para o desenvolvimento deste trabalho;

À amiga Cláudia Paschoalotto, pelas valiosas informações sobre a Microbacia e a COAGROSOL;

Aos agrônomos: Leonor Coletti e Roberto Aparecido Salva, que tão gentilmente me forneceram orientações sobre os pesticidas usados na citricultura.

Às amigas: Ana Paula Balista Leone, Janaína Lopes, Francine Branco, Eliane Amâncio Gentile, Cleusa Campos Mercez, Anelise Sanespechi Turco, Elvânia Galvão, pelo incentivo e apoio durante a realização deste trabalho;

Aos citricultores da Microbacia Córrego dos Cocos, que tão gentilmente me receberam em suas propriedades, permitindo assim a realização da pesquisa de campo;

Ao agricultor José Próspero, pelas importantes informações fornecidas sobre a história da citricultura em Itápolis;

À Dr<sup>a</sup> Luciana Camargo Oliveira e à professora Dr<sup>a</sup> Vera Lúcia Botta Ferrante pelas valiosas contribuições durante o exame de qualificação.

Ao engenheiro Irani Moclair Biazotti pelas importantes informações sobre a citricultura e as propriedades citrícolas de Itápolis-SP;

À Carolina Lourencetti pelas importantes contribuições ao longo da elaboração da dissertação.

À Coordenadoria de Normas Pedagógicas (CENP), por ter me concedido apoio financeiro.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b>	<b>Consumo mundial de pesticidas em kg ha<sup>-1</sup> (2004)</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2:</b>	<b>Consumo de pesticidas em algumas culturas no Brasil (2006)</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3:</b>	<b>Dinâmica dos pesticidas nos compartimentos ambientais</b>	<b>36</b>
<b>Figura 4:</b>	<b>Mapa da divisão político-administrativa do Estado de São Paulo</b>	<b>44</b>
<b>Figura 5:</b>	<b>A bacia hidrográfica Tiête-Batalha</b>	<b>44</b>
<b>Figura 6:</b>	<b>Imagem parcial do uso e ocupação do solo no município de Itápolis-SP</b>	<b>45</b>
<b>Figura 7:</b>	<b>Propriedades rurais localizadas no entorno da Microbacia Córrego dos Cocos</b>	<b>47</b>
<b>Figura 8:</b>	<b>Caracterização das propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>56</b>
<b>Figura 9:</b>	<b>Caracterização dos citricultores das propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>58</b>
<b>Figura 10:</b>	<b>Classes de pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>60</b>
<b>Figura 11:</b>	<b>Classificação toxicológica dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>60</b>
<b>Figura 12:</b>	<b>Classificação ambiental dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>61</b>
<b>Figura 13:</b>	<b>Preparo e aplicação de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>64</b>
<b>Figura 14:</b>	<b>Utilização de EPIs por citricultores das propriedades estudadas no município de Itápolis-SP, durante preparo e aplicação de pesticidas</b>	<b>67</b>
<b>Figura 15:</b>	<b>Equipamentos usados na aplicação dos pesticidas, procedimentos de lavagem e controle de plantas daninhas nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>68</b>
<b>Figura 16:</b>	<b>Destino das embalagens vazias de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>69</b>
<b>Figura 17:</b>	<b>Obediência ao tempo de carência dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>71</b>

<b>Figura 18:</b>	<b>Cultivos associados ao pomar, replantio e uso de pesticidas nestes cultivos nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>72</b>
<b>Figura 19:</b>	<b>Problemas de saúde nos produtores rurais das propriedades citrícolas do município de Itápolis-SP, causados pelo uso de pesticidas</b>	<b>73</b>
<b>Figura 20:</b>	<b>Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas na visão dos produtores rurais das propriedades estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>75</b>
<b>Figura 21:</b>	<b>Estimativa da contaminação das águas superficiais, subterrâneas ou de ambas, pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>93</b>
<b>Figura 22:</b>	<b>Córrego dos Cocos e Rio São Lourenço na região da Microbacia Córrego dos Cocos</b>	<b>95</b>



## **LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 1:</b>	<b>Descrição e caracterização de doenças da citricultura brasileira</b>	<b>20</b>
<b>Quadro 2:</b>	<b>Classificação dos pesticidas em função dos riscos ao ambiente</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 3:</b>	<b>Relação entre atividade, via de absorção, grau de risco e uso de pesticidas</b>	<b>31</b>
<b>Quadro 4:</b>	<b>Relação entre alguns grupos químicos de pesticidas, sinais e sintomas clínicos de intoxicações produzidas</b>	<b>32</b>
<b>Quadro 5:</b>	<b>Critérios de Goss para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por pesticidas associados aos sedimentos</b>	<b>52</b>
<b>Quadro 6:</b>	<b>Critérios de Goss para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por pesticidas dissolvidos em água</b>	<b>53</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b>	<b>Principais municípios produtores de laranja no Brasil</b>	<b>17</b>
<b>Tabela 2:</b>	<b>Quantidade de pesticidas consumidos entre 2001 e 2004</b>	<b>22</b>
<b>Tabela 3:</b>	<b>Pesticidas no Brasil: consumo total de princípio ativo na agricultura e fruticultura, no período de 1997 a 2000</b>	<b>23</b>
<b>Tabela 4:</b>	<b>Pesticidas: classe toxicológica, cor da faixa no rótulo e DL<sub>50</sub></b>	<b>25</b>
<b>Tabela 5:</b>	<b>Vínculos empregatícios em diferentes setores de atividades econômicas em Itápolis-SP</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 6:</b>	<b>Atividades agrícolas desenvolvidas no município de Itápolis-SP</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 7:</b>	<b>Pesticidas usados nas propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>58</b>
<b>Tabela 8:</b>	<b>Pesticidas sem indicação de uso na citricultura e aplicados na cultura de laranja das propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>59</b>
<b>Tabela 9:</b>	<b>Pesticidas usados nas propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com o Grupo Químico a que pertencem</b>	<b>61</b>
<b>Tabela 10:</b>	<b>Pesticidas usados nos cultivos associados ao pomar, nas propriedades rurais estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>71</b>
<b>Tabela 11:</b>	<b>Pesticidas usados no replantio nas propriedades rurais estudadas, no município de Itápolis-SP</b>	<b>72</b>
<b>Tabela 12:</b>	<b>Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas de acordo com citricultores das propriedades estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>74</b>
<b>Tabela 13:</b>	<b>Pesticidas mais comercializados para uso na citricultura no município de Itápolis-SP</b>	<b>76</b>
<b>Tabela 14:</b>	<b>Pesticidas mais usados nas propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>78</b>
<b>Tabela 15:</b>	<b>Propriedades físico-químicas dos pesticidas mais usados nas propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>79</b>
<b>Tabela 16:</b>	<b>Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades cítricas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com</b>	<b>84</b>

os critérios da EPA

- Tabela 17: Potencial de lixiviação dos pesticidas dos pesticidas mais 85**  
usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de  
acordo com os índices de GUS e LIX
- Tabela 18: Potencial de lixiviação dos pesticidas dos pesticidas mais 88**  
usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de  
acordo com os Índices de GUS, LIX e Critérios EPA
- Tabela 19: Potencial de contaminação dos pesticidas dos pesticidas mais 92**  
usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de  
acordo com os Critérios de Goss
- Tabela 20: Potencial de contaminação das águas superficiais e /ou 94**  
subterrâneas, frequência de uso nas propriedades, classe  
toxicológica e ambiental dos pesticidas mais usados nas  
propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP
- Tabela 21: Estudos de avaliação da contaminação de águas superficiais e 95**  
subterrâneas por alguns pesticidas apresentados neste estudo

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária**

**CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo**

**CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**CMA - Concentração Máxima Admissível**

**CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**

**DDD – Diclorodifenildicloroetano ou 1,1-dicloro-2,2-*bis*-(*p*-clorofenil)etano**

**DDT – Diclorodifeniltricloroetano ou 1,1,1-tricloro-2,2-*bis*-(4-clorofenil)etano**

**DIRA – Divisão Regional Agrícola**

**DL – Dose letal**

**DRM - Departamento de recursos minerais**

**DT<sub>50</sub> – Tempo de meia-vida**

**EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**

**EPI – Equipamento de Proteção Individual**

**EUA - Estados Unidos da América**

**EXTOXNET PIP - Extensão Toxicológica Network Pesticides Informação Profiles**

**FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação**

**FUNASA - Fundação Nacional de Saúde**

**FUNDECITRUS. - Fundação de defesa da citricultura.**

**GUS – Groundwater Ubiquity Score, Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas**

**Ha – hectare**

**IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**

**IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**

**IEA - Instituto de Economia Agrícola**

**IMP – Informações dos municípios paulistas**

**K<sub>H</sub> – Constante da Lei de Henry**

**Koc – Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo**

**LIX – Leaching Index - Índice de Lixiviação**

**LMR - Limite máximo de resíduos**

**LUPA - Levantamento de unidades produtivas agrícolas**

**OMS - Organização Mundial de Saúde**

**PV – Pressão de vapor**

**SAAI - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itápolis**

**SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo**

**SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná**

**SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados**

**SINDAG - Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola**

**SINTOX - Sistema Nacional de Informações Farmacológicas**

**UNESCO - Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura**

**UPA – Unidade de produção agropecuária**

**USA - United States of America**

**US EPA - United States Environmental Protection Agency, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 Apresentação da dissertação	15
1.2 Panorama geral da citricultura	17
1.3 Histórico da citricultura	18
1.4 Pragas e doenças da citricultura	20
1.5 Práticas agrícolas e consumo de pesticidas	21
1.6 Pesticidas	24
1.7 Pesticidas e saúde humana	28
1.7.1 Impactos na saúde humana	28
1.7.2 Intoxicação por pesticidas	30
1.7.3 Equipamentos de Proteção Individual	35
1.8 Pesticidas nos compartimentos ambientais	36
1.8.1 Dinâmica dos pesticidas nos compartimentos ambientais	36
1.8.2 Contaminação ambiental por pesticidas	37
1.9 Risco potencial de contaminação dos compartimentos ambientes por pesticidas	39
1.10 Legislação brasileira de pesticidas	41
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>43</b>
2.1 Objetivo Geral	43
2.2 Objetivos Específicos	43
<b>3. A REGIÃO DE ESTUDO</b>	<b>43</b>
3.1 Estratégias de seleção das propriedades rurais	46
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>48</b>
4.1 Levantamento prévio dos pesticidas usados na citricultura local	48
4.2 Instrumento de análise	48
4.3 Coleta dos dados	48
4.4 Análise dos dados	49
4.4.1 Caracterização da propriedade rural e avaliação da utilização de pesticidas	49

<b>4.4.2 Avaliação do potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais</b>	<b>50</b>
<b>4.4.2.1 Critérios da EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos- EPA)</b>	<b>50</b>
<b>4.4.2.2 Índice GUS de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas (“Groundwater Ubiquaty Score”) – GUS</b>	<b>51</b>
<b>4.4.2.3 Índice LIX (Leaching IndeX)</b>	<b>51</b>
<b>4.4.2.4 Critérios de Goss</b>	<b>52</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>53</b>
<b>5.1 Caracterização das propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>54</b>
<b>5.2 Pesticidas usados nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>58</b>
<b>5.3 Preparação e aplicação de pesticidas nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>62</b>
<b>5.4 Utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) no uso de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP e hábitos dos produtores rurais dessas propriedades</b>	<b>64</b>
<b>5.5 Equipamentos usados na aplicação dos pesticidas, lavagem destes e procedimentos adotados no controle de plantas daninhas nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>67</b>
<b>5.6 Destino das embalagens vazias de pesticidas nas propriedades citrícola estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>68</b>
<b>5.7 Obediência ao período de carência dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>70</b>
<b>5.8 Cultivos associados ao pomar, replantio e uso de pesticidas nestes cultivos nas propriedades rurais estudadas no município de Itápolis-SP</b>	<b>71</b>
<b>5.9 Problemas de saúde nos produtores rurais das propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP, causados pelo uso de pesticidas</b>	<b>72</b>
<b>5.10 Aspectos positivos e aspectos negativos do uso de pesticidas de acordo com produtores rurais das propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>74</b>
<b>5.11 Levantamento dos pesticidas usados na citricultura do município de Itápolis-SP</b>	<b>76</b>
<b>5.12 Seleção dos pesticidas a serem avaliados quanto ao potencial de contaminação dos recursos hídricos</b>	<b>78</b>

<b>5.13 Determinação do potencial de contaminação das águas subterrâneas pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>78</b>
<b>5.13.1 Potencial de contaminação de águas subterrâneas pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>83</b>
<b>5.13.2 Potencial de contaminação de águas superficiais pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>90</b>
<b>5.14 Estimativa do potencial de contaminação dos recursos hídricos pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP</b>	<b>93</b>
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>97</b>
<b>7. PERSPECTIVAS FUTURAS</b>	<b>98</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b>	<b>99</b>
<b>9. ANEXO</b>	<b>113</b>



## RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de laranjas, com a concentração dessa produção principalmente no Estado de São Paulo. Essa atividade é a principal fonte econômica de 322 municípios, sendo um deles o município de Itápolis, responsável pela produção de 4,0% do total nacional. A citricultura, com destaque para a produção de laranja, é considerada uma das culturas que mais consomem pesticidas, devido às inúmeras pulverizações realizadas em razão dos tratamentos culturais e fitossanitários exigidos, ao longo do ano, até à época da colheita dos frutos. Estes insumos químicos, no entanto, devem ser usados com orientação, respeitando a legislação vigente, o meio ambiente e a saúde humana, pois caso contrário, podem causar problemas aos compartimentos ambientais e à saúde da população em geral. Considerando esses aspectos, os objetivos deste trabalho foram caracterizar as propriedades citrícolas de Itápolis-SP, avaliar o uso de pesticidas por pequenos produtores rurais destas propriedades e o potencial que estes produtos químicos apresentam para contaminarem os recursos hídricos. Os dados foram obtidos por meio de entrevistas semi-diretivas, com 38 produtores rurais responsáveis pelas propriedades selecionadas, no período de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007. O instrumento de análise, validado por um pré-teste realizado em 10% das propriedades, abordou, entre outros, os seguintes aspectos: caracterização das propriedades e dos produtores rurais; pesticidas usados; avaliação da preparação dos produtos e do uso de equipamentos de proteção individual e contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. A determinação do potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais por pesticidas foi realizada por estimativas indiretas, pela aplicação de modelos matemáticos: Critérios da EPA, Índice de GUS, Índice LIX e Critérios de Goss. Os resultados obtidos mostram que a cultura de laranja, no município de Itápolis-SP, é desenvolvida em pequenas propriedades, predominantemente por produtores rurais do sexo masculino, proprietários da terra, com idade entre 31 a 50 anos, na atividade rural há mais de 15 anos e escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto, o que sugere que estes sujeitos não compreendem os riscos da utilização de pesticidas para a saúde e para o ambiente. Os equipamentos de proteção individual não são rotineiramente usados por estes citricultores, sendo o calor e o desconforto apontados como as principais causas, concordando com resultados de estudos realizados em diversas regiões do Brasil e em outros países. Estes produtores acreditam que sem pesticidas “não há produção” e a busca de formas alternativas de cultura, como a agricultura orgânica é ainda incipiente. A utilização de pesticidas é

realizada de forma multiquímica em 100% das propriedades, contemplando as seguintes classes: inseticidas (51,6%), acaricidas (29,0%), fungicidas (12,9%) e herbicidas (2,0%). Dos 12 pesticidas, selecionados para avaliação do potencial de contaminação dos recursos hídricos por estimativas indiretas, em razão de serem os mais freqüentemente utilizados nas propriedades (1 herbicida, 5 inseticidas, 1 fungicida e 5 acaricidas), 75,0% possui potencial de contaminação de águas superficiais, 41,7 % de águas subterrâneas e 16,7% para ambas, o que sugere a necessidade de estudos de monitoramento mais sistemáticos para avaliar os riscos desses compostos para o ambiente e a saúde humana. Esses resultados concordam com os relatados na literatura, por pesquisadores nacionais e internacionais, empregando modelos matemáticos e/ou técnicas cromatográficas de análises. Dentre os pesticidas com potencial de contaminação de águas subterrâneas e ou/ superficiais, 50% pertence à classe toxicológica III; ou seja, são considerados produtos medianamente tóxicos para o ser humano. Em relação ao perigo que representam para o meio ambiente, 50% dos produtos químicos empregados são da classe ambiental III, considerados perigosos para o ambiente. A aplicação destes índices e critérios resulta numa estimativa da realidade, uma vez que os valores das propriedades físicas e químicas não foram determinados para as condições reais da área estudada. O conjunto dos métodos usados permitiu, entretanto, realizar uma avaliação preliminar do potencial de contaminação dos recursos hídricos por pesticidas, efetivamente usados na citricultura do município de Itápolis-SP, indicando quais princípios ativos devem ser selecionados e priorizados em programas de monitoramento ambiental fornecendo subsídios para ações de políticas públicas.

Palavras-chave: Citricultura. Produtor rural. Pesticidas. Recursos hídricos.

## ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of oranges, whose production is concentrated mainly in the state of São Paulo. This activity is the principal source of income of 322 municipalities, one of which is the municipality of Itápolis, which produces 4% of the total national volume. Citriculture, especially of oranges, is considered one of the cultures with the highest consumption of pesticides because of the innumerable sprayings that are applied due to agricultural and phytosanitary requirements throughout the year until harvest time. However, these agrochemical products should be applied under qualified supervision, respecting current regulations, the environment, and human health; otherwise, they may be harmful to the environment and to the health of the general population. Considering these aspects, the aim of this work was to characterize the orange-growing farms of Itápolis, SP, and to evaluate the use of pesticides by small rural producers on these farms and the potential of these agrochemicals to contaminate the water resources. The data were obtained through semi-structured interviews with 38 rural producers responsible for the farms evaluated, which were held between December 2006 and February 2007. The instrument of analysis, which was validated through a pre-test involving 10% of the farms, broached, among other subjects, the following aspects: characterization of the farms and of the rural producers; pesticides employed; evaluation of the preparation of the agrochemicals and use of individual protection gear; and contamination of surface and underground water resources. The contamination potential of underground and surface waters by pesticides was determined by indirect estimates using the following mathematical models: EPA Criteria, GUS Index, LIX Index, and Goss Criteria. The results indicated that orange cultivation in the municipality of Itápolis, SP takes place on small farms managed predominantly by male rural producers, landowners, aged 31 to 50, working on the land for over 15 years, and with incomplete elementary schooling. This finding suggests that they do not understand the potential risks of pesticides to human health and to the environment. These orange growers do not routinely use individual protection gear, claiming heat and discomfort as the main reasons for not doing so, which is congruent with the findings of studies conducted in various regions in Brazil and other countries. These producers believe that it is impossible to produce oranges pesticides, and the search for alternative forms of cultivation, such as organic agriculture, is still incipient. The use of pesticides is multichemical on 100% of the farms, and involves the following classes of chemicals: insecticides (51.6%), acaricides (29.0%), fungicides (12.9%), and herbicides

(2.0%). Of the 12 pesticides (1 herbicide, 5 insecticides, 1 fungicide and 5 acaricides) selected to evaluate the potential contamination of the water resources based on indirect estimates, since they are the ones most frequently used on the farms, 75,0% showed potential for contaminating surface waters, 41.7% for contaminating underground waters, and 16.7% for contaminating both. This finding points to the need for more systematic monitoring studies to assess the risks of these compounds to the environment and to human health. These results are congruent with reports in the literature by national and international researchers, using mathematical models and/or chromatographic analyses. Among the pesticides with underground and/or surface water contamination potential, 50% have class III toxicity, i.e., they are considered products of intermediate toxicity to humans. As for the danger they represent to the environment, 50% of the agrochemicals employed have class III environmental toxicity, and are therefore considered environmentally harmful. The application of these indices and criteria resulted in an estimate of the reality, since the values of the physical and chemical properties were not determined for the real conditions of the area under study. Nevertheless, this combination of methods allowed for a preliminary evaluation of the potential contamination of water resources by pesticides actually applied in the citriculture of the municipality of Itápolis, SP, and indicated the active ingredients that should be selected and prioritized in environmental monitoring programs, thus providing supporting data for public policies and actions.

Keywords: Citriculture. Rural producer. Pesticides. Water resources.

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - Apresentação da dissertação

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de laranjas, sendo o estado de São Paulo o responsável pela maior parte da produção nacional e por aproximadamente 24% da produção mundial (ALVES; ALMEIDA, 2005; IBRAF, 2005, a partir de dados da FAO, apud VIEIRA, 2006; IBGE, 2005).

A citricultura brasileira é responsável pela geração de 425 mil empregos diretos, movimenta US\$ 7 bilhões anualmente e gera US\$ 1,2 bilhões em exportações, representando a principal fonte econômica de 322 municípios paulistas, destacando-se, entre estes, o município de Itápolis-SP (SOUZA A., 2005).

Este município, que produz o correspondente a 4,0% do total nacional (IBGE, 2005), possui 98% de área rural e tem a citricultura como uma das atividades agropecuárias mais importantes, responsável pelo emprego de aproximadamente 36% de sua população local (SEADE, 2005).

Frente à importância da citricultura para o Brasil, principalmente para a região de estudo, e, em razão deste cultivo estar sujeito a uma série de problemas fitossanitários, os produtores de laranja, visando garantir a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos, aplicam pesticidas em suas plantações. Em consequência, esta cultura ocupa a 4ª posição no uso destes produtos químicos, utilizando cerca de 4,2% do total de insumos consumidos na agricultura nacional.

O uso indiscriminado de pesticidas, ao longo dos anos, pode levar ao acúmulo de seus resíduos na água, no solo e no ar e, conseqüentemente, acarretar problemas relacionados a contaminação ambiental e à saúde humana.

Visando traçar um panorama geral da citricultura, o primeiro tópico deste trabalho apresenta informações que mostram a importância da citricultura no cenário nacional e o histórico de sua implantação. Destacam-se ainda: pragas que podem atacar os laranjais e causar doenças, necessitando do uso de pesticidas; prejuízos resultantes do uso inadequado dos pesticidas tanto para a saúde humana, principalmente de indivíduos que estão em contato direto com estes produtos químicos, como para o meio ambiente, em consequência do risco potencial de contaminação, em especial dos compartimentos aquáticos. Neste mesmo tópico é

também apresentado um conjunto de leis, portarias e decretos que regulamentam a utilização de pesticidas, a exigência dos fabricantes informarem os consumidores sobre a composição química dos produtos e o estabelecimento da concentração máxima permitida de determinados pesticidas em água usada para abastecimento público além de determinar procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água.

No segundo tópico, estão apresentados os objetivos deste trabalho: caracterizar as propriedades citrícolas de Itápolis-SP, no que se refere ao uso de pesticidas pelos produtores rurais e a determinação do potencial de contaminação dos recursos hídricos que estes compostos químicos apresentam. Para alcançar os objetivos colimados, este trabalho foi desenvolvido em 38 propriedades citrícolas, localizadas na Microbacia Córrego dos Cocos, no município de Itápolis-SP, o que é caracterizado no terceiro tópico.

No próximo tópico, está descrita a metodologia científica, abordando os seguintes itens: critérios de seleção das propriedades citrícolas e um instrumento de análise, utilizado na pesquisa de campo, validado pela aplicação de um pré-teste. Os dados obtidos permitiram a caracterização das propriedades citrícolas, o levantamento dos procedimentos de aplicação dos pesticidas usados na amostra estudada e a seleção dos pesticidas mais frequentemente empregados no cultivo de laranja, no município de Itápolis-SP. O potencial de contaminação de recursos hídricos foi obtido por estimativas indiretas, usando os critérios de EPA e os índices de GUS e LIX para avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas e os critérios de Goss para águas superficiais.

No quinto tópico, são apresentados os resultados que mostram que a cultura de laranja na região de Itápolis-SP é desenvolvida em pequenas propriedades, por citricultores com escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto, o que sugere que estes sujeitos não saibam compreender os riscos da utilização de pesticidas sob vários aspectos: uso de equipamento de proteção individual (EPI) e descarte das águas em locais inadequados que pode acarretar contaminação dos recursos hídricos. Na avaliação do potencial dos pesticidas, mais frequentemente empregados no cultivo de laranja neste município, contaminarem os recursos hídricos, os resultados obtidos sugerem a necessidade de monitoramento ambiental de águas superficiais e subterrâneas, pois, dentre os pesticidas mais usados na citricultura, vários deles possuem potencial de contaminação do ambiente aquático.

## 1.2 - Panorama geral da citricultura

O Brasil possui aproximadamente 500 milhões de hectares apropriados para a agricultura, destacando-se a fruticultura com 2 milhões de hectares cultivados. Considerando-se a produção mundial de frutas, em torno de 540 milhões de toneladas, o Brasil foi, em 2003, o terceiro maior produtor, com uma produção estimada de 43 milhões de toneladas, ocupando a China e a Índia a 1ª e 2ª posições respectivamente, com produções de 55,6 milhões e 48,1 milhões de toneladas (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2004).

Dentro da fruticultura, destaca-se a citricultura que, embora inclua outras frutas cítricas como limão e tangerina, encontra na laranja o seu principal produto: dos 32 milhões de toneladas de frutas cítricas produzidas, quase 20 milhões correspondem à produção de laranja (SOUZA A., 2005).

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de laranjas, sendo responsável por 28,9% de toda a produção, seguido pelos Estados Unidos, que responde por 17,6% deste total. A produção restante está distribuída entre os países: México (6,9%), Índia (4,9%), China (4,8%), Espanha (4,4%), Itália (2,9%), Turquia (1,9%) e outros países (27,6%) (IBRAF, 2005, a partir de dados da FAO, apud VIEIRA, 2006).

A citricultura é a principal fonte econômica de 322 municípios paulistas (SOUZA A., 2005) destacando-se, entre estes, o de Itápolis. Este município ocupa o primeiro lugar no *ranking* dos dez principais municípios produtores de laranja no Brasil (Tabela 1), apresentando a maior área plantada (30.250 ha), com uma produção de 710.875 toneladas (17,4 milhões de caixas) que corresponde a 4,0% do total nacional (IBGE, 2005).

**Tabela 1: Principais municípios produtores de laranja no Brasil**

Principais municípios produtores de laranja	Área plantada (ha)	Produção obtida (t)	Rendimento médio (kg/ha)	Participação no total da produção nacional (%)	Valor da produção
<b>Itápolis (SP)</b>	<b>30.250</b>	<b>710.875</b>	<b>23.500</b>	<b>4,0</b>	<b>135.066</b>
Aguaí (SP)	15.250	567.329	37.202	3,2	102.687
Mogi Guaçu (SP)	12.604	483.989	38.400	2,7	60.499
Matão (SP)	11.412	447.707	39.231	2,5	94.018
Casa Branca (SP)	13.906	399.830	28752	2,2	78.367
Barretos(SP)	17.742	390.324	22.000	2,2	93.678
Limeira (SP)	19.372	327.382	16.900	1,8	57.760
Olímpia (SP)	15.958	319.160	20.000	1,8	57.768
Rio Real (BA)	21.000	315.000	15.000	1,8	56.700
Bebedouro (SP)	15.344	311.745	20.317	1,7	61.124

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – Produção agrícola municipal – Culturas temporárias e permanentes (2005).

O Estado de São Paulo é responsável pela maior parte da produção nacional de laranjas (80,5%), concentrada em cerca de 900 mil hectares, distribuídos em mais de 29 mil propriedades agrícolas, a maioria constituída por pequenos e médios produtores (cerca de 90%) (IEA apud ALVES; ALMEIDA, 2005).

Os pomares paulistas são considerados os principais fornecedores das agroindústrias processadoras de laranjas, respondendo por 53% da produção mundial de suco concentrado e controlando 80% do comércio internacional do produto (NEVES; JANK, 2006).

A cultura de laranja se destaca como grande empregadora de mão-de-obra pelo fato de exigir trabalho, praticamente o ano todo. Entretanto, o número de trabalhadores exigidos em diferentes etapas do processo produtivo, envolvendo desde o plantio até a colheita do fruto, é muito variável. Em 1998, somente a área agrícola absorveu 12,5% do total da demanda da força de trabalho rural do estado de São Paulo e 3,0% da brasileira. Se for considerada a demanda por área de cultivo, a mesma é mais intensa na citricultura do que na cana-de-áçúcar e na produção de grãos (ALMEIDA; PAULILLO, 2006).

### **1.3 - Histórico da citricultura**

A laranjeira é uma das árvores frutíferas mais conhecidas, cultivadas e estudadas em todo o mundo. Nativa da Ásia, alguns historiadores afirmam que os citros teriam se originado no leste asiático, nas regiões onde hoje se localizam a Índia, a China, o Butão, a Birmânia e a Malásia. A mais antiga descrição de citros surgiu na literatura chinesa por volta do ano de 2000 a.C.. A laranja chegou à América por volta de 1500, trazida da Europa, onde havia chegado no período da Idade Média, depois de percorrer a Ásia, a África do Norte e do Sul (HASS, 1987).

A citricultura foi introduzida no Brasil, provavelmente na Bahia, entre 1530 e 1540, por expedições colonizadoras, dadas as excelentes condições de produção das árvores cítricas na costa brasileira, melhores do que as de suas próprias regiões de origem. As primeiras plantações, de grandes extensões de citros, surgiram em 1760, no Rio Grande do Sul, expandindo-se consideravelmente, em 1880, no Ceará (MOREIRA; MOREIRA, 1990, apud NEVES; JANK, 2006). O início das exportações da laranja, ocorreu no começo do século XX (1910), para a Argentina, atividade rentável economicamente, que provocou, em 1927, o esboço da primeira classificação de citros, com fins de exportação. A crise de 1929, produziu



o desmoronamento do complexo agroexportador do café e a reformulação do quadro produtivo, ocasionando grande impacto na dinâmica urbana e incrementando o cultivo da laranja. Neste período, empresas de outros setores voltaram-se para a citricultura, com maior movimento produtor e exportador concentrado em São Paulo. Em 1939, a laranja se tornou um dos dez produtos mais importantes de exportação do país, com 5 milhões de caixas (NEVES; JANK, 2006).

No entanto, durante a segunda guerra mundial, uma doença conhecida como “tristeza” (causadora de uma espécie de entupimento da copa das árvores, provocando a morte destas por falta de alimentos), levou ao definhamento progressivo das laranjeiras, dizimando cerca de 80% das árvores cítricas existentes no Brasil e resultando, em consequência, queda nas exportações de laranja. Com o término da guerra, ocorreu a recuperação das exportações e produtores, comerciantes e exportadores voltaram a investir na citricultura. O Brasil tinha, na época, 50 milhões de árvores cítricas, sendo que deste total 16 milhões se encontravam em São Paulo, segundo dados do Ministério da Agricultura (HASS, 1987). Segundo esse mesmo autor, a implantação da primeira fábrica nacional de suco concentrado ocorreu nos anos 50, concomitantemente com a primeira plantação de laranja na cidade de Itápolis, interior de São Paulo, por José Próspero, influenciado pelos lucros obtidos por um agricultor de Taquaritinga-SP. O sucesso econômico deste agricultor itapolitano, incentivou os produtores locais a substituírem o cultivo de café por laranja (informação verbal)<sup>1</sup>. A expansão da citricultura para as regiões de Araraquara e Bebedouro ocorreu na década de 60, favorecida pelo tipo de clima e solo, seguindo os trilhos da Companhia Paulista de Estradas de Ferro e as rotas das rodovias Anhanguera (Limeira-Araras) e Washington Luiz (Araraquara-Bebedouro). Neste período, um outro fator impulsionou a indústria brasileira de suco e outros subprodutos da laranja, transformando o Brasil em um promissor pólo alternativo para os mercados norte-americanos e europeus: geada na Flórida, que dizimou grande parte da citricultura dos EUA (NEVES; JANK, 2006).

Em 1963, ocorreu, em Araraquara (SP), a instalação da primeira indústria brasileira de citros, por um grupo da Flórida, a empresa Suconasa e, a seguir, as principais empresas exportadoras de citros implantaram unidades industriais, primeiramente em Matão e Bebedouro, e, posteriormente, em Limeira, Araras, entre outras. A partir da década de 70, se intensificou a expansão da citricultura, chegando em 1994 a uma produção de, somente em São Paulo, aproximadamente 275 milhões de caixas (IEA apud NEVES; JANK, 2006). Esta

---

<sup>1</sup> Informação fornecida por José Próspero, citricultor de Itápolis-SP, em 2007.

expansão permaneceu até alcançar, em 2006, uma produção nacional de 18.032.313 toneladas de laranjas, equivalentes a 441,9 milhões de caixas ( 40,8 kg / cx ) e uma produção paulista de 14.367.011 toneladas (352,1 milhões de caixas de 40,8kg ) (IBGE, 2006).

#### 1.4 - Pragas e doenças da citricultura

A cultura de citros é alvo de inúmeras pragas que, dependendo da intensidade do ataque, podem causar danos irreversíveis aos pomares em consequência das doenças que produzem. Algumas destas moléstias são capazes de tornar um pomar, economicamente morto, em apenas seis anos (BERGAMASCHI, 2007 apud NÍTOLO, 2007)

Nas diferentes fases de formação e crescimento (sementeira, viveiro e pomar), as laranjeiras são susceptíveis à ação de pragas tais como: ácaro da ferrugem, bicho furão, cigarrinha, minador dos citros, mosca negra dos citros, mosca das frutas, ortézia, que podem causar várias doenças descritas e caracterizadas no Quadro 1.

<b>Doenças da citricultura brasileira</b>	<b>Sinais característicos</b>
<b>Gomose de Phytophthora</b>	Presença de goma de coloração marrom e folhas amarelas. Afeta a casca e a parte externa do lenho nas raízes, tronco e ramos mais altos.
<b>Rubelose</b>	Os galhos revestidos pelo fungo que a princípio é branco, tornam-se amarelo róseo com o avanço da doença. Posteriormente estes secam, com rompimento e levantamento da casca.
<b>Greening</b>	As folhas apresentam coloração amarelo pálida, com áreas de cor verde, formando manchas irregulares. Pode ocorrer o engrossamento e o clareamento das nervuras da folha que caem intensamente. Os sintomas surgem em outros ramos da planta, tomando toda a copa, com o surgimento de seca e morte de ponteiros. Os frutos ficam deformados e assimétricos e com manchas circulares verde-claras na casca.
<b>Clorose Variegada dos Citros (CVC)</b>	Lesões surgem inicialmente nas folhas maduras da copa, posteriormente nos frutos e acabam afetando toda a planta. Com o agravamento da doença, os frutos ficam queimados pelo sol, com tamanho reduzido, endurecidos e com maturação precoce. Folhas na face superior com pontuações circulares de cor amarela e na face inferior lesões de cor palha, às vezes necrosadas.

**Quadro 1: Descrição e caracterização de doenças da citricultura brasileira.**

Fonte: Agrobayte (2007); Fundecitrus (2007); Pimentel (2005).

“Continua...”

“Continuação...”

<b>Doenças da citricultura brasileira</b>	<b>Sinais característicos</b>
<b>Estiolamento Damping-Off</b>	As sementes apodrecem e não germinam. As plantinhas ficam amarelas, tombam e morrem.
<b>Verrugose</b>	Lesões salientes, irregulares que se agrupam recobrimdo extensas áreas da folha e dos brotos.
<b>Pinta Preta</b>	Surge quando os frutos estão amadurecendo e é caracterizada pela presença de bordas salientes com depressão no centro. Pouco freqüente surgimento de lesões em folhas, mas na sua ocorrência são evidentes nas duas faces da folha e são semelhantes às observadas nos frutos.
<b>Tristeza clássica ou declínio rápido</b>	Folhas descoloridas, bronzeadas, quebradiças; amarelecimento ou da nervura principal ou total das folhas velhas; seca dos galhos a partir das extremidades e declínio rápido da planta.
<b>Tristeza do tipo canelura</b>	Redução do tamanho da planta, formação de ramos frágeis e quebradiços com folhas pequenas, cloróticas e frutos miúdos
<b>Tristeza do Amarelecimento-do-pé-franco</b>	Clorose severa e nanismo da planta.
<b>Melanose</b>	Pequenas lesões arredondadas, ligeiramente salientes, de coloração escura, recobrimdo grandes áreas dos frutos, folhas e ramos.

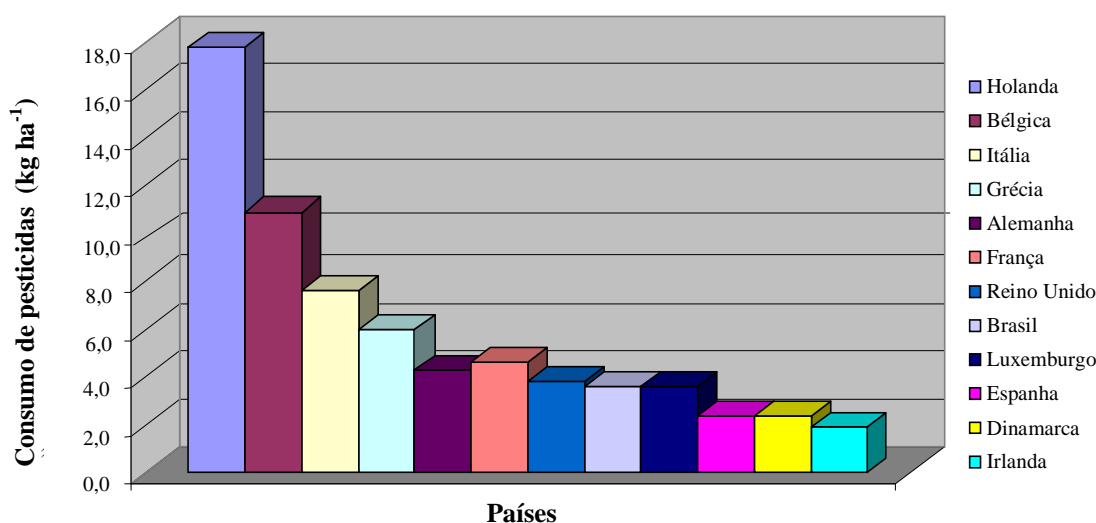
**Quadro 1: Descrição e caracterização de doenças da citricultura brasileira.**

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados obtidos de: Agrobayte (2007); Fundecitrus (2007); Pimentel (2005).

## 1.5 - Práticas agrícolas e consumo de pesticidas

Em razão de seu modelo agrícola e diversidade biológica que favorece a incidência de pragas e moléstias, especialmente nos sistemas de monocultura que ocupam grandes extensões, o Brasil é considerado um dos maiores consumidores de pesticidas. Utiliza cerca de 50% do que é consumido na América Latina e posiciona-se em terceiro lugar no *ranking* mundial, precedido pelos Estados Unidos e Japão (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2004; DOMINGUES; *et al.* 2004; MANUAL, 1996; MOREIRA, *et al.*, 2002; SOUZA M., 2006).

Quando se considera a quantidade de pesticidas consumida por hectare, o Brasil perde algumas posições, e, de acordo com dados de 2004 do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG), situa-se em 8º lugar no *ranking* mundial, utilizando aproximadamente, 3,2 kg de pesticida por hectare, conforme mostra a Figura 1.



**Figura 1: Consumo mundial de pesticidas em kg ha<sup>-1</sup> (2004).**

Fonte: Sindag (2004).

Dados do SINDAG (2004) mostram ainda que o Brasil elevou o consumo de pesticidas de 30 mil para 80 mil toneladas de 1970 a 1980 e entre os anos de 1991 e 1998 apresentou um aumento nas vendas na ordem de 160%. Esse consumo continuou a se elevar e, como mostra a Tabela 2, apresentou um crescimento significativo entre 2001 e 2004.

**Tabela 2: Quantidade de pesticidas consumidos entre 2001 e 2004.**

Classe	Quantidade Total/Anual (Kg L <sup>-1</sup> )			
	2001	2002	2003	2004
<b>Herbicidas</b>	44.619.269	33.640.989	57.180.577	98.257.419
<b>Fungicidas</b>	9.527.199	11.181.079	18.771.031	31.496.201
<b>Inseticidas</b>	17.309.837	14.815.515	2.358.398	31.570.649
<b>Acaricidas</b>	4.232.674	4.094.484	2.388.355	2.481.996
<b>Outros</b>	764.989	622.622	685.672	1.026.854
<b>Total</b>	76.453.968	64.354.689	100.384.033	164.833.119

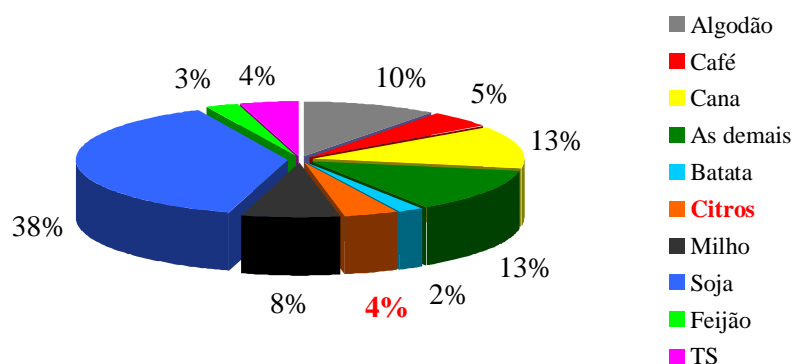
Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (2004).

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) aponta o Brasil como um dos países que mais exagera na aplicação de pesticidas nas lavouras (BRASIL, 1998 apud MORAGAS; SCHNEIDER, 2003), sendo a média anual brasileira duas vezes superior à do mundo inteiro (FLORES, 2004). Segundo Crestana (2000 apud STOPELLI, 2005), o Brasil deposita no ambiente, anualmente, algo em torno de 150.000 toneladas de pesticidas, o que equivale a cerca de 10.000 caminhões basculantes de 15 toneladas (correspondente a uma fila de 250 quilômetros).

Do ponto de vista de estados brasileiros que aplicam mais pesticidas, alguns se destacam: São Paulo (25,2%), Paraná (16,2%) e Minas Gerais (12,1%), enquanto em outros o

consumo é menor: Mato Grosso (9,4%), Goiás (7,6%), Mato Grosso do Sul (5,5%) e Rio Grande do Sul (5,5%) (LOPES, 2006).

Os pesticidas são usados em várias atividades agrícolas realizadas no país, entre elas a citricultura, um tipo de cultivo sujeito a uma série de problemas fitossanitários, que levam o produtor rural a investir em práticas de controle, como o uso destes produtos, visando desta forma garantir e/ou melhorar a produtividade. Por esta razão, a citricultura é apontada como uma das culturas que mais utiliza pesticida no Brasil, consumindo cerca de 4,0% do total do insumos aplicados nos diversos cultivos da agricultura nacional (Figura 2).



**Figura 2: Consumo de pesticidas em algumas culturas no Brasil (2006).**

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (2006).

Observação: TS = tratamento de sementes.

Dentro da fruticultura brasileira, a cultura da laranja é classificada como a segunda que mais utiliza pesticidas na sua produção, conforme mostram os dados relacionados na Tabela 3.

**Tabela 3: Pesticidas no Brasil: consumo total de ingrediente ativo na agricultura e fruticultura no período de 1997 a 2000.**

Cultura	1997		1998		1999		2000	
	mil t	%	mil t	%	mil t	%	mil t	%
Banana	nd	-	nd	-	0,205	0,2	0,166	0,1
<b>Laranja</b>	<b>15,504</b>	<b>13,6</b>	<b>12,672</b>	<b>9,8</b>	<b>14,833</b>	<b>11,6</b>	<b>14,486</b>	<b>10,3</b>
Maçã	1,112	1,0	1,851	1,4	1,473	1,2	1,472	1,0
Outras frutas	2,001	1,8	1,625	1,3	0,892	0,7	1,221	0,9
Subtotal frutas	19,177	16,8	16,842	13,1	18,341	14,4	18,056	12,9
Outras culturas	94,753	83,2	111,868	86,9	109,239	85,6	122,364	87,1
Total	113,930	100,0	128,710	100,0	127,580	100,0	140,420	100,0

Fonte: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (2001 apud NEVES; DAYOUB; DRAGONE 2002), nd = não disponível, mil t= mil toneladas.

Obs: para 1997 e 1998, os dados de banana e melão estavam agregados em "Outras frutas".

## 1.6 - Pesticidas

Pesticidas, agrotóxicos, defensivos agrícolas, praguicidas e biocidas são denominações diversas dadas a substâncias químicas ou misturas de substâncias, naturais ou sintéticas, com o objetivo de matar, controlar ou combater de alguma forma as diferentes pragas (ácaros, roedores, ervas daninhas, bactérias e outras formas de vida animal ou vegetal) que atacam, lesam ou transmitem doenças às plantas, aos animais e ao homem (SANCHES *et al.*, 2003; ZAMBRONE *et al.*, 1986 apud LOURENCETTI, 2006).

Na literatura internacional, o grupo de produtos químicos que no Brasil é definido como agrotóxicos, recebe a denominação de pesticidas (*pesticides*), não existindo nesta literatura, alguma definição que seja similar ao termo agrotóxicos, sendo o termo agroquímicos (*agrochemicals*), o mais próximo. Na literatura de língua espanhola, estes produtos são descritos como praguicidas (*plaguicidas*), com evidente associação à denominação de “pesticidas” (LOPES, 2006). No presente estudo, optou-se por utilizar o termo pesticidas, uma vez que este é o mais frequentemente utilizado em trabalhos científicos.

Em razão do perigo que podem representar para os seres humanos, os pesticidas podem ser agrupados em quatro classes toxicológicas, que poderão ser identificadas por meio das cores das faixas existentes no rótulo da embalagem: classe I – extremamente tóxicos (faixa vermelha), classe II – altamente tóxicos (faixa amarela), classe III – medianamente tóxicos (faixa azul) e classe IV – pouco tóxicos (faixa verde). Estas classes são estabelecidas levando-se em consideração os valores de doses letais dos compostos químicos,  $DL_{50}$  e os efeitos sobre os olhos e a pele (BARBOSA, 2004).

A dose letal 50% ( $DL_{50}$ ) é definida como a quantidade de um produto químico, administrado de uma única vez, expressa em miligramas por quilo de peso corpóreo, que pode provocar a morte de 50% de um grupo de animais testados nas condições experimentais utilizadas (BARBOSA, 2004; CCOSH, 2007; STOPELLI, 2005). Os valores da  $DL_{50}$  podem ser usados para demonstrar os riscos que estes produtos podem representar para os seres humanos, conforme, demonstrado na Tabela 4.

**Tabela 4: Pesticidas: classe toxicológica, cor da faixa no rótulo, DL<sub>50</sub> e óbito em humanos adultos.**

Classe Toxicológica	Grupo	Cor da faixa	DL <sub>50</sub> (mg / Kg)
I	Extremamente tóxico	Vermelha	≤ 5
II	Altamente tóxico	Amarela	5 - 50
III	Medianamente tóxico	Azul	50 - 500
IV	Pouco tóxico	Verde	500 - 5000
IV	Muito pouco tóxico	Verde	≥5000

Fonte: Adaptação da original de Trapé (1993 apud STOPELLI, 2005).

De acordo com o potencial de periculosidade ambiental, pode ser estabelecida a classificação dos pesticidas com base em determinados parâmetros: bioacumulação, persistência, transporte, toxicidade a diversos organismos, potencial mutagênico, teratogênico, carcinogênico, conforme resumido no Quadro 2.

Classificação ambiental	Periculosidade
I	Altamente perigoso
II	Muito perigoso
III	Perigoso
IV	Pouco perigoso

**Quadro 2: Classificação dos pesticidas em função dos riscos ao ambiente.**

Fonte: IBAMA, 1996.

Uma classificação, realizada pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), agrupa os pesticidas em duas classes de uso: restrito e irrestrito. Os primeiros podem ser adquiridos e aplicados apenas por indivíduos que tenham recebido treinamento específico para este fim, por apresentarem alta periculosidade para os seres humanos, como os compostos carcinogênicos e mutagênicos. Nesta categoria estão incluídos, os compostos com alto potencial para causar danos ao meio ambiente, como os que são tóxicos para peixes, abelhas, organismos aquáticos, etc. (BARBOSA, 2004).

Em função do grupo de organismos-alvo envolvido no uso de pesticidas, eles podem ser agrupados em várias classes: inseticidas (insetos), acaricidas (ácaros), herbicidas (plantas), fungicidas (fungos), raticidas (ratos), nematicidas (nematóides), bactericidas (bactérias) cupinidas (cupins), formicidas (formigas) e moluscocidas (moluscos) (BRASÍLIA VIRTUAL INFO, 2007).

Na citricultura, todas essas classes são liberadas para uso, por legislação, com exceção dos raticidas e moluscocidas, acrescidas ainda de reguladores do crescimento, ferormônios e inseticidas biológicos (ANVISA, 2006).

Do ponto de vista da estrutura química, os pesticidas são classificados, dentro de um mesmo grupo químico, como: organofosforados, organoclorados, carbamatos, piretróides,

triazinas, dinitrofenóis, fenoxiácidos, pentaclorofenol, inorgânicos mercuriais e arsenicais (MORAGAS; SCHNEIDER, 2003). Segundo estes mesmos autores, são encontrados ainda muitos grupos químicos que são menos utilizados que esses citados, porém, não menos tóxicos.

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2006), são permitidos para uso na citricultura pesticidas de vários grupos químicos: organofosforados, organoclorados, carbamatos, neonicotinóides, avermectinas, cetoenol, inorgânicos, éter piridoloxipropílico, benzimidazol (precursores ou não), metilcarbamato de oxima, estrobilurina f, glicina substituída, sulfito de alquila, piretróides e organoestânicos, entre outros.

Os pesticidas organoclorados apresentam estabilidade química e física, sendo em consequência disso persistentes no meio ambiente além de lipossolúveis, o que faz com que se acumulem nos organismos vivos. Embora o uso da maioria dos organoclorados esteja seriamente restrito ou proibido em diversos países, alguns ainda estão liberados para aplicação, como é o caso do acaricida dicofol (SANCHES, *et al.*, 2003).

Os compostos organofosforados são também lipossolúveis, altamente tóxicos e agem inibindo a enzima colinesterase, impedindo a passagem de novos impulsos nervosos. Constituem uma importante classe de inseticidas, representados por compostos como: o dimetoato, o metamidófos e o acefato. No ambiente, são facilmente degradados (SANCHES, *et al.*, 2003).

Os carbamatos podem ser estritamente relacionados aos organofosforados no que se refere à ação biológica (inibição reversível da enzima colinesterase) e à persistência no ambiente. Têm como importante representante o aldicarbe, cujo uso deve se restringir a áreas onde a possibilidade de contaminação de águas superficiais, mananciais e lençóis freáticos está descartada, já que apresentam mobilidade nos solos e pode se deslocar para regiões vizinhas.

Dentro do grupo dos benzimidazóis, usados como fungicidas, destaca-se o carbendazim, que, usado prolongadamente, pode acarretar contaminação ambiental, devido à forte ligação ou incorporação de seus resíduos e metabólitos à matéria orgânica do solo (FERNANDEZ *et al.*, 2001 apud COUTINHO *et al.*, 2006; IPCS, 2006).

Dos compostos do grupo da glicina, que atuam como herbicidas, um representante a ser destacado é o glifosato, amplamente usado e que, devido à modalidade bioquímica de ação que apresenta, é considerado de baixa toxicidade; no entanto, pode atuar inibindo a ação de determinadas enzimas nos animais (SANCHES, *et al.* 2003).



Os piretróides são compostos químicos usados como inseticidas que possuem estrutura semelhante às piretrinas. Em razão da ação tóxica que apresentam podem ser divididos em 2 classes: Classe I – onde se encontra a permetrina, responsável pela produção no ser humano de efeitos neurológicos provavelmente de origem periférica, e Classe II – onde está incluída a deltametrina, responsável pelo surgimento de efeitos de origem central (LARINI, 1999; MORAGAS; SCHNEIDER, 2003).

Os compostos organoestânicos possuem capacidade de concentrarem-se no fígado e músculos esqueléticos e, em menor proporção, no baço, coração, rins e cérebro. São usados como acaricidas e possuem importantes representantes: óxido fembutation e cihexatina.

Os sulfitos de alquila atuam como inseticidas e acaricidas. No ambiente, permanecem fortemente ligados ao solo que contenha alto teor de matéria orgânica, apresentando baixo potencial de lixiviação e, em consequência, maior possibilidade de contaminarem as águas superficiais. Um dos representantes deste grupo é o propargito que apresenta fácil absorção por qualquer via de administração no organismo animal (LARINI, 1999).

Os neonicotinóides constituem uma classe de inseticidas que tiveram origem na molécula de nicotina. Como representantes importantes, destacam-se o tiametoxam e o imidacloprido. Este último possui ação sobre o sistema nervoso, é considerado persistente no ambiente, móvel no solo e apresenta potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas (COX, 2001).

As avermectinas podem ser usadas como acaricidas ou inseticidas e seu representante mais conhecido é a abamectina, formada por cerca de 80% de avermectina B1a e avermectina B1b, produtos obtidos da fermentação natural de uma bactéria presente no solo: *Streptomyces avermitilis*. É considerada muito tóxica para insetos e pode também se mostrar altamente tóxica para os mamíferos. Possui rápida degradação no solo e na água (EXTONET, 2007).

Os compostos inorgânicos, amplamente usados, possuem ação acaricida como o enxofre e ação fungicida como os sais de cobre. O cobre, em razão da grande solubilidade que apresenta, é considerado um dos metais com maior mobilidade no solo; no entanto, apresenta elevada capacidade de ligar-se à matéria orgânica, o que determina baixo potencial de lixiviação (EXTONET, 2007).

No grupo do cetoenol, encontra-se o espirodiclofeno que possui ação acaricida e que apresenta baixa toxicidade aguda para organismos terrestres e aquáticos. Estudos sugerem, no entanto, que um de seus principais metabólitos, o enol BAJ 2510, pode causar elevada toxicidade aguda quando absorvidos pela via oral e sua impureza: 2,4- diclobenzilcianida,

causa moderada toxicidade aguda quando absorvido pela via respiratória. O espiroclorfenol não é considerado como possuidor de potencial de lixiviação; no entanto, o seu principal metabólito, o enol BAJ 2510, em razão de suas características, como alta mobilidade no solo, apresenta potencial de contaminação de águas subterrâneas (SERAFINI, 2007).

## **1.7 – Pesticidas e saúde humana**

### **1.7.1 – Impactos na saúde humana**

Os pesticidas, quando usados excessivamente, de maneira inadequada e sem orientação, além de oferecerem riscos à saúde do trabalhador rural e ao ambiente, podem causar prejuízos à saúde da população em geral, em razão das intoxicações causadas pela ingestão de alimentos e de água contaminada (LOPES, 2006).

Vários são os fatores que podem contribuir para que os pesticidas causem impactos na saúde da população; impactos esses que podem ocorrer principalmente por mecanismos diretos através de três vias: ocupacional, ambiental e alimentar.

A via ocupacional, se relaciona à contaminação dos indivíduos que manipulam os pesticidas. Esta contaminação pode ocorrer tanto no processo de formulação (mistura e/ou diluição dos pesticidas para uso), quanto durante o manuseio (pulverização, auxílio na condução das mangueiras dos pulverizadores – a “puxada” –, descarte de resíduos e embalagens contaminadas, lavagem de equipamentos e destinação de vestimentas contaminadas) e durante a colheita (onde os indivíduos entram em contato com o produto contaminado) (DYMINSKI, 2006).

A via ambiental pode ser caracterizada pela dispersão/ distribuição dos pesticidas nos diversos compartimentos ambientais. Embora um número maior de indivíduos esteja expostos por esta via, o impacto resultante da contaminação ambiental, em geral, é menor do que o impacto ocasionado pela via ocupacional, uma vez que há contato mais frequente e intenso entre os indivíduos e os pesticidas, por essa última via. A via ocupacional é responsável por mais de 80% dos casos de intoxicação, causadas pelos pesticidas (DYMINSKI, 2006).

A via alimentar atinge boa parcela da população, mais especificamente os consumidores, sendo caracterizada pela contaminação causada pela ingestão de produtos

contaminados com pesticidas. O impacto sobre a saúde da população causado por essa via é menor que o das demais, em razão da possibilidade de eliminação do pesticida por processos como cozimento, fritura e pelo respeito ao tempo de carência (DYMINSKI, 2006). Estudos demonstram que os processos químicos que envolvem calor podem aumentar a hidrólise, a volatilização ou outras degradações químicas, reduzindo assim os resíduos destes produtos químicos, os quais podem, entretanto, produzir metabólitos (CEREJEIRA, 2007).

Para que os pesticidas produzam impactos sobre a saúde, por mecanismos diretos, a população deve estar exposta a estes produtos químicos por vias através das quais estes produtos entrem em contato, penetrem no organismo e sejam então absorvidos. As vias mais comuns de exposição são:

- Via dérmica – essa via de penetração varia de acordo com a formulação empregada, temperatura, umidade relativa do ar, regiões do corpo (verso das mãos, pulsos, nuca, pés, axilas e virilhas absorvem mais), tempo de contato, existência de feridas, etc (STOPELLI, 2005). Cerca de 90% de todas as exposições por pesticidas ocorrem por esta via.
- Via respiratória – através da inalação dos pesticidas pelas vias respiratórias: boca, nariz, traquéia, pulmões, etc.
- Via digestiva – através da ingestão de alimentos e água contaminada com pesticidas.

A absorção pela via digestiva é considerada importante, uma vez que a utilização inadequada de pesticidas na agricultura pode gerar resíduos na água e nos alimentos acima dos limites máximos de resíduos estabelecidos por legislação (LMRs) e chegar ao homem pela cadeia alimentar (SANTANA; MACHINSKI, 2004).

Na cadeia alimentar, os resíduos de pesticidas provocam o fenômeno conhecido como biomagnificação: acumulação destes resíduos nos organismos ao longo de determinada cadeia, à medida que existe a mudança de um nível trófico para o outro, sendo o homem o componente final da cadeia alimentar. Pode-se citar como exemplo o estudo realizado por Clear Lake na Califórnia, que observou o aumento da concentração de um metabólito do DDT (o DDD), cuja concentração inicial na água era de 0,02 mg/L, passou para 5,3 mg/L nos microrganismos do lago (plâncton), 10 mg/L em peixes pequenos que se alimentavam destes microrganismos, 1.500 mg/L em peixes carnívoros e 1.600 mg/L em patos (FLIN; VAN DER BOSCH, 1981 apud PERES; MOREIRA; DUBOIS; 2003). Desta forma, verifica-se que estes seres aquáticos podem ser considerados como uma fonte importante de contaminação tanto do homem como de outros consumidores destes animais.

Com relação à ingestão de água contaminada, os países da Comunidade Européia consideram que a concentração máxima admissível (CMA) de um pesticida individual na água potável é de  $0,1 \mu\text{g dm}^{-3}$ , sem, no entanto, ultrapassar  $0,5 \mu\text{g dm}^{-3}$  quando se considera a soma de todos os pesticidas. Limites semelhantes são adotados por outros países, como Estados Unidos e Canadá (CARNEY, 1991 apud FILIZOLA *et al.*, 2002).

O consumo de água contaminada por pesticidas pode levar ao surgimento de infecções crônicas caracterizadas por perda de peso, cefaléia, tremores (principalmente nas extremidades superiores), debilidade muscular, ataxia, incoordenação, dificuldade na fala e na aprendizagem. Estudos demonstram que, mesmo contendo quantidades de pesticida permitida pela legislação, o consumo contínuo de água ou de outro produto que contenha a mesma substância química, pode ultrapassar o limite máximo de resíduo e provocar intoxicações (SETSUKO, 2003).

Nas exposições ocupacionais, os pesticidas são passíveis de causarem impactos sobre a saúde dos indivíduos que realizam atividades, tanto nos processos de preparação como de aplicação destes compostos, por razões, tais como: uso inadequado dos equipamentos de proteção individual e falta de conhecimento sobre os riscos que tais produtos podem representar (SCATENA; DUARTE, 2006).

### **1.7.2 – Intoxicação por pesticidas**

Embora os pesticidas sejam mais largamente aplicados na agricultura, outras atividades como pecuária, campanhas sanitárias e de saúde pública, objetivando eliminar e controlar vetores transmissores de enfermidades endêmicas como doença de Chagas, malária e dengue, também fazem uso destes produtos. Nestas atividades, estes produtos químicos podem oferecer, assim como nas práticas agrícolas, riscos de contaminação e consequente intoxicação ocupacional dos sujeitos envolvidos (DOMINGUES, *et al.*, 2004).

Dados do Ministério da Saúde mostram que mais de 400.000 pessoas são contaminadas por pesticidas no Brasil, todo ano. As estimativas realizadas levam em conta o número de casos notificados no país, aproximadamente 8.000 em 2002, multiplicado por 50, fator de correção usado pelo referido ministério para dimensionar o número de casos não notificados, pois, para cada caso notificado, existem 50 outros não notificados, em virtude de ser comum a ausência de notificação, principalmente no meio rural (SINITOX, 2003;

STOPELLI, 2005). Uma outra estimativa considera que, no Brasil, cerca de dois terços dos agricultores (trabalhadores e produtores) já tiveram uma intoxicação devida ao uso de pesticidas (LEAN *et al.*, 1990 apud LAFORGA, 1999).

O Quadro 3 relaciona as principais atividades que apresentam risco de exposição aos pesticidas, a via de penetração e o grau de risco existente em função da atividade desenvolvida e à via de absorção utilizada.

Atividade	Via dérmica	Via respiratória (1a)	Via digestiva
Pulverização sem proteção nenhuma	++++	++++	+/ ++++ (1b)
Pulverização com macacão, luvas e botas	++	++++	+
Pulverização com macacão, luvas, botas, máscara e óculos	+	+	+
Manipulação sem nenhuma proteção	++++	++++	+/ ++++ (1b)
Manipulação com luvas	+	++++	+/ ++++ (1b)
Manipulação com luvas, óculos, máscara e avental	+	+	+
Auxílio à pulverização sem nenhuma proteção	++++	++++	+/ ++++ (1b)
Auxílio à pulverização c/ macacão, luvas e botas	++	++++	+
Auxílio à pulverização c/ macacão, luvas e botas, óculos e máscara	+	+	+
Alimento contaminado	+/ +++ (1c)	-	++++
Água contaminada	+++/ ++++ (1d)	-/ + (1e)	++++
Ar contaminado	-	++	-
Consumo de carne de animais expostos aos pesticidas	-	-	+++
Queima de embalagens vazias de pesticidas	++++	-/ + (1e)	+/ ++++ (1b)
Utilização de outras embalagens para armazenar pesticidas	++++	++++	++++
Uso de embalagens de pesticidas para outra finalidade	++++	+++	++++ (1b)
Lavagem de roupa usada na pulverização	++++	- / + (1e)	+/ ++++ (1b)
Aplicação de pesticidas sólidos em campanhas de saúde, sem proteção	++++	++++	+/ ++++ (1b)
A Aplicação de pesticidas sólidos, em campanhas de saúde, com macacão, luvas, botas, óculos e máscara	+	+	+

**Quadro 3: Relação entre atividade, via de absorção, grau de risco e uso de pesticidas.**

Fonte: Adaptado de WHO (1990 apud PERES, 1999) e OPS/WHO (1996 apud PERES, 1999).

++++ = Risco Máximo; +++ = Risco alto; ++ = Risco moderado; + = Risco baixo; - = Risco muito baixo ou nenhum; (1a) = Risco máximo no caso de indivíduos que fumam durante ou logo após as atividades; (1b) = Risco máximo no caso de comer durante a atividade ou logo após sem os devidos cuidados de higiene pessoal; (1c) = Risco alto para a manipulação de produtos na lavoura, após eventos de pulverização; (1d) = Risco máximo no caso de utilização de água quente para o banho; (1e) = Risco baixo para inalação de vapores de água.

A exposição a pesticidas pode originar intoxicações agudas ou crônicas. São consideradas agudas quando os sintomas surgem rapidamente, poucas horas após a exposição excessiva e por curto período, a produtos que são extremamente tóxicos, podendo ocorrer de forma leve, moderada ou grave e com sinais claros e objetivos: náuseas, vômitos, convulsões, contrações musculares, dores de cabeça, desmaios, sangramentos nasais, convulsões, mal-estar, sonolência, fraqueza, dor de estômago e dificuldade em respirar. Já as intoxicações crônicas são caracterizadas pelo surgimento tardio dos sintomas: dermatites de contato, lesões renais e hepáticas, efeitos neurotóxicos retardados, alterações nos cromossomos, doença de Parkinson, cânceres e teratogêneses (DOMINGUES, *et al.* 2004; STOPELLI, 2005).

Segundo Barbosa (2004), além das intoxicações causadas por estes produtos é também conhecida e vem sendo investigada a ação que os pesticidas possuem sobre o sistema endócrino, onde atuam como possíveis interferentes; ou seja, suas moléculas poderiam mimetizar hormônios humanos, assumindo ou aniquilando o seu papel.

O Quadro 4 relaciona os principais efeitos agudos ou crônicos causados por alguns pesticidas no contato direto ou indireto, por via ocupacional, alimentar ou ambiental com os grupos químicos a que pertencem e a via através da qual podem ser absorvidos.

Grupo Químico	Vias de absorção	Sintomas e Sinais Clínicos
Clorados Orgânicos	Respiratória Dérmica	Cefaléia persistente, contrações musculares, tremores, convulsões, parestesias (língua, lábio, face e mãos), perturbações no equilíbrio, perda do apetite, mal-estar geral. Hepatomegalia, lesões hepáticas e renais. Pneumonite química.
Fosforados Orgânicos e Carbamatos	Respiratória Dérmica Digestiva	Síndrome Colinérgica: sudorese, sialorréia, miose, hipersecreção brônquica, colapso respiratório, tosse broncoespasmo, vômito, cólicas e diarreia. Síndrome Nicotínica: fasciculação muscular, hipertensão arterial transitória. Síndrome Neurológica: confusão mental, ataxia, convulsões, depressão dos centros cardiorespiratórios.
Benzimidazol	Digestiva	Irritações na pele humana, com toxidez aguda baixa para os seres humanos. Nas intoxicações crônicas: aumento na atividade fibrinolítica do sangue.
Sais de Cobre (oxicloreto de cobre e outros)	Digestiva Respiratória	Irritação da pele e mucosas (lesões necróticas em contatos prolongados), náuseas, vômitos, diarreias, hipertermias, convulsões, icterícia, hepatomegalia, oligúria ou anúria.

**Quadro 4: Relação entre alguns grupos químicos de pesticidas, sinais e sintomas clínicos das intoxicações produzidas.**

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados obtidos de: ANVISA (2007); BASF (2006); Larini (1999); PAN pesticides (2006); Serafini (2007).

“Continua...”

“Continuação...”

Grupo Químico	Vias de absorção	Sintomas e Sinais Clínicos
Glifosato	Dérmica Digestiva	Síndrome tóxica após ingestão de doses altas: epigastralgia, ulceração ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema orbital, choque cardiogênico, arritmias cardíacas, edema pulmonar não cardiogênico e pneumonite. Dermatite de contato.
Piretróides	Respiratória Dérmica Digestiva	Piretróides tipo I (sem grupo CN) Síndrome T: tremores, hipersensibilidade, hiperexcitabilidade, câibras musculares e convulsões. Piretróides tipo II (com grupo CN) Síndrome CS: salivação excessiva, lacrimejamento, hipersecreção nasal, hipersensibilidade, distúrbios sensoriais cutâneos (formigamento, entorpecimento e sensação de queimação), irritação cutânea, cefaléia intensa, perda do apetite, fadiga, tonturas, perda da consciência e convulsões.
Cetoenol	Respiratória, Dérmica Digestiva	Possui potencial carcinogênico e ação sobre o sistema endócrino.
Sulfito de alquila	Digestiva	Nas exposições prolongadas ao propargito podem ocorrer dermatites, principalmente na região do pescoço e tórax, bem como irritação ocular. No início da exposição as dermatites são caracterizadas por sensação de queimadura, rubor e, depois, pelo aparecimento de pequenas pápulas, vesículas e hiperpigmentação.
Avermectinas	Respiratória Digestiva	Irritação ocular foi descrita após contato com os olhos. Induz efeitos agudos no sistema nervoso central (tremores, ataxia e midríase). Ingestão de doses elevadas de avermectinas pode estar associada à coma e hipotensão.
Neonicotinóides	Respiratória Dérmica Digestiva Mucosas	Tremores, distúrbios gastroentéricos (náuseas, vômitos e diarreia), transpiração, salivação, estimulação respiratória seguida de depressão e taquicardia, sintomas neurológicos intensos caracterizados por: tonturas, vertigens, distúrbios visuais e auditivo, confusão mental e cefaléias, podendo ocorrer a morte por insuficiência respiratória e colapso cardiovascular. Possuem potencial carcinogênico em humanos.
Carbamatos de oxima	Respiratória, Dérmica e Digestiva	Semelhante aos organofosforados.
Organoestânicos	Dérmica Digestiva	São extremamente irritantes para os olhos e podem provocar opacidade da córnea, quando da ocorrência de exposições breves e prolongadas pode provocar cegueira. Em casos de envenenamento agudo surgem os sinais e sintomas como: dores abdominais, náuseas, vômitos, cefaléia difusa, incontinência urinária, alterações psicológicas, podendo até ocorrer a morte devido a insuficiência respiratória.

**Quadro 4: Relação entre alguns grupos químicos de pesticidas, sinais e sintomas clínicos das intoxicações produzidas.**

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados obtidos de: ANVISA (2007); BASF (2006); Larini (1999); PAN pesticidas (2006); Serafini (2007).

“Continua...”

“Continuação...”

Grupo Químico	Vias de absorção	Sintomas e Sinais Clínicos
Enxofre	Respiratória Digestiva	Em intoxicações agudas a inalação de grandes quantidades de pó podem causar inflamação catarral da mucosa nasal, com abundante secreção nasal. Em intoxicações crônicas pode causar distúrbios nos olhos, nas vias respiratórias e bronquite crônica. Exposições prolongadas podem causar doenças bronco-pulmonares e irritação das membranas mucosas. Dermatite.

**Quadro 4: Relação entre alguns grupos químicos de pesticidas, sinais e sintomas clínicos das intoxicações produzidas.**

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados obtidos de: ANVISA (2007); BASF (2006); Larini (1999); PAN pesticidas (2006); Serafini (2007).

No Brasil, em 2003, foram registrados 82.716 casos de intoxicação humana nos Centros de Informação e Assistência Toxicológica (CIATOX). A região Sudeste foi a que registrou maior percentual de casos (44,1%), seguida pelas regiões Sul (28,7%), Nordeste (17,4%), Centro-Oeste (8,1%) e Norte (1,7%). Destas intoxicações, os pesticidas de uso agrícola foram responsáveis por 2.978 casos (8,2%), seguidos dos pesticidas de uso doméstico com 1.158 casos (3,2%). Ainda neste mesmo ano, ocorreram no estado de São Paulo 1.137 casos de intoxicações ocupacionais, 456 casos de intoxicações por acidentes individuais e 4 intoxicações por acidentes coletivos (SINITOX, 2003).

Os pesticidas são considerados a segunda causa de intoxicação no Brasil, ficando abaixo apenas das intoxicações por medicamentos. A principal causa de contaminação por pesticidas é decorrente da contaminação dos aplicadores, seguida de suicídio e contaminação acidental (ANDREOLI, *et al.*, 2000).

Em razão de alguns fatores como: milhares de toneladas de pesticidas utilizados anualmente; ocorrência de toxicidade aguda e crônica; forma como são transportados, manejados e aplicados, vários estudos destacam as intoxicações causadas por pesticidas como um problema de saúde pública, especialmente entre trabalhadores rurais e, principalmente, nos países em desenvolvimento (SANTANA; MACHINSKI, 2004). Contudo, no Brasil, são escassos os estudos nacionais de base populacional sobre as características do uso ocupacional ou sobre as intoxicações por pesticidas.

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), descritos por Scatena e Duarte, (2006) mostram que, no mundo, ocorrem anualmente cerca de 3 milhões de intoxicações agudas por pesticidas, com 220 mil mortes e 750 mil resultando em intoxicação crônicas, câncer, problemas neurológicos e outras doenças. Das intoxicações agudas, cerca de 70% ocorrem em países do chamado Terceiro Mundo, isto é, 2,1 milhões acontecem somente nos



países em desenvolvimento, embora estes países consumam pouco mais de 20% da produção mundial de pesticidas (ASPELIN, 1997; INTERNATIONAL LABOUR OFFICE, 1997 apud LAFORGA, 1999). Ainda de acordo com Scatena e Duarte (2006), estimativas nacionais indicam que 5.000 trabalhadores ao ano venham a óbito, vítimas dos pesticidas, e que grande parte destas mortes poderiam ter sido evitadas com a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs), por parte dos trabalhadores que manuseiam o produto.

### **1.7.3 - Equipamentos de proteção individual**

Os equipamentos de proteção individual (EPIs) têm por função proteger o homem do contato direto com os pesticidas e dos componentes da formulação comercial, impedindo, se adequadamente usados, a absorção pelas vias: respiratória, dérmica, oral e pelas mucosas.

A proteção respiratória é obtida, exclusivamente, pela utilização de máscara ou respirador facial com um ou dois elementos filtrantes, formados preferencialmente de carvão ativado, com grânulos de diâmetro padronizado; enquanto a proteção da derme e das mucosas ocorre pela utilização de vestimenta de proteção e de óculos adequados (LARINI, 1999).

Para serem considerados eficientes, os EPIS devem ser formados por materiais resistentes aos componentes da formulação técnica e facilmente descontamináveis, permitindo completa remoção de todos os componentes químicos constituintes da formulação, por simples lavagem. Para que a utilização de EPIs seja apropriada à circunstância e ao tipo de atividade desempenhada, devem ser considerados: tipos de danos que a substância pode causar à saúde; descrição de uso; perfil da exposição e estimativa do grau de proteção necessário, em função do risco que o produto químico representa para o indivíduo (STOPELLI, 2005).

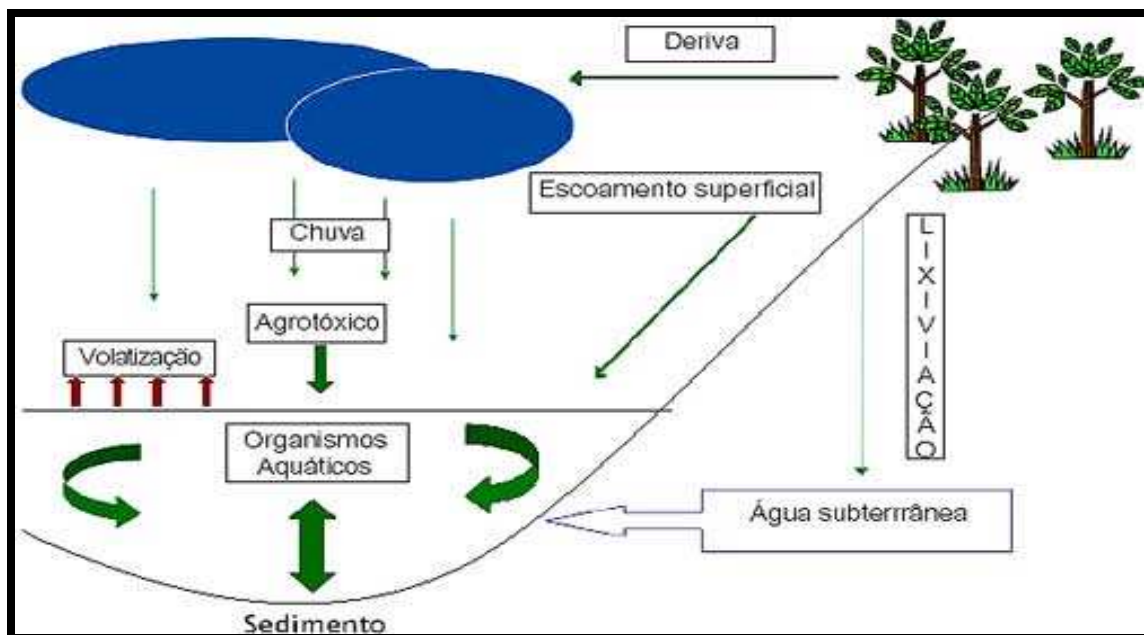
A proteção completa do indivíduo que utiliza os EPIs é obtida pela utilização simultânea de equipamentos: macacão de manga longa, máscara, luvas, botas impermeáveis e óculos com segurança máxima, podendo ser usados como complementos avental e chapéu de abas largas (LARINI, 1999).

## 1.8 - Pesticidas nos compartimentos ambientais

### 1.8.1 - Dinâmica dos pesticidas nos compartimentos ambientais

Quando os pesticidas são aplicados diretamente no solo, estes podem tanto ser degradados por vias químicas, fotólise ou ação de microrganismos, como podem permanecer no ambiente sem sofrer qualquer alteração, como no caso de moléculas com alta persistência e conseqüentemente baixa taxa de degradação. As moléculas que compõem estes compostos podem ser adsorvidas pelas partículas do solo, desorvidas a partir destas mesmas partículas, volatilizadas e lixiviadas atingindo os lençóis subterrâneos, ou, ainda, serem transportadas para águas superficiais por escoamento. Nos ambientes aquáticos, os pesticidas podem se ligar às partículas dos sedimentos por meio de adsorção ou permanecerem livres, serem degradados por diferentes vias: química, biológica ou fotólise, além de serem volatilizados. No ambiente aéreo, as moléculas na forma de gás ou de vapor podem ser transportadas por muitos quilômetros, atingindo áreas muito distantes da região de aplicação (DORES, 2000).

O comportamento dos pesticidas nos diferentes compartimentos ambientais pode ser verificado na Figura 3.



**Figura 3: Dinâmica dos pesticidas nos compartimentos ambientais.**

Fonte: Tomita; Beyruth (2003).

### 1.8.2 - Contaminação ambiental por pesticidas

O uso indiscriminado de pesticidas, ao longo dos anos, tem provocado, além do acúmulo de resíduos de compostos químicos nocivos nos alimentos, a contaminação dos compartimentos ambientais: água, solo e ar.

Existem várias formas de contaminação ambiental por pesticidas que podem ser divididas em dois grandes grupos: contaminação direta e indireta.

A contaminação direta resulta da aplicação do pesticida para controle de pragas agrícolas e a indireta deriva de vários fatores relacionados aos pesticidas: processo de produção, formulação, preparação para a aplicação, equipamentos usados na aplicação, partículas suspensas após pulverização, descarte de sobras e outros detritos originados no processo de utilização dos pesticidas, lavagem dos equipamentos aplicadores em córregos, rios e valas com descarte das águas em locais inadequados, lançamento de resíduos industriais contendo estes produtos diretamente nos rios e liberação de pesticidas em esgoto doméstico (CARL SMITH, 1998 apud PERES, 1999; ANDREOLI, 2000; LUNA, 2004).

A partir dos dois tipos de contaminação descritos, são originados os mais variados problemas ambientais que podem surgir em razão da persistência que estes produtos apresentam nestes compartimentos, onde podem permanecer como contaminantes durante anos (SANTANA, 2004), representando riscos a organismos terrestres e aquáticos e podendo acarretar mortalidade de peixes e aves (SANCHES, *et al.*, 2003).

Quando um pesticida utilizado atingir o solo, poderá passar por uma série de reações químicas, bioquímicas, fotoquímicas e inter-relações físicas com os constituintes do solo antes de atingir a água subterrânea. Estas reações poderão neutralizar, modificar ou retardar a ação poluente. Em muitas situações a biotransformação e a decomposição ambiental dos compostos fitossanitários pode conduzir à formação de produtos, chamados metabólitos, com uma ação tóxica aguda mais intensa ou, então, possuidores de efeitos injuriosos não caracterizados nas moléculas precursoras, como por exemplo, o dimetoato: um organofosforado que se degrada em dimetoxon, cerca de 75 a 100 vezes mais tóxico (ZIMBRES, 2007).

Os ambientes aquáticos podem ser contaminados pela aplicação intencional; pela deriva das pulverizações aéreas onde ocorre o movimento das gotículas de pesticida para fora do alvo, por ação dos ventos que transportam os pesticidas; pelo escoamento superficial a partir das áreas onde ocorrem as aplicações e pela ação da água das chuvas ou de irrigação

que desce pelo solo, contaminando desta forma as águas superficiais (rios e lagos) (TOMITA; BEYRUTH, 2003).

De acordo com pesquisadores da Embrapa (2000 apud USO de agrotóxicos..., 2003), uma única chuva pode ocasionar perdas de até 2% da dose de pesticidas aplicados. Um estudo publicado no ano de 2000, envolvendo 10 países europeus, demonstrou que, de um total de 99 pesticidas monitorados, 48 estavam presentes na água da chuva, sendo registrado o fato de que alguns pesticidas encontrados não eram utilizados nas áreas em que as amostras foram coletadas, demonstrando que estes compostos são transportados a longas distâncias (USO de agrotóxicos..., 2003).

As águas subterrâneas (lençóis freáticos) podem ser contaminadas pelos pesticidas por vários processos: percolação da água, transporte vertical no perfil do solo (lixiviação), fraturas existentes tanto nos solos como nas rochas, ocorrência de erosão e água de irrigação que desce pelo solo (FILIZOLA *et al.*, 2002; BRIGANTE *et al.*, 2002 apud LOURENCETTI, 2006).

Embora as águas subterrâneas sejam abundantes (mais de 97% da água doce disponível em nosso planeta para uso pelo homem são subterrâneas), não são inesgotáveis e devem ser tratadas de maneira a assegurar a qualidade exigida, evitando a contaminação por agentes diversos, como por exemplo, os pesticidas, já que se constituem em importante fonte de abastecimento para boa parte da população mundial.

A UNESCO estima que 75% do abastecimento público da Europa seja feito por águas subterrâneas, índice que chega de 90 a 100% na Alemanha, Áustria, Bélgica, Holanda e Suécia, sendo que nos Estados Unidos mais de 70% da água usada no abastecimento público e das indústrias provém dos lençóis freáticos (DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - RJ, 2007). No Brasil, capitais estaduais como São Luís, Maceió e Natal são abastecidas por águas subterrâneas, assim como o Estado de São Paulo onde dos 645 municípios, 462 (71,6%) são abastecidos total ou parcialmente com essas águas, com 308 (47,7%) municípios totalmente abastecidos por este recurso (DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - RJ, 2007).

As águas subterrâneas correspondem à parcela das águas que permanecem no subsolo, onde fluem lentamente até descarregar em corpos de água de superfície, serem interceptadas por raízes de plantas ou extraídas em poços. Estão contidas nos solos e formações geológicas permeáveis denominadas aquíferos e têm sido cada vez mais utilizadas pela população mundial para o suprimento de suas necessidades de água potável, pois,

apresentam algumas vantagens como boa qualidade, abundância, dispensa tanto tratamento como realização de grandes obras como barragens e adutoras.

No Brasil, um grande número de cidades de pequeno e médio porte do sul do país, suprem suas necessidades de água a partir do Sistema Aquífero Guarani, o maior do mundo, com uma reserva de 48.000 km<sup>3</sup>, sendo 80% de sua ocorrência em território brasileiro, abrangendo os estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Certas práticas agrícolas ligadas ao modelo de produção predominante, como o uso excessivo e inadequado de pesticidas, a destruição da cobertura vegetal dos solos para plantio, a não preservação das matas ciliares e das vegetações protetoras de nascentes, dentre outros fatores, são responsáveis por grande parte dos problemas com os recursos hídricos, considerados o destino final dos pesticidas, o que demanda a necessidade de monitoramento destes produtos, por estarem contaminando as águas superficiais e subterrâneas, uma vez que estas últimas, em muitos locais do mundo e do Brasil, são as principais, senão as únicas fontes de abastecimento humano (ROSA, 1998 apud TOMITA; BEYRUTH, 2003; LOURENCETTI, 2006).

Os efeitos da contaminação dos recursos naturais pelos pesticidas podem ser observados e sentidos a vários quilômetros de distância de onde são aplicados. Dessa forma, se uma região agrícola que faz uso intensivo de pesticidas estiver localizada próxima a um manancial hídrico que abastece uma cidade, a qualidade da água consumida pela população local poderá estar comprometida com risco de contaminação, mesmo que esta esteja localizada bem longe da região agrícola. Assim, não somente a população que mora próxima à área agrícola estaria sob a exposição dos pesticidas, mas toda a população da localidade (PERES, 1999).

### **1.9 - Risco potencial de contaminação dos compartimentos ambientes por pesticidas**

Programas de monitoramento ambiental correspondem aos procedimentos mais indicados de avaliação e conseqüente minimização da poluição das águas superficiais e subterrâneas, principalmente em locais em que estas são fontes primárias de água potável ou em locais próximos a atividades agrícolas em que os pesticidas causam contaminações nos sistemas hidrológicos (FILIZOLA *et al.*, 2002; BRITO *et al.*, 2001).

Na maioria das vezes, no entanto, dados de monitoramento não estão disponíveis e outros métodos podem ser usados para avaliação do potencial de risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por pesticidas. Segundo Cohen *et al.* (1995 apud LOURENCETTI, 2006), tais métodos apresentam diferentes graus de dificuldade que vão desde estimativas indiretas que possibilitam a previsão da lixiviação por meio de critérios, índices e modelos matemáticos, até a construção de mapas de vulnerabilidade com o auxílio de programas computacionais de sistemas de informações que podem ser utilizados como etapa preliminar de estudos mais complexos, como os de monitoramento ambiental.

Outro problema existente nos programas de monitoramento é que, em razão do grande número de princípios ativos utilizados na agricultura, as análises exigem métodos multi-resíduos eficientes, capazes de detectar limites máximos de resíduos estabelecidos pela legislação (LMR) e concentrações consideradas de alerta para a saúde humana (SABIK; JEANNOT; RONDEAU; 2000 apud LOURENCETTI, 2006). Além disso, quando se trabalha com água subterrânea, existem outras limitações na interpretação dos resultados de monitoramento como fator de diluição e repetibilidade na coleta das amostras no mesmo ponto.

Em função do risco potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas apresentado pelos pesticidas, é possível estabelecer quais produtos deveriam ser priorizados em estudos de monitoramento ambiental, a partir de estimativas indiretas que são baseadas na medida de parâmetros que utilizam modelos para avaliação do potencial de lixiviação dos pesticidas no solo e podem ser utilizadas para avaliar o potencial de contaminação das águas subterrâneas (OLIVEIRA JÚNIOR, KOSHINEN, FERREIRA, 2001 apud LOURENCETTI, 2005). Tais modelos são representações físicas, conceituais ou matemáticas da realidade (COHEN *et al.*, 1995 apud LOURENCETTI, 2005) que contemplam isoladamente ou em conjunto as propriedades dos pesticidas, as condições climáticas, as características topográficas, as práticas de manejo, as propriedades físicas e químicas dos pesticidas, entre outros fatores. Há, portanto, métodos mais simples que consideram somente as propriedades dos pesticidas assim como outros de grande complexidade que necessitam de um conjunto de variáveis de dados e parâmetros.

Alguns pesquisadores têm tentado estabelecer valores limites para determinada propriedade físico-química ou conjunto de propriedades que, quando excedidos, indicariam que o pesticida apresenta potencial de lixiviação e assim possibilidade de contaminar a água subterrânea. Outros têm proposto modelos analíticos ou numéricos simples, os quais empregam propriedades medidas ou estimadas dos pesticidas e do solo com o objetivo de

prever a possibilidade de lixiviação dos mesmos. Três procedimentos têm sido amplamente utilizados para as avaliações do potencial de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos pelos pesticidas: atendimento aos critérios de “Screening” da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US-EPA) (COHEN, 1995 apud FERRACINI *et al.*, 2001), determinação do Índice de Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas – GUS – “Groundwater Ubiquity Score” (GUSTAFSON, 1989 apud LOURENCETTI, 2005) e do Índice LIX (Leaching Index) – LIX (SPADOTTO *et al.*, 2001). O potencial de contaminação das águas superficiais por pesticidas vem sendo determinado pela verificação do atendimento aos Critérios do Método de Goss (GOSS, 1992 apud DORES, 2000), que também utiliza propriedades físicas e químicas dos pesticidas, como tempo de meia vida em solo, solubilidade em água e coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo ( $K_{OC}$ ).

O risco potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em diferentes regiões, empregando os modelos deste trabalho, vem sendo investigado por autores nacionais e internacionais: Dores (2000), Lopes (2006) e Souza V. (2006) no estado de Mato Grosso, no cultivo de algodão; Ferracini *et al.* (2001), Filizola *et al.* (2002), Lourencetti (2006) e Spadotto *et al.* (2001) no estado de São Paulo, nas plantações de cana-de-açúcar; Gaspar *et al.* (2005) no município de Arari (estado do Maranhão) no cultivo de arroz, mandioca e milho; Cafarelli *et al.* (2003) na província de Ferrara, em Roma (Itália), em plantações de cana-de-açúcar e pêras; Alberto *et al.* (2000) e Gonzáles Pradas *et al.* (2000) em culturas de citrus, em Valência (Espanha); Barra Carracioli, *et al.* (1999) na Itália; Fava *et al.* (2001) na província de Bergamo (Lombardia) e também na província de Perugia (Umbria), ambas regiões da Itália e Papa *et al.* (2004) na região da Ásia (Afeganistão e Tajiquistão).

Embora ainda restritos na literatura estudos que comparam os métodos usados para previsão do potencial de lixiviação e do risco potencial de contaminação da água subterrânea por pesticidas, pode-se destacar: comparação entre o índice GUS e os critérios da EPA (FERRACINI *et al.*, 2001) e entre os índices GUS e LIX (LOURENCETTI, 2005).

### **1.10 - Legislação brasileira de pesticidas**

De acordo com a legislação nacional vigente, são liberados para a utilização na citricultura 621 pesticidas, sendo: 67 herbicidas, 95 acaricidas, 8 bactericidas, 3 ferormônios, 66 fungicidas, 92 inseticidas, 281 reguladores do crescimento, 1 cupinicida, 1 formicida, 6

inseticidas biológicos e 1 nematicida (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2006).

A utilização dos pesticidas no Brasil foi regulamentada pela Lei Federal n° 7.802, de 11 de julho de 1989, ocorrendo a implantação de receituário agrônômico, com o objetivo de controlar a comercialização e o uso destes produtos químicos. Esta Lei 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 pesticidas, seus componentes e afins (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL – CASA CIVIL, 1989).

Em 2000, o Decreto n° 3.964, de 21 de dezembro, foi estabelecido com o intuito de informar o consumidor, por meio de bulas ou de inscrições contidas no rótulo de embalagens, sobre todos os componentes que estão presentes na formulação de um produto, sejam estes ingredientes compostos inertes, aditivos ou componentes de matérias-primas. Este decreto exigiu que as indústrias registrassem os componentes de matérias-primas, ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação dos pesticidas (PLANETA ORGÂNICO, 2007).

Em 2004, a Portaria n° 518, de 25 de março, estabeleceu as concentrações máximas permitidas de alguns pesticidas organoclorados em água usada para o abastecimento público, além de determinar os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e o seu padrão de potabilidade (FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE, 2004).

O estabelecimento destas portarias, decretos e leis, a partir da década de 80, permite inferir que, no Brasil, o controle de pesticidas vem se aprimorando. No que se refere à legislação que estabelece a concentração de pesticidas em água, a legislação brasileira se mostra ainda insuficiente, já que estabelece Limite Máximo de Resíduos (LMRs) para um número restrito de pesticidas, 22 no total, enquanto existem 300 princípios ativos que entram na composição das 2000 formulações comerciais disponíveis para venda no Brasil (GUIA DE VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA apud DOMINGUES *et. al.*, 2004; PORTARIA n° 518/GM, 2004).



## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo geral**

Este estudo teve como objetivo geral traçar um perfil da utilização de pesticidas no cultivo da laranja, no município de Itápolis-SP, avaliando-se o uso por produtores rurais e o potencial de contaminação dos recursos hídricos.

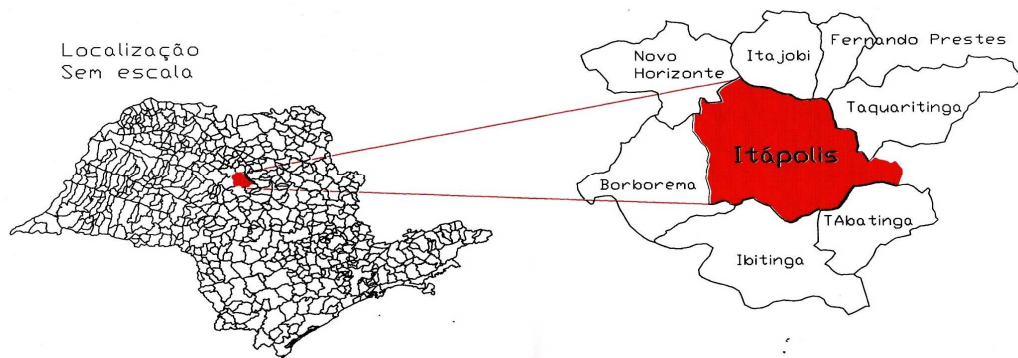
### **2.2 - Objetivos específicos**

O estudo realizado apresentou os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as propriedades citrícolas do município de Itápolis-SP, quanto ao uso de pesticidas.
- Identificar quais são os pesticidas efetivamente usados nas plantações de laranja do município de Itápolis-SP.
- Avaliar as condições de uso dos pesticidas: orientação prévia de aplicação, manuseio, proteção e descarte de resíduos, pelos produtores rurais.
- Avaliar o potencial de risco dos pesticidas utilizados contaminarem as águas superficiais e subterrâneas.

## **3 - A REGIÃO DE ESTUDO**

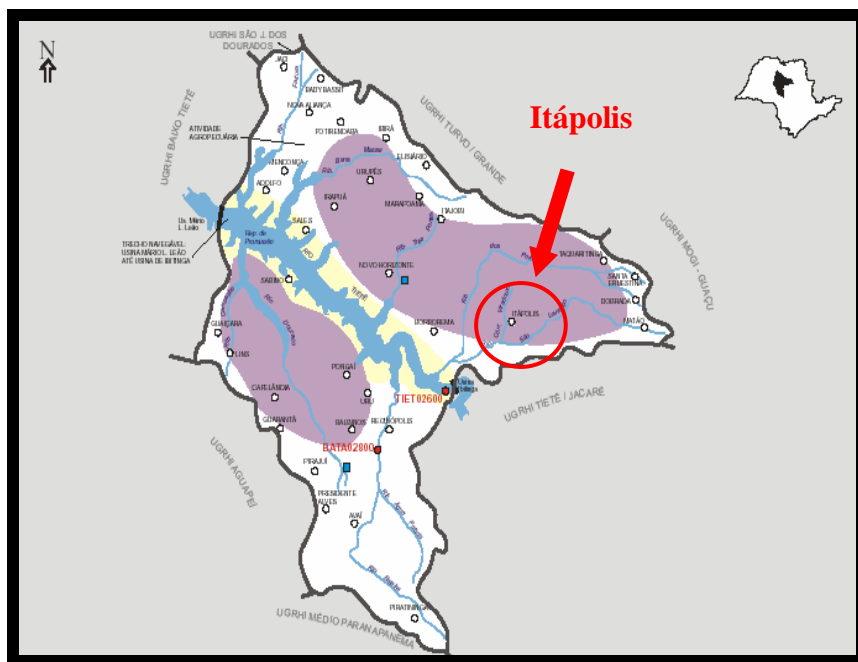
O município de Itápolis, com uma área de 999km<sup>2</sup> (urbana de 15km<sup>2</sup> e rural de 984km<sup>2</sup>), possui 1383 propriedades rurais, localiza-se a 360 km da capital e tem como limites os municípios: Itajobi, Fernando Prestes, Novo Horizonte (norte), Tabatinga e Ibitinga (sul), Taquaritinga (leste) e Borborema (oeste), como mostra a Figura 4 (IBGE, 2007; WIKIPEDIA, 2006).



**Figura 4: Mapa da divisão político-administrativa do Estado de São Paulo.**

Fonte: CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo-CD ROM (2007).

Hidrograficamente, Itápolis, está situado na Bacia Hidrográfica do Tiête/ Batalha UGRHI 16 (Figura 5), Sub-Bacias do Rio São Lourenço e do Ribeirão dos Porcos e geologicamente está localizada, no Aquífero Guarani.



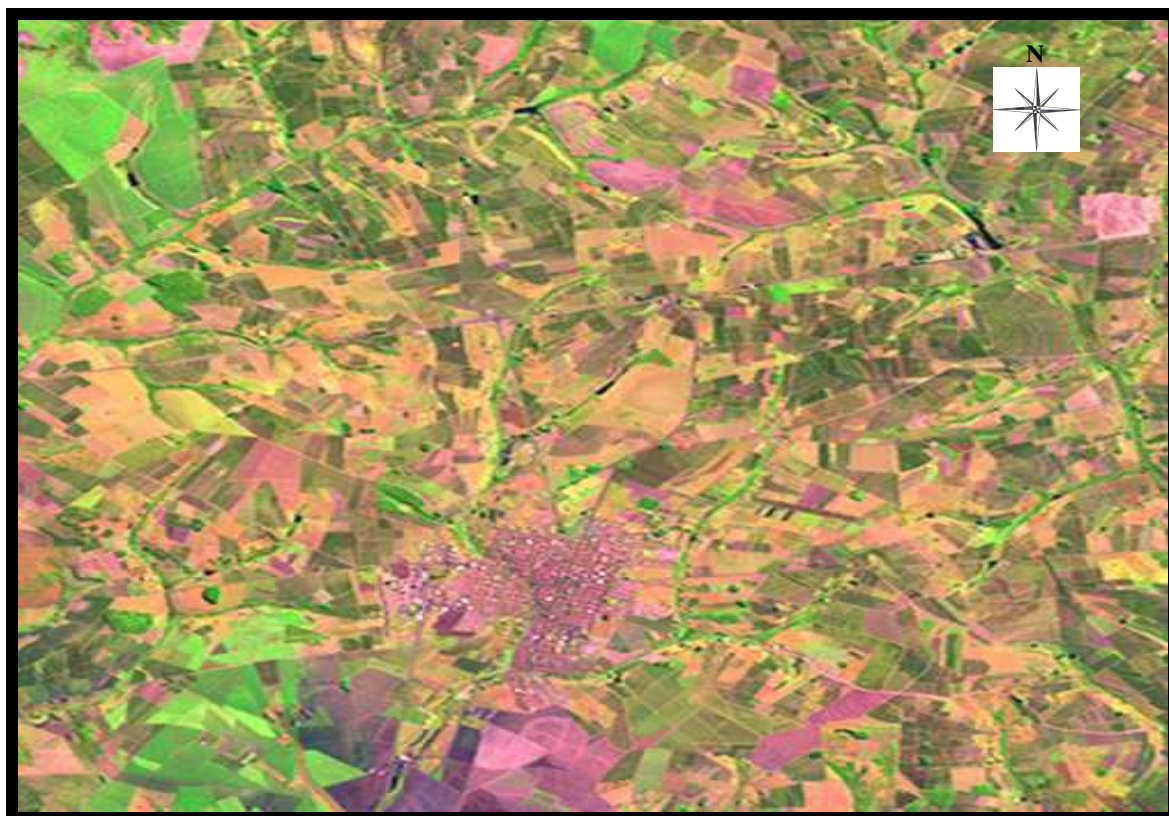
**Figura 5: A bacia hidrográfica Tiête – Batalha.**

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, CETESB (2001).

Este município apresenta como característica marcante o uso intenso de água subterrânea, não havendo captação de água para abastecimento da população a partir de rios, lagos ou lagoas, sendo 100% da água utilizada pela população local proveniente somente de poços artesianos, que após cloração e fluoretação é usada para abastecimento público, uma vez que, o município não dispõe de estação de tratamento de água e esgoto (SAAI, 2006). É

uma região rica em recursos hídricos, onde se localizam os rios: São Pedro, Boa Vista, da Onça, dos Porcos e São Lourenço.

Itápolis, em consequência da intensa ocupação do solo para desenvolvimento da agricultura, especialmente a citricultura, apresenta sua paisagem natural totalmente transformada como pode ser identificada na Figura 6: áreas desmatadas, solos preparados para o plantio e culturas em estágio precoce de desenvolvimento por diferentes tonalidades de rosa a vermelho; culturas intensificadas, áreas irrigadas e pastagens de alta produtividade pela tonalidade verde claro; rios, lagos, represas e açudes pelas tonalidades que variam do preto ao azul escuro; as áreas de coberturas vegetais pós-queimada, devido à atividade agrícola, são identificadas pela tonalidade roxa e a malha urbana localizada na parte inferior dessa Figura, pode ser caracterizada pela presença de rugosidade e tonalidade rosa.



**Figura 6: Imagem parcial do uso e ocupação do solo no município de Itápolis-SP.**

Fonte: O Brasil visto do Espaço – EMBRAPA- Monitoramento por Satélite (São Paulo, Carta: SF-22- X-D-V-1-NE).

Nesta localidade, a principal fonte de renda da maioria de seus habitantes (38.633) é a atividade agropecuária, que dentre várias outras, é a que mais emprega mão-de-obra, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

**Tabela 5: Vínculos empregatícios em diferentes setores de atividades econômicas em Itápolis-SP.**

Vínculos empregatícios <sup>2</sup>	Número de trabalhadores	Porcentual correspondente (%)
<b>Agropecuária</b>	<b>2.830</b>	<b>35,58</b>
Comércio	1.824	22,93
Prestação de Serviços	1.728	21,73
Indústria	1.510	18,99
Construção Civil	61	0,77
Total	7.953	100,00

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SEADE – Informações dos Municípios Paulistas Nacionais (2005).

Dentre as atividades da agropecuária, a mais importante é a citricultura, que tem a laranja como principal destaque, em razão da maior extensão de área plantada e, conseqüentemente, maior produção. No entanto, outras atividades agrícolas importantes são desenvolvidas neste município, como mostra a Tabela 6.

**Tabela 6: Atividades agrícolas desenvolvidas no município de Itápolis-SP**

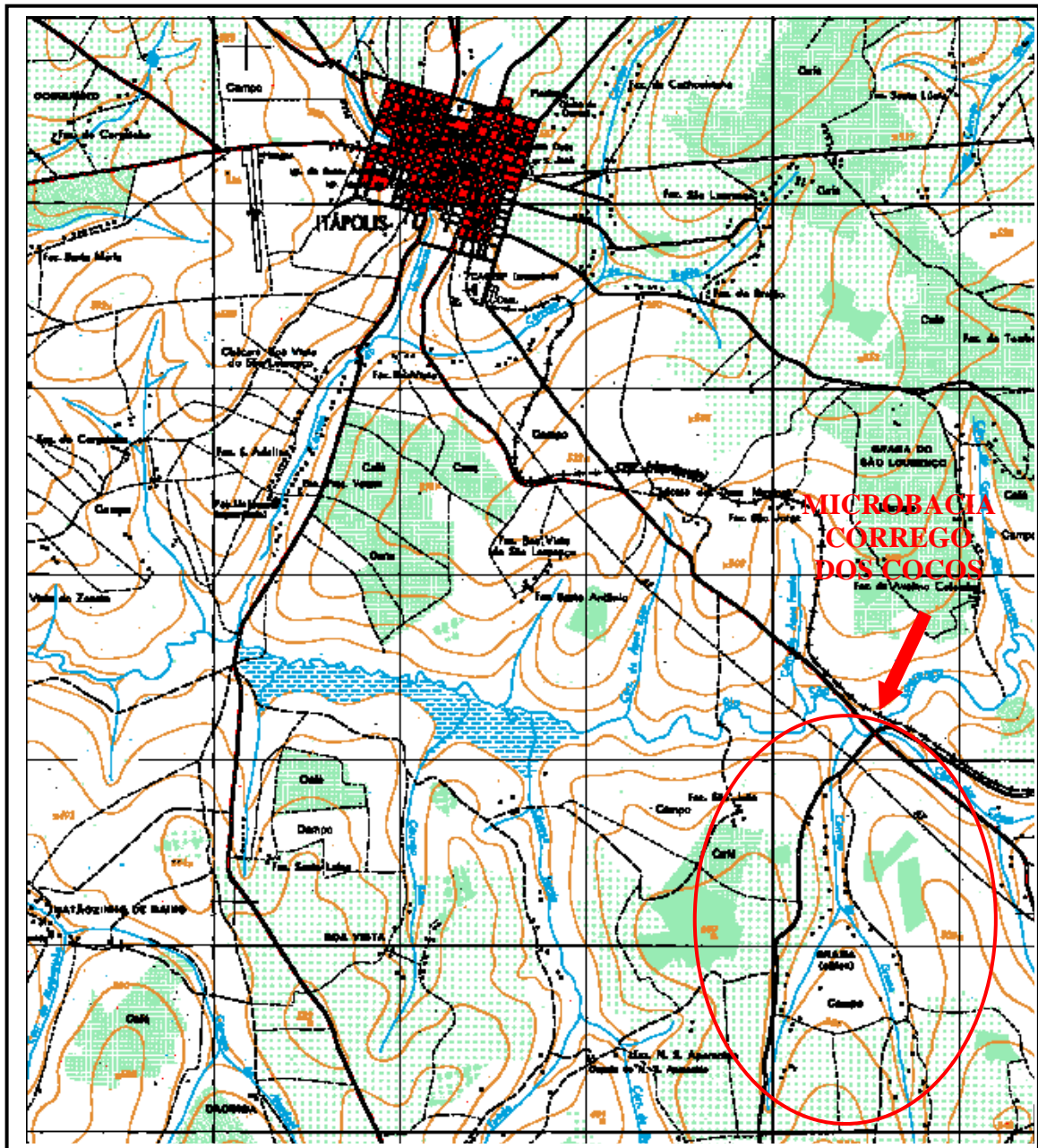
Atividades agrícolas	Área (ha)	Porcentual de ocupação (%)
<b>Citros</b>	<b>41.128</b>	<b>42,82</b>
Cana-de-açúcar	23.442	24,4
Pasto	27.470	28,6
Manga	237	0,3
Goiaba	295	0,3
Milho	1.597	1,7
Café	218	0,2
Soja	158	0,2
Melancia	135	0,1
Arroz	124	0,1
Amendoim	437	0,5
Outras culturas	797	0,83

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo – CATI – Projeto LUPA (2008).

### 3.1 - Estratégias de seleção das propriedades rurais

Foram selecionadas 38 propriedades rurais localizadas no entorno da Microbacia Córrego dos Cocos, nos bairros Santa Maria e São Lourenço pertencentes ao município de Itápolis-SP (Figura 7).

<sup>2</sup> Refere-se, em uma determinada data (2005), ao total de vínculos empregatícios remunerados, efetivamente ocupados por trabalhadores com carteira de trabalho assinada (regime da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT), estatutários (funcionários públicos) e trabalhadores avulsos, temporários e outros, desde que formalmente contratados, informados pelos estabelecimentos quando da elaboração da Relação Anual de Informações Sociais – Rais, do Ministério do Trabalho.



**Figura 7: Propriedades rurais localizadas no entorno da Microbacia Córrego dos Cocos.**

Fonte: IBGE – Folha Topográfica do município de Itápolis-SP (2007).

A escolha das propriedades foi realizada considerando-se os fatores: grande número de propriedades rurais no município (1383), distribuídas por uma extensa área rural de 984 km<sup>2</sup>; cadastro realizado em 2005, pela Secretaria da Agricultura do município, em 38 propriedades da Microbacia Córrego dos Cocos e córregos da microbacia afluentes do Rio São Lourenço, um dos principais rios do município devido à vazão elevada.

## **4 - METODOLOGIA**

### **4.1 - Levantamento prévio dos pesticidas usados na citricultura local**

Um levantamento prévio foi realizado junto às seis casas de insumos agrícolas de Itápolis-SP, para se conhecer os pesticidas comercializados para a citricultura. Estas informações foram fornecidas pelos gerentes e agrônomos.

### **4.2 - Instrumento de análise**

O instrumento de análise foi elaborado para realizar a pesquisa de campo, tendo como base aqueles descritos por: Dores (2000), Peres (1999) e Setsuko (2003).

Um teste piloto foi realizado em 10% das propriedades, visando avaliar a aplicabilidade do roteiro de entrevista e permitir os ajustes e as alterações necessárias, importantes para validação deste instrumento de análise.

O instrumento de análise, composto de 56 itens (Anexo 1), abordou os seguintes aspectos: (1) dados da propriedade, (2) dados sobre os produtores rurais, (3) utilização de pesticidas, (4) cultivos associados ao pomar, (5) realização de replantio, (6) problemas de saúde causados pelo uso e aplicação dos pesticidas, (7) aspectos positivos e negativos na utilização dos pesticidas, (8) uso de água na propriedade rural e (9) outras informações.

### **4.3 - Coleta dos dados**

Os dados foram coletados por meio de pesquisa de campo com a realização de entrevistas semi-diretivas, com 38 produtores rurais responsáveis pelas propriedades selecionadas, no período de dezembro de 2006 a fevereiro de 2007.

#### **4.4 - Análise dos dados**

Os dados coletados nas entrevistas foram agrupados de acordo com a concordância das respostas fornecidas, com posterior determinação dos valores percentuais, confecção de gráficos e análise dos resultados sob dois enfoques: caracterização da propriedade rural com avaliação da utilização de pesticidas e potencial de contaminação da água subterrânea e superficial.

##### **4.4.1 - Caracterização da propriedade rural e avaliação da utilização de pesticidas**

Na caracterização da propriedade rural, foram analisados dados como: área, número de pés de laranja, tempo de existência do pomar, existência de cultivos associados ao pomar, época da colheita, destino da produção, realização de replantio, uso de água (origem da água para consumo humano e dos animais), tipo de solo, rio (s), riacho (s) e/ou ribeirão (ões) da propriedade, distância entre o pomar e o (s) rio (s), riacho (s) e/ou ribeirão (ões) e número de vezes que capina e/ ou passa roçadeira. Nesta caracterização, foram também analisados os dados relacionados aos produtores rurais envolvidos nas atividades do cultivo da laranja (posse da propriedade, tipo de vínculo empregatício, sexo, escolaridade, idade e tempo de atividade rural).

A avaliação do uso de pesticidas envolveu as seguintes questões: utilização de pesticidas na cultura de laranja (forma e local de aplicação, dose aplicada, número de pés aplicados, época de aplicação, número de aplicação por safra), obediência ao tempo de carência, modo de aquisição dos pesticidas, orientação recebida, preparo e aplicação dos pesticidas (responsável, local, e procedimentos de preparo e aplicação), equipamentos de proteção individual (uso, tipos e destino após o uso), equipamentos usados na aplicação de pesticidas (tipos, lavagem e descarte das águas), embalagens vazias (destino, local de devolução, procedimento, local de lavagem e descarte dessas águas), uso de pesticidas nos cultivos associados e no replantio, problemas de saúde causados pelo uso de pesticidas (ocorrência de intoxicações, sintomas apresentados e tratamento realizado), aspectos positivos e negativos na utilização de pesticidas e hábitos e costumes dos produtores rurais, durante uso e aplicação de pesticidas.

#### 4.4.2 - Avaliação do potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais

Para esta avaliação, primeiramente foram selecionados os pesticidas mais frequentemente usados nas propriedades e, a seguir, as seguintes propriedades físicas e químicas destes pesticidas foram obtidas na literatura: DT<sub>50</sub> (tempo de meia-vida no solo), K<sub>oc</sub> (coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo), solubilidade em água e constante da Lei de Henry (K<sub>H</sub>).

Para avaliar o potencial de lixiviação e a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas, foram utilizados os Critérios da EPA (COHEN, 1955 apud FERRACINI *et al.*, 2001), Índice GUS (GUSTAFSON 1989 apud LOURENCETTI, 2005) e Índice LIX (SPADOTTO *et al.*, 2001) e para avaliação da água superficial os critérios do método de Goss (GOSS, 1992 apud DORES, 2000).

##### 4.4.2.1 - Critérios da EPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos- EPA)

Os critérios de "screening" sugeridos pela EPA para análise preliminar de riscos de poluição de águas subterrâneas por pesticidas foram os seguintes:

- Solubilidade em água > 30 mg L<sup>-1</sup>;
- Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K<sub>OC</sub>) < 300 - 500mL g<sup>-1</sup>;
- Constante da Lei de Henry (K<sub>H</sub>) < 10<sup>-2</sup> Pa m<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>;
- Meia-vida no solo > 14 - 21 dias;
- Meia-vida na água > 175 dias.

A determinação do atendimento aos Critérios da EPA foi feita comparando-se as propriedades físicas e químicas dos pesticidas com os critérios estabelecidos: quando três dos quatro critérios foram atendidos, o composto foi classificado como potencial contaminante das águas subterrâneas (FERRACINI *et al.*, 2001).



#### 4.4.2.2 - Índice GUS de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas (“Groundwater Ubiquity Score”) – GUS

O Índice GUS (Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas), proposto por Gustafson (1989 apud LOURENCETTI, 2005), foi calculado a partir dos valores de tempo de meia-vida do composto no solo e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica também do solo, como mostra a equação:

$$\text{GUS} = (\text{Log DT}_{50} \text{ no solo}) \cdot (4 - \text{Log} (\text{K}_{\text{OC}}))$$

Sendo:

$\text{DT}_{50}$  = tempo de meia-vida de degradação do pesticida no solo (dias)

$\text{K}_{\text{OC}}$  = coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo ( $\text{mL g}^{-1}$ )

As faixas de classificação dos pesticidas (GUSTAFSON 1989 apud LOURENCETTI, 2005) de acordo com sua tendência à lixiviação foram:

$\text{GUS} < 1,8$	Não sofre lixiviação
$1,8 < \text{GUS} < 2,8$	Faixa de transição
$\text{GUS} > 2,8$	Provável lixiviação

#### 4.4.2.3 - Índice LIX (Leaching Index)

O Índice LIX (SPADOTTO *et al.*, 2001) foi calculado utilizando os valores da constante de degradação de primeira ordem do pesticida no solo e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo, como mostra a equação:

$$\text{LIX} = \exp (-k \times \text{K}_{\text{OC}})$$

Onde:

$k$  = constante de degradação de primeira ordem do pesticida no solo.

Foi calculada pela equação:  $k = \ln 2 / \text{DT}_{50}$

$\text{K}_{\text{OC}}$  = coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo ( $\text{mL g}^{-1}$ )

As faixas de classificação dos pesticidas (SPADOTTO *et al.*, 2001) de acordo com sua tendência à lixiviação foram:

LIX = 0	Potencial de lixiviação nulo
$0,0 < \text{LIX} < 0,1$	Faixa de transição
$\text{LIX} > 0,1$	Potencial de lixiviação

#### 4.4.2.4 - Critérios de Goss

A determinação do atendimento aos critérios de Goss (GOSS, 1992 apud DORES, 2000) permitiu avaliar se o pesticida tem potencial para contaminar as águas superficiais: associado ao sedimento do solo ou dissolvido em água. Os critérios considerados para essa avaliação estão apresentados nos Quadros 5 e 6. As substâncias que não se enquadram em nenhum dos critérios (alto ou baixo transporte associado ao sedimento ou dissolvido em água) devem ser consideradas como possuídas de médio potencial.

Alto potencial de transporte associado ao sedimento	Baixo potencial de transporte associado ao sedimento
Meia-vida no solo $> 40$ dias $K_{OC} > 1000 \text{ mL g}^{-1}$ ou Meia-vida no solo $> 40$ dias $K_{OC} > 500 \text{ mL g}^{-1}$ ou Solubilidade em água $< 0,5 \text{ mg L}^{-1}$	Meia-vida no solo $< 1$ dia ou Meia-vida no solo $< 2$ dias $K_{OC} < 500 \text{ mL g}^{-1}$ ou Meia-vida no solo $< 4$ dias $K_{OC} < 900 \text{ mL g}^{-1}$ Solubilidade em água $> 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ou Meia-vida no solo $< 40$ dias $K_{OC} < 500 \text{ mL g}^{-1}$ Solubilidade em água $> 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ou Meia-vida no solo $< 40$ dias $K_{OC} < 900 \text{ mL g}^{-1}$ Solubilidade em água $> 0,5 \text{ mg L}^{-1}$

**Quadro 5: Critérios de Goss para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por pesticidas associados aos sedimentos.**

Alto potencial de transporte dissolvido em água	Baixo potencial de transporte dissolvido em água
<p>Meia-vida no solo &gt; 35 dias  <math>K_{OC} &lt; 1.000.000 \text{ mL g}^{-1}</math>            Solubilidade em água &gt; <math>1 \text{ mg L}^{-1}</math>            ou  <math>K_{OC} &lt; 700 \text{ mL g}^{-1}</math>            Solubilidade em água entre 10 e <math>100 \text{ mg L}^{-1}</math></p>	<p><math>K_{OC} &lt; 1.000.000 \text{ mL g}^{-1}</math>            Meia-vida no solo &lt; 1 dia            ou            Meia-vida no solo &lt; 35 dias  <math>K_{OC} &lt; 100 \text{ mL g}^{-1}</math>            Solubilidade em água entre 10 e <math>100 \text{ mg L}^{-1}</math></p>

**Quadro 6: Critérios de Goss para avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por pesticidas dissolvidos em água.**

## 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste estudo foi fundamentado em trabalhos que relatam investigações realizadas com grupos de agricultores em diferentes partes do Brasil e do mundo com vários tipos de culturas como: uva, maçã, arroz, mandioca, milho, tomate, inhame, feijão, pimentão, hortaliças, cítricos e oliveiras (ARAÚJO; NOGUEIRA; AUGUSTO, 2005; DELGADO; PAUMGARTTEN, 2004; FARIA, *et al.*, 2004; GASPAR, *et al.*, 2005; GARCIA, *et al.*, 2002; LEVIGARD, *et al.*, 2004). No que diz respeito à citricultura, há uma escassez de informações científicas, particularmente na cultura da laranja e em especial na região estudada, onde não há registros de dados que caracterizem: o uso efetivo de pesticidas, as medidas de proteção aos produtores rurais e os riscos de contaminação dos recursos hídricos por estes compostos químicos.

A área onde este trabalho foi realizado envolveu as propriedades que cultivam laranja, localizadas no entorno da microbacia Córrego dos Cocos, nos bairros Santa Maria e São Lourenço, pertencentes ao município de Itápolis, interior do Estado de São Paulo, incluídas em cadastro realizado em 2005, pela Secretaria da Agricultura do município. No entanto, embora o projeto fosse relativamente recente, das 38 propriedades cadastradas, 7 já não cultivavam laranja: os pomares foram substituídos por plantações de cana-de-açúcar, eucalipto ou pastagens de animais, ficando portanto, a população amostral reduzida a 31 propriedades. Os dados foram coletados por meio de entrevista semi-diretiva, realizada com o agricultor identificado como responsável pela propriedade, por meio de um roteiro já especificado no item 5.3. Estes dados foram analisados sob dois enfoques: caracterização das

propriedades citrícolas com avaliação da utilização dos pesticidas e potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

Para a avaliação do potencial de contaminação dos recursos hídricos pelos pesticidas, as propriedades físicas e químicas dos princípios ativos foram obtidas realizando um levantamento bibliográfico na literatura especializada e posteriormente aplicadas em métodos simples, como: índices de GUS (Índice de Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas) (GUSTAFSON 1989 apud LOURENCETTI, 2005) e LIX (Índice de Lixiviação) (SPADOTTO, *et al.*, 2001), Critérios da EPA (Critérios de Avaliação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) (COHEN, 1995 apud FERRACINI *et al.*, 2001) e Critérios do método de Goss (GOSS, 1992 apud DORES, 2000). Após classificação do potencial de lixiviação dos pesticidas mais empregados no cultivo da laranja, os índices de GUS, LIX e critérios da EPA foram comparados.

### **5.1 - Caracterização das propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP**

As áreas das 31 propriedades rurais são, na sua maioria (64,5%), menores do que 10 ha., enquanto as demais (35,5%) possuem áreas entre 10 e 50 ha. Estas pequenas propriedades cultivam entre 1.000 a 3.000 pés de laranja (61,3%), seguidas em percentual decrescente: 16,1% (3.001 a 5.000 pés), 12,9% (menos que 1.000 pés), 6,5% (5.001 a 8.000 pés) e 3,2% (mais de 10.000 pés). Em relação ao tempo de existência, 31,1% destes pomares têm idade entre 11 a 15 anos; 26,7% entre 16 a 20 anos; 20,0% entre 1 a 5 anos; 17,8% entre 6 a 10 anos e 4,4% entre 21 a 25 anos.

Nestas propriedades, a colheita da laranja é realizada principalmente no mês de outubro (45,2%), seguida pelos meses de novembro (22,6%), setembro (19,4%) e agosto (9,7%). A venda da produção é feita preferencialmente para a indústria (51,6%) e secundariamente para barracões, que comercializam a fruta para consumo interno (45,2%) e uma propriedade sem comercialização por ainda não ter produção. Um trabalho realizado por Paulillo; Almeida e Vieira (2005), na macrorregião de Ribeirão Preto-SP, detectou que a maioria dos produtores rurais vende sua produção para a indústria, como ocorre em Itápolis-SP.

Efetivamente, os produtores rurais realizam contratos de venda da produção tanto com a indústria, como com os *packing-house* (barracões). Estes contratos estabelecem

alguns aspectos quanto ao uso de pesticidas, particularmente em relação à seleção, aplicação, tempo de carência e exigem cuidados do produtor em relação ao cancro cítrico, doença que exige erradicação das plantas infectadas, prática regulamentada por legislação internacional (ALMEIDA; PAULILLO, 2006).

O solo, onde as plantações são cultivadas, é predominantemente do tipo Latossolo Vermelho Escuro Fase Arenosa, presente em 96,8% das propriedades, havendo também o solo Argissolo Variedade Lins, encontrado somente em uma propriedade, significando 3,2% do total.

Os Latossolos Vermelho Escuro Fase Arenosa são considerados profundos, acentuadamente drenados, de cor geralmente vermelho a vermelho-escuro, originados do arenito Bauru sem cimento calcário. Esses solos são, em geral, muito permeáveis, estando esta permeabilidade relacionada à textura e à própria mineralogia. Possuem texturas diferentes de acordo com o teor de argila e silte que apresentam, sendo classificados como de textura arenosa quando o total do teor de argila e silte é menor ou igual a 15%. Em razão das características que apresentam, encontram-se fortemente relacionados à intemperização e lixiviação intensa, fatores que comprometem os mananciais de água, pelo assoreamento ou pela poluição com resíduos de produtos relacionados à atividade agrícola (corretivos, adubos e pesticidas em geral).

A principal fonte de água para consumo humano é a subterrânea: 93,5% água de poço e 3,2% água de mina. Nas propriedades onde há animais (58,1%), a dessedentação dessas criações é feita usando água de poço (25,8%), de rio (16,1%), enquanto outras 16,1% utilizam água de rio e de poço.

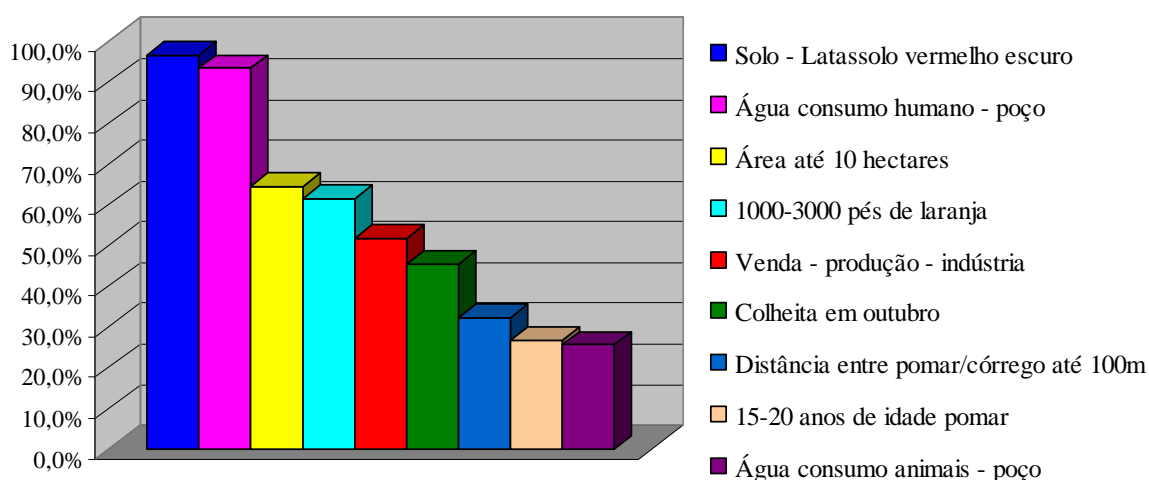
Os recursos hídricos destas propriedades correspondem ao Córrego dos Cocos, presente na maioria delas (87,1%), seguido do Rio São Lourenço (9,7%) e do Córrego Coquinho que percorre uma única propriedade, correspondendo a 3,2% do total.

Este córrego e este rio estão localizados em 35,5% das propriedades a uma distância que varia entre 501 e 1.000 metros do pomar; 29,0% a uma distância entre 10 e 60 metros; 19,4% entre 301 e 500 metros; 6,5% entre 101 e 300 metros; 3,2% entre 61 e 100 metros; 3,2% entre 1.001 e 1.500 metros e 3,2% a mais de 1.500 metros.

Estes resultados permitem inferir que a principal fonte de água superficial (Córrego dos Cocos), está localizada, em 40% das propriedades, a uma distância entre 10 e 300 metros. Este dado, distância relativamente pequena entre o local de aplicação de pesticidas e o

principal córrego da microbacia, que não possui mata ciliar (CATI, 2007)<sup>3</sup>, pode agravar o problema de contaminação, em razão do aumento da vulnerabilidade daquele recurso hídrico.

As principais características das propriedades citrícolas de Itápolis-SP, resumidas na Figura 8, são: pequeno porte, no máximo 10 hectares; até 3000 pés de laranjas com idade entre 11 e 15 anos; solo Latossolo Vermelho Escuro Fase Arenosa; colheitas realizadas, predominantemente, em outubro; venda da produção para a indústria e uso de água de poço, tanto para consumo humano como de animais.



**Figura 8: Caracterização das propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Nestas propriedades, as atividades do cultivo da laranja: plantio, retirada dos brotos (que se encontram no caule e devem ser retirados desde a superfície do solo até o ponto da poda para formação das hastes), capina (mecânica e química), roçada, gradeamento, inspeção das pragas, controle das formigas, pulverização dos pesticidas, adubação e replantio são realizadas pelos produtores rurais e seus familiares, com exceção do período da colheita, quando são contratados trabalhadores rurais (“volantes”). Cinquenta produtores rurais estão envolvidos com o cultivo de laranja local, sendo 6 mulheres e 44 homens. Deste total, 44 são proprietários, 4 são ocupantes (terra cedida, emprestada ou ocupada) e 2 são funcionários assalariados. A atividade rural é caracterizada por um tipo de agricultura predominantemente familiar, envolvendo 43 familiares, 6 trabalhadores contratados permanentemente e 1 contratado temporariamente.

Este cenário da citricultura de Itápolis-SP é similar ao de outras regiões que desenvolvem esse tipo de cultivo, como a microrregião de Bebedouro-SP, onde a agricultura

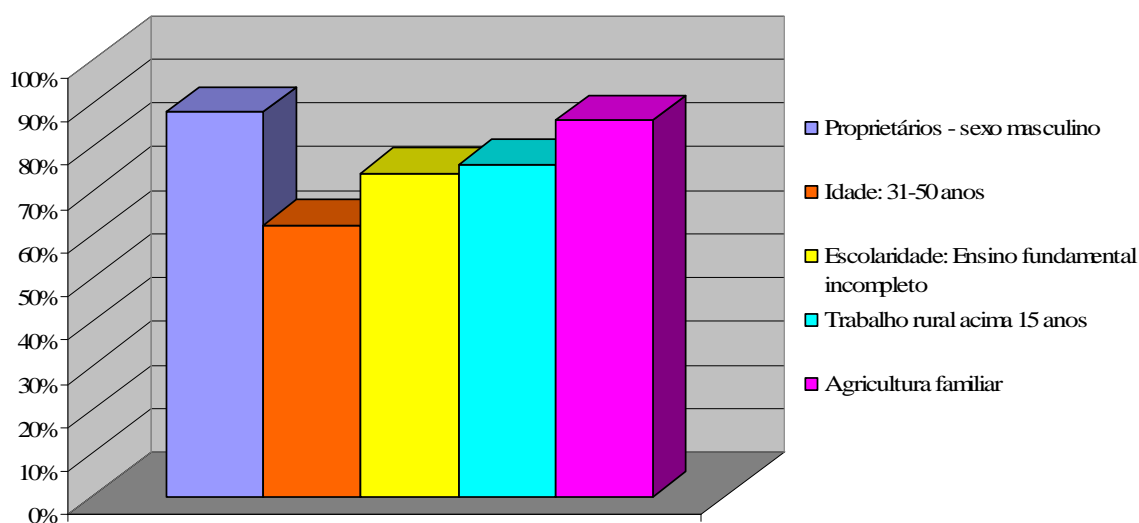
<sup>3</sup> Informações obtidas via e-mail.

familiar é predominante, principalmente nas pequenas e médias propriedades, representando 90% das propriedades com até 20 hectares (ALMEIDA, 2006) e na ex-Divisão Regional Agrícola (DIRA) de São José do Rio Preto, (formada pelos municípios: Fernandópolis, Jales, São José do Rio Preto, Votuporanga, Catanduva) onde 61% das unidades produtivas utilizam mão-de-obra familiar (com exceção de Catanduva) (LAFORGA, 1999).

Trabalhos realizados por autores como: Scattena e Duarte (2006) e Faria *et al.* (2004) em outras regiões como: Macedônia (SP), Antônio Prado e Ipê, na Serra Gaúcha, respectivamente, obtiveram resultados que demonstraram a utilização de mão-de-obra basicamente familiar, a exemplo da citricultura desenvolvida no município de Itápolis-SP. Um outro trabalho realizado por Castro e Confalonieri (2005), em Cachoeira de Macaú (RJ) levantou, além da prática da agricultura familiar, informações que caracterizaram o comando das propriedades pelo proprietário, corroborando com as informações obtidas neste estudo.

De acordo com a faixa etária, os produtores rurais envolvidos na citricultura de Itápolis-SP, podem ser assim classificados: 32% tem entre 31 e 40 anos; 30% entre 41 e 50 anos; 12% entre 51 e 60 anos; 12% tem idade superior a 61 anos; 8% menos de 20 anos e 6% entre 21 e 30 anos. Em relação à escolaridade destes produtores: 74% possui ensino fundamental incompleto; 8% tem ensino fundamental completo; 12% ensino médio completo; 4% ensino médio incompleto e 2% tem curso superior completo. A maioria destes citricultores (76%) está na atividade rural há mais de 15 anos. Um estudo realizado por Araújo; Nogueira e Augusto (2000), em Camocim de São Félix (PE), demonstrou que: 41% dos produtores rurais possuía escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto, conforme resultado obtido em Itápolis.-SP. Outros pesquisadores, como Moreira *et al.* (2002), em trabalho realizado na Baixada Fluminense (RJ), constataram a existência de agricultura composta, na maioria, por homens (85,2%), com idade média de 34,9 anos, concordando com os resultados encontrados na localidade onde este trabalho foi realizado.

A análise dos resultados obtidos mostrou que, nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP, os produtores rurais envolvidos são predominantemente do sexo masculino, com idade entre 31 a 50 anos, com grau de escolaridade correspondente ao ensino fundamental incompleto, com tempo de trabalho rural acima de 15 anos e que desenvolvem agricultura familiar, conforme pode ser observado na Figura 9.



**Figura 9: Caracterização dos citricultores das propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP.**

## 5.2 - Pesticidas usados nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP

Todas as propriedades rurais visitadas usam pesticidas, que em sua maioria, são liberados pela legislação vigente, num total de 31 produtos comerciais diferentes, relacionados na Tabela 7.

**Tabela 7: Pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Grupo Químico	Classe Química	Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental	Uso lavoura (%)
Organofosforado	Inseticida	Orthene	Acefato	IV	III	32,0
Organofosforado	Inseticida	Dimetoato	Dimetoato	I	III	13,0
Organofosforado	Inseticida	Tamaron	Metamidofos	I	II	6,7
Piretróide	Inseticida	Sumidan	$\alpha$ -Esfenvalerato	I	II	3,2
Piretróide	Inseticida	Decis	Deltametrina	IV	II	6,7
Metilcarbamato de oxima	Inseticida	Temik	Aldicarbe	I	II	42,0
Neonicotinóide	Inseticida	Provado	Imidacloprido	IV	III	36,0
Neonicotinóide	Inseticida	Actara	Tiametoxam	III	III	29,0
Avermectinas	Inseticida	Vertimec	Abamectina	III	III	26,0
Neonicotinóide	Inseticida	Confidor	Imidacloprido	IV	III	23,0
Piretróide	Inseticida	Karate 50	$\lambda$ -Cialotrina	II	I	3,2
Éter piridoxipropílico	Inseticida	Cordial 100	Piriproxifem	I	II	3,2
Piretróide	Inseticida	Permetrina	Permetrina	I	II	3,2

% = porcentual de propriedades

“Continua...”



“Continuação...”

**Tabela 7: Pesticidas usados nas propriedades citricolas estudadas em Itápolis-SP.**

Grupo Químico	Classe Química	Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental	Uso lavoura (%)
Tiazolidina-carboxamida	Inseticida	Savey	Hexitiazoxi	III	III	6,7
Sulfito de alquila	Inseticida	Omithe	Propargito	II	II	16,1
Cetoenol Inorgânico	Inseticida	Envidor	Espirodiclofeno	III	III	94,0
Avermectinas	Acaricida	Enxofre	Enxofre	IV	IV	74,0
Organoestânico	Acaricida	Abamectin	Abamectina	III	III	42,0
	Acaricida	Torque	Óxido fembutation	III	III	42,0
Inorgânico	Acaricida	Kumulus	Enxofre	IV	IV	74,0
Organoestânico	Acaricida	Sipcatin	Cihexatina	III	II	38,7
Sulfito de alquila	Acaricida	Omithe	Propargito	II	II	16,1
Organoclorado	Acaricida	Tricofol	Dicofol	I	I	3,2
Benzilato	Acaricida	Neoron 500	Bromopropilato	III	*	3,2
Inorgânico	Fungicida	Cobre	Óxido cuproso	IV	III	13,0
Estrobilurina	Fungicida	Sandoz	Piraclostrobina	II	II	3,2
Benzimidazol (precursor de)	Fungicida	Comit	Tiofanato-metílico	IV	*	3,2
Benzimidazol	Fungicida	Metiltiofan				
Glicina substituída	Fungicida	Derosal	Carbendazim	III	III	23,0
Glicina substituída	Herbicida	Roundup	Glifosato	IV	III	83,9
Glicina substituída	Herbicida	Glifosato	Glifosato	IV	III	12,9

% = porcentual de propriedades; \*Registro Decreto 24.114/34.

Dos 31 pesticidas citados pelos citricultores, três (Tabela 8) não apresentam indicação na literatura (ANDREI, 1999) para serem usados na cultura de citros, nem constam da relação de pesticidas liberados para este cultivo, de acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2007).

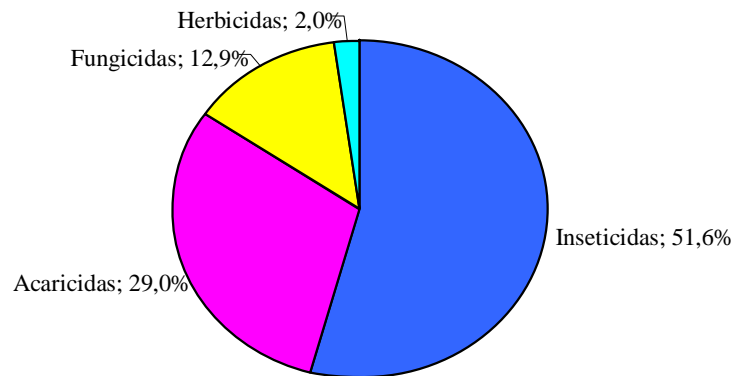
**Tabela 8: Pesticidas sem indicação de uso na citricultura e aplicados na cultura de laranja das propriedades estudadas em Itápolis-SP.**

Pesticida	Classificação toxicológica	Classificação ambiental	Uso na lavoura n (%)
Karate 50	II	I	1 (3,2)
Sumidan	I	II	1 (3,2)
Tamaron	I	II	2 (6,7)

n = número de propriedades; % = porcentual de propriedades

A utilização de pesticidas é realizada de forma multiquímica, em 100% das propriedades. Dentre os pesticidas citados pelos agricultores como sendo efetivamente

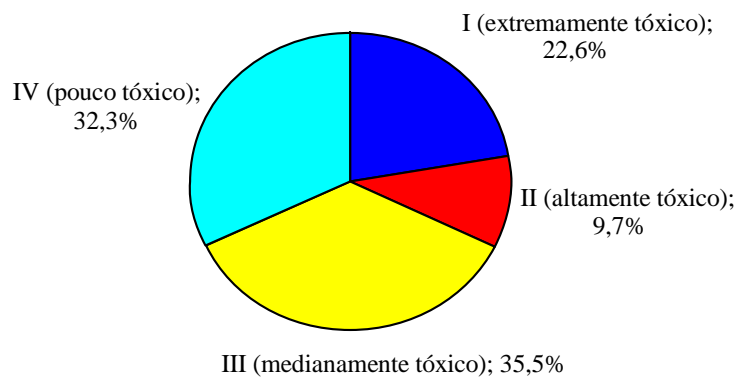
usados, foram encontradas as seguintes classes: 16 (51,6%) inseticidas; 9 (29,0%) acaricidas; 4 (12,9%) fungicidas e 2 (2,0%) herbicidas, como mostra a Figura 10.



**Figura 10: Classes de pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

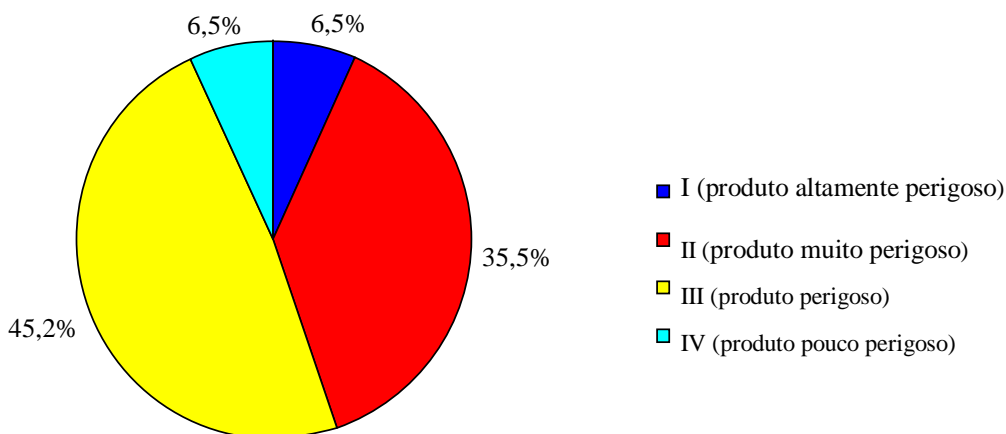
Faria, *et al.* (2004) realizaram estudo em local onde 95,0% das propriedades fazia uso intensivo de pesticidas, ocorrendo em 75,0% destas, utilização de múltiplos produtos químicos, a exemplo do encontrado na região estudada. Um outro trabalho, realizado por Scattena e Duarte (2006), encontrou também dados concordantes com os obtidos em Itápolis-SP, em que, 76% das propriedades usava pesticidas.

Os pesticidas usados pertencem a classes toxicológicas diferentes sendo: 11 (35,5%) da classe III (medianamente tóxico); 10 (32,3%) da classe IV (pouco tóxico); 7 (22,6%) da classe I (extremamente tóxico) e 3 (9,7%) da classe II (altamente tóxico), segundo a classificação toxicológica do Ministério da Agricultura/ Ministério da Saúde, baseada no Decreto 98.816/90 de janeiro de 1990, que regulamenta a Lei 7.802/89. Os dados referentes à classificação toxicológica dos pesticidas estão relacionados na Figura 11.



**Figura 11: Classificação toxicológica dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Quanto à classificação ambiental, 14 (45,2%) são da classe III (produto perigoso); 11 (35,5%) da classe II (produto muito perigoso); 2 (6,5%) pesticidas são classificados como sendo da classe I (produto altamente perigoso) e 2 (6,5%) da classe IV (produto pouco perigoso). Os dados referentes à classificação ambiental estão dispostos na Figura 12.



**Figura 12: Classificação ambiental dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Não foi possível caracterizar dois produtos comerciais: Neoron e Metiltiofan, quanto ao perigo que representam para o meio ambiente (classificação ambiental), pela dificuldade de obtenção de dados na literatura e também junto ao fabricante. No caso do Neoron CE 500, este não tem mais indicação de uso na citricultura, por este motivo, o fabricante declara não ter como informar o perigo que representa para o meio ambiente. O fabricante do Metiltiofan foi contatado várias vezes, mas somente informou a classe toxicológica.

Os pesticidas usados foram agrupados de acordo com o grupo químico (Tabela 9), permitindo verificar que 51,6% dos produtores rurais faz uso de pesticidas do grupo dos organofosforados e 42,0% utiliza compostos pertencentes ao grupo dos carbamatos, cujo mecanismo de ação é semelhante ao dos organofosforados. Ambos são prejudiciais à saúde humana, pois atuam inibindo a enzima colinesterase, conforme já relacionado no Quadro 4.

**Tabela 9: Pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com o Grupo Químico a que pertencem.**

Grupo Químico	Uso na lavoura n (%)
Organofosforados	16 (51,6)
Organoclorados	2 (6,5)
Piretróides	5 (16,1)
Metilcarbamato de oxima	13 (41,9)

n = número de propriedades; % = percentual de propriedades.

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 9: Pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com o Grupo Químico a que pertencem.**

Grupo Químico	Uso na lavoura n (%)
Avermectinas	21 (67,7)
Benzimidazol	8 (25,8)
Éter piridoxipropílico	1 (3,2)
Benzilato	1 (3,2)
Tiazolidinacarboxamida	2 (6,5)
Sulfito de alquila	5 (16,1)
Cetoenol	29 (93,5)
Inorgânico	27 (87,0)
Estrobilurina F	1 (3,2)
Glicina substituída	30 (96,8)
Organoestênico	25 (80,7)
Neonicotinóides	25 (80,7)

n = número de propriedades; % = porcentual de propriedades.

Embora os citricultores façam uso de pesticidas com toxicidade aguda e crônica para o homem e potenciais contaminantes do meio ambiente não foi constatada preocupação com estas questões. O fator determinante na escolha do pesticida é somente a sua eficiência no combate às pragas e doenças.

### 5.3 - Preparação e aplicação de pesticidas nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP

O preparo e a aplicação dos pesticidas é feito principalmente pelo proprietário (48,4%), seguido por familiares (38,7%) e pelo trabalhador contratado permanentemente (12,9%). Para realização dos procedimentos, declararam obter informações por meio de: orientação de agrônomos (96,7%), leitura de rótulos das embalagens (64,5%) e palestras (9,7%).

Em 100,0% das propriedades visitadas, foi declarado pelos produtores rurais que os pesticidas são preparados diluídos diretamente no próprio tanque do equipamento a ser usado na aplicação (no caso de líquidos) ou em recipientes como baldes (no caso de sólidos). A preparação ocorre com maior frequência no quintal da casa existente na propriedade (49,0%), seguido de outros lugares como: próximo ao pomar (32,3%), próximo ao poço artesiano (9,70%), em um rancho (6,5%) e próximo à caixa d'água (3,2%).

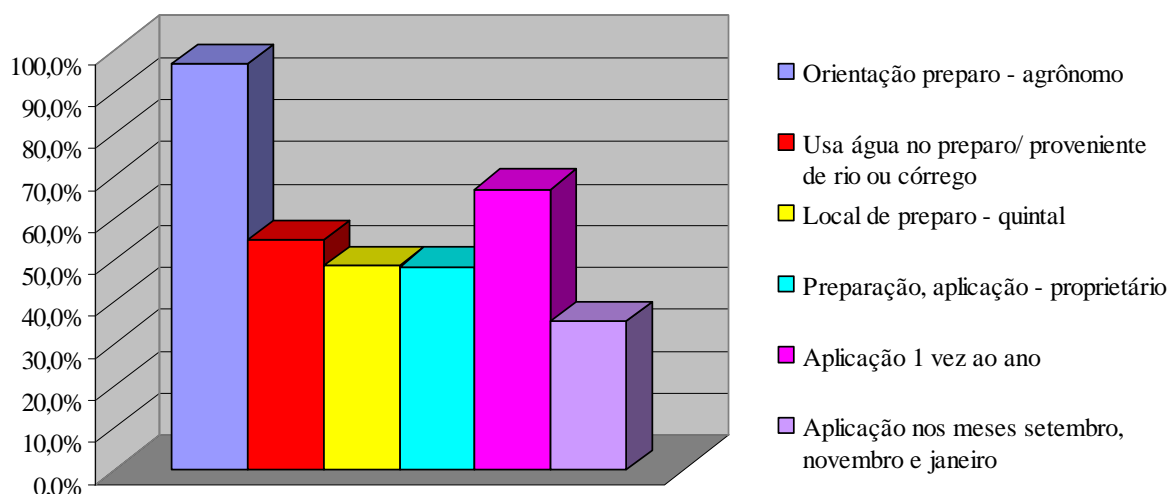
No preparo dos pesticidas, a maioria dos agricultores utiliza água proveniente de rio ou córrego (54,5%), sendo outras fontes usadas como: poço semi-artesiano (22,6%); represa

(16,1%); caixa d'água (3,2%) e mina (3,2%). Um fato preocupante relatado pelos citricultores foi a referência ao uso de um “pegador de água” (sistema para coletar a água que será usada no preparo do pesticida e na lavagem dos equipamentos), que consiste em uma tubulação proveniente do próprio rio ou córrego, colocada dentro do tanque do equipamento motorizado usado na aplicação do pesticida, cujo uso pode, por extravasamento de parte de seu conteúdo, contaminar as águas do córrego. “Cansado desta situação” um produtor usou uma outra alternativa: represou a água (um outro problema) e controlou seu fluxo com uma bomba de sucção.

Estes compostos químicos são aplicados na forma líquida (90,3%) ou pó (9,7%); nas folhas (93,6%) ou diretamente no solo (6,4%). Dependendo do tipo de pesticida usado, este pode ser aplicado somente uma vez ao ano (66,8%); 3 vezes (18%); 2 vezes (9,6%); de 2 a 3 vezes (2,7%) ou até 7 a 8 vezes (2,7%), em quantidade e número de pés de laranja que varia de acordo com a praga ou doença que acomete as plantações, ocorrendo em diferentes meses do ano, sendo os principais: setembro, novembro e janeiro.

A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que, de uma forma geral, a maioria dos agricultores recebe orientação de agrônomos para utilização dos pesticidas, sendo geralmente o proprietário o responsável pelo preparo destes produtos, realizado usando principalmente água do Córrego dos Cocos. Este preparo é realizado no quintal da propriedade, onde são descartadas as águas de lavagens do equipamento motorizado usado na aplicação dos pesticidas. Os pesticidas são aplicados principalmente na forma líquida, nas folhas dos vegetais e mais frequentemente no mês de janeiro. Se considerarmos o período de dezembro a março como sendo aquele que apresenta os meses de mais intensa precipitação pluviométrica, o uso de pesticidas no mês de janeiro pode intensificar a contaminação dos recursos hídricos, em decorrência do transporte destes produtos pelas águas das chuvas, o que poderia facilitar a lixiviação do pesticida pelo solo, ocasionando a contaminação das águas subterrâneas ou o escoamento superficial, que provocaria contaminação das águas superficiais.

Os dados referentes à preparação e aplicação de pesticidas nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP estão resumidos na Figura 13.



**Figura 13: Preparo e aplicação de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Os dados obtidos neste estudo são similares àqueles descritos por Vicente *et al.* (1997), quando analisou 3000 imóveis rurais, visando traçar um perfil do aplicador de pesticidas na agricultura paulista, como mostram as informações a seguir: aplicadores eram principalmente produtores rurais, familiares e assalariados permanentes; geralmente possuíam o ensino fundamental incompleto; tinham idade média de 40 anos, com maior concentração nas faixas etárias de 31 a 40 anos.

#### **5.4 - Utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) no uso de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP e hábitos dos produtores rurais dessas propriedades**

Para o preparo e a aplicação dos pesticidas, a maioria dos agricultores, 51,6%, principalmente os mais jovens, afirma usar equipamentos de proteção individual (EPIs), enquanto 48,4% declara não usar qualquer equipamento de proteção. Faria *et al.* (2004), em estudo realizado nos municípios de Antônio Prado e Ipê, na Serra Gaúcha, coletaram dados em que 35,0% dos trabalhadores admitiu nunca usar luvas, máscaras ou roupa de proteção. Os autores observaram uma relação entre a escolaridade e o uso de EPIs: o grupo sem escolaridade era o que menos usava estes equipamentos.

Outros trabalhos realizados por vários autores como: Castro e Confalonieri (2005), em Cachoeira de Macau (RJ); Gaspar *et al.* (2005) na região agrícola de Arari (MA); Araújo, Nogueira e Augusto (2005) no Município de Camocim de São Félix (PE); Garcia *et al.* (2002)

em Valência (Espanha); Calvert *et al.* (2003) em 8 estados americanos: Texas, Arizona, Oregon, Califórnia, Washington, New York, Flórida, Lousiana; Moreira *et al.* (2002) com comunidade em Novo Friburgo (RJ); Delgado e Paumgartten (2004), na Baixada Fluminense (RJ) e Scattena e Duarte (2006) no município de Macedônia (SP), mostraram que parcela significativa dos trabalhadores rurais: 85,0%, 74,0%, 64,2%, 65,0%, 75,0%, 62,3%, 92% e 83%, respectivamente, não utilizava EPIs ou usava de modo inadequado, concordante com a realidade da região de estudo.

Quando questionados sobre quais EPIs utilizavam, a maioria (100,0%) dos produtores se referiu à máscara, cujo uso isolado não é suficiente para proporcionar proteção. Outros EPIs foram citados como usados: 50,0% macacão; 62,5% bota; 62,5% luvas e 6,3% óculos. Na verificação dos dados, pode-se observar que, dos produtores rurais que afirmam fazer uso de EPI, 62,5% o faz de maneira completa, enquanto 37,5% de forma parcial. As justificativas do não uso dos EPIs são diversas: 33,3% não usa por considerá-los desconfortáveis e quentes; 13,3% por achar que são muito quentes; 26,7% usa somente para produtos que considera mais perigosos; 13,3% em razão de serem descuidados; 6,6% acredita ser desnecessário o uso e outros 6,6% por terem propriedade pequena pensam que não é necessário usar. O motivo alegado: não usar por serem desconfortáveis e quentes, pode ser explicado pelo fato destes equipamentos serem produzidos para uso em países de clima temperado.

Delgado e Paumgartten (2004), em pesquisa realizada na Baixada Fluminense (RJ), obtiveram dados concordantes com este estudo, em relação à falta de uso de EPIs ocorrer por diversos motivos, entre outros: 22,0% por considerá-las desconfortáveis e 18% por serem quentes. Um outro estudo, realizado por Rediccliffe (2002), relata que informações obtidas a partir do Centro Australiano para Saúde e Segurança da Agricultura mostraram que trabalhadores rurais que manipulavam os pesticidas raramente usavam EPIs, conforme recomendavam os rótulos dos produtos, com 85,0% dos trabalhadores não seguindo os procedimentos padronizados, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. O autor sugere que o desenvolvimento de EPIs mais confortáveis, poderia contribuir para o uso destes equipamentos, como recomendado pela Organização de Saúde e Segurança Ocupacional (OHS).

Um fato importante a destacar neste estudo é que foi considerado equipamento de proteção individual completo o conjunto: máscara, luvas, botas, macacão. Se nesse conjunto estivessem incluídos óculos, somente um produtor rural estaria usando EPI completo. Os dados obtidos no município de Itápolis-SP são ainda concordantes com uma pesquisa

realizada pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento no Estado de São Paulo, quanto à utilização de EPIs, descrita por Laforga (1999), que traz dados alarmantes em relação aos produtores rurais: 91,3% não calça botas impermeáveis; 91,0% não usa luvas; 97,0% não utiliza óculos ou viseira de proteção; 92,7% não veste macacão de manga longa; 95,2% não usa máscara com filtro químico e 97,3% não coloca avental impermeável. Estes dados, com exceção do fato da maioria dos produtores do local (93,7%) também não usa óculos de proteção, demonstram uma maior preocupação dos citricultores em se protegerem, já que os percentuais do não uso de determinados EPIS, como máscara, luvas, botas e macacão são menores que aqueles encontrados no estado de São Paulo.

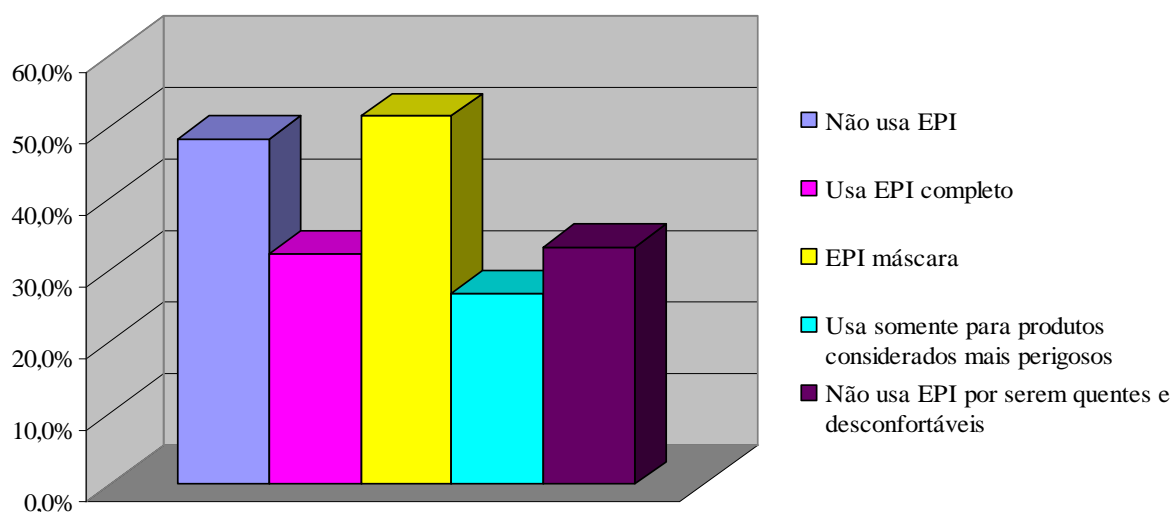
Os dados obtidos neste estudo também são similares àqueles descritos por Vicente *et al.* (1997), em trabalho realizado com agricultores paulistas que não usavam equipamentos de proteção, em razão do desconforto que esses apresentavam.

Quanto aos hábitos de higiene dos produtores rurais que usam EPI: 37,5% permanece com o mesmo equipamento de proteção durante todo o preparo e aplicação (a lavagem só é realizada após o final do procedimento, independente do tempo despendido na aplicação); 31,3% descarta após o uso; 18,8% tira imediatamente após o uso e coloca para lavar e 12,5% alterna um de reserva. Ainda, quanto à higiene, 10,0% dos agricultores declara fumar durante a aplicação dos pesticidas; 7,0% bebe líquidos e 3,0% ingere alimentos. Esses fatores como: hábito de fumar durante o manuseio dos pesticidas e permanecer com a roupa contaminada podem ampliar a exposição a estes produtos químicos.

Gaspar *et al.* (2005), estudando os impactos do uso de pesticidas na região agrícola de Arari (MA), mostraram que 65,0% dos trabalhadores rurais permanece com a mesma roupa durante todo o dia após aplicação dos produtos, hábito semelhante ao dos citricultores das propriedades estudadas em Itápolis-SP.

Os dados da utilização de equipamentos de proteção individual na preparação e aplicação dos pesticidas propriedades rurais de Itápolis-SP estão resumidos na Figura 14.





**Figura 14: Utilização de EPIs por citricultores das propriedades estudadas no município Itápolis-SP durante preparo e aplicação de pesticidas.**

### **5.5 - Equipamentos usados na aplicação dos pesticidas, lavagem destes e procedimentos adotados no controle de plantas daninhas nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP**

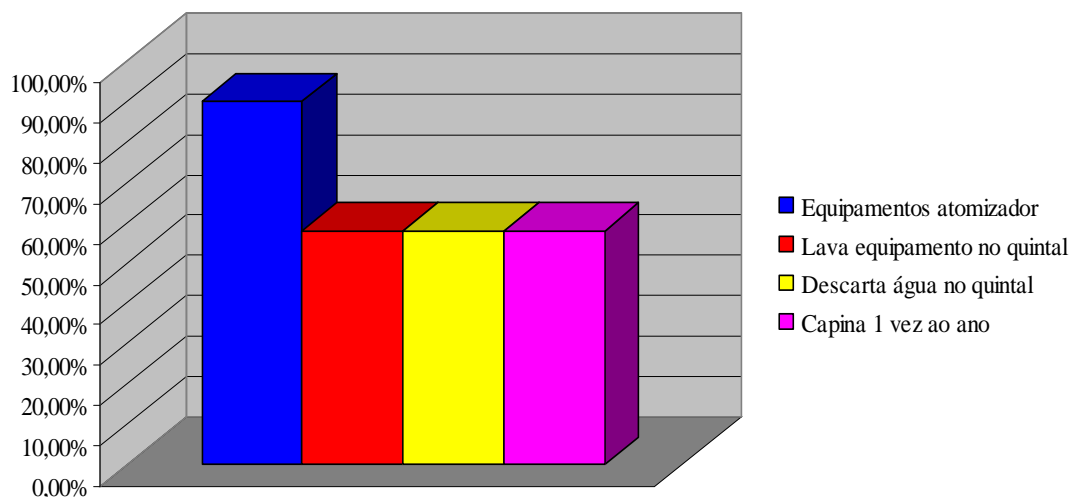
A maioria dos entrevistados, 90,3%, usa atomizador na aplicação dos pesticidas, 64,5% pulverizador; 71,0% bomba costal e 74,2% barra para aplicação dos herbicidas; intensamente usados no cultivo local (97,0% das propriedades). Em 9,7% das propriedades o produtor controla as plantas daninhas somente com o uso de herbicidas, não capinando e nem passando roçadeira ao longo do ano; 16,1% nunca capina seus pomares; 58,1% capina uma única vez ao ano; 16,1% duas vezes; 6,5% mais de três vezes e 3,2% três vezes; 12,9% nunca passa roçadeira; 51,6% passa uma única vez ao ano; 16,1% duas vezes; 9,7% três vezes e 9,7% mais de três vezes. Este dado permite corroborar com o uso intenso de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas, pois o combate às plantas daninhas é realizado praticamente por herbicidas (os procedimentos de capina e roçadeira são pouco empregados).

A lavagem dos equipamentos, após a aplicação dos pesticidas, é realizada no quintal da própria casa, por 58,1% dos produtores rurais; no próprio pomar (22,6%); em posto de combustível localizado na zona urbana (9,7%); na borda da represa local (6,5%) e 3,2% transporta os equipamentos até outra propriedade do mesmo agricultor.

A água utilizada na lavagem dos equipamentos é descartada no próprio quintal da casa existente na propriedade, por 58,1% dos produtores rurais; havendo 22,6% que realiza o

descarte no pomar; 6,5% que descarta no solo da propriedade e 12,9% não realiza descarte já que a lavagem é feita fora da propriedade. Araújo; Nogueira e Augusto (2005), em trabalho realizado, obtiveram dados em que, 57% dos trabalhadores fazia a lavagem de equipamentos no próprio campo onde trabalham. Outros pesquisadores como Santana e Machisk (2004), em estudo com trabalhadores rurais atendidos no Ambulatório de Toxicologia e Saúde do Trabalhador do Centro de Controle de Intoxicações de Maringá (PR), levantaram que 24% dos trabalhadores descartavam a água resultante da lavagem de equipamentos no solo. Ambos os estudos corroboraram com os resultados obtidos na região de Itápolis-SP.

Os dados que demonstram os equipamentos usados na aplicação dos pesticidas, a lavagem destes, o descarte das águas residuais e os procedimentos adotados no controle de plantas daninhas nas propriedades rurais estão dispostos na Figura 15.



**Figura 15: Equipamentos usados na aplicação dos pesticidas, procedimentos de lavagem e controle de plantas daninhas nas propriedades rurais estudadas em Itápolis-SP.**

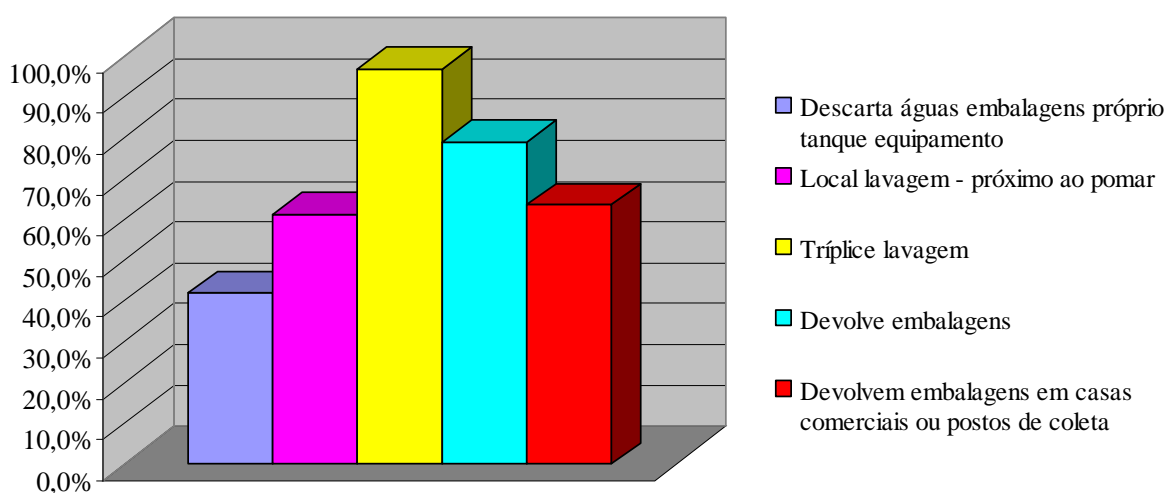
## 5.6 - Destino das embalagens vazias de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP

O problema decorrente das embalagens vazias dos pesticidas aparentou estar resolvido para a maioria dos agricultores (71,0%) que afirmou devolvê-las nos postos de coleta apropriados ou nas casas comerciais onde as compram: 31,8% devolve somente em casas comerciais; 29,1% somente nos postos de coleta e 45,2% tanto em casas comerciais como em postos de coleta. Entretanto, 29,0% dos citricultores não realiza a devolução. Quando questionados por que não realizam a devolução, responderam que encontraram as

seguintes dificuldades: apresentação de nota fiscal de compra que nem sempre o proprietário tem disponível no momento da devolução e lavagem inadequada. As embalagens não devolvidas foram armazenadas nos depósitos dos pesticidas.

Antes de devolverem as embalagens vazias, estas foram submetidas à tríplice lavagem por 96,8% dos agricultores, de acordo com as determinações da Lei nº 9.974 – de 6 de junho de 2000, havendo pequena parcela (3,2%) que informou que a lavagem foi realizada uma única vez. Os agricultores declararam achar importante fazer a lavagem das embalagens vazias, pois, devido ao preço elevado do produto é imprescindível fazer uma lavagem rigorosa, para aproveitar ao máximo resíduos que possam se acumular nas paredes do recipiente. A lavagem das embalagens é realizada próxima ao pomar pela maioria dos produtores rurais (61,3%); 29,1% lava próximo ao quintal da casa; 6,5% próximo à represa existente no local e 3,2% em um galpão isolado em frente ao pomar.

Após a realização da lavagem, 41,9% dos proprietários descarta as águas residuais dentro do tanque do equipamento a ser usado na aplicação do pesticida com o intuito de aproveitá-las na plantação; 32,3% descarta no próprio pomar; 22,6% no próprio quintal e 3,2% no próprio solo. Como procedimento de lavagem, a maioria dos citricultores (74,2%) informou que realiza a tríplice lavagem e a seguir vira a embalagem para baixo para secar. Os dados referentes ao destino das embalagens estão resumidos na Figura 16.



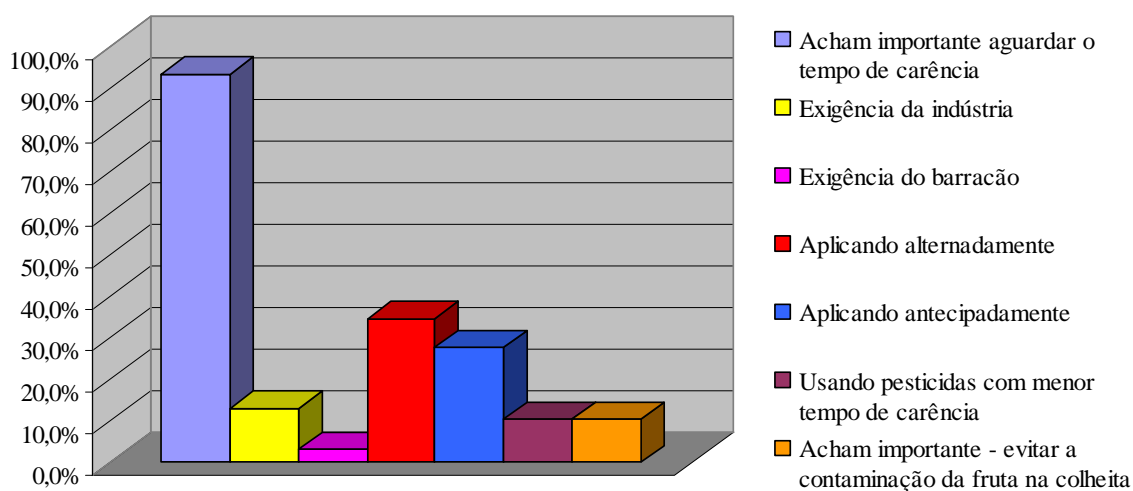
**Figura 16: Destino das embalagens vazias de pesticidas nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP.**

### 5.7 - Obediência ao período de carência dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP

Quanto à obediência ao tempo de carência dos pesticidas, a maioria (93,5%) dos produtores rurais declarou achar importante aguardar este tempo; 3,2% não tinha produção ainda e 3,2% desconhece o significado do tempo de carência.

Alguns produtores, 12,9%, aguarda este tempo por ser uma exigência da indústria com a qual comercializa a fruta; 3,2% por ser exigência do barracão para o qual a produção é vendida; 34,5% acredita que aplicando os pesticidas alternadamente já estão respeitando este tempo; 27,6% crê que o tempo de carência é obedecido aplicando os pesticidas antecipadamente à colheita; 10,4% afirma respeitar este tempo quando faz uso de pesticidas que possuem menor tempo de carência e 10,4% declara achar importante para evitar a contaminação da fruta na colheita.

Pode-se então inferir que parte dos citricultores respeita o tempo de carência, de acordo com a própria concepção que possui do conceito e não de acordo com a determinação da legislação: intervalo de tempo entre a última aplicação do pesticida e a colheita ou comercialização. Uma das respostas fornecidas mostra o desconhecimento do significado de tempo de carência: “não há porque se preocupar com este tempo, já que nunca os pesticidas são aplicados todos de uma única vez, sempre um após o outro”. A partir dos resultados obtidos, foi possível verificar que embora a maioria dos produtores rurais tenha informado respeitar este tempo; não há um entendimento correto deste conceito, conforme pode ser verificado na Figura 17.



**Figura 17: Obediência ao tempo de carência dos pesticidas usados nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP.**

### 5.8 - Cultivos associados ao pomar, replantio e uso de pesticidas nestes cultivos, nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP

Cerca de 6,5% das propriedades possui, associadas ao cultivo da laranja, outras plantações, como mamão e mandioca. Do total dessas propriedades, 50% delas usa pesticidas no combate às pragas, relacionados na Tabela 10.

**Tabela 10: Pesticidas usados nos cultivos associados ao pomar nas propriedades rurais estudadas no município de Itápolis-SP.**

Grupo Químico	Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental	Uso lavoura n (%)
Neonicotinóide	Actara	Tiametoxam	III	III	7 (22,6)
Avermectinas	Vertimec	Óxido fembutation	III	III	8 (26,0)
Benzimidazol (precursor de)	Cercobin M	Tiofanato-metílico	IV	III	1 (3,2)

n = número de propriedades; % = percentual de propriedades.

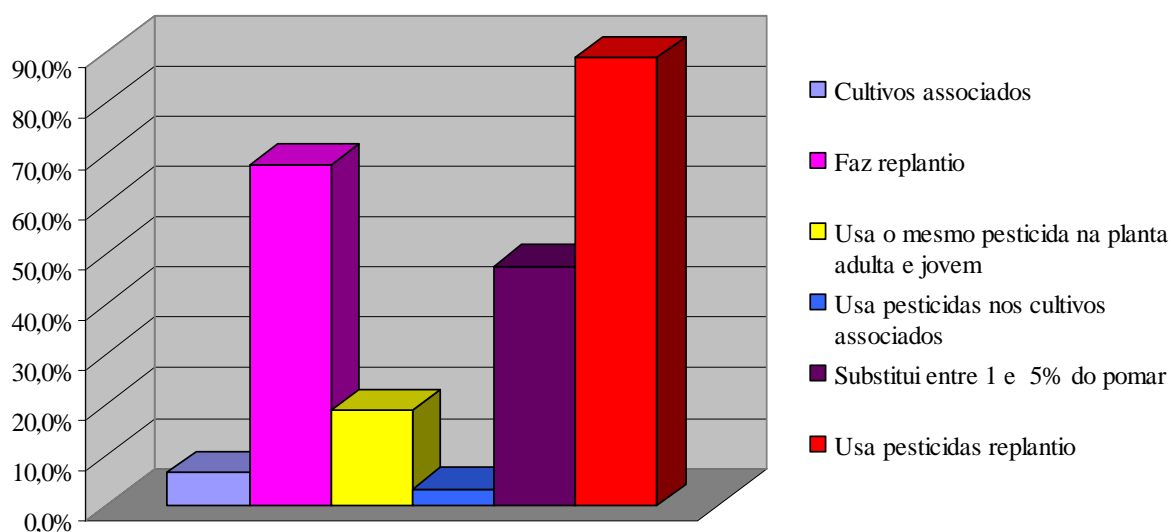
O replantio anual é realizado pela maioria dos produtores rurais, 67,7%, enquanto 32,3% não adota este procedimento por dificuldades econômicas. A substituição das plantas é realizada na seguinte proporção: 47,6%, substitui entre 1 e 5% do pomar, 42,9% replanta entre 6 e 10% e 9% replanta entre 11 e 20%. Em 81,0% das propriedades que realizam replantio, são aplicados pesticidas (Tabela 11) com indicação adequada e em dosagens apropriadas para o tamanho da planta jovem. No entanto, estes critérios não são obedecidos nas demais propriedades.

**Tabela 11: Pesticidas usados no replantio nas propriedades rurais estudadas no município de Itápolis-SP.**

Grupo Químico	Produto Comercial	Ingrediente Ativo	Classificação Toxicológica	Classificação Ambiental	Uso lavoura n (%)
Neonicotinóide	Actara	Tiametoxam	III	III	7 (22,6)
Metilcarbamato de oxima	Temik	Aldicarbe	I	II	11 (35,5)
Organoestânico	Torque	Óxido fembutation	III	III	13 (42,0)
Avermectinas	Vertimec	Abamectina	III	III	2 (6,7)
Benzimidazol (precursor de)	Sipcatin 500	Tiofanato-metílico	IV	III	1 (3,2)
Neonicotinóide	Winner	Imidacloprido	III	III	1 (3,2)

n = número de propriedades; % = percentual de propriedades.

Os dados que demonstram os cultivos associados ao pomar, replantio e o uso de pesticidas nestes cultivos, estão resumidos nas Figura 18.

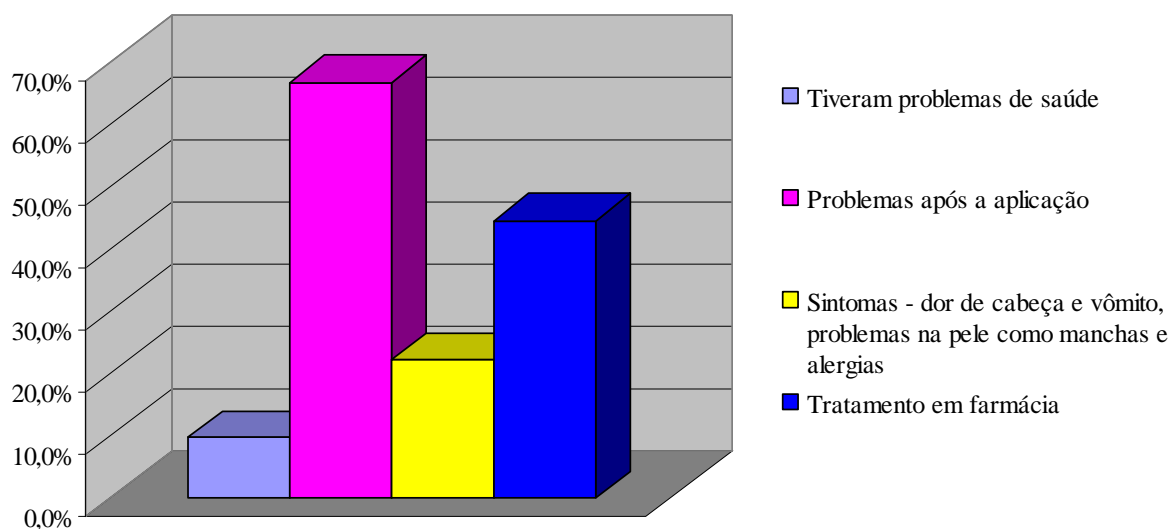


**Figura 18: Cultivos associados ao pomar, replantio e o uso de pesticidas nestes cultivos nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP.**

### **5.9 - Problemas de saúde nos produtores rurais das propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP, causados pelo uso de pesticidas.**

Os problemas de saúde associados ao uso de pesticidas podem assim ser sintetizados: presente em 9,7% dos produtores, surgem principalmente após a aplicação destes produtos (66,6%), apresentam como sintomas característicos: vômito, dor de cabeça, alergias e manchas na pele (22,2%), e são tratados em farmácia (44,4%) (Figura 19). Uma tentativa de estabelecer uma relação entre os problemas de saúde e o uso de EPIs mostrou que 40,0% dos produtores rurais que apresentaram um ou mais dos sintomas citados, não utilizavam os equipamentos de proteção individual.

Neste município, foi levantado junto aos órgãos de saúde local que não existe notificação sistemática de intoxicações causadas por pesticidas.



**Figura 19: Problemas de saúde nos produtores rurais das propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP, causados pelo uso de pesticidas.**

A baixa incidência de problemas de saúde declarada pelos produtores rurais pode ser consequência do uso de pesticidas pertencentes a classes químicas que são passíveis de causarem intoxicações crônicas, caracterizadas pelo surgimento tardio de sinais e sintomas, após meses ou anos, em razão de baixa ou moderada exposição, causando acumulação gradativa no organismo e podendo acarretar vários problemas, como descreve a literatura: mudanças genéticas, doenças nervosas, alterações do sistema imunológico, lesões hepáticas e renais, atrofia muscular, comprometimento do sistema endócrino e outras (HAYES; LAWS, 1991; COYE, 1986 apud LAFORGA, 1999; BARBOSA, 2004). Sintomas como: dor de cabeça, irritação na pele, vômitos que podem ser inclusive confundidos com estados gripais, são compatíveis com intoxicações leves ou moderadas causadas por inibidores da enzima colinesterase, que é o modo de ação dos pesticidas organofosforados e carbamatos (DELGADO; PAUMGARTTEN, 2004), usados em várias propriedades, conforme já demonstrado na Tabela 10. A diferença na manifestação precoce ou tardia dos problemas de saúde causados pelo uso de pesticidas, pode estar relacionada ao padrão de exposição (dose, frequência e duração) e de absorção; metabolismo e cinéticas de distribuição e eliminação; toxicodinâmica e toxicocinética (ROSS *et al.*, 2001 apud DOMINGUES, *et al.*, 2004): alguns compostos químicos requerem exposições repetidas, enquanto outros requerem uma única exposição.

### 5.10 - Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas, de acordo com produtores rurais das propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.

Visando ao conhecimento da opinião que os produtores rurais têm a respeito dos pesticidas, foi introduzida uma questão no roteiro de entrevista, relacionando os aspectos positivos e negativos do uso dos mesmos. Desta forma, esperava-se saber qual a percepção que os produtores rurais possuem sobre os problemas ocasionados pelo uso dos pesticidas no ser humano e no ambiente. Os dados, quanto aos aspectos positivos que mais se destacaram, demonstram que 93,6% dos produtores acreditam que sem a aplicação de pesticidas não há produção. Quanto aos aspectos negativos, declararam que: desde que usados em quantidades adequadas, de forma controlada não há problemas ou então que estes aspectos são causados pelo fato da indústria produzir produtos que representam riscos ao ser humano. No entanto, se forem levadas em consideração as respostas isoladas, pode-se verificar que 42,0% dos produtores reconhecem a existência de aspectos negativos em relação ao uso de pesticidas, como pode ser verificado na Tabela 12.

**Tabela 12: Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas, de acordo com citricultores das propriedades estudadas em Itápolis-SP.**

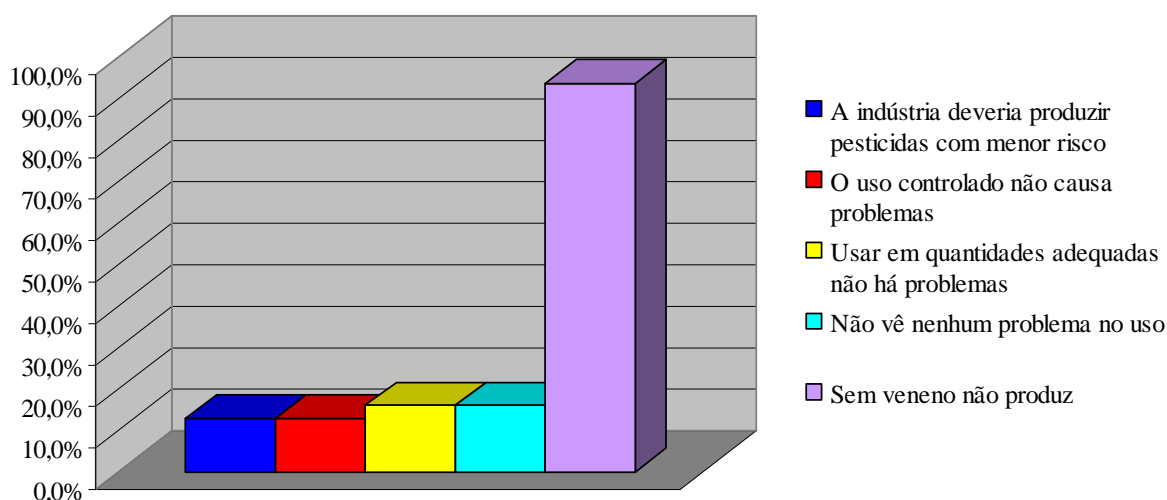
Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas	n	%
<b>Aspectos positivos</b>		
Sem veneno não produz	29	93,6
Acredita ser mais eficiente do que a agricultura orgânica	1	3,2
Se o uso for controlado, não há problema	1	3,2
<b>Aspectos negativos</b>		
Não vê nenhum	5	16,2
Morte de insetos úteis	4	12,9
Usar em quantidades adequadas não há problemas, não vê nada de negativo	5	16,2
Faz mal aos animais, ao ambiente e seres humanos quando seu uso é descontrolado	1	3,2
O uso controlado não causa problemas, não vê nada de negativo	4	12,9
Acredita ser prejudicial	1	3,2
Provoca morte de pássaros	1	3,2
Por ser veneno, não deve ser usado	1	3,2
Traz prejuízos ao meio ambiente e a morte dos inimigos naturais	1	3,2
Reconhece que polui rios e a própria fruta	1	3,2
Mata tudo que vem pela frente não somente a praga	1	3,2
Faz mal ao ser humano	1	3,2
São péssimos para a saúde e o meio ambiente	1	3,2
Problemas com pesticidas cujo uso abusivo contamina a água dos rios	1	3,2
Problemas causados pela indústria que produz pesticidas com risco	4	12,9

n = número de respostas obtidas; % = porcentual de respostas obtidas



Esses dados concordam com estudo realizado por Levigard *et al.* (2004), em Nova Friburgo, Rio de Janeiro, que mostraram que “os pesticidas fazem parte da vida dos agricultores: sem eles não há colheita.”

Quanto à percepção que os citricultores possuíam acerca do uso de pesticidas, as respostas podem assim ser sintetizadas: “sem pesticida não há produção”. Os dados que demonstram a visão dos produtores, quanto aos aspectos positivos e negativos, do uso de pesticidas, estão resumidos na Figura 20.



**Figura 20: Aspectos positivos e negativos do uso de pesticidas na visão dos produtores rurais das propriedades estudadas em Itápolis-SP.**

Pode-se, portanto, inferir que os produtores são dependentes da utilização de pesticidas, sem a qual acreditam, não há como obter produção. A busca de procedimentos alternativos para o controle das pragas, ainda é muito incipiente na região estudada. Apenas um produtor tentou usar os procedimentos da agricultura orgânica (sistema produtivo que visa a evitar ou até excluir o uso de pesticidas e fertilizantes, empregando técnicas como rotação de culturas, sistemas de cultivo e policultivo (BORREGO *et al.*, 2000 apud ROMEIRO; ESCRIVÃO, 2003)) que considerou ineficiente e complicada, o que impediu a sua implantação.

Embora os produtos da agricultura orgânica, especialmente as frutas (com destaque para a laranja), sejam considerados atraentes ao mercado exportador e, venham apresentando crescimento anual em vários países, como Japão (30%), Estados Unidos (20%), Europa (25%) e Brasil (30%) (TIBOLA; FACHINELO, 2004), na região estudada, a busca por este cultivo vem sendo realizada somente por produtores que participam da Cooperativa dos Agricultores Solidários (COAGROSOL), abrangendo Itápolis e cidades da região, com implantação deste

tipo de produção nos cultivos de hortaliças, limão, manga palmer e goiaba, além da laranja. Até 2007, das 1.383 propriedades do município de Itápolis-SP, somente um produtor de laranja, que vem trabalhando com cultivo orgânico há 10 anos, tem obtido sucesso (informação verbal)<sup>4</sup>.

Os custos da conversão de procedimento de produção (convencional para orgânica) e da certificação da laranja, além do surgimento de doenças como: cancro cítrico, amarelinho e morte súbita, vem aos poucos, impondo limitações expressivas ao aumento da produção orgânica, representando uma alternativa futura para a citricultura do município.

### 5.11 - Levantamento dos pesticidas usados na citricultura do município de Itápolis-SP.

Os pesticidas relatados como os mais comercializados para uso na citricultura (Tabela 13), foram comparados com os pesticidas citados pelos produtores rurais como os efetivamente usados em suas propriedades. Do total relatado pelos gerentes e agrônomos responsáveis pelos estabelecimentos, somente 3 não são usados pelos produtores da região da Microbacia Córrego dos Cocos (mancozeb, metidathion e paraquat), demonstrando que a amostra estudada é representativa do município, ou seja, os resultados poderão ser generalizados para todas as propriedades do município, quanto aos pesticidas efetivamente usados.

**Tabela 13: Pesticidas mais comercializados para uso na citricultura no município de Itápolis-SP.**

<b>Classes de pesticidas</b>	<b>Nome comercial</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	
Fungicidas	Cobre Supra	Cobre	
	Cobox	Cobre	
	Cuprocarb	Cobre	
	Cuprocarb	Cobre	
	Kocide	Cobre	
	Recop	Cobre	
	Carbendazin	Tiofanato	
	Desoral	Tiofanato	
	Metiltiofan	Tiofanato	
	Tiofanato metílico	Tiofanato	
	Inseticidas	Dithane	Mancozeb
		Cefanol	Acefato

“Continua...”

<sup>4</sup> Informação fornecida por Cláudia Pascoalotto, matemática, que fez parte da equipe da Coagrossol até 2007.

“Continuação...”

**Tabela 13: Pesticidas mais comercializados para uso na citricultura no município de Itápolis-SP.**

<b>Classes de pesticidas</b>	<b>Nome comercial</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>
Inseticidas	Temik	Aldicarb
	Perfektion	Dimetoato
	Tiomet	Dimetoato
	Dimetoato Nortox	Dimetoato
	Cordial	Deltametrina
	Decis 25	Deltametrina
	Orthene	Acefato
	Karatezeon	Lambda-cyhalotrin
	Winner	Imidaclopride
	Supracid	Metidathion
	Actara 10 GR	Thiametoxan
	Actara 250 GR	Thiametoxan
	Acaricidas	Omithe
Kumulus		Enxofre
Monitor		Enxofre
Sulfur		Enxofre
Theion		Enxofre
Thiovit		Enxofre
Dicofol		Tricofol
Envidor		Espirodiclofeno
Tanger		Óxido fembutation
Savey		Hexitiazoxi
Sipcatin		Sipcatin
Partner		Óxido fembutation
Torque		Abamectina
Herbicidas	Roundup	Glifosato
	Glifosato Nortox	Glifosato
	Trop	Glifosato
	Gliz 480	Glifosato
	Gramaxone	Glifosato
	Gramocil	Paraquat
	Paraquat	Paraquat
	Paraquat Diuron	Paraquat

### 5.12 – Seleção dos pesticidas a serem avaliados quanto ao potencial de contaminação dos recursos hídricos

Dos 31 pesticidas, efetivamente usados nas propriedades que cultivam laranja, 16 foram selecionados para avaliação do potencial de contaminação dos recursos hídricos, em razão de serem os mais frequentemente utilizados nas propriedades, como pode ser verificado na Tabela 14.

**Tabela 14: Pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

<b>Classes de Pesticidas</b>	<b>Ingrediente Ativo</b>	<b>Nome comercial</b>	<b>Frequência de uso nas propriedades</b>
<b>Herbicidas</b>	Glifosato	Roundup, Glifosato	97%
	Imidacloprido	Provado, Winner, Confidor	82%
<b>Inseticidas</b>	Aldicarbe	Temik	42%
	Acefato	Ortene	32%
	Tiametaxon	Actara	29%
	Abamectina	Abamectin	26%
	Propargito	Omithe	19%
<b>Acaricidas</b>	Espirodiclofenaco	Envidor	94%
	Dimetoato	Dimetoato	13%
	Enxofre	Enxofre	74%
	Óxido fenbutation	Torque	42%
	Abamectina	Vertimec	42%
	Cihexatina	Sipcatin 500	39%
	Propargito	Omithe	16%
<b>Fungicidas</b>	Carbendazin	Derosal	23%
	Cobre	Cobre	13%

Dentre esses 16 compostos, a abamectina e o propargito têm sido usados tanto como acaricida como inseticida. Empregando como critério a maior porcentagem de uso, foi considerada somente a ação acaricida da abamectina e a ação inseticida do propargito. Os pesticidas com ingredientes ativos inorgânicos, como o enxofre e óxido de cobre, foram excluídos desta avaliação, em razão das determinações do potencial de contaminação só serem realizados para compostos orgânicos. Dessa forma, o número de pesticidas a serem avaliados foi reduzido a 12.

### **5.13 – Determinação do potencial de contaminação das águas subterrâneas pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP**

Para a determinação do potencial de contaminação das águas subterrâneas e superficiais dos pesticidas, foram levantadas as propriedades físicas e químicas (Tabela 15) desses princípios ativos, utilizando as seguintes referências bibliográficas: Extoxnet (2007); Hornsby e Rao (2001); Pest Management Regulatory Agency Health – Regulatory Note (2006); Souza V.(2006); Tomilin (2001); Wauchope (1992) e Worthing e Hance (1991). É importante ressaltar que, apesar desta extensiva pesquisa, ainda existem lacunas na literatura, com ausência de dados da pressão de vapor e da Constante da Lei de Henry .

**Tabela 15: Propriedades físicas e químicas dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Princípio Ingrediente Ativo	Sol. Água (mg L <sup>-1</sup> )	DT <sub>50</sub> Solo (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	P <sub>V</sub> (Pa)	K <sub>H</sub> (Pam <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )
Acefato	8,0x10 <sup>5</sup>	2 <sup>(9)</sup>	0,48 <sup>(1)</sup>	2,26x10 <sup>-4</sup>	5,24 x10 <sup>-8</sup> <sup>(4)</sup>
Acefato	8,0x10 <sup>5</sup>	7 <sup>(12)</sup>	0,48 <sup>(1)</sup>	2,26x10 <sup>-4</sup>	5,24 x10 <sup>-8</sup> <sup>(4)</sup>
Aldicarbe	4,9x10 <sup>3</sup> (pH 7)	30 <sup>(2)</sup>	30 <sup>(1)</sup>	13,00x10 <sup>-3</sup>	5,02x10 <sup>-4</sup>
Tiametoxam	4,1x10 <sup>3</sup>	51	10 <sup>(2)</sup>	6,60x10 <sup>-9</sup>	4,70x10 <sup>-10</sup>
Imidacloprido	0,61x10 <sup>3</sup>	48 – 190 <sup>(1)</sup>	248 <sup>(1)</sup>	4,00x10 <sup>-10</sup>	2,00x10 <sup>-10</sup>
Carbendazim	29,0 (pH 4)	8,0 – 32,0	200 – 250	9,00x10 <sup>-5</sup>	3,60x10 <sup>-3</sup> <sup>(3)</sup>
Carbendazim	8,0 (pH 7)	8,0 – 32,0	200 – 250	1,50x10 <sup>-5</sup>	3,60x10 <sup>-3</sup> <sup>(3)</sup>
Carbendazim	7,0 (pH 8)	8,0 – 32,0	200 – 250	1,30x10 <sup>-3</sup>	3,60x10 <sup>-3</sup> <sup>(3)</sup>
Espirodiclofeno	5,0x10 <sup>-2</sup> (pH 4)	0,5 – 5	31037 – 118478 <sup>(7)</sup>	3,00x10 <sup>-7</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup> <sup>(6)</sup>
Espirodiclofeno	5,0x10 <sup>-2</sup> (pH 4)	0,5 – 5	38790 – 238 000 <sup>(8)</sup>	3,00x10 <sup>-7</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup> <sup>(6)</sup>
Abamectina	7-10x10 <sup>-3</sup>	7 (luz)	5.000 E <sup>(1)</sup>	< 3,70x10 <sup>-6</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>
Abamectina	7-10x10 <sup>-3</sup>	14 – 60 <sup>(11)</sup>	5.000 E <sup>(1)</sup>	< 3,70x10 <sup>-6</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>
Oxifenbutation Glifosato isopropil.	5,0x10 <sup>-3</sup> 1,05x10 <sup>3</sup>	90 3 – 174	2.300 <sup>(3)</sup> 24.000 <sup>(1)</sup>	8,50x10 <sup>-5</sup> 2,10x10 <sup>-5</sup>	1,80x10 <sup>-2</sup> 4,60x10 <sup>-10</sup>
Propargito	632	28 – 56	23000 – 90000	6,00x10 <sup>-6</sup>	3,33x10 <sup>-6</sup>
Hexitiazoxi	0,5	8 (15° C)	6.200	3,40x10 <sup>-3</sup>	2,40x10 <sup>-3</sup>
Dimetoato	23,3 x10 <sup>3</sup> (pH 5)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,8 x10 <sup>3</sup> (pH 7)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	25,0x10 <sup>3</sup> (pH 9)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,3 x10 <sup>3</sup> (pH 5)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,8 x10 <sup>3</sup> (pH 7)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	25,0x10 <sup>3</sup> (pH 9)	2 – 4,1 <sup>(9)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,3 x10 <sup>3</sup> (pH 5)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,8 x10 <sup>3</sup> (pH 7)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	25,0x10 <sup>3</sup> (pH 9)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	16,25 <sup>(1)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,3 x10 <sup>3</sup> (pH 5)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	23,8 x10 <sup>3</sup> (pH 7)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Dimetoato	25,0x10 <sup>3</sup> (pH 9)	7 – 16 <sup>(10)</sup>	51,88 <sup>(2)</sup>	2,50x10 <sup>-4</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>
Cihexatin	< 1,0	50 <sup>(4)</sup>	4365 <sup>(4)</sup>	Insignificante	-

(1) Extoxnet (2000); (2) Souza V. (2006); (3) Wauchope (1992); (4) Hornsby e Rao (2001); (5) Worthing & Hance (1991); (6) Mangement Regulatory Pest Agency Health – Regulatory Note (2006); (7) Valores obtidos pelo Método HPLC; (8) Valores obtidos pelo Modelo das propriedades físico – químicas; (9) aerobiose; (10) anaerobiose; (11) escuro/aerobiose; (12) anaerobiose; (E) Valor estimado; - = valor não encontrado na literatura consultada.

**Observação:** Os valores de solubilidade, pressão de vapor e constante da Lei de Henry foram obtidos à temperatura entre 20 e 25°C, com exceção do carbendazim com temperaturas: 20, 25 e 50°C .

A maioria das propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos é determinada em laboratório, sob condições experimentais bem estabelecidas e controladas. Alguns dados são característicos da própria estrutura da molécula do pesticida como: coeficiente de partição

octanol-água, pressão de vapor, fotodegração, solubilidade e estabilidade em água. Sob determinadas condições experimentais (temperatura, pressão, pH, luminosidade), os resultados devem ser semelhantes. No entanto, outros dados relativos ao  $DT_{50}$  no solo e coeficiente de partição solo-água são obtidos em laboratório ou em ensaios de campo, cujos resultados estão vinculados às condições experimentais e ambientais existentes. Deste modo, os valores assumidos por essas propriedades estão estritamente relacionados não somente à estrutura da molécula, mas também com as condições ambientais do local onde o pesticida for usado. Por este motivo, os valores encontrados na literatura, algumas vezes, apresentam grande variação, conforme descrito por Wauchope *et al*, 1992.

A pressão de vapor é uma propriedade específica da substância que coordena a distribuição entre as fases sólida, líquida e gasosa, sendo difícil determiná-la em razão da baixa pressão de vapor apresentada pelos pesticidas, sendo frequente os valores citados em literatura apresentarem grande discrepância, de até 10 vezes, entre autores distintos (BARCELO; HENNION, 1997 apud DORES, 2000).

Um dos fatores considerados críticos para realizar a avaliação da mobilidade da maioria dos pesticidas no solo é a distribuição entre as fases líquida e sólida. Como os tipos de solo variam bastante, o estudo dessa partição é considerado complicado. Uma determinação inicial é a medida do coeficiente de adsorção simples,  $K_D$ , definido como a relação existente entre a concentração do produto adsorvido no solo e a concentração do pesticida na solução do solo. Estudos demonstram a forte correlação entre os valores de  $K_D$ , determinados em vários tipos de solo e o teor de matéria orgânica existente no mesmo, o que indica que o principal mecanismo de adsorção envolve a interação entre o pesticida e a matéria orgânica do solo. É comum o uso do coeficiente de adsorção ao carbono orgânico,  $K_{OC}$ , ao invés do  $K_D$  (BARCELO; HENNION, 1997 apud DORES, 2000), determinado dividindo-se o  $K_D$  pelo teor de carbono orgânico do solo. Este parâmetro indicativa o potencial de lixiviação do pesticida.

O tempo de meia-vida de um composto químico indica a degradabilidade que este possui no solo, podendo variar em dias, meses ou até anos, não havendo um único valor para a meia-vida do pesticida, sendo a sua determinação fortemente influenciada por determinadas condições ambientais: solo, local, clima e atividade biológica, entre outras. A maioria dos dados existentes na literatura foi determinada na Europa e nos Estados Unidos, podendo não ser, desta forma, aplicáveis a países tropicais. WAUCHOPE *et al.*, (1992) reportaram que dados coletados em zonas de clima temperado poderiam apresentar entre si, variação de até três vezes.

É possível, entretanto, fazer uma estimativa do comportamento dos pesticidas no meio ambiente, por meio da determinação de critérios e índices que fazem uso das propriedades físico-químicas, como aqueles determinados neste estudo, estimando desta forma o potencial de contaminação apresentado pelos mesmos.

Nesta estimativa, outros parâmetros, no entanto, precisam ser levados em consideração, entre os quais se destacam: condições de aplicação, índice pluviométrico, características do solo e temperatura. Estes parâmetros, podem, obviamente, concorrer com as propriedades físicas e químicas dos pesticidas aumentando o potencial de contaminação inerente aos mesmos, acarretando a contaminação das águas superficiais e/ ou subterrâneas.

Para um determinado solo, pesticidas com pequenos valores de  $K_{OC}$  são adsorvidos em menor grau e portanto poderão sofrer maior lixiviação quando comparados a pesticidas que apresentam valores altos de  $K_{OC}$ . Estes pesticidas, com alto valor de  $K_{OC}$ , sofrem grande adsorção em solos com elevado conteúdo de matéria orgânica, e então, a lixiviação de pesticidas nestes solos, deve ocorrer mais lentamente, quando comparada a solos contendo baixa concentração desta matéria.

Alta adsorção e persistência dos pesticidas, presentes em compostos com altos valores de  $K_{OC}$  e  $DT_{50}$  indicam que estes ficarão provavelmente perto da superfície do solo ampliando as chances de serem carregados, por escoamento superficial, para um rio ou para um lago. Em contraste, pesticidas persistentes, mas com fraca adsorção, presente em compostos com pequeno  $K_{OC}$  e grande  $DT_{50}$  podem ser facilmente lixiviados através do solo e, mais provavelmente, contaminar as águas subterrâneas. Para pesticidas não persistentes, ou seja, com pequeno  $DT_{50}$ , a possibilidade de contaminação da água superficial e subterrânea depende primeiramente da ocorrência de chuva intensa ou irrigação após a aplicação do pesticida. Sem a presença de água para movimentar verticalmente os pesticidas, estes compostos podem ficar dentro da raiz, zona biologicamente ativa da planta, e podem ser facilmente degradados. Os pesticidas com valores intermediários de  $K_{OC}$  e pequeno  $DT_{50}$  não são facilmente lixiviados, apresentam também maior possibilidade de sofrerem degradação e por esse motivo podem ser considerados com baixo risco de contaminação (HORNSBY; RAO, 2001). De acordo com Goss (1992 apud DORES, 2000), em solos orgânicos raramente ocorre perda de pesticida por lixiviação, pois, pesticidas com  $K_{OC}$  acima de  $300 \text{ mL g}^{-1}$  são fortemente adsorvidos pela matéria orgânica.

Os pesticidas podem ter sua persistência estabelecida a partir do tempo de meia-vida, sendo considerados como não persistentes aqueles com tempo de meia-vida de 30 dias ou

menos; moderadamente persistentes aqueles com tempo de meia-vida entre 30 dias e 100 dias e persistentes aqueles cujo tempo de meia-vida é superior a 100 dias (HORNSBY; RAO, 2001).

A taxa de volatilização do pesticida no solo define o potencial deste produto permanecer no solo, ser levado pela água ou evaporar para a atmosfera. (MARTINS, *et al.*, 2004 apud MENEZES; HELLER, 2005). Os compostos químicos com pressão de vapor maior que  $10^{-6}$  mm Hg, segundo o Departamento de Regulamentação de Pesticidas da Califórnia, podem facilmente volatilizar e serem levados para locais distantes de onde foram aplicados (HORNSBY; RAO, 2001). A taxa de volatilização pode ser associada à Constante da Lei de Henry, um parâmetro usado em avaliações de formas de exposição aérea. Os compostos que apresentam valores da Constante da Lei de Henry maiores que  $2,5 \times 10^{-5}$  são considerados voláteis (van der Werf, 1996 apud LOEWY, 2000).

A solubilidade em água de um pesticida é uma medida de como provavelmente este composto irá se dissolver em água e, geralmente, expressa como a máxima quantidade de pesticida que se dissolverá em um litro de água. Quanto maior o valor da solubilidade, mais solúvel em água será o pesticida e, provavelmente, será transportado em solução do seu local de aplicação, por águas de chuvas intensas ou escoamento proveniente de águas de irrigação, podendo se tornar potencial poluidor de mananciais superficiais. Já os compostos químicos com baixa solubilidade normalmente permanecem no solo (MARTINS *et al.*, 2004 apud MENEZES; HELLER, 2005).

Spadotto *et al.*, 2001, em trabalho realizado em Guaíra, SP, levantaram dados demonstrando que pesticidas que apresentaram os mais altos potenciais de lixiviação foram aqueles mais solúveis em água, com valor de  $K_{OC}$  menor ou igual que 200 mL/g e tempo de meia-vida superior a 30 dias.

As informações das propriedades físico-químicas dos pesticidas obtidas na literatura foram fundamentais para o entendimento do comportamento do pesticida no ambiente, permitindo interpretar a verificação ao atendimento dos critérios e os valores obtidos a partir do cálculos dos índices, possibilitando a avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas e superficiais que estes compostos apresentam.



### 5.13.1 – Potencial de contaminação de águas subterrâneas pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP

Na avaliação do potencial de contaminação das águas subterrâneas, os índices GUS (GUSTAFSON 1989 apud LOURENCETTI, 2005) e LIX (SPADOTTO *et al.*, 2001) e atendimento aos Critérios de *Screening* da EPA (COHEN, 1995 apud FERRACINI *et al.*, 2001), foram determinados para os seguintes pesticidas: abamectina, acefato, aldicarbe, carbendazim, cihexatina dimetoato, espiroclorfenol, imidacloprido, glifosato, óxido fenbutation, propargito, tiametoxon e comparados com valores de referência.

Na determinação do atendimento aos Critérios de *Screening* da EPA, foram consideradas as propriedades físico-químicas dos pesticidas como: tempo de meia-vida no solo, coeficiente de adsorção à matéria orgânica, solubilidade em água e Constante da Lei de Henry, conforme especificado no item 4.5.1.1. O tempo de meia-vida em água (tempo para reduzir à metade a concentração do pesticida) é também contemplado pelos critérios da EPA, porém é uma propriedade que varia em função da localidade e está pouco disponível na literatura (LOURENCETTI, 2005). Por este motivo não foi considerado nesse estudo. Os dados relativos ao atendimento aos Critérios da EPA pelos pesticidas, estão relacionados na Tabela 16.

**Tabela 16: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os critérios da EPA.**

Princípio Ingrediente Ativo	Dt <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Sol. em água (g mL <sup>-1</sup> )	KH (Pam <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Critérios EPA				
Acefato	2	X	0,4	✓	8,0x10 <sup>5</sup>	✓	5,24x10 <sup>-8</sup>	✓	PL
Acefato	7	X	0,4	✓	8,0x10 <sup>5</sup>	✓	5,24x10 <sup>-8</sup>	✓	PL
Aldicarbe	30	✓	30	✓	4,93x10 <sup>3</sup>	X	5,02x10 <sup>-4</sup>	✓	PL
Imidacloprido	48	✓	24	✓	0,61x10 <sup>3</sup>	✓	2,00x10 <sup>-10</sup>	✓	PL
Imidacloprido	190	✓	248	✓	0,61x10 <sup>3</sup>	✓	2,00x10 <sup>-10</sup>	✓	PL
Tiametoxam	51	✓	10	✓	4,10x10 <sup>3</sup>	✓	4,70x10 <sup>-10</sup>	✓	PL
Carbendazim	8	X	200	✓	29,0 (pH 4)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	8	X	200	✓	8,0 (pH 7)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	8	X	200	✓	7,0 (pH 8)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	32	✓	200	✓	29,0 (pH 4)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL
Carbendazim	32	✓	200	✓	8,0 (pH 7)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL
Carbendazim	32	✓	200	✓	7,0 (pH 8)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL
Carbendazim	8	X	250	✓	29,0 (pH 4)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	8	X	250	✓	8,0 (pH 7)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	8	X	250	✓	7,0 (pH 8)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Carbendazim	32	✓	250	✓	29,0 (pH 4)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL

✓ = composto atende ao critério; X = composto não atende ao critério; - = dado não disponível na literatura consultada; PL = potencial de lixiviação; N = potencial nulo; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH= 7

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 16: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os critérios da EPA.**

Princípio Ingrediente Ativo	Dt <sub>50</sub> (dias)		K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )		Sol. em água (g mL <sup>-1</sup> )		KH (Pam <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )		Critérios EPA
Carbendazim	32	✓	250	✓	8,0 (pH 7)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL
Carbendazim	32	✓	250	✓	7,0 (pH 8)	X	3,60x10 <sup>-3</sup>	✓	PL
Espirodiclofeno	0,5	X	31.037	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	0,5	X	118.47	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	0,5	X	38.790	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	0,5	X	238.000	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	5	X	31.037	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	5	X	118.478	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	5	X	38.790	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Espirodiclofeno	5	X	238.000	X	5,0x10 <sup>-2</sup>	X	2,0x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Abamectina	7 <sup>(1)</sup>	X	5.000	X	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	X	2,70x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Abamectina	14 <sup>(2)</sup>	✓	5.000	X	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	X	2,70x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Abamectina	60 <sup>(2)</sup>	✓	5.000	X	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	X	2,70x10 <sup>-3</sup>	✓	N
Óxido fenbutation	90	✓	2.300	X	0,005	X	1,79x10 <sup>-2</sup>	✓	N
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	X	16,25	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	X	51,88	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	X	16,25	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	X	51,88	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	X	16,25	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	X	51,88	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	✓	16,25	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	✓	51,88	✓	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	✓	1,20x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Cihexatin	50	✓	43,65	X	<1,0	X	-	✓	N
Glifosato isopropil.	3	X	24.000	X	1,05x10 <sup>3</sup>	✓	4,60x10 <sup>-10</sup>	✓	N
Glifosato isopropil.	174	✓	24.000	X	1,05x10 <sup>3</sup>	✓	4,60x10 <sup>-10</sup>	✓	PL
Propargito	28	✓	23000	X	632	✓	3,33x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Propargito	28	✓	90.000	X	633	✓	3,33x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Propargito	56	✓	23.000	X	634	✓	3,33x10 <sup>-6</sup>	✓	PL
Propargito	56	✓	90.000	X	635	✓	3,33x10 <sup>-6</sup>	✓	PL

✓ = composto atende ao critério; X = composto não atende ao critério; N = potencial nulo - = dado não disponível na literatura consultada; PL = potencial de lixiviação ;; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH= 7.

É importante ressaltar que os critérios da EPA consideram apenas as propriedades físico-químicas dos pesticidas, e que, portanto, seus resultados, para a avaliação de risco, devem ser analisados em conjunto com outros índices (FERRACINI *et al.*, 2001; BRITO *et al.*, 2001 apud LOURENCETTI, 2005).

Os índices de GUS e LIX, dispostos na Tabela 17, foram calculados a partir das equações descritas nos itens 4.5.1.2 e 4.5.1.3. Quando a literatura apresentava valores diferentes de K<sub>OC</sub>, como no caso dos seguintes pesticidas: imidacloprido, carbendazin,

espiroclorfenol, glifosato e propargito, os cálculos foram realizados para cada valor, a fim de avaliar as diferenças no comportamento do pesticida, como pode ser verificado no caso do dimetoato e do imidacloprido. Valores distintos de tempo de meia-vida (DT<sub>50</sub>) foram encontrados para os seguintes pesticidas: abamectina, acefato, imidacloprido, carbendazim, dimetoato, espiroclorfenol, glifosato e propargito. Os índices foram calculados para todos os valores de tempo de meia-vida e os resultados mostraram comportamento diferentes para: acefato, carbendazim, dimetoato e imidacloprido.

**Tabela 17: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com índices de GUS e LIX.**

Pesticida Ingrediente Ativo	DT <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade		Índices	
			em água (g.mL <sup>-1</sup> )	KH (Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	G US	LIX
Acefato	2	0,4	8,0x10 <sup>5</sup>	5,24x10 <sup>-8</sup>	1,30 N	0,85 PL
Acefato	7	0,4	8,0x10 <sup>5</sup>	5,24x10 <sup>-8</sup>	3,65 PL	0,95 PL
Aldicarbe	30	30	4,93x10 <sup>3</sup>	5,02x10 <sup>-4</sup>	3,73 PL	0,50 PL
Imidacloprido	48	24	0,61x10 <sup>3</sup>	2,00x10 <sup>-10</sup>	2,70 FT	0,03 PL
Imidacloprido	190	248	0,61x10 <sup>3</sup>	2,00x10 <sup>-10</sup>	3,67 PL	0,41 PL
Tiametoxam	51	10	4,10x10 <sup>3</sup>	4,70x10 <sup>-10</sup>	5,12 PL	0,87 PL
Carbendazim	8	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N
Carbendazim	8	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N
Carbendazim	8	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N
Carbendazim	32	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT
Carbendazim	32	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT
Carbendazim	32	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT
Carbendazim	8	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N
Carbendazim	8	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N
Carbendazim	8	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N
Carbendazim	32	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT
Carbendazim	32	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT
Carbendazim	32	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT
Espiroclorfenol	0,5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,15 N	0 N
Espiroclorfenol	0,5	11.8478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,32 N	0 N
Espiroclorfenol	0,5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,20 N	0 N
Espiroclorfenol	0,5	238.000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,41 N	0 N
Espiroclorfenol	5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,35 N	0 N
Espiroclorfenol	5	118.478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,75 N	0 N
Espiroclorfenol	5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,42 N	0 N
Espiroclorfenol	5	238.000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,95 N	0 N
Abamectina	7 <sup>(1)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,25 N	0 N
Abamectina	14 <sup>(2)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,35 N	0 N
Abamectina	60 <sup>(2)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,54 N	0 N
Óxido fenbutation	90	2.300	0,005	1,79x10 <sup>-2</sup>	1,25 N	0 N
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	0,84 N	0 N

PL= Potencial de lixiviação; N = nulo; - = Valor não encontrado na literatura consultada; FT= Faixa de transição;  
(1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7.

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 17: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com índices de GUS e LIX.**

Pesticida Ingrediente Ativo	DT <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade em água (g.mL <sup>-1</sup> )	KH (Pa.m <sup>3</sup> .mol <sup>-1</sup> )	Índices	
					G US	LIX
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	0,69 N	0 N
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,70 N	0,06 FT
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,40 N	0 N
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	2,36 FT	0,20 PL
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,93 FT	0,01 FT
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	3,35 PL	0,50 PL
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x 10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	2,80 FT	0,11 PL
Propargito	56	23.000	634	3,33x10 <sup>-6</sup>	-0,63 N	0 N
Propargito	56	90.000	635	3,33x10 <sup>-6</sup>	-1,66 N	0 N
Propargito	28	23.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	-0,52 N	0 N
Cihexatin	50	4.365	<1,0	-	0 N	0 N
Glifosato isopropil.	3	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	- 0,18 N	0 N
Glifosato isopropil.	174	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	- 0,85 N	0 N

PL= Potencial de lixiviação; N = nulo; - = Valor não encontrado na literatura consultada; FT= Faixa de transição; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7.

Os cálculos de GUS e LIX são usados para comparar o potencial de lixiviação entre distintas moléculas. O índice LIX, conforme enfatizado por SPADOTTO, 2002 (apud LOURENCETTI, 2005), é usado não com intuito de simular o transporte do pesticida em uma situação de campo, mas avaliar o potencial de lixiviação de determinado composto químico, pela comparação da lixivialidade deste com a de outra molécula que se encontra no mesmo cenário ambiental, devendo esta observação ser levada em consideração também para os critérios da EPA e o índice de GUS.

Quando é realizada a comparação do potencial de lixiviação dos pesticidas que apresentam diferentes tempos de meia vida em função da similaridade dos parâmetros determinados em laboratório com as condições do local de estudo, é necessário levar em consideração que a degradação de pesticidas no solo é resultado da combinação existente entre eventos químicos e biológicos. As atividades enzimáticas e microbiológicas sofrem influência da temperatura, fazendo com que essa interfira no tempo de meia-vida dos compostos orgânicos no solo. Por esse motivo, de acordo com WU e NOFZIGER, 1999 (apud LOURENCETTI, 2005) os modelos de simulação do comportamento dos pesticidas, usados para avaliar o risco de contaminação de água subterrânea, deveriam incluir o efeito da temperatura na degradação destes compostos. Esta é uma limitação da aplicação dos modelos.

Outro fator a ser levado em conta é a composição do solo, que atua como ambiente de decomposição e reação, sendo por isso considerado decisivo na qualidade do ambiente

(Resende & Ker, 1996 apud KER J. C.,1998). Neste contexto, componentes do solo como matéria orgânica com capacidade de complexação de pesticidas e óxidos, principalmente os de ferro e manganês que apresentam capacidade de reação com alguns elementos no solo, que podem ser prejudiciais à saúde (cádmio, cromo, chumbo), são considerados de grande importância.

Um estudo realizado nos solos citrícolas do Estado de São Paulo, em diferentes camadas, encontrou variados teores de carbono: 0,7% na camada superficial (0-20cm) contendo 9% de argila e 0,3% na camada subsuperficial (60-80cm) contendo 12% de argila (MALAVOLTA E.; VIOLANTE A. NETTO, 1989). No município de Itápolis-SP, o solo pode ser caracterizado como sendo ácido e com baixo teor de matéria orgânica (COELHO F. S. & VERLENGIA F., 1978), portanto, com reduzido teor de carbono e conseqüente baixo valor de  $K_{OC}$ , o que aumenta a possibilidade dos pesticidas usados sofrerem lixiviação.

A Tabela 18 apresenta a análise conjunta dos Critérios da EPA e dos Índices GUS e LIX. Os pesticidas que atenderam a todos estes parâmetros, considerados possuidores de potencial de lixiviação, e, conseqüentemente contaminantes de águas subterrâneas, são: acefato ( $DT_{50}$  7d), imidacloprido ( $DT_{50}$  48d, 190d), tiametaxon, aldicarbe, dimetoato ( $DT_{50}$  16d,  $K_{OC}$  16,25). Estes compostos apresentam maior risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos, portanto, deveriam ser priorizados em estudos de monitoramentos ambientais. Os valores das propriedades físicas e químicas destes pesticidas, tais como elevada solubilidade em água, baixa adsorção à matéria orgânica do solo e tempo de meia-vida relativamente alto (com exceção do acefato), podem explicar os resultados obtidos. No caso do acefato, o seu potencial de lixiviação decorre, provavelmente, do baixo valor de  $K_{OC}$  e da alta solubilidade em água, contribuindo assim para a sua lixiviação através do perfil do solo. O dimetoato, com baixo valor de  $K_{OC}$ , deve apresentar menor adsorção à matéria orgânica do solo e em conseqüência contaminar as águas subterrâneas.

**Tabela 18: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os Índices de GUS, LIX e Critérios EPA.**

Pesticida Ingrediente	$DT_{50}$ (dias)	$K_{OC}$ (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade (mg L <sup>-1</sup> )	$K_H$ (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Índices		Critérios EPA	Potencial Lixiviação
					GUS	LIX		
Acefato	2	0,48	8,0x10 <sup>5</sup>	5,24x10 <sup>-8</sup>	1,30 N	0,85 PL	PL	N
Acefato	7	0,48	8,0x10 <sup>5</sup>	5,24x10 <sup>-8</sup>	3,65 PL	0,95 PL	PL	PL
Tiametoxam	51	10	4,1x10 <sup>3</sup>	4,70x10 <sup>-10</sup>	5,12 PL	0,87 PL	PL	PL
Aldicarbe	30	30	4,9x10 <sup>3</sup> (5)	5,02x10 <sup>-4</sup>	3,73 PL	0,50 PL	PL	PL
Imidacloprido	190	248	0,6x10 <sup>3</sup>	2,00x10 <sup>-10</sup>	3,67 PL	0,41 PL	PL	PL

PL= Potencial de lixiviação; N = nulo; - = Valor não encontrado na literatura consultada; FT= Faixa de transição; Praticam. Insol = praticamente insolúvel; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7.

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 18: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os Índices de GUS, LIX e Critérios EPA.**

Pesticida Ingrediente Ativo	DT <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade (mg L <sup>-1</sup> )	K <sub>H</sub> (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Índices		Critérios EPA	Potencial Lixiviação
					GUS	LIX		
Imidacloprido	48	248	0,6x10 <sup>3</sup>	2,00x10 <sup>-10</sup>	2,70 FT	0,03 FT	PL	N
Carbendazim	8	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N	N	N
Carbendazim	8	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N	N	N
Carbendazim	8	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,53 N	0 N	N	N
Carbendazim	32	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT	PL	N
Carbendazim	32	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT	PL	N
Carbendazim	32	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,56 FT	0,01 FT	PL	N
Carbendazim	8	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N	0 N	0 N
Carbendazim	8	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N	0 N	0 N
Carbendazim	8	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	1,45 N	0 N	0 N	0 N
Carbendazim	32	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT	PL	N
Carbendazim	32	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT	PL	N
Carbendazim	32	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	2,43 FT	0,01 FT	PL	N
Espirodiclofeno	0,5	118.478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,32 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	0,5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,15 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	0,5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,20 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	0,5	238.000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,41 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,35 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	5	118.478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,75 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	0,42 N	0 N	N	N
Espirodiclofeno	5	238.000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	-0,95 N	0 N	N	N
Abamectina	7 <sup>(1)</sup>	5.000	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,25 N	0 N	N	N
Abamectina	14 <sup>(2)</sup>	5.000	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,35 N	0 N	N	N
Abamectina	60 <sup>(2)</sup>	5.000	7 - 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	0,54 N	0 N	N	N
Glifosato isopropil.	3	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	-0,18 N	0 N	N	N
Glifosato isopropil.	174	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	-0,85 N	0 N	PL	N
Propargito	28	23.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	-0,52 N	0 N	PL	N
Propargito	28	90.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	-1,38 N	0 N	PL	N
Propargito	56	90.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	-1,66 N	0 N	PL	N
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> (5)	1,20x10 <sup>-6</sup>	0,84 N	0 N	PL	N
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> (5)	1,20x10 <sup>-6</sup>	0,69 N	0 N	PL	N
Propargito	56	23.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	-0,63 N	0 N	PL	N
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> (5)	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,70 N	0,06 FT	PL	N
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> (5)	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,40 N	0 N	PL	N
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> (5)	1,20x10 <sup>-6</sup>	2,36 FT	0,20 PL	PL	N

PL= Potencial de lixiviação; N = nulo; - = Valor não encontrado na literatura consultada; FT= Faixa de transição; Praticam. Insol = praticamente insolúvel; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7.

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 18: Potencial de lixiviação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os Índices de GUS, LIX e Critérios EPA.**

Pesticida Ingrediente Ativo	DT <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade (mg L <sup>-1</sup> )	K <sub>H</sub> (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Índices		Critérios EPA	Potencial Lixiviação
					GUS	LIX		
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	1,93 FT	0,01 FT	PL	N
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	3,35 PL	0,50 PL	PL	PL
Dimetoato Óxido	16 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	2,75 FT	0,11 PL	PL	N
fenbutation	90	2.300	0,005	1,79x10 <sup>-2</sup>	1,25 N	0 N	N	N
Cihexatin	50	4.365	<1,0	-	0,60 N	0 N	N	N

PL= Potencial de lixiviação; N = nulo; - = Valor não encontrado na literatura consultada; FT= Faixa de transição; Praticam. Insol = praticamente insolúvel; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7.

De acordo com Cohen *et. al* (1995, apud FERRACINI *et. al*, 2001), os princípios ativos classificados como improváveis de serem lixiviados podem, seguramente, serem considerados como não contaminantes de águas subterrâneas, enquanto os compostos classificados na faixa de transição, de acordo com o índice de GUS, requerem investigação adicional, mediante métodos mais detalhados, como ocorre com os pesticidas: carbendazin (DT<sub>50</sub> 32d, K<sub>OC</sub> 250), dimetoato (DT<sub>50</sub> 7d, K<sub>OC</sub> 16,25 e 51,9; DT<sub>50</sub> 16d, K<sub>OC</sub> 51,88) e imidacloprido (DT<sub>50</sub> 48d, 190d, K<sub>OC</sub> 248).

Os compostos: abamectina, óxido fenbutation, espiroclorfenaco e cihexatin foram considerados como não contaminantes de águas subterrâneas, em razão de apresentarem altos valores de K<sub>OC</sub> e de DT<sub>50</sub> (com exceção do espiroclorfenaco DT<sub>50</sub> 0,5d e 5d, K<sub>OC</sub> 31.037, 38.790, 118.478, 238.000) e da abamectina DT<sub>50</sub> 7d, K<sub>OC</sub> 5.000) e baixa solubilidade em água. Assim, estes pesticidas tendem a se manterem aderidos à matéria orgânica do solo, aumentando a possibilidade de serem transportados por escoamento superficial e contaminarem as águas superficiais.

Quando os critérios da EPA e os índices GUS e LIX foram comparados, somente obtiveram-se resultados semelhantes quanto ao potencial de contaminação para acefato (DT<sub>50</sub> 7d), imidacloprido (DT<sub>50</sub> 190, K<sub>OC</sub> 248), tiametaxon, aldicarbe, dimetoato (DT<sub>50</sub> 16d, K<sub>OC</sub> 16,25). Observa-se pelos resultados que o uso somente de um método, que leva em consideração apenas as propriedades físico-químicas dos pesticidas, pode não ser suficiente para prever o potencial de lixiviação de pesticidas para a água subterrânea, sendo esse fato, particularmente verdadeiro para os critérios da EPA.

O tiametaxon, inseticida pertencente à classe química neocotinóide, aplicado diretamente no solo quando a planta é jovem, foi o pesticida que apresentou maior potencial

de lixiviação. Esse pesticida ainda não apresenta possibilidade de substituição (informação verbal)<sup>5</sup>.

### **5.13.2 - Potencial de contaminação de águas superficiais pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas no município de Itápolis-SP**

Para a avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais, associado ao sedimento em suspensão ou dissolvido em água, foram comparadas as propriedades físico-químicas dos pesticidas com os critérios de Goss (GOSS, 1992 apud DORES, 2000).

Os pesticidas que apresentam alto potencial para contaminar as águas superficiais quando dissolvidos em água, são: imidacloprido (DT<sub>50</sub> 190, K<sub>OC</sub> 248), tiametaxon e carbendazin (DT<sub>50</sub> 8d e 32d, K<sub>OC</sub> 200 e 250, pH 4). Enquanto, abamectina, espirodiclofenaco (DT<sub>50</sub> 0,5d e 5d, K<sub>OC</sub> 31.037, 38.790, 118.478 e 238.000), óxido fenbutation e cihexatin possuem alto potencial de contaminação, quando associados ao sedimento em suspensão. O glifosato (DT<sub>50</sub> 174d, K<sub>OC</sub> 24.000) e o propargito (DT<sub>50</sub> 56d, K<sub>OC</sub> 23.000 e 90.000) podem contaminar dissolvidos em água ou associados ao sedimento em suspensão.

O óxido fenbutation e a abamectina (com exceção daquela que possui DT<sub>50</sub> 7d, K<sub>OC</sub> 5.000) apresenta altos valores de K<sub>OC</sub> e de DT<sub>50</sub> e baixa solubilidade em água, o que indica que se mantenham aderidos à matéria orgânica do solo, aumentando a possibilidade de serem transportados por escoamento e, em consequência, contaminarem as águas superficiais. O carbendazim, em razão da alta solubilidade em água e do baixo valor de K<sub>OC</sub>, apresenta alto potencial de contaminação das águas superficiais quando dissolvido em água.

O tiametoxon e imidacloprido, em função de apresentarem valores maiores de DT<sub>50</sub> e fraca adsorção (devido ao pequeno K<sub>OC</sub>), podem ser facilmente lixiviados pelo perfil do solo e provavelmente contaminar as águas subterrâneas, mas como apresentam alta solubilidade em água poderão também contaminar as águas superficiais, quando em solução aquosa.

O propargito (DT<sub>50</sub> 56d, K<sub>OC</sub> 23.000 e 90.000) e o glifosato (DT<sub>50</sub> 174d, K<sub>OC</sub> 24.000) por apresentarem alta afinidade pela matéria orgânica, têm alto potencial de contaminar as águas superficiais, podendo ser transportados superficialmente tanto associados ao sedimento, como dissolvidos em água.

---

<sup>5</sup> Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Roberto A. Salva, em 2008.



O espiroclorfenaco ( $DT_{50}$  0,5d e 5d,  $K_{OC}$  31.037, 38.790, 118.478 e 238.000) por apresentar alta afinidade com a matéria orgânica do solo e baixa solubilidade em água apresenta alto potencial em contaminar as águas superficiais por escoamento que pode ocorrer em presença de chuvas ou realização de irrigação logo após a aplicação do pesticida. Um fato importante a ser destacado é que este é o inseticida mais usado nas plantações de laranja existentes nas propriedades estudadas e que pode ser substituído por outros como cihexatin e propargito, mas que também apresentam potencial de contaminação dos recursos hídricos (informação verbal)<sup>6</sup>.

Os pesticidas que apresentaram baixo potencial de contaminação de águas superficiais quando associados ao sedimento em suspensão foram: aldicarbe, dimetoato ( $DT_{50}$  2d, 4,1d, 7d e 16d,  $K_{OC}$  16,25 e 51,88), carbendazin ( $DT_{50}$  8d e 32d,  $K_{OC}$  200 e 250, pH 4, 7 e 8) e acefato ( $DT_{50}$  2d e 7d  $K_{OC}$  0,48). A abamectina ( $DT_{50}$  7d, 14d e 60d,  $K_{OC}$  5.000) e espiroclorfenaco ( $DT_{50}$  0,5d,  $K_{OC}$  31.037, 38.790, 118.478 e 238.000) apresentaram baixo potencial quando dissolvida em água. Os pesticidas que exigem investigações mais detalhadas são os classificados como tendo médio potencial de contaminação, quando dissolvidos em água: acefato ( $DT_{50}$  2d, 7d,  $K_{OC}$  0,48), dimetoato ( $DT_{50}$  2d, 4,1d, 7d e 16d,  $K_{OC}$  16,25 e 51,88), glifosato ( $DT_{50}$  3d,  $K_{OC}$  24.000), aldicarbe, óxido fentubation, espiroclorfenaco ( $DT_{50}$  5d,  $K_{OC}$  31.037, 38.790, 118.478 e 238.000); propargito ( $DT_{50}$  28d,  $K_{OC}$  23.000 e 90.000), cihexatin ou quando associados ao sedimento em suspensão: imidacloprido ( $DT_{50}$  48d e 190d,  $K_{OC}$  48 e 190), tiametaxon, carbendazin ( $DT_{50}$  8 e 32,  $K_{OC}$  200 e 250, pH 4, 7 e 8), glifosato ( $DT_{50}$  3d,  $K_{OC}$  24.000) e o propargito ( $DT_{50}$  28d,  $K_{OC}$  23.000 e 90.000).

Os dados que mostram o potencial dos pesticidas mais frequentemente usados na citricultura de Itápolis-SP, contaminarem as águas superficiais estão relacionados na Tabela 19.

**Tabela 19: Potencial de contaminação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os Critérios de Goss.**

Pesticida Ingrediente Ativo	$DT_{50}$ (dias)	$K_{OC}$ (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade (mg L <sup>-1</sup> )	$K_H$ (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Critérios de Goss	
					Dissolvido em água	Associado sedimento
Acefato	2	0,48	$8,0 \times 10^5$	$5,24 \times 10^{-8}$	médio	baixo
Acefato	7	0,48	$8,0 \times 10^5$	$5,24 \times 10^{-8}$	médio	baixo
Aldicarbe	30	30	$4,9 \times 10^3$ (5)	$5,02 \times 10^{-4}$	médio	baixo
Imidacloprido	48	248	$0,6 \times 10^3$	$2,00 \times 10^{-10}$	alto	médio
Imidacloprido	190	248	$0,6 \times 10^3$	$2,00 \times 10^{-10}$	alto	médio

- = valor não encontrado na literatura consultada; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7

“Continua...”

<sup>6</sup> Informação fornecida pelo engenheiro agrônomo Roberto A. Salva, em 2008.

“Continuação...”

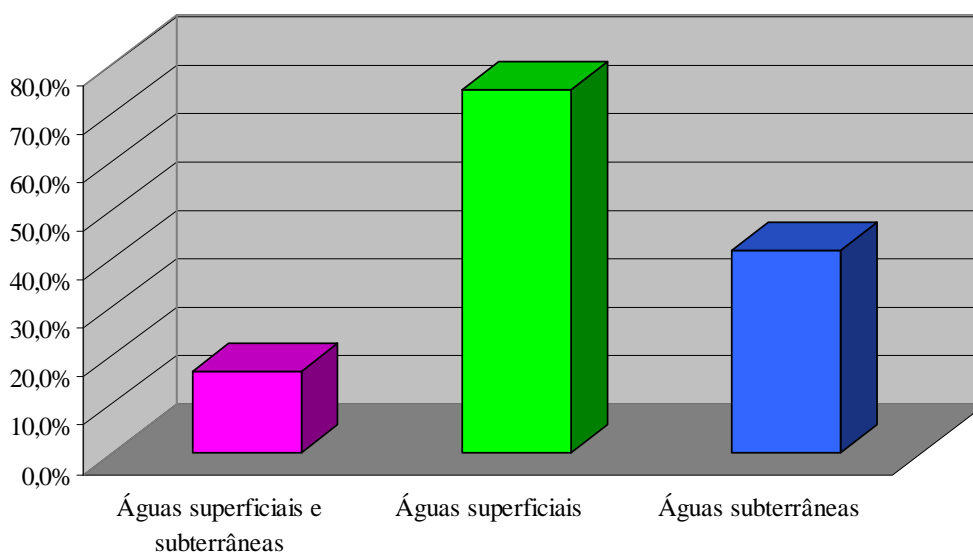
**Tabela 19: Potencial de contaminação dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, de acordo com os Critérios de Goss.**

Pesticida Ingrediente Ativo	DT <sub>50</sub> (dias)	K <sub>OC</sub> (mL g <sup>-1</sup> )	Solubilidade (mg L <sup>-1</sup> )	K <sub>H</sub> (Pa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )	Critérios de Goss Dissolvido em água	Associado sedimento
Tiametoxam	51	10	4,1x10 <sup>3</sup>	4,70x10 <sup>-10</sup>	alto	médio
Carbendazim	8	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	alto	baixo
Carbendazim	8	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	8	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	32	200	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	alto	baixo
Carbendazim	32	200	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	32	200	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	8	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	alto	baixo
Carbendazim	8	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	8	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	32	250	29,0 (pH 4)	3,60x10 <sup>-3</sup>	alto	baixo
Carbendazim	32	250	8,0 (pH 7)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Carbendazim	32	250	7,0 (pH 8)	3,60x10 <sup>-3</sup>	médio	baixo
Espirodiclofeno	0,5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	0,5	118.478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	0,5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	0,5	238. 000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	5	31.037	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	5	118.478	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	5	38.790	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Espirodiclofeno	5	238.000	5,0x10 <sup>-2</sup>	2,0x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Abamectina	7 <sup>(1)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Abamectina	14 <sup>(2)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Abamectina	60 <sup>(2)</sup>	5.000	7 – 10x10 <sup>-3</sup>	2,70x10 <sup>-3</sup>	médio	alto
Glifosato isopropil.	3	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	médio	médio
Glifosato isopropil.	174	24.000	1,05x10 <sup>3</sup>	4,60x10 <sup>-10</sup>	alto	alto
Propargito	28	23.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	médio	médio
Propargito	28	90.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	alto	médio
Propargito	56	23.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	alto	alto
Propargito	56	90.000	632	3,33x10 <sup>-6</sup>	alto	alto
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	2 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	4,1 <sup>(3)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	7 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	16,25	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Dimetoato	16 <sup>(4)</sup>	51,88	23,8 x10 <sup>3</sup> <sup>(5)</sup>	1,20x10 <sup>-6</sup>	médio	baixo
Óxido fenbutation	90	2.300	0,005	1,79x10 <sup>-2</sup>	médio	alto
Cihexatin	50	4.365	<1,0	-	médio	alto

- = valor não encontrado na literatura consultada; (1) luz; (2) escuro; (3) aerobiose; (4) fotólise e (5) pH = 7

#### 5.14 - Estimativa do potencial de contaminação dos recursos hídricos pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP

O agrupamento dos 12 pesticidas em função do seu potencial de contaminação, obtido da aplicação dos quatro modelos, forneceu a seguinte estimativa percentual (Figura 21): 75,0% dos pesticidas usados apresenta potencial de contaminação de águas superficiais; 41,7% tem alto potencial de lixiviação e conseqüentemente de contaminação de águas subterrâneas e 16,7% possui potencial de contaminar tanto as águas superficiais quanto as subterrâneas.



**Figura 21: Estimativa da contaminação das águas superficiais, subterrâneas ou de ambas, pelos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

Dentre os pesticidas com potencial de contaminação de águas subterrâneas e ou/ superficiais mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP, 50% pertence à classe toxicológica III ou seja, são considerados produtos medianamente tóxicos para o ser humano. Em relação ao perigo que representam para o meio ambiente, 50% dos produtos químicos empregados são da classe ambiental III, considerados perigosos para o ambiente (Tabela 20).

**Tabela 20: Potencial de contaminação das águas superficiais e/ou subterrâneas, frequência de uso nas propriedades, classe toxicológica e ambiental dos pesticidas mais usados nas propriedades citrícolas estudadas em Itápolis-SP.**

<b>Ingrediente ativo</b>	<b>Alto potencial de contaminação de águas subterrâneas</b>	<b>Alto potencial de contaminação de águas superficiais</b>	<b>Frequência de uso nas propriedades</b>	<b>Classe toxicológica</b>	<b>Classe Ambiental</b>
Glifosato	Não	Sim	97%	IV	III
Espirodiclofenaco	Não	Sim	94%	III	III
Imidacloprido	Sim	Sim	23%	III	III
Imidacloprido	Sim	Sim	59%	III	IV
Aldicarbe	Sim	Não	42%	I	II
Abamectina	Não	Sim	68%	III	III
Oxi fenbutation	Não	Sim	42%	III	III
Cihexatina	Não	Sim	39%	III	IV
Acefato	Sim	Não	32%	IV	III
Tiametaxon	Sim	Sim	29%	III	III
Carbendazin	Não	Não	23%	III	III
Propargito	Não	Sim	16%	II	II
Dimetoato	Sim	Não	13%	I	IV

Um fato a ser destacado é que 29% das propriedades estão localizadas entre 10 a 60 metros da microbacia do Córrego dos Cocos, cujos córregos são caracterizados pela ausência de mata ciliar e deságuam no rio São Lourenço (Figura 22), um importante rio intermunicipal que se estende entre Itápolis – Matão. Este rio também margeia, ao longo do seu percurso, algumas propriedades da microbacia e desagua em outro importante rio local: Ribeirão dos Porcos. Pode-se assim inferir que o uso de pesticidas com potencial de contaminação de águas superficiais representa riscos aos recursos hídricos do município. Considerando a estreita ligação existente entre águas superficiais e subterrâneas, o uso de pesticidas com potencial de contaminação destas últimas, pode acarretar a contaminação dos lençóis freáticos, fato preocupante em um município como Itápolis, que faz uso unicamente deste recurso para abastecer a população e, conforme já descrito anteriormente, não possui estação de tratamento de água e esgoto.



**Figura 22: Córrego dos Cocos e Rio São Lourenço na região da Microbacia Córrego dos Cocos.**  
 Fonte: Portal Itápolis, (2006).

Os pesticidas com potencial para contaminarem águas subterrâneas e/ ou superficiais do município de Itápolis-SP vêm sendo detectados em investigações que analisam amostras de água utilizando técnicas cromatográficas tais como: cromatografia líquida de alta eficiência e gasosa (Tabela 21), acopladas a detectores específicos (captura de elétrons, termoiônico, fluorescência, e/ou espectrômetro de massas).

**Tabela 21: Estudos de avaliação da contaminação de águas superficiais e subterrâneas por alguns pesticidas apresentados neste estudo.**

Referências	Local	Pesticida	Tipo de água
Battaglin <i>et al.</i> (2005)	Illionois, Indiana,	glifosato ácido aminometilfosfônico (AMPA)	superficial
	Kansas, Minessota,		
	Nebraska, Ohio		
	Iowa, Missouri e Wiscosin (EUA)		

“Continua...”

“Continuação...”

**Tabela 21: Estudos de avaliação da contaminação de águas superficiais e subterrâneas por alguns pesticidas apresentados neste estudo.**

Referências	Local	Pesticida	Tipo de água
Scribner <i>et al.</i> (2003)	Estados Unidos	glifosato ácido aminometilfosfônico (AMPA)	superficial
Abrantes <i>et al.</i> (2005)	Portugal	glifosato	superficial
Badach <i>et al.</i> (2007)	Polônia	acefato	superficial e subterrânea
Bocquené <i>et al.</i> (2005)	Caribe (França)	aldicarb e seus metabólitos: sulfona e sulfóxido	superficial
Zaki <i>et al.</i> (1982)	Nova York.	aldicarb	subterrânea
Konstantinos <i>et al.</i> (2006)	Grécia	aldicarb e seu metabólito: sulfóxido	superficial
Russell. <i>et al.</i> (2006)	Califórnia, Texas e Missipi	aldicarb e seus metabólitos: sulfona e sulfóxido	superficial
Redcliffe <i>et al.</i> (2002)	Austrália	glifosato, dimetoato, e propargite	subterrânea
Bortoluzzi <i>et al.</i> (2005)	Agudo (RS)	imidacloprido	superficial
Souza V (2006)	Espanha	carbendazim e imidacloprido	subterrânea
Loewy (2000)	Espanha	dimetoato	subterrânea

Finalmente, é importante ressaltar que a aplicação destes índices e critérios resulta numa estimativa da realidade, uma vez que os valores das propriedades físicas e químicas não foram determinadas para as condições reais da área estudada. O conjunto dos métodos usados permitiu, entretanto, realizar uma avaliação preliminar do potencial de contaminação dos recursos hídricos por pesticidas, efetivamente usados na citricultura do município de Itápolis, indicando quais ingredientes ativos devem ser selecionados e priorizados em programas de monitoramento ambiental fornecendo subsídios para ações de políticas públicas.

## 6 - CONCLUSÕES

Os resultados deste trabalho permitem apresentar as seguintes conclusões sobre a citricultura de Itápolis-SP:

A cultura de laranja é desenvolvida em pequenas propriedades, predominantemente por produtores rurais do sexo masculino, proprietários da terra, com idade entre 31 a 50 anos, na atividade rural há mais de 15 anos e escolaridade correspondente ao Ensino Fundamental Incompleto, o que sugere que estes sujeitos não compreendem os riscos da utilização de pesticidas para a saúde (48,3% não usa equipamento de proteção individual), e para o ambiente (descarte das águas de lavagens de equipamentos em locais inadequados, o que pode acarretar contaminação dos recursos hídricos). Estes produtores acreditam que, sem pesticidas, “não há produção” e a busca de formas alternativas de cultura, como a agricultura orgânica é ainda incipiente.

A utilização de pesticidas é realizada com uso de multiquímico de pesticidas em 100% das propriedades, contemplando as seguintes classes: inseticidas (51,6%); acaricidas (29,0%); fungicidas (12,9%) e herbicidas (2,0%).

Dos 12 pesticidas, selecionados para avaliação do potencial de contaminação dos recursos hídricos por estimativas indiretas, em razão de serem os mais frequentemente utilizados nas propriedades (1 herbicida, 5 inseticidas, 1 fungicida e 5 acaricidas), 75,0% possui potencial de contaminação de águas superficiais, 41,7% de águas subterrâneas e 16,7% para ambas. Esses resultados concordam com os obtidos por pesquisadores que vêm detectando e quantificando esses compostos, utilizando técnicas cromatográficas de análises tais como: cromatografia líquida de alta eficiência e gasosa, acopladas a detectores específicos (captura de elétrons, termoiônico, fluorescência, e/ou espectrômetro de massas).

Dentre os pesticidas com potencial de contaminação de águas subterrâneas e ou superficiais, 50% pertence à classe toxicológica III; ou seja, são considerados produtos medianamente tóxicos para o ser humano. Em relação ao perigo, que representam para o meio ambiente, 50% dos produtos químicos empregados é da classe ambiental III, considerados perigosos para o ambiente.

O uso de pesticidas, com potencial de contaminação de águas superficiais, representa riscos aos recursos hídricos do município, uma vez que 29% das propriedades estão localizadas entre 10 a 60 metros da microbacia do Córrego dos Cocos, cujos córregos são caracterizados pela ausência de mata ciliar e deságuam no rio São Lourenço, um importante

rio do município. Considerando a estrita ligação existente entre águas superficiais e subterrâneas, o uso de pesticidas com potencial de contaminação destas últimas, pode acarretar a contaminação dos lençóis freáticos, fato preocupante em um município como Itápolis-SP, que faz uso unicamente deste recurso para abastecer a população e, conforme já descrito anteriormente, não possui estação de tratamento de água e esgoto.

Fatores como solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica, recursos hídricos com distância relativamente pequena dos pomares, uso multiquímico de pesticidas podem aumentar a vulnerabilidade da contaminação dos recursos hídricos da região estudada.

A aplicação destes índices e critérios resulta numa estimativa da realidade, uma vez que os valores das propriedades físicas e químicas não foram determinados para as condições reais da área estudada. O conjunto dos métodos usados permitiu, entretanto, realizar uma avaliação preliminar do potencial de contaminação dos recursos hídricos por pesticidas, efetivamente usados na citricultura do município de Itápolis-SP, indicando quais ingrediente ativos devem ser selecionados e priorizados em programas de monitoramento ambiental, fornecendo subsídios para ações de políticas públicas.

## **7 - PERSPECTIVAS FUTURAS**

Os resultados desse estudo podem contribuir para aprimorar o delineamento de políticas, usando como estratégia campanhas educativas que permitam aos produtores rurais se conscientizarem do perigo do uso inadequado de pesticidas, tanto para a saúde humana, como para o ambiente e, em especial, para os recursos hídricos.



## REFERÊNCIAS

ABRANTES, N. *et al.* First step for an ecological risk assessment to evaluate the impact of diffuse pollution in lake. **The Environmental Monitoring and Assessment**, 2006.

Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/p021194h514x2505/fulltext.pdf>>.

Acesso em: 14 jul. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2006. **Sistema de informações sobre agrotóxicos**. Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/default.asp>>.

Acesso em: 27 jun. 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. 2007. **Sistema de informações sobre agrotóxicos**. Toxicologia. Disponível em:

<<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/informed.htm>>. Acesso em: 02 mai. 2007.

AGROBYTE. 2007. Disponível em: <<http://www.agrobyte.com.br/rubelose.htm>>. Acesso em 13 set. 2007.

ALVES F.; L. M. ALMEÍDA. **Novas formas de contratação de mão-de-obra rural no complexo agroindustrial citrícola paulista**. Disponível em:

<<http://www.race.nuca.ie.ufrj.br/abet/3reg/19.DOC>>. Acesso em: 25 jul. 2007.

ALMEÍDA J. M. M.C.. **Consórcio de produtores rurais e redes alternativas de proteção social no território citrícola paulista**. 2005. 244F. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

ALMEIDA L.M.; PAULILLO L. F. A relevância da citricultura na demanda de trabalho agrícola no Estado de São Paulo. In: \_\_\_\_\_ PAULILLO *et al.* (Coord.). **Agroindústria no Brasil: diferenças e dominância**. Rio de Janeiro: Papers, 2006. cap.5, p.180.

ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas**. 6ª ed. Andrei: São Paulo, 1999.

ANDREOLI, C. V. *et al.* Avaliação dos níveis de agrotóxicos encontrados na água de abastecimento nas regiões de Curitiba e Londrina. **Revista Técnica da Sanepar: SANARE**, 2000. v.12, n. 12. Disponível em:

<<http://www.sanepar.com.br/sanepar/sanare/V12/Avaliacao/avaliacao.html>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

ANDRIGUETO J. R.; KOSOSKI A. R. **Situação da produção integrada de frutas no Brasil**. Brasília, 27 de setembro de 2004. Disponível em: <[http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pin/pdf/p\\_01.pdf](http://www.cnpuv.embrapa.br/tecnologias/pin/pdf/p_01.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2007.

ARAÚJO A. C. P. ; NOGUEIRA. D. P. ; AUGUSTO L. G. S. Impacto dos praguicidas na saúde; estudo da cultura de tomate. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 34, n. 3, dez. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-1232002000200010&script=sci\\_arttext&tlng=pt#figural](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-1232002000200010&script=sci_arttext&tlng=pt#figural)>. Acesso em: 10 mai. 2007.

BADACH, H.. *et al.* Pesticides content in drinking water samples collected from orchard areas in central Poland. **Ann Agric. Envir Med**, 2007, 14, 109-114. Disponível em: <<http://www.aaem.pl/pdf/14109.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

BARBOSA, L. C. **Pesticidas, o homem e o meio ambiente**. Viçosa: UFV, 2004. p. 57- 106.

BASF. 2006. **The chemical company. Informativos técnicos: modo de ação-benzimidazóis**. Disponível em: <[http://www.agro.basf.com.br/produtos/informativo/fungicidas/modo\\_de\\_acao\\_princ/benzimidazoles/benzimidazoles.asp?area=2](http://www.agro.basf.com.br/produtos/informativo/fungicidas/modo_de_acao_princ/benzimidazoles/benzimidazoles.asp?area=2)>. Acesso: 28 mar. 2007.

BATTAGLIN W. A. *et al.* Glyphosate, other herbicides, and transformation products in Midwestern Streams. **Journal of The American Water Resources Association**, 2005. 41(2):232 - 332. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/doi/abs/10.1111/j.1752-1688.2005.tb03738.x?cookieSet=1>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

BOCQUENÉ G.; FRANCO A. Pesticide contamination of the coastline of Martinique. **Marine Pollution Bulletin**, n. 51, p. 612-619, 2005. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/marpolbul>>. Acesso em 05 dez. 2007.

BORTOLUZZI, E. C. *et al.* Contaminação de águas superficiais por agrotóxico em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v. 10, n. 4, p. 881- 887, mai. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662006000400015&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662006000400015&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em 13 jun. 2007.

BRASÍLIA VIRTUAL INFO. Disponível em: <<http://www.brasiliavirtual.info/tudo-sobre/pesticida>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

BRITO, N. M. *et al.* Risco de contaminação de águas por pesticidas, aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: Análise preliminar. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio**

**Ambiente.** Curitiba, v. 11, jan./dez. 2001. Disponível em:

<<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/viewFile/3138/2511>>. Acesso em 20 de jun. 2007.

CAFFARELLI, V. *et al.* Groundwater contamination risk indices for pear and sugar beet cultivations in the province of Ferrara. pesticide in air, plant, soil & water system, proceedings of the symposium pesticide chemistry, 12<sup>th</sup>, Piacenza, Italy, June 4-6, 2003 pag. 657-665. CAN 139:218756. **In: American Chemical Society. SciFinderScholar.** Version 2006. Columbus, c2005.

CALVERT G. M. *et al.*. Acute pesticide-related illnesses among working youths, 1988- 1999 - research and practice. **American Journal of Public Health**, vol. 93, n.4, abril, 2003 Disponível em:<<http://www.ajph.org/cgi/reprint/93/4/605>>. Acesso em: 25 ago. 2007.

CARACCILO, B. *et al.*. Microbiol. degradation of two carbamate insecticides and their main metabolites in soil. **Journal Chemistry and Ecology.** Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smpp/content~content=a713711443~db=all>>. Acesso em: 02 fev. 2008.

CARVALHO M. S. PAULILLO L. F. O suco orgânico e as governanças alternativas para os citricultores no Brasil. In: \_\_\_\_\_ PAULILLO *et al.* (Coord.). **Agroindústria no Brasil: diferenças e dominância.** Rio de Janeiro: Papers, 2006. cap.8, pag. 321-341.

CASTRO, S.M; CONFALONIERI, U. Uso de agrotóxico no município de Cachoeiras de Macau, (RJ). **Revista Ciência & Saúde Coletiva.** Rio de Janeiro, vol. 10 n. 2, 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232005000200025&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000200025&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 10 jun. 2007.

CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo. **Programa estadual de microbacias hidrográficas.** São Paulo: CATI, 2002. CD-ROM.

CATI Coordenadoria de Assistência Técnica Integral da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo. **Exploração vegetal do município.** Disponível em: <<http://www.cati.gov.br>>. Acesso em: 02 jan. 2008.

CEREJEIRA MJC. Curso de tecnologia, colheita e processamento mínimo de produtos hortofrutícolas: Qualidade e Segurança. **Pesticidas e Segurança Alimentar.** Dez. 2007. Disponível em: <[http://www.isa.utl.pt/files/pub/ensino/formacao/TPC\\_Comunicacoes/Dia01/04\\_pesticidas\\_MJCerejeiraVF.pdf](http://www.isa.utl.pt/files/pub/ensino/formacao/TPC_Comunicacoes/Dia01/04_pesticidas_MJCerejeiraVF.pdf)>. Acesso em: 16 jan. 2008.

COELHO F. S.; VERLENGIA F. **Fertilidade do solo. Instituto campineiro de ensino agrícola.** Campinas: Artegráfica ind. e com. de artes Gráficas Ltda, 1978. pág. 372.

CCOHS-CANADIAN CENTRE FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY. **Occupational Health & Safety Resource.** 2007. Disponível em: <<http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/ld50.html>>. Acesso em 15 mai. 2007.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo – 2001, Anexo 1.** Dados das variáveis de qualidade das águas e sedimento. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/relatorios.asp - 19k>>. Acesso em 20 abr. 2007.

COUTINHO, C. *et al.* Pesticidas: Mecanismo de ação, degradação e toxidez. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente.** América do Sul, fev. 2006. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/view/4469/3518>>. Acesso em: 02 mai. 2007.

COX, C. Insecticide factsheet. **Journal of Pesticide Reform/ Spring,** 2001. vol. 21, n. 1. Disponível em: <<http://www.pesticide.org/naled.pdf>>. Acesso em: 26 de set. 2006.

DELGADO I. F.; PAUMGARTTEN F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Município de Paty do Alferes, (RJ). **Caderno de Saúde Pública.** Rio de Janeiro, jan. – fev. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2004000100034&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000100034&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 10 abr. 2007.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS - DRM-RJ. 2007. **O papel estratégico das águas subterrâneas.** Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/projeto.asp?chave=6>>. Acesso em: 06 mai. 2007.

DOMINGUES. M. R. *et al.* Agrotóxicos: Risco à Saúde do Trabalhador Rural. **Revista Semina: Ciências Biológicas e da Saúde.** Londrina, v. 25, p. 45-54, dez. 2004. Disponível em: <[http://www.uel.br/proppg/semina/pdf/semina\\_25\\_1\\_20\\_16.pdf](http://www.uel.br/proppg/semina/pdf/semina_25_1_20_16.pdf)>. Acesso em: 13 jul. 2006.

DORES, E. F. G. C. **Contaminação por herbicida das águas utilizadas para consumo humano em primavera do leste, Mato Grosso.** 2000. 203 f. Tese (Pós – Graduação em Saúde e Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2000.

DYMINSKI A. S. **Contaminação de solos e águas subterrâneas.** Universidade Federal do Paraná. Aula Técnica 019. Dezembro de 2006. Disponível em:

<<http://www.federativo.bndes.gov.br/conhecimento/infra/g7428.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2007.

EMBRAPA- **O Brasil visto de espaço: monitoramento por satélite**. São Paulo, 2006. Disponível em: <[http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/sp/htm0/sp28\\_41.htm](http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br/sp/htm0/sp28_41.htm)>. Acesso em 26 mai. 2006.

EXTOXNET Data base. Disponível: < <http://www.extoxnet.orst.edu>>. Acesso em: 5 mai. 2007.

FAVA *et al.* Assessment of leaching potential of aldicarb and its metabolites using laboratory studies. **Pest Management Science**. v. 57. pag. 1135-1141 (online 2001). Disponível em: <<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/abstract/86513220/ABSTRACT?CRETRY=1&SRETRY=0>>. Acesso em: 02 mar. 2008.

FARIA N. M. X. *et al.* Trabalho rural e intoxicações por agrotóxicos. **Caderno de Saúde Pública**, v. 20, n.5, p. 1298 – 1308, out. 2004. Disponível em: <<http://311x2004000500024&Ing=pt&lng=pt>>. Acesso em: 20 jun. 2006.

FERRACINI, V. L. *et al.* Análise de riscos de contaminação de águas superficiais e subterrâneas da região de Petrolina ( PE) e Juazeiro (BA). **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 11, p. 1 – 16, jan./dez. 2001. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/view/3131/2504>>. Acesso em: 02 mar. 2007.

FILIZOLA, H F. *et al.* Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 5, 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2002000500011&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2002000500011&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 09 Jun. 2007.

FLORES A. V. *et al.* Organoclorados: um problema de saúde pública. **Revista Ambiente e Sociedade**. Campinas, v. 7, n.2. Jul./ Dez. 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2004000200007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2004000200007&script=sci_arttext)>. Acesso em 15 abr. 2007.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). Brasília, 2004. Disponível em: <[http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/Legis/pdfs/portarias\\_m/pm\\_518\\_2004.pdf](http://www.funasa.gov.br/Web%20Funasa/Legis/pdfs/portarias_m/pm_518_2004.pdf)>. Acesso em 25 mai. 2007.

FUNDAÇÃO DE DEFESA DA CITRICULTURA (FUNDECITRUS). São Paulo, 2007. Disponível em: <[http://www.fundecitrus.com.br/fundec\\_br.html](http://www.fundecitrus.com.br/fundec_br.html)>. Acesso em 14 ago. 2007.

GARCIA A.M. *et al.*. Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores. **Gazeta Sanitária**. Barcelona, v. 16, n.3. Mai./ Jun. 2002. Disponível em:< [http://www.scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-91112002000300007&lng=pt&nrm=](http://www.scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112002000300007&lng=pt&nrm=)>. Acesso em: 16 ago. 2007.

GASPAR, S. M. F.S *et al.* Avaliação de risco de pesticidas aplicados no município de Arari, Maranhão, Brasil: Base para programa de controle ambiental do Rio Mearim. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**. Curitiba, v.15, p. 43-54, dez. 2005. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/viewAtcle/4500>>. Acesso em: 22 jun. 2006.

GONZALES PRADAS *et al.* Leaching and persistence of imidacloprid and diuron in a citrus crop in Valencia. Department of Inorganic Chemistry, University of Almeria, Almeria Spain. Fresenius Environmental Bulletin. Pag 638-645. CAN 136:188868. **In: American Chemical Society. Scifinder scholar**. Version 2006. Columbus, c2005.

HASS, G. **A laranja no Brasil**. Duprat & Iobe Propaganda, 1987. Disponível em: <[http://www.abecitrus.com.br/historia\\_br.html](http://www.abecitrus.com.br/historia_br.html)>. Acesso em: 02 jun. 2007.

HORNSBY A.G.; RAO P.S.C. Soil and Water Science Department, Cooperative Extension Service. **Institute of Food and Agricultural Sciences**. University of Florida, Gainesville, 2001. Disponível em: < <http://www.edis.ifas.ufl.edu/SS111#TABLE> >. Acesso em: 15 jul. 2007.

IBAMA, 1996. Disponível em: < <http://www2.ibama.gov.br/~geobr/geo3-port/geo3port/final.pdf>>. Acesso em: 2 mar. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal de 2005 - Culturas temporárias e permanentes**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=740&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=740&id_pagina=1)>. Acesso em 10 fev. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 13 jul. de 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha Topográfica do município de Itápolis-SP, 2007. CD ROM.

IPCS. International Programme on Chemical Safety. Carbendazim. Disponível em:  
<<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1277.htm>>. Acesso: 28 mar. 2006.

KER J.C. Latossolo do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, 5(1):17-40, 1998. Disponível em:  
<[http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/5\\_1\\_17\\_40\\_Ker.pdf](http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/5_1_17_40_Ker.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2008.

KONSTANTINOS, F. *et al.* Monitoring of N-methhylcarbamate pesticides in the Piniosriver (central Greece) by HPLC. **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**. v. 86, p. 131 -145, jan. 2006, assuntos 1 e 2. Disponível em:<  
<http://www.informaworld.com/smpp/content?content=10.1080/03067310500248171>>.  
Acesso em: 05 ago. 2007.

LAFORGA G. **Processo de trabalho agrícola: A degradação da saúde em decorrência do uso de pesticidas na citricultura de São Jose do Rio Preto (SP)**. 1999. 194f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

LARINI, L. **Toxicologia dos praguicidas**. São Paulo: Manole, 1999. 230 p.

LEVIGARD E. Y. *et al.* A interpretação dos profissionais de saúde acerca das queixas de “nervos” no meio rural: uma aproximação ao problema das intoxicações por agrotóxicos. **Caderno de Saúde Pública**. RJ, v. 20. 2004. Disponível em:  
<<http://portalteses.cict.fiocruz.br/pdf/FIOCRUZ/2001/levigardyem/capa.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2007.

LOEWY R.M. **Plaguicidas en aguas subterráneas de alto valle de Río Negro Y Neuquen**. 2000. 162f. Dissertação (Mestrado em Ciências Químicas). Facultad de IngenieríaUniversidad Nacional del Comahue. Centenario. Espanha.

LOPES, T. M. N. **Avaliação de pesticidas em água utilizada para o consumo humano no município de Dourados (MS)**. 2006. 161 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

LOURENCETTI, C. **Herbicidas mais empregados no cultivo de cana - de – açúcar no município de Araraquara (SP): desenvolvimento e validação de métodos de quantificação e avaliação do potencial de lixiviação em solos argiloso e arenoso (Área de recarga do Sistema Aquífero Guarani)**. 2006. 152 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara.

LOURENCETTI *et al.* Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 15, p.1- 14. jan./dez. 2005. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/view/4504>>. Acesso em 10 jun. 2006

LUNA, A.J; SALES, L. T.; SILVA, R.F. **Agrotóxicos: responsabilidade de todos (Uma abordagem da questão dentro do paradigma do desenvolvimento sustentável)**. 2004 Disponível em: <[http://www.prt6.gov.br/forum/downloads/Artigo1\\_Adeilson.doc](http://www.prt6.gov.br/forum/downloads/Artigo1_Adeilson.doc)>. Acesso em: 15 de março de 2006.

MALAVOLTA E.; VIOLANTE A. NETTO. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: Gráfica Nay Ltda, 1989, p. 10.

Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. **OPAS/ OMS. Representação do Brasil**. Brasília ,1996. Disponível em: <<http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/livro2.pdf>> Acesso em: 10 abr. 2007.

MENEZES, C. T.; HELLER, L. Proposta de metodologia para priorização de sistemas de abastecimento de água para a vigilância da presença de agrotóxico. **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2005. Campo Grande. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/VII-010.pdf>>. Acesso em 20 mai. 2007.

MORAGAS W.M.; SCHNEIDER M.O. Biocidas: suas propriedades e seu histórico no Brasil. **Revista On Line Caminhos de Geografia**. Rio Claro, v. 3, n.10, p. 26-40, set. 2003. Disponível em:< [http://www.ig.ufu.br/caminhos\\_de\\_geografia.html](http://www.ig.ufu.br/caminhos_de_geografia.html)>. Acesso em: 10 jun. 2007.

MOREIRA, J.C. *et al.* Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63070210>>. Acesso em: 15 jul. 2007.

NEVES E. M.; DAYOUB M.; DRAGONE D. S. Análise da demanda por defensivos agrícolas pela fruticultura brasileira 1997 – 2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, dez. 2002. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=SS0100-453002000300031&Ing](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=SS0100-453002000300031&Ing)>. Acesso em: 02 fev. 2007.

NEVES F. M. & JANK, M. S. **Perspectivas da cadeia produtiva da laranja no Brasil: A Agenda 2015**, 2006. Disponível em:



<[http://www.pensa.org.br/downloads/Agenda\\_Citrus\\_2015\\_PENSAICONE.pdf](http://www.pensa.org.br/downloads/Agenda_Citrus_2015_PENSAICONE.pdf)> Acesso em 15 mai. 2007.

NÍTOLO M. Um dragão à solta nos laranjais. Doença com alto poder destrutivo preocupa técnicos e produtores de citros. **Portal Sesc-SP**, n. 382, jul./ago. 2007. Disponível: <[http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas\\_sesc/pb/artigo.cfm?Edicao\\_Id=282&breadcrumb=1&Artigo\\_ID=4420&IDCategoria=5034&reftype=1](http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc/pb/artigo.cfm?Edicao_Id=282&breadcrumb=1&Artigo_ID=4420&IDCategoria=5034&reftype=1)>. Acesso em: 15 jul. 2007.

PAN, Pesticides Database – Chemicals. **Carbendazim: identification, toxicity, use, water pollution potential, ecological toxicity and regulatory information**. Disponível em: <[http://www.pesticideinfo.org/Detail\\_Chemical.jsp?Rec\\_Id=PC32862](http://www.pesticideinfo.org/Detail_Chemical.jsp?Rec_Id=PC32862)>. Acesso: 30 mar. 2006.

PAPA E. Screening the leaching tendency of pesticides applied in the Amu Darya Basin (Uzbekistan). **Water Research**, 2004. Disponível em: <[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleURL&\\_udi=B6V73-4CX00X2-1&user=10&rdoc=1&fmt=&orig=search&sort=d&view=c&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=3ffd0c12006c4c515e5094a6c900795a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V73-4CX00X2-1&user=10&rdoc=1&fmt=&orig=search&sort=d&view=c&acct=C000050221&version=1&urlVersion=0&userid=10&md5=3ffd0c12006c4c515e5094a6c900795a)>. Acesso em: 02 fev. 2008.

PAULILLO L. F.; ALMEIDA L. M. M. C.; VIEIRA A. C..2005. **Os entraves organizacionais no setor agroindustrial citrícola do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.alasru.org/cdaldasru2006/28%20GT%20Luiz%20Fernando%20Paulillo,%20Luiz%20Manoel%20de%20Almeida,%20Ana%20Claudia%20Vieira.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2008.

PERES, F. “**É veneno ou remédio? Os desafios da comunicação rural sobre agrotóxicos**”. 1999. 177 f. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro.

PERES F.; MOREIRA J. C. ; DUBOIS, G. C. Agrotóxico, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PERES, F. & MOREIRA, J.C. **É veneno ou remédio? Agrotóxico, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Ed. FIOCRUZ. Parte I, cap. 1, p. 21 – 41, 2003.

Pest Management Regulatory Agency Health Canada. **Note Regulatory 2720. Riverside drive**, Ottawa Ontario. December, 2006. Disponível em: <<http://www.pmara.arla.gc.ca>>. Acesso em: 10 jun. 2007.

PIMENTEL G. - **Fruticultura Brasileira**. 2005. ed. Nobel S/A: São Paulo, 2005.

PLANETA ORGÂNICO. Legislação. 2007. Disponível em:  
<<http://www.planetaorganico.com.br/leiagrotox.htm>>. Acesso em 10 mai. 2007

PORTARIA n° 518/GM, 2004. Disponível em: <[http://mail-b.uol.com.br/cgi-bin/webmail/norma\\_agua\\_brasil.pdf?ID=IAqgXT8lv5SJ1HZrdU499ZFl3spxV8cQnxS8hwQEPOaIn&Act\\_View=1&R\\_Folder=aW5ib3g=&msgID=1993&Body=8&filename=norma\\_agua\\_brasil.pdf](http://mail-b.uol.com.br/cgi-bin/webmail/norma_agua_brasil.pdf?ID=IAqgXT8lv5SJ1HZrdU499ZFl3spxV8cQnxS8hwQEPOaIn&Act_View=1&R_Folder=aW5ib3g=&msgID=1993&Body=8&filename=norma_agua_brasil.pdf)>. Acesso em 10 nov. 2007.

PORTAL ITÁPOLIS. Disponível em:<[http:// www.portalitapolis.com.br](http://www.portalitapolis.com.br)>. Acesso em: 17 jul. 2006.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL – CASA CIVIL - Legislação, 1989. Disponível em:<<http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/fraWeb?OpenFrameSet&Frame=frmWeb2&Src=%2Flegisla%2Flegislacao.nsf%2FFrmConsultaWeb1%3FOpenForm%26AutoFramed>>. Acesso em: 02 mai. 2007.

RADICLIFFE C. JOHN. Pesticide use in Australia. **Australian Academy of Technological Science and Engineering**. 2002. Parkville , Victoria. Disponível em: <<http://www.atse.org.au/uploads/Pesticide%20Use%20in%20Aust%20ATSE.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2007.

ROMEIRO, V. M.B.; ESCRIVÃO F., E.. Adoção de novas tecnologias pelo pequeno citricultor familiar: um estudo em empreendimentos de Bebedouro/SP. In: **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003**, Ouro Preto. ENEGEP 2003 - Anais e Resumos. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia de Produção - Abepro, 2003. p. 234-234. Disponível em: <http://www.fafibe.br/revistaonline/arquivos/vandanovastecnologiaspequenocitricultor.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2008.

RUSSELL. J.; ALLEN, R.. Summary of potable well monitoring conducted for aldicarb and its metabolites in the united states in 2005. **Journal de Environnementsl Toxicology and Chemistry**, v. 26, n. 7, p. 1355- 1360, 2007. Disponível em:<<http://www.setacjournals.org/perlserv/?request=get-document&doi=10.1897%2F06-562R.1>>. Acesso em: 05 set. 2007.

SAAI-SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE ITÁPOLIS. 2006. Disponível em: <[http:// www.portalitapolis.com.br](http://www.portalitapolis.com.br)>. Acesso em: 17 jul. 2006.

SANCHES S.M. *et al.* Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 13, p.53-58, jan./dez. 2003 . Disponível em:

<<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/article/viewFile/3165/2538>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

SANTANA L. E.; MACHINSKI, M.J. O uso de praguicidas por trabalhadores do setor agrícola atendidos laboratorialmente em Maringá no período de 2002 a 2003. **Revista: Acta Scientiarum. Ciências da Saúde**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 325-329, 2004. Disponível em: <[http://www.pgp.uem.br/Docs/ctf/Saúde/Acta%20scientiarum%20-%20Saude%20v26\\_02.htm](http://www.pgp.uem.br/Docs/ctf/Saúde/Acta%20scientiarum%20-%20Saude%20v26_02.htm)>. Acesso em: 23 jun. 2006.

SCATENA L. M. ; DUARTE R. G. Como o produtor rural usa agrotóxicos. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, v. 1, n. 2, p.191 – 194, 2006. Disponível em: <<http://www.rimaeditora.com.br/JBSE/Vol1Num2/V2%20N42%20LM%20Scatena.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2007.

SCRIBNER, E. A. *et al.* Reconnaissance data for glyphosate, other selected herbicides, their degradation products, and antibiotics in 51 streams in nine midwestern states. **U.S. Geological Survey**. Lawrence, Kansas, 2003. Disponível em: <<http://ks.water.usgs.gov/Kansas/pubs/reports/ofr.03-217.html>>. Acesso em: 10 set.2007.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Informações dos Municípios Paulistas. 2005. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/imp/index.php?page=tabela>>. Acesso em: 10 jan. 2008.

SERAFINI M. P. Bureau of Pesticide Panagement. New York State Department of Environmental Conservation. **Division of Solid and Hazardous Materials**. Albany, New York. January, 2007. Disponível em: <<http://www.dec.state.ny.us/>>. Acesso em: 04 abr. 2007.

SETSUKO, S. **Identificação de possíveis riscos à saúde por exposição direta e indireta aos pesticidas. 2003.** 91 f. Dissertação (mestre em odontologia. Área de saúde coletiva) Universidade do Sagrado Coração de Jesus, Bauru, 2003.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. **Importações de defensivos agrícolas.** 2004. Disponível em: <<http://www.sindag.br>>. Acesso em: 13 jul. 2006.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. **Principais culturas de 2006.** Disponível em: <<http://www.sindag.com.br/upload/Principaisculturas2006.xls>>. Acesso em 28 dez. 2007.

SINITOX-SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FARMACOLÓGICAS. **Casos registrados de intoxicações humanas por agente tóxico e circunstância.** Região Sudeste, 2003. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/cict/sinitox/brasil>> Acesso em: 10 ago. 2006.

SINITOX-SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FARMACOLÓGICAS. **Óbitos registrados de intoxicação humana por agente tóxico e circunstância.** Região Sudeste, 2003. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/cict/sinitox/brasil>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

SINITOX-SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FARMACOLÓGICAS. **Casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola por unidade federada, segundo circunstância, registrados em 2003.** Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/cict/sinitox/brasil>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

SOUZA. A. Singularidades do mercado frutas cítricas. **Toda Fruta**, 2005. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_c.asp?conteudo=9073](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_c.asp?conteudo=9073)>. Acesso em: 08 ago. 2006.

SOUZA M.. **Resíduo de agrotóxicos ditiocarbamato e organofosforados em alimentos consumidos no restaurante universitário –UNB: Avaliação da exposição humana.** 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)- Universidade de Brasília Faculdade de Ciências da Saúde, Brasília. Disponível em: <[http://bdtd.bce.unb.br/tesdesimplificado/tde\\_arquivos/6/TDE-2006-11-30T121038Z-500/Publico/Dissertacao.pdf](http://bdtd.bce.unb.br/tesdesimplificado/tde_arquivos/6/TDE-2006-11-30T121038Z-500/Publico/Dissertacao.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2007.

SOUZA, V. **Avaliação da contaminação de águas por resíduos de pesticidas em área de cultura de algodão: região de Primavera do Leste – MT.** 2000. 124 f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2000.

SPADOTTO A. C. *et al.* Avaliação do potencial de lixiviação de pesticidas em latossolo da região de Guaíra, SP. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente.** Curitiba, v.11, p. 127 – 136, jan./dez. 2001. Disponível em : <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/pesticidas/include/getdoc.php?id=32&article=29&mode=pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2006.

STOPELLI, I.; M .A. **Agricultura, ambiente saúde e : uma abordagem sobre o risco de contato com os agrotóxicos a partir de um registro hospitalar de referência regional.** (Tese Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, 2005. ht Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-25062005-192546/>>. Acesso em: 10 jul. 2007.

TIBOLA, C.; FACHINELLO, C. Tendências e estratégias de mercado para a fruticultura. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, p. 145-150, abr-jun, 2004. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v10n2/artigo01.pdf>>. Acesso em: 3 jan. 2007.

TOMITA. R.Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. **O Biológico**. São Paulo, v. 64, n.2, p.135-142, set. 2003. Disponível em: <[http://www.biológico.sp.gov.br/biológico/v.64\\_2/tomita.pdf](http://www.biológico.sp.gov.br/biológico/v.64_2/tomita.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2006.

TOMILIN, C. D. S (Ed.) The Pesticide manual. 12 th ed. Famham: Britich Crop Protection, 2001. Version 2.1 1 CD- Rom.

**Uso de agrotóxicos na agricultura**, 2003. Disponível: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-ALPA/1121/Uso\\_de\\_agrotoxicos\\_na\\_agricultura.html](http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-ALPA/1121/Uso_de_agrotoxicos_na_agricultura.html)>. Acesso em 13 mai. 2007.

VICENTE *et al.* **Perfil do aplicador de agrotóxicos na agricultura paulista** . 1998. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=2998>>. Acesso em: 02 nov. 2007.

VIEIRA A. C. Aspectos técnicos da produção citrícola no Brasil. In: PAULILLO *et al.*(Coord.). **Agroindústria no Brasil: diferenças e dominância**. Rio de Janeiro: Papers, 2006. cap 7, p. 295.

ZAKI, M. H. , *et al.* Pesticidas in Groundwater: The Aldicarb Story in Suffolk County, NY. **American Journal of Public Health**, vol. 72. n. 12, December, 1982. Disponível em: < <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1650561>>. Acesso em: 15 ago. 2007.

24 WORTHING, C.R.; HANCE, R.J. (Ed). The pesticide manual. 9th ed. **Great Britain: The British Crop Protection Council**, 1991. p.3.

WESSELING, C. *et al.* Hazardous pesticides in central america. **Int J. Occup Environ Health** 7(4): 287-94, 2001 Oct-Dec. Disponível em:<<http://www.colostate.edu/Depts/Sociology/documents/spridw-doug.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2007

WIKIPEDIA ENCICLOPÉDIA, 2006. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/It%C3%A1polis#.C2.A0Culturas>>. Acesso em: 17 jul. 2006.

WAUCHOPE *et al.* The SCS/ ARS/ CES pesticide properties database for environmental decision-making. **Review of Environmental Contamination and Toxicology**, New York. v. 123, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Disponível em:  
<[http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest86\\_e.htm](http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest86_e.htm)>. Acesso em 14 mai. 2007.

ZIMBRES E. Poluição da água subterrânea. Disponível em:  
<<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/poluicao.htm>>. Acesso em: 03 mai. 2007.

## **ANEXO**

**ROTEIRO DE ENTREVISTA Nº**

1 - Nome da Propriedade:

2 - Quanto à propriedade rural:

proprietário  parceiro

arrendatário  meeiro

3 - Quanto aos trabalhadores rurais:

3.1 - Tipo de vínculo empregatício:

contratado temporário  familiares

contratado permanente

3.2 - Sexo

Feminino  Masculino

3.3 - Escolaridade:

Analfabeto  Ensino médio completo

Ensino fundamental incompleto  Ensino superior incompleto

Ensino fundamental completo  Ensino superior completo

Ensino médio incompleto

3.4 - Faixa etária:

menos de 20 anos  entre 41 e 50 anos

entre 21 e 30 anos  entre 51 e 60 anos

entre 31 e 40 anos  superior a 60 anos

3.5 - Tempo de trabalho na atividade rural:

de 1 a 5 anos  de 11 a 15 anos

de 6 a 10 anos  mais de 15 anos

4 - Quanto à propriedade rural:

4.1 - Área:

4.2 - Número de pés de laranja:

4.3 - Tempo de existência do pomar:

4.4 - Existem outros cultivos associados ao pomar?

Sim  Não

Quais?



4.5 - Qual a época da colheita?

4.6 - Qual o destino da produção?

Indústria de suco

Consumo interno

4.7 - Realiza replantio?

Sim

Não

4.7.1 - Em qual porcentagem?

5.0 - Quanto à utilização de pesticidas:

5.1 - Utiliza pesticidas no cultivo da laranja?

Sim

Não

5.2 - Pesticidas usados na laranja:

Nome comercial	Forma de aplicação	Dose aplicada	Local de aplicação	Nº de pés aplicado	Época de aplicação	Nº de aplicação por safra
----------------	--------------------	---------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------------

5.3 - Quanto utiliza pesticidas que possuem tempo de carências considera importante aguardar este tempo para a colheita?

Sim

Não

Justifique.

5.4 - Utiliza pesticidas nos cultivos associados ?

Sim

Não

5.5 - Pesticidas usados nos cultivos associados:

Nome comercial	Forma de aplicação	Dose aplicada	Local de aplicação	Nº de pés aplicado	Época de aplicação	Nº de aplicação por safra
----------------	--------------------	---------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------------

5.6 - Utiliza pesticidas no replantio?

Sim

Não

5.7 - Pesticidas usados no replantio:

Nome comercial	Forma de aplicação	Dose aplicada	Local de aplicação	Nº de pés aplicados	Época de aplicação	Nº de aplicação por safra
----------------	--------------------	---------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------------

5.8 - Os pesticidas utilizados são adquiridos:

Somente com receituário agrônômico

Pela aquisição direta em casas comerciais especializadas.

5.9 - Quanto à preparação e aplicação dos pesticidas:

5.9.1 - Responsável:

5.9.2 - Local de preparação:

5.9.3 - Como faz a preparação?

5.9.4 - Orientação de preparo e aplicação adquirida através de:

Agrônomo  Casas comerciais especializadas

Leitura de rótulos das embalagens  Palestras assistidas

5.9.5 - Utiliza Equipamentos de Proteção Individual ( EPIs)?

Sim  Não

5.9.5.1 - Quais?

Máscara  Bota

Macacão  Luva

5.9.5.2 - Qual o destino dado aos Equipamentos de Proteção Individual ( EPIs) após o uso?

5.10 - Quais equipamentos utiliza na aplicação de pesticidas?

5.10.1 - Onde lava estes equipamentos ?

5.10.2 - Qual o destino dado às águas de lavagem destes equipamentos?

5.11 - O que faz com as embalagens vazias dos pesticidas?

5.11.1 - A partir de quando passou a dar este destino a estas embalagens ?

5.11.2 - Realiza a lavagem das embalagens vazias?

Sim  Não

5.11.3 - Quantas vezes lava a mesma embalagem?

5.11.4 - Onde faz a lavagem?

5.11.5 - Onde descarta as águas de lavagem das embalagens?

6.0 - Quanto a problemas de saúde causados pelo uso e aplicação dos pesticidas:

6.1 - Ocorrência de intoxicações:

Pessoal  Outros. Quais?

6.2 - Em qual período de uso ?

Antes

Durante

Após

6.3 - Quais sintomas apresentou?

6.4 - Qual tratamento médico foi realizado?

7.0 - Do seu ponto de vista o que é positivo e o que é negativo na utilização dos pesticidas?

8.0 - Quanto ao uso de água na propriedade rural:

8.1 - A água usada para o consumo humano provém de:

Poço  Rio

8.2 - A água usada para o consumo dos animais provém de:

Poço  Rio

8.3 - Realiza irrigação no pomar?

Sim  Não

8.4 - Esta água de irrigação provém de:

Poço  Rio

9.0 - Outras informações:

9.1 - Enquanto aplica pesticidas tem o hábito de fumar ou comer alguma coisa?

Sim  Não

9.3 - Nome de rio(s), riacho(s) e/ou ribeirão (ões) da propriedade:

9.4 - Distância do pomar do(s) rio(s), riacho(s) e/ou ribeirão (ões):

9.5 - Número de vezes que capina e/ ou passa roçadeira no pomar ao ano:

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.