

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**Janara Pontes Pereira**

ESPACIALIZAÇÃO DO USO DE AGROTÓXICO POR REGIÃO DE  
SAÚDE NO RS.

Porto Alegre,

2014

**Janara Pontes Pereira**

**ESPACIALIZAÇÃO DO USO DE AGROTÓXICO POR REGIÃO DE  
SAÚDE NO RS.**

Monografia apresentada ao curso de Geografia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Alberto Basso.  
Co-Orientador: Vanda Garibotti

Porto Alegre  
2014

**Termo de aprovação**

**Janara Pontes Pereira**

ESPACIALIZAÇÃO DO USO DE AGROTÓXICO POR REGIÃO DE SAÚDE NO RS

Conceito final:

Aprovado em ..... de .....de.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Roberto Verdum – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Prof. Dr. Ulisses Franz Bremer – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

**Orientador – Prof. Dr. Luís Alberto Basso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo ensino gratuito e de qualidade.

Aos professores do Departamento de Geografia da UFRGS pela atenção e conhecimento transmitidos ao longo do curso.

Ao professor Dr. Luis Alberto Basso que gentilmente me orientou na realização deste trabalho.

À Deus e a minha família pelo amor, força e apoio incondicional, mas principalmente a minha mãe que sempre foi um exemplo de fé, força e determinação.

Ao meu noivo Luciano, por ser meu melhor amigo e meu grande amor. Por me apoiar e incentivar a realizar todos os meus sonhos e não deixar que eu esmorecesse nos momentos mais difíceis. A certeza de que fiz a escolha certa ao aceitar o seu pedido de casamento se renova a cada dia!

Aos colegas do CEVS. Pessoas especiais que tornaram-se grandes amigos ao longo da realização do meu estágio na Divisão de Vigilância Ambiental em Saúde: Liane, Vanda, Elaine, Myrian e Clóvis. Certamente a nossa convivência me fez ser uma profissional e uma pessoa melhor.

À Vanda e a Elaine que várias vezes me ampararam na realização deste projeto. A ajuda destas profissionais brilhantes foi fundamental para que este trabalho se concretizasse.

Às amigas e colegas de curso, que fizeram a caminhada até aqui ser muito mais agradável e gratificante: Luiza Lontra, Cléo Ramos e Juliana Cardoso.

## RESUMO

Este trabalho apresenta a espacialização dos riscos decorrentes do uso de agrotóxico no estado do Rio Grande do Sul, por Região de Saúde. O objetivo principal foi remapear os dados de quantidade de uso e criticidade dos agrotóxicos utilizados nas 24 Bacias Hidrográficas do estado, conforme o “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, realizado pelo CEVS – RS, em 2010. Os dados levantados pelo estudo do CEVS evidenciaram o crescente uso de agrotóxicos no estado e a necessidade de conhecimento dos riscos químicos para as populações expostas a estes produtos. No entanto, o estudo do CEVS foi realizado no âmbito ambiental, por bacias hidrográficas do RS, e esta configuração não coincide com o território de planejamento e atuação do SUS. A fim de subsidiar ações de políticas públicas para as populações conforme os riscos a que elas estão expostas, as informações foram remapeadas por Região de Saúde. Espera-se que a espacialização da criticidade do uso dos agrotóxicos possa ser uma ferramenta importante para a tomada de decisões, planejamento de ações prioritárias de vigilância ambiental em saúde e atenção integral a saúde no território, conforme o maior risco. O remapeamento demonstrou que a situação é mais preocupante nas Regiões de Saúde localizadas no norte e noroeste do estado, devido ao alto volume de uso de princípios ativos classificados como críticos. A metodologia utilizou os recursos do SIG Spring para levantamento de áreas e espacialização dos resultados de criticidade do uso de agrotóxicos utilizados no território das Regiões de Saúde, e para a análise dos dados utilizou-se uma metodologia descritiva de delineamento geográfico.

**Palavras chaves:** Agrotóxicos, Regiões de Saúde, riscos, bacia hidrográfica.

## ABSTRACT

This paper presents the spacialization of the risks arising from the use of agricultural pesticides per Health Regions in the state of Rio Grande do Sul. The main goal is to remap the data related to the amount of use and criticalness of pesticides used within the 24 watersheds from the state, according to the "Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul" held by the State Center for Health Surveillance - CEVSRS in 2010. The data collected by the CEVS study, showed the increasing use of pesticides in the state and the need for knowledge of the chemical risks for populations exposed to these products. However, the CEVS study was conducted in the environmental context, per watersheds from the RS, and this setting does not coincide with the planning and performance of the NHS territory. In order to subsidize public policy programs for the population according to the risks to which they are exposed, the information was remapped by Health Regions. It is expected that the criticalness spacialization of the most critical pesticides used may become an important tool for decision-making, the planning of environmental health surveillance priority actions and full attention to the health care in the territory, according to the greatest risk. The remapping demonstrated the critical situation of the Health Regions located north and northwest of the state, due to the high volume of active principles used that were classified as critical. The methodology was based on GIS Spring resources, which were used to survey areas and enable spatial distribution of results related to the criticalness of pesticides used in the territory of the Health Regions, and in order to analyze the data, a descriptive methodology of geographical delineation was used.

**Keywords:** Health Regions, Risks, Pesticides.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Delimitação das Bacias Hidrográficas no Estado do Rio Grande do Sul. ....	20
<b>Figura 2</b> - Regiões de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul. ....	24
<b>Figura 3</b> - Mapa das áreas de intersecção entre a Bacia Hidrográfica do Ibicuí e as Regiões de Saúde 1, 2 e 3. ....	74
<b>Figura 4</b> - Fórmula utilizada para o cálculo da representação espacial de cada bacia em uma região. ....	77
<b>Figura 5</b> - Mapa da representação espacial das Bacias Hidrográficas que permeiam a Região 1 - Santa Maria. ....	78
<b>Figura 6</b> - Fórmula utilizada para o cálculo de uso de agrotóxico na Região de Saúde 1. ....	81
<b>Figura 7</b> - Fórmula utilizada para o cálculo de criticidade na Região de Saúde 1. ....	82
<b>Figura 8</b> - Fórmula utilizada para gerar o agrupamento por passos iguais. ....	87
<b>Figura 9</b> - Utilização (L / km <sup>2</sup> / ano) dos Agrotóxicos no Rio Grande do Sul, por região de Saúde, no ano de 2010. ....	101
<b>Figura 10</b> - Utilização (L / km <sup>2</sup> / ano) dos Princípios Ativos mais Críticos à Saúde Humana no Rio Grande do Sul, por região de Saúde, no ano de 2010. ....	102
<b>Figura 11</b> - Taxa (n° de casos por 1000 pessoas), de morbidade hospitalar por Neoplasias malignas da traquéia, brônquios, pulmões e outras Neoplasias malignas dos órgãos respiratórios e intratorácicos, por Região de Saúde do estado do RS, de 2008 a 2013. ....	108
<b>Figura 12</b> - Taxa de morbidade hospitalar por Neoplasias malignas do exôfago, pâncreas, fígado, vias biliares intra-hepáticas e outras Neoplasias malignas de órgãos digestivos, por Região de Saúde do estado do RS, de 2008 a 2013. ....	109

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Sinais e Sintomas por exposição a agrotóxicos .....	12
<b>Tabela 2</b> - Efeitos da Ação Prolongada .....	13
<b>Tabela 3</b> - Perigos tecnológicos - Algumas classes de agentes de perigos tecnológicos e eventos correspondentes .....	37
<b>Tabela 4</b> - Efeitos da exposição prolongada a múltiplos agrotóxicos .....	50
<b>Tabela 5</b> - Municípios selecionados como unidades amostrais do estudo. ....	57
<b>Tabela 6</b> - Agrotóxicos mais críticos para o Estado do RS.....	65
<b>Tabela 7</b> - Distribuição das Regiões de Saúde conforme municípios estudados como unidades amostrais dentro das Bacias Hidrográficas do estado. ....	71
<b>Tabela 8</b> - Distribuição de dados de uso e criticidade de agrotóxicos, levantados por Bacia hidrográfica e redistribuídos por Região de Saúde do estado. ....	73
<b>Tabela 9</b> - Área das de interseção das Bacias hidrográficas nas Regiões de Saúde do estado.....	75
<b>Tabela 10</b> - Porcentagem de representação espacial de cada bacia dentro das regiões de Saúde do RS. ....	78
<b>Tabela 11</b> - Quantidade média de uso e criticidade dos agrotóxicos por Região de Saúde no RS.....	83
<b>Tabela 12</b> - Ranking das regiões de saúde com maior volume de uso de agrotóxicos críticos em litros/km <sup>2</sup> /ano, no RS. ....	89
<b>Tabela 13</b> - Ranking de classificação das 10 Regiões de Saúde com maior uso de agrotóxicos no estado.....	101
<b>Tabela 14</b> - Ranking de classificação das 10 Regiões de Saúde com maior uso de agrotóxicos críticos no estado.....	102

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1.1. Justificativa</b> .....	14
<b>1.2. Problema</b> .....	16
<b>1.3. Hipótese</b> .....	17
<b>1.4. Objetivo Geral</b> .....	18
<b>1.4.1. Objetivos Específicos</b> .....	18
<b>1.5. Área de estudo</b> .....	19
<b>1.5.1. Bacias Hidrográficas</b> .....	19
<b>1.5.2. Caracterização das Regiões Hidrográficas</b> .....	21
<b>1.5.3. Regiões de Saúde do Rio Grande do Sul</b> .....	23
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	30
<b>2.1. Regiões de Saúde</b> .....	30
<b>2.2. Riscos</b> .....	32
<b>2.2.1. Risco Tecnológico</b> .....	37
<b>2.2.2. Riscos à saúde humana</b> .....	37
<b>2.2.3. Espacialização dos Riscos</b> .....	51
<b>2.2.3. Mapeamento de Risco</b> .....	55
<b>2.3. Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul</b> .....	56
<b>2.3.3. Determinação dos Compostos com Maior Risco à Saúde Humana</b> .....	59
<b>2.3.4. Análise dos princípios ativos mais críticos</b> .....	65
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	70
<b>3.1. Revisão bibliográfica</b> .....	70
<b>3.2. Levantamento de dados</b> .....	70
<b>3.3. Mapas de Risco</b> .....	86
<b>4. RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	88
<b>4.1. Análise de Dados Mapeados:</b> .....	88
<b>4.1.1. Ranking de Criticidade</b> .....	88
<b>4.1.2. Regiões de Saúde Mais Críticas do Estado</b> .....	100
<b>4.1.3. Internações, Dados Ambientais e de Saúde</b> .....	107

<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>110</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>118</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Verde, na década de 1950, o processo tradicional de produção agrícola sofreu drásticas mudanças, com a inserção de novas tecnologias, visando à produção extensiva de *commodities* agrícolas. Estas tecnologias envolvem, quase em sua maioria, o uso extensivo de agrotóxicos, com a finalidade de controlar doenças e aumentar a produtividade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

O Brasil apresenta um papel estratégico para a produção de alimentos, principalmente para o mercado externo. O Rio Grande do Sul contribui com aproximadamente 17% da produção nacional (IBGE, 2010). Porém, o modelo de produção agrícola atual utiliza grande quantidade de agrotóxicos durante todo o processo produtivo.

A agropecuária é tomada pelo comércio mundial e sua expansão dá-se de duas maneiras: 1) pela ampliação horizontal das áreas de lavoura, especialmente nos últimos 10 anos, com taxas de crescimento, em média, de 5% ao ano; e, 2) pela intensificação do pacote tecnológico da Revolução Verde. Isto explica a duplicação do consumo interno de agrotóxicos no período de 2003-2009 e o aumento de 57% entre 2010 e 2013. (SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA E DA DEFESA VEGETAL, 2014)<sup>1</sup>. As vendas cresceram cerca de U\$4,1 bilhões em 3 anos (SINDIVEG, 2014), sem nenhum componente de inovação técnico industrial ou de pesquisa de ponta. (DELGADO, 2012). São elevados e insustentáveis os custos sociais desse modelo de expansão agrária, que tem como característica a superexploração da natureza. Denunciar as consequências ambientais e sanitárias desse estilo de crescimento é útil e necessário para esclarecer a sociedade e criar condições de mudança estratégica (DELGADO, 2012).

Na onda da preocupação com a ecologia, na década de 1970, cresce a pressão para controlar os agrotóxicos, diante do exagero e falta de cuidado na sua aplicação. O uso indiscriminado dessas substâncias provoca doenças, principalmente, em trabalhadores rurais, danos à flora e fauna, além da

---

<sup>1</sup> Formado por 49 empresas do setor de defensivos agrícolas, o SINDIVEG – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, anteriormente denominado SINDAG – Sindicato Nacional

contaminação dos solos, águas e alimentos. No Rio Grande do Sul, uma legislação pioneira no Brasil foi aprovada em dezembro de 1982, com participação do ambientalista José Lutzenberger. A Lei Estadual 7747/82, que reuniu o resultado de amplos debates com especialistas, ambientalistas e a sociedade gaúcha preocupada com a dimensão e o tipo de pesticida que invadia o Brasil na época em que o governo da ditadura privilegiava a economia da monocultura de exportação, cuja ampliação era obtida com maciças aplicações de agrotóxicos. Com este estímulo ao crescimento agrícola a qualquer custo, o país, assim como o RS, eram depósitos de produtos do exterior, inclusive dos pesticidas que estavam proibidos em seus países de origem. Foi contra este absurdo que a lei concentrou-se, visando impedir o ingresso no RS de venenos já descartados pelos fabricantes em suas nações.

Um dos princípios das regras atuais é não permitir o uso no estado de substâncias proibidas nos países de origem. É o caso do paraquat, banido na União Européia com cadastro indeferido pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental (Fepam) desde 2012<sup>2</sup>. Por outro lado, em nível nacional, a Lei Federal nº 7.802, regulamentou a produção e o uso de agrotóxicos e, entrou em vigor somente em 1989. Tal lei define os agrotóxicos como:

a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento; II – componentes: os princípios ativos, os produtos técnicos, suas matérias-primas, os ingredientes inertes e aditivos usados na fabricação de agrotóxicos e afins. (BRASIL, 1989:01)

Enquanto, nos últimos dez anos, o mercado mundial de agrotóxicos cresceu 93%, o mercado brasileiro cresceu 190%. Em 2008, o Brasil ultrapassou os Estados Unidos e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos. Em 2010, o mercado nacional movimentou cerca de US\$ 7,3 bilhões e representou 19% do

---

<sup>2</sup> <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/campo-e-lavoura/noticia/2014/05/tribunal-de-justica-libera-venda-de-agrotoxicos-proibidos-no-rs-4507548.html>

mercado global de agrotóxicos (SEMINÁRIO MERCADO DE AGROTÓXICOS E REGULAÇÃO, 2012).

As repercussões desse extenso uso de agrotóxicos ocorrem tanto no âmbito da saúde dos trabalhadores, por exposição ocupacional, como na contaminação alimentar, por ingestão de resíduos em alimentos, e na contaminação ambiental. Desse modo, a exposição aos agrotóxicos representa um problema de saúde pública, para o qual deve-se buscar definir e implementar ações (CENTRO ESTADUAL DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE RS, 2012).

Nesse sentido, o Manual de Vigilância da Saúde de populações expostas a agrotóxicos, do Ministério da Saúde, relaciona algumas doenças que podem ser causadas por essas substâncias.

**Tabela 1.** Sinais e Sintomas por exposição a agrotóxicos

Sinais e Sintomas	EXPOSIÇÃO	
	Única ou por curto período	Continuada por longo período
Agudos	cefaléia, tontura, náusea, vômito, fasciculação muscular, parestesias, desorientação, dificuldade respiratória, coma, morte.	hemorragias, hipersensibilidade, teratogênese, morte fetal.
Crônicos	paresia e paralisias reversíveis, ação neurotóxica retardada irreversível, pancitopenia, distúrbios neuropsicológicos.	lesão cerebral irreversível, tumores malignos, atrofia testicular, esterilidade masculina, alterações neuro-comportamentais, neurites periféricas, dermatites de contato, formação de catarata, atrofia do nervo óptico, lesões hepáticas, etc.

Fonte: [www.geofiscal.eng.br](http://www.geofiscal.eng.br)

**Tabela 2.** Efeitos da Ação Prolongada

<b>ÓRGÃO/SISTEMA</b>	<b>EFEITOS NO ORGANISMO</b>
Sistema nervoso	Síndrome asteno-vegetativa, polineurite, radiculite, encefalopatia, distonia vascular, esclerose cerebral, neurite retrobulbar, angiopatia da retina
Sistema respiratório	Traqueíte crônica, pneumofibrose, enfisema pulmonar, asma brônquica
Sistema cardiovascular	Miocardite tóxica crônica, insuficiência coronária crônica, hipertensão, hipotensão
Fígado	Hepatite crônica, colecistite, insuficiência hepática
Rins	Albuminúria, nictúria, alteração do clearance da uréia, nitrogênio e creatinina
Trato gastrointestinal	Gastrite crônica, duodenite, úlcera, colite crônica (hemorrágica, espástica, formações polipóides), hipersecreção e hiperacidez gástrica, prejuízo da motricidade
Sistema hematopoético	Leucopenia, eosinopenia, monocitose, alterações na hemoglobina
Pele	Dermatites, eczemas
Olhos	Conjuntivite, blefarite

Fonte: [www.geofiscal.eng.br](http://www.geofiscal.eng.br)

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em outubro de 2011, publicou um estudo sobre o saneamento básico no país. Nele, um fato soa um tanto quanto curioso: os resíduos de agrotóxicos são a segunda principal fonte de contaminação das águas brasileiras, atrás apenas do esgoto sanitário.

Preocupado com esse cenário de risco de contaminação ambiental e dos trabalhadores, o Centro Estadual de Vigilância em Saúde (CEVS), em parceria com

a Empresa de Consultoria Ambiental TALHA-MAR, realizou estudo com o objetivo geral de identificar e quantificar os agrotóxicos utilizados nas principais culturas agrícolas de cada bacia hidrográfica do RS com a finalidade de adequar o monitoramento da qualidade da água de consumo humano à realidade de uso dos agrotóxicos em cada bacia.

Os objetivos específicos daquele trabalho foram estimar a criticidade dos agrotóxicos para a saúde humana, por meio do levantamento de dados secundários sobre as características físico-químicas, considerando a persistência, degradação e dispersão no ambiente, em relação à água disponibilizada (após tratamento) para o consumo humano, e ponderar o método analítico mais adequado para detectar as concentrações dos resíduos de agrotóxicos na água potável.

O trabalho fez projeções com base em informações coletadas sobre a safra 2009/2010 e indicou o uso de **85 milhões de litros de agrotóxicos no Estado do Rio Grande do Sul**, o equivalente a 34 piscinas olímpicas cheias de veneno agrícola. É como se cada gaúcho, à época, utilizasse **8,3 litros de veneno** a cada ano, no período analisado. O volume per capita gaúcho é bem superior ao nacional. Um estudo da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) mostra que, em 2011, a média do país foi de 4,5 litros por habitante.

### **1.1. Justificativa**

A utilização de agrotóxicos é a 2ª maior causa de contaminação dos rios no Brasil, perdendo apenas para o esgoto doméstico (IBGE, 2011). Considerando que a agricultura é o setor que mais consome água doce no Brasil, cerca de 70%, segundo o Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), pode-se dizer que além de sérios problemas para a saúde, os agrotóxicos também se transformaram em um grave problema ambiental no país.

De acordo com o engenheiro agrônomo e professor da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Mohamed Habib,

Hoje o Brasil é o maior consumidor de agrotóxico do mundo, embora não seja o maior produtor. Além disso, mais de 99% dos venenos aplicados na lavoura não atingem a praga alvo. Então, pode-se dizer que mais de 99% dos agrotóxicos vão para os rios, para o solo, para o ar e para a água subterrânea. (HABIB, UNICAMP).

Conforme o Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul, realizado pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde – RS (CEVS) constatou-se que a utilização destas substâncias é crescente, aumentando a necessidade de conhecimento dos riscos químicos para o manancial de captação de água. O estudo foi realizado no âmbito ambiental, de forma que as informações foram levantadas por cada uma das 24 Bacias Hidrográficas do RS.

Porém, para que estes dados de uso e criticidade, levantados pelo estudo do CEVS, pudessem ser utilizados para atender as populações expostas aos riscos do uso de agrotóxico foi necessário realizar o remapeamento destes riscos de acordo com a realidade de cada região de Saúde do estado e não por bacia hidrográfica. Assim, conhecendo os produtos mais usados e mais críticos para a rota de exposição de via hídrica, no Estado ou mesmo região hidrográfica, e remapeando os riscos a que as populações de cada região de saúde estão expostas, faz com que as políticas públicas tenham uma ferramenta importante para o planejamento e gestão das ações de vigilância, prevenção e atenção à saúde ambiental nas localidades onde residem estas populações.

É possível evidenciar a preocupação e necessidade de direcionar as atenções à questão do uso de agrotóxico indiscriminado no país, no Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO, onde Luiz Augusto Facchini, Presidente da ABRASCO faz um alerta à sociedade e ao Estado brasileiro:

Dossiê é um alerta da Associação Brasileira de Saúde Coletiva – ABRASCO à sociedade e ao Estado brasileiro. Registra e difunde a preocupação de pesquisadores, professores e profissionais com a escalada ascendente de uso de agrotóxicos no país e a contaminação do ambiente e das pessoas dela resultante, com severos impactos sobre a saúde pública. (...) Constatar a amplitude da população à qual o risco é imposto sublinha a sua relevância: trabalhadores das fábricas de agrotóxicos, da agricultura, da saúde pública e outros setores; população do entorno das fábricas e das áreas agrícolas; além dos consumidores de alimentos contaminados – toda a população, como evidenciam os dados oficiais. A iniciativa do Dossiê (...) Alimenta-se no intuito de contribuir para o efetivo exercício do direito à saúde e para as políticas públicas responsáveis por esta garantia. Ao tempo em que nos instigou a um inovador trabalho interdisciplinar em busca de compreender as diversas e complexas facetas da questão dos agrotóxicos, a elaboração do Dossiê nos colocou diante da enormidade do problema e da tarefa de abordá-lo adequadamente.

A partir do exposto, percebe-se a relevância do tema e a necessidade de reespecializar-se os dados levantados por bacia hidrográfica e mapear os riscos à que as populações estão expostas, por Região de Saúde, para que sejam atendidas as necessidades conforme as condições dos moradores de cada localidade. Além disto, a contaminação das águas por uso de agrotóxicos se agrava diariamente, tornando-se um problema de saúde pública e o mapa da saúde serve como uma ferramenta para a identificação das necessidades de saúde. Ele orientará o planejamento integrado, contribuindo para o estabelecimento de metas, conforme aponta o Capítulo III - DO PLANEJAMENTO DA SAÚDE- do Decreto 7.508/11, Art.17.: “O Mapa da Saúde será utilizado na identificação das necessidades de saúde e orientará o planejamento integrado dos entes federativos, contribuindo para o estabelecimento de metas de saúde”.

## **1.2. Problema**

O uso de defensivos químicos nas atividades agropecuárias do estado do RS cresce anualmente, causando a contaminação dos mananciais pelo uso desordenado dessas substâncias. Na safra 2012-2013 chegou a alcançar a taxa de 25% de crescimento no estado (SINDIVEG, 2014).

No estudo realizado pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde – RS (CEVS), “Uso e a Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, que abrangeu o Uso e a Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul, o levantamento de dados foi setorizado por cada uma das 24 Bacias Hidrográficas existentes no estado. Porém, esta configuração não coincide com o território de planejamento e atuação do SUS, visto que, conforme as diretrizes de organização do SUS, frente à tomada de decisões, planejamento de ações prioritárias de vigilância ambiental em saúde e atenção integral a saúde no território, estas ações serão organizadas por Região de Saúde a fim de integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde, conforme o maior risco.

Cada região tem suas peculiaridades ambientais, climáticas, culturais e sócio-econômicas. Para que essas populações recebam o atendimento integral e adequado às suas reais necessidades de saúde é necessário identificar à que riscos

essas populações estão expostas em seus locais de residência. Então, atendendo a uma demanda do serviço público e aproveitando para aprofundar o conhecimento no âmbito acadêmico, serão reorganizadas as informações do estudo “Uso e a Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, realizando um remapeamento e espacializando a quantidade e a criticidade dos princípios ativos dos agrotóxicos mais utilizados nas lavouras, por Região de Saúde do estado, a fim de subsidiar ações de políticas públicas para as populações conforme os riscos a que elas estão expostas. Nesta nova organização, os dados antes distribuídos por bacia hidrográfica, serão remapeados por Região de Saúde. Desta forma os municípios selecionados para serem pesquisados serão espacializados conforme a delimitação das Regiões de Saúde normatizada pela Resolução nº 555/12 – CIB/RS.

### **1.3. Hipótese**

A hipótese é de que o remapeamento do uso e criticidade dos agrotóxicos usados no Estado do Rio Grande do Sul, anteriormente dividido por bacias hidrográficas, sendo realizado por Região de Saúde possa subsidiar políticas públicas, assim como, organizar e adequar várias ações prioritárias de vigilância em saúde, conforme o maior risco encontrado em cada Região de Saúde.

A realização da vigilância epidemiológica faz a análise da distribuição espacial de agravos e possibilita determinar padrões da situação de saúde de uma área, evidenciar disparidades espaciais que levam à delimitação de áreas de risco para mortalidade ou incidência de eventos mórbidos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

O Ministério da Saúde evidencia a importância da vigilância epidemiológica aliada ao SIG (Sistema de Informação Geográfica), para o mapeamento da situação encontrada no território e assim realizar um melhor planejamento de ações para atender as populações expostas aos riscos à saúde.

É possível mapear indicadores básicos de saúde, mortalidade, doenças de notificação compulsória e analisar acidentes relacionados ao trabalho. Através da análise da difusão geográfica e exposição a agentes específicos pode-se gerar e analisar hipóteses de investigação. Também é possível planejar e programar atividades de prevenção e controle de doenças em grupos homogêneos segundo

determinado risco, monitorar e avaliar intervenções direcionadas (Por exemplo, geografia da difusão da AIDS e da malária, BASTOS et al., 1999).

Neste trabalho espera-se, também, que este remapeamento configure-se em uma importante ferramenta para planejamentos futuros, como o Plano Estadual de Saúde e o Plano Anual de Saúde.

#### **1.4. Objetivo Geral**

O principal objetivo é remapear o uso e a criticidade dos agrotóxicos utilizados em cada uma das 24 Bacias Hidrográficas do estado, por Região de Saúde, conforme o “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, promovido pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde – CEVS e a Secretaria Estadual de Saúde do RS – SES/RS, espacializando os riscos nas áreas adotadas para as 30 Regiões de Saúde do RS, conforme legislação vigente que organiza as ações da saúde no estado do RS.

##### **1.4.1. Objetivos Específicos**

- Reunir as informações obtidas no estudo “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, onde as informações foram mapeadas por cada uma das 24 bacias hidrográficas do estado, reorganizando-as no território das Regiões de Saúde adotadas pelo SUS RS, conforme a Resolução nº 555/12 – CIB/RS.

- Gerar um remapeamento de quantidade de uso e criticidade dos agrotóxicos utilizados por Região de Saúde.

- Classificar as Regiões de Saúde em grupos de criticidade de risco, conforme o volume de uso dos 10 princípios ativos mais críticos, utilizados nos cultivos, indicados no estudo “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”.

## **1.5. Área de estudo**

### **1.5.1. *Bacias Hidrográficas***

Os dados referentes às Bacias Hidrográficas foram referenciados, em grande parte, do censo agropecuário do IBGE (2004) e do Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado no Rio Grande do Sul emitido pelo governo do Estado com apoio da FEPAM, coordenado pelo Departamento de Recursos Hídricos / Divisão Hidrográfica do Estado, conforme Resolução 04 de 2002 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

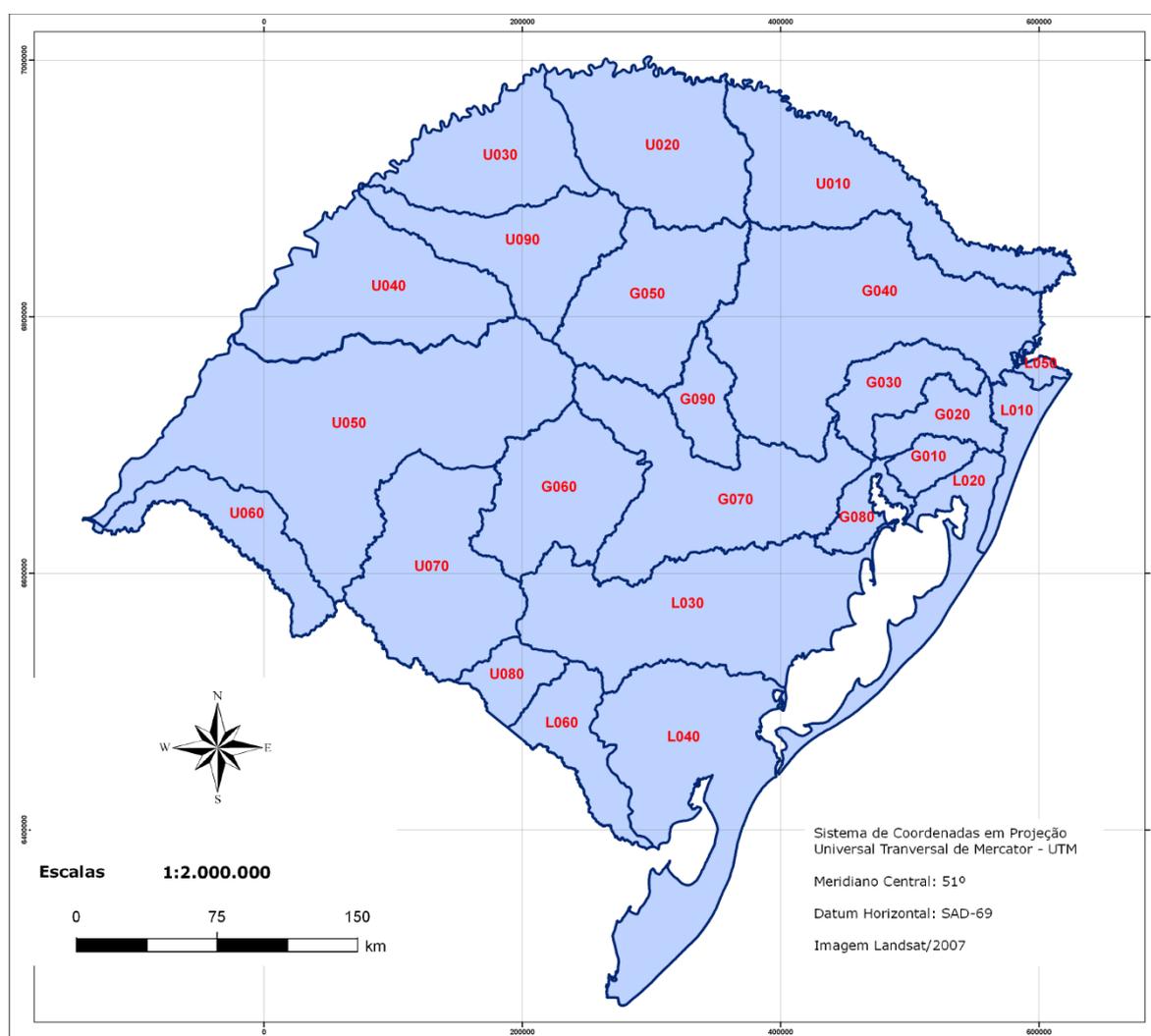
A atual divisão do Estado em Regiões Hidrográficas (RH) foi estabelecida pela Lei 10.350/1994, em seu artigo 38. A subdivisão destas em Bacias Hidrográficas foi definida pela Comissão Consultiva, que subsidiava tecnicamente o Conselho de Recursos Hídricos do Estado, tendo-se em conta a carência de estrutura do então Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento, quando da sua criação.

1.5.1.1. Região Hidrográfica da Bacia do rio Uruguai: formada pelas Bacias do extremo norte e oeste do Estado, que drenam diretamente para o rio Uruguai (Apuaê/Inhandava – U10; Passo Fundo/Várzea – U20; Turvo/Santa Rosa/Santo Cristo – U30; Ijuí – U90; Butuí/Piratinim/Icamaquã – U40; Ibicuí – U50; Quaraí – U60); a bacia do rio Santa Maria (U70), que indiretamente também drena para o rio Uruguai, através do rio Ibicuí; e a bacia do rio Negro (U80), que não drena para o rio Uruguai, mas para a fronteira com o país vizinho.

1.5.1.2. Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba: formada pelas Bacias da porção norte e central do Estado que drenam para o Lago Guaíba, o qual também foi subdividido em uma bacia individualizada (G80); as bacias que drenam para o lago são: Gravataí (G10), Sinos (G20), Caí (G30) e Baixo Jacuí (G70); outras bacias drenam para o Baixo Jacuí, são elas: Alto Jacuí (G50), Taquari-Antas (G40), Pardo (G90), Vacacaí e Vacacaí-Mirim (G60). O exutório de toda esta Bacia é a Laguna dos Patos.

1.5.1.3. Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas: formada pelas Bacias do leste e do extremo sul do Estado. Nesta se individualizam dois corpos de água de expressão: a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim; algumas Bacias desta região drenam diretamente para o Oceano Atlântico: Mampituba (L50), que é compartilhada com Santa Catarina, e Tramandaí (L10); para a Laguna dos Patos drenam as Bacias do Camaquã (L30), Litoral Médio (L20) e Mirim-São Gonçalo (L40), sendo que, as duas últimas também drenam para o Oceano.

A Figura 1 apresenta a delimitação das Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.



**Figura 1** - Delimitação das Bacias Hidrográficas no Estado do Rio Grande do Sul.  
Fonte: SES - Centro Estadual de Vigilância em Saúde – RS.

Segundo Viessman et al. (1972) apud Villela e Matos(1975)14, a Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou

sistema conectado de cursos d'água, tal que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída. Para o gerenciamento dos corpos de água do Estado a aplicação plena deste conceito é inviável. No entanto, a gestão requer uma definição o mais próxima possível da dinâmica hidrológica, para o estabelecimento da sua unidade.

### **1.5.2. Caracterização das Regiões Hidrográficas**

#### 1.5.2.1. Região Hidrográfica do Guaíba (RHG)

(RHG) ocupa a porção centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, com uma área aproximada de 84.914,91 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 32% do território gaúcho. A sua população está estimada em 6.532.882 habitantes, correspondendo a 64,17% da população do Estado, distribuídos em 257 municípios, com destaque para os inseridos na Região Metropolitana de Porto Alegre, que contribuem para a sua elevada densidade demográfica, de aproximadamente 76,93 hab/km<sup>2</sup>.

Fazem parte da RHG nove Bacias Hidrográficas: Gravataí (G10), Sinos (G20), Caí (G30), Taquari-Antas (G40), Alto Jacuí (G50), Vacacaí e Vacacaí- Mirim (G60), Baixo Jacuí (G70), Lago Guaíba (G80) e Pardo (G90).

Na RHG, a cultura do arroz irrigado é o uso da água mais importante nas bacias: do Alto e Baixo Jacuí, Gravataí e Vacacaí e Vacacaí-Mirim. Destaca-se, também, o uso dos recursos hídricos para a geração de energia, na Bacia do rio Caí e, principalmente, na do Alto Jacuí, onde estão localizados os principais reservatórios para a geração de energia elétrica existentes no Estado.

Entre os impactos ambientais característicos desta região, a diluição de efluentes domésticos e industriais nos corpos d'água pode ser considerada como um dos mais relevantes, especialmente nas Bacias Hidrográficas dos rios Gravataí, Caí, Sinos, Taquari-Antas e Lago Guaíba, ou seja, nas que apresentam um maior contingente populacional e concentração de indústrias. Os principais ramos industriais, neste contexto, estão representados pelos curtumes, na Bacia do rio dos Sinos; metal mecânico, nas Bacias dos rios Caí, Taquari-Antas, Sinos e Gravataí; petroquímico, no Baixo Jacuí; celulose, na do Lago Guaíba; e fumageiro, na Bacia Hidrográfica do rio Pardo. Nas áreas rurais, os problemas mais críticos estão

associados à erosão do solo, ao assoreamento dos cursos d'água, à contaminação por agrotóxicos e resíduos orgânicos, especialmente dos dejetos animais jogados nos corpos de água.

#### 1.5.2.2. A Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas

A Região Hidrográfica das Bacias Litorâneas está localizada na porção leste e sul do território rio-grandense e ocupa uma superfície de aproximadamente 53.356,41 km<sup>2</sup>, correspondendo a 20,11 % da área do Estado. Sua população total está estimada em 1.231.293 habitantes, correspondendo a 12,09% da população do Rio Grande do Sul, distribuídos em 80 municípios, com uma densidade demográfica em torno de 23,07 hab/km<sup>2</sup>.

Compõem esta Região Hidrográfica seis Bacias: Tramandaí (L10), Litoral Médio (L20), Camaquã (L30), Piratini - São Gonçalo - Mangueira (L40), Mampituba (L50), Jaguarão (L60). Cabe destacar que a Resolução 05/02, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, instituiu o Comitê Gestor da Laguna dos Patos – CGLP - como instrumento de articulação no gerenciamento das águas desta laguna.

Entre os usos preponderantes dos recursos hídricos, nesta região, a irrigação de arroz se evidencia em todas as Bacias Hidrográficas. Além disto, o turismo e a pesca também se notabilizam, especialmente nas Bacias dos rios Tramandaí e Mampituba; e do sistema Piratini-São Gonçalo-Mangueira. Neste último, deve-se enfatizar, igualmente, a atividade industrial relacionada, especialmente, ao ramo químico e petroquímico.

Os principais impactos ambientais observados, neste contexto, relacionam-se ao lançamento de esgotos de origem urbana e rural, sem prévio tratamento, o que afeta as condições de balneabilidade, principalmente durante o verão; substituição de sistemas naturais, como áreas de Floresta Atlântica e banhados, por culturas permanentes e/ou urbanização desordenada; a presença de indústrias química e petroquímica, concentradas na área do Superporto de Rio Grande, o que agrava o problema da poluição hídrica devido aos despejos de seus efluentes. A mineração de carvão para fins energéticos, por sua vez, representa outra importante fonte de degradação ambiental, ocorrendo principalmente nas Bacias Hidrográficas do Rio Jaguarão e Piratini-São Gonçalo-Mangueira.

### 1.5.2.3. A Região Hidrográfica do Uruguai

A Região Hidrográfica do Uruguai abrange a porção norte, noroeste e oeste do território rio-grandense, com uma área de aproximadamente 127.031,13 km<sup>2</sup>, equivalente a 47,88% da área do Estado. Sua população total está estimada em 2.416.404 habitantes, que equivale a 23,73% da população gaúcha, distribuídos em 286 municípios, com uma densidade demográfica em torno de 19,02 hab/km<sup>2</sup>.

Esta Região está subdividida em nove Bacias Hidrográficas: Apuaê-Inhandava (U-10), Passo Fundo-Várzea (U-20), Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30), Butuí-Piratinim-Icamaquã (U-40), Ibicuí (U-50), Quaraí (U- 60), Santa Maria (U-70), Negro (U-80) e Ijuí (U-90).

As principais atividades econômicas desenvolvidas associam-se principalmente com a agricultura, notabilizando-se as culturas do arroz irrigado, na Bacia Hidrográfica dos rios Butuí-Piratinim-Icamaquã, Santa Maria, Ibicuí e Quaraí, e soja e milho, nas dos rios Ijuí, Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo, Passo Fundo-Várzea e Apuaê-Inhandava. Destaca-se, também, o uso dos recursos hídricos para a geração de energia, especialmente no Alto Vale do rio Uruguai.

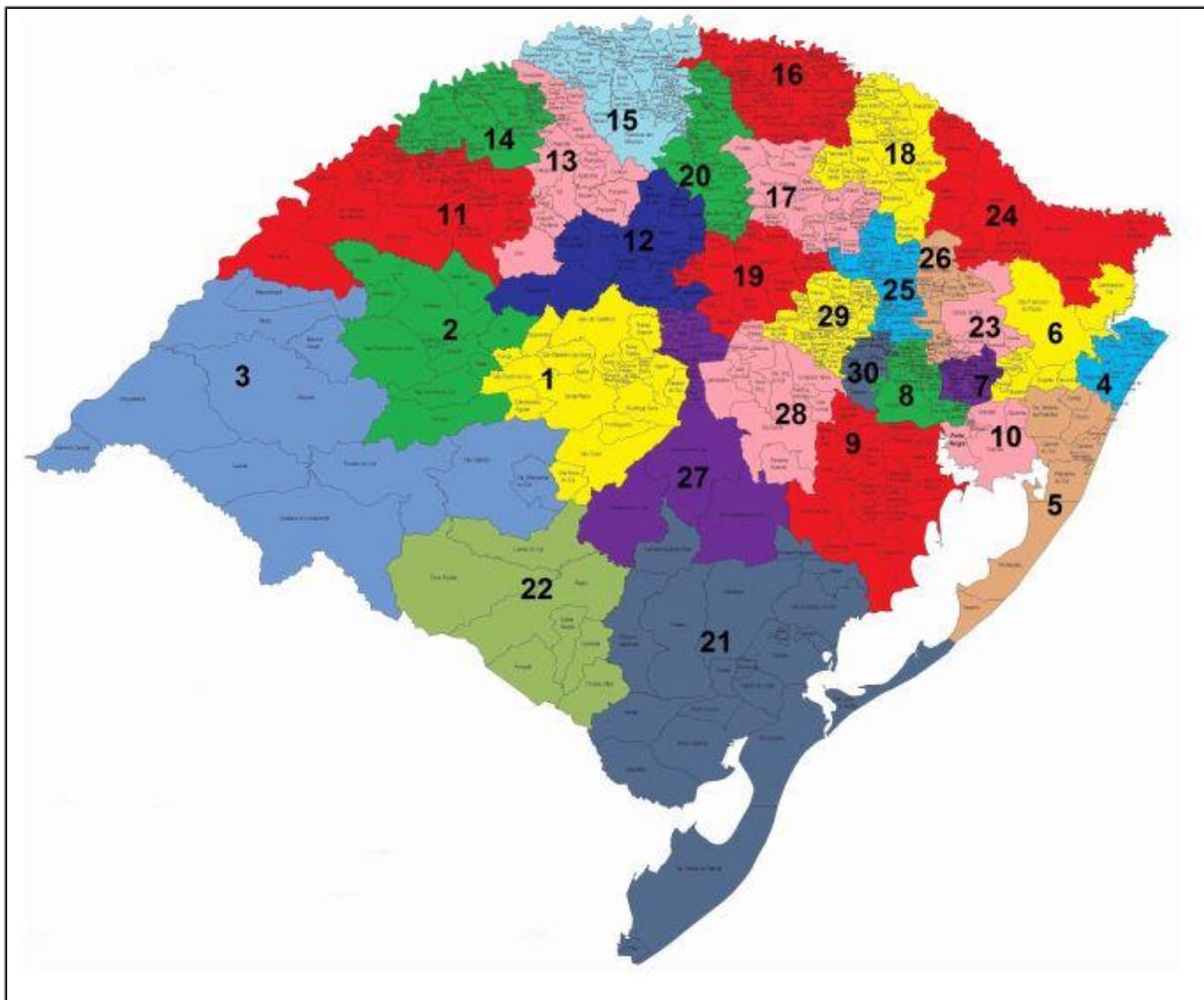
Além destes, deve-se ressaltar os impactos ambientais relativos ao lançamento de esgoto doméstico *in natura*, nos principais centros urbanos, e de origem rural, especialmente gerado pela suinocultura, que comprometem a qualidade das águas nesta Região Hidrográfica. Também é importante destacar a acentuação dos processos erosivos, o assoreamento dos ecossistemas aquáticos e contaminação por agrotóxicos, além de problemas relacionados com a mineração (SES, 2010).

### **1.5.3. Regiões de Saúde do Rio Grande do Sul**

#### 1.5.3.1. Configuração das Regiões de Saúde

Atualmente as Regiões de Saúde do Estado se configuram conforme a Resolução N° 555/12 – CIB/RS, que estabelece a divisão dos municípios do estado em 30 regiões de Saúde.

A Figura 2 apresenta o mapa do estado com as divisões das 30 regiões de Saúde.



**Figura 2** - Regiões de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: Resolução N° 555/12 – CIB/RS

**Região 01 - Santa Maria:** Agudo, Dilermando de Aguiar, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Formigueiro, Itaara, Ivorá, Júlio de Castilhos, Nova Palma, Paraíso do Sul, Pinhal Grande, Quevedos, Restinga Seca, Santa Maria, São João do Polêsine, São Martinho da Serra, São Pedro do Sul, São Sepé, Silveira Martins, Toropi, Vila Nova do Sul.

**Região 02 - Santiago:** Cacequi, Capão do Cipó, Jaguari, Jarí, Mata, Nova Esperança do Sul, Santiago, São Francisco de Assis, São Vicente do Sul, Unistalda, Itacurubi.

**Região 03 - Alegrete / Uruguaiana:** Alegrete, Barra do Quaraí, Itaqui, Maçambara, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, Santa Margarida do Sul, Santana do Livramento, São Gabriel, Uruguaiana.

**Região 04 - Belas Praias:** Arroio do Sal, Capão da Canoa, Dom Pedro de Alcântara, Itati, Mampituba, Maquine, Morrinhos do Sul, Terra de Areia, Torres, Três Cachoeiras, Três Forquilhas, Xangri-lá.

**Região 05 - Bons Ventos:** Balneário Pinhal, Capivari do Sul, Caraá, Cidreira, Imbé, Mostardas, Osório, Palmares do Sul, Santo Antônio da Patrulha, Tavares, Tramandaí.

**Região 06 - Paranhana:** Cambará do Sul, Igrejinha, Parobé, Riozinho, Rolante, São Francisco de Paula, Taquara, Três Coroas.

**Região 07 - Novo Hamburgo / São Leopoldo:** Araricá, Campo Bom, Dois Irmãos, Estância Velha, Ivoti, Lindolfo Collor, Morro Reuter, Nova Hartz, Novo Hamburgo, Portão, Presidente Lucena, Santa Maria do Herval, São Leopoldo, Sapiranga, São José do Hortêncio.

**Região 08 - Canoas / Vale do Caí:** Canoas, Esteio, Nova Santa Rita, Sapucaia do Sul, Barão, Brochier, Capela de Santana, Harmonia, Maratá, Montenegro, Pareci Novo, Salvador do Sul, São José do Sul, São Pedro da Serra, São Sebastião do Caí, Triunfo, Tupandi, Tabaí.

**Região 09 - Carbonífera / Costa Doce:** Arambaré, Arroio dos Ratos, Barão do Triunfo, Barra do Ribeiro, Butiá, Camaquã, Cerro Grande do Sul, Charqueadas, Chувиска, Dom Feliciano, Eldorado do Sul, General Câmara, Guaíba, Mariana Pimentel, Minas do Leão, São Jerônimo, Sentinela do Sul, Sertão Santana, Tapes.

**Região 10 - Porto Alegre:** Alvorada, Cachoeirinha, Glorinha, Gravataí, Porto Alegre, Viamão.

**Região 11 - Santo Ângelo:** Bossoroca, Caibaté, Cerro Largo, Dezesesseis de Novembro, Entre-Ijuís, Eugênio de Castro, Garruchos, Guarani das Missões, Mato Queimado, Pirapó, Porto Xavier, Rolador, Roque Gonzáles, Salvador das Missões, Santo Ângelo, Santo Antônio das Missões, São Borja, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões, São Nicolau, São Pedro do Butiá, Sete de Setembro, Ubiretama, Vitória das Missões.

**Região 12 - Cruz Alta:** Boa Vista do Cadeado, Boa Vista do Incra, Colorado, Cruz Alta, Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Jacuizinho, Quinze de Novembro, Saldanha Marinho, Salto do Jacuí, Santa Bárbara do Sul, Selbach, Tupanciretã.

**Região 13 - Ijuí:** Ajuricaba, Augusto Pestana, Bozano, Campo Novo, Catuípe, Chiapetta, Condor, Coronel Barros, Crissiumal, Humaitá, Ijuí, Inhacorá, Jóia, Nova Ramada, Panambi, Pejuçara, Santo Augusto, São Martinho, São Valério do Sul, Sede Nova.

**Região 14 - Santa Rosa:** Alecrim, Alegria, Boa Vista do Buricá, Campina das Missões, Cândido Godói, Doutor Maurício Cardoso, Giruá, Horizontina, Independência, Nova Candelária, Novo Machado, Porto Lucena, Porto Mauá, Porto Vera Cruz, Santa Rosa, Santo Cristo, São José do Inhacorá, São Paulo das Missões, Senador Salgado Filho, Três de Maio, Tucunduva, Tuparendi.

**Região 15 – Frederico Westphalen / Palmeira Missões:** Alpestre, Ametista do Sul, Barra do Guarita, Boa Vista das Missões, Bom Progresso, Braga, Caiçara, Cristal do Sul, Cerro Grande, Coronel Bicaco, Derrubadas, Dois Irmãos das Missões, Erval Seco, Esperança do Sul, Frederico Westphalen, Irai, Jaboticaba, Lajeado do Bugre, Liberato Salzano, Miraguaí, Novo Barreiro, Novo Tiradentes, Palmeira das Missões, Palmitinho, Pinhal, Pinheirinho do Vale, Planalto, Redentora, Rodeio Bonito, Sagrada Família, São José das Missões, São Pedro das Missões, Seberi, Taquaruçu do Sul, Tenente Portela, Tiradentes do Sul, Três Passos, Vicente Dutra, Vista Alegre, Vista Gaúcha.

**Região 16 - Erechim:** Aratiba, Áurea, Barão de Cotegipe, Barra do Rio Azul, Benjamin Constant do Sul, Campinas do Sul, Carlos Gomes, Centenário, Charrua, Cruzaltense, Entre Rios do Sul, Erebango, Erechim, Erval Grande, Estação, Faxinalzinho, Floriano Peixoto, Gaurama, Getúlio Vargas, Ipiranga do Sul, Itatiba do Sul, Jacutinga, Marcelino Ramos, Mariano Moro, Paulo Bento, Ponte Preta, Quatro Irmãos, São Valentim, Severiano de Almeida, Três Arroios, Viadutos, Nonoai, Rio dos Índios.

**Região 17 - Passo Fundo:** Camargo, Casca, Ciríaco, Coxilha, David Canabarro, Ernestina, Gentil, Marau, Mato Castelhana, Montauri, Muliterno, Nicolau Vergueiro, Nova Alvorada, Passo Fundo, Pontão, Santo Antônio do Palma, São Domingos do Sul, Serafina Corrêa, Sertão, Vanini, Vila Maria.

**Região 18 - Sananduva / Lagoa Vermelha:** Água Santa, André da Rocha, Barracão, Cacique Doble, Capão Bonito do Sul, Caseiros, Ibiaçá, Ibiraiaras, Lagoa Vermelha, Machadinho, Maximiliano de Almeida, Paim Filho, Sananduva, Santa Cecília do Sul, Santo Expedito do Sul, São João da Urtiga, São José do Ouro, Tapejara, Tupanci do Sul, Vila Lângaro.

**Região 19 - Soledade:** Alto Alegre, Campos Borges, Espumoso, Ibirapuitã, Lagoão, Mormaço, Soledade, Tapera, Tunas, Tio Hugo, Arvorezinha, Barros Cassal, Fontoura Xavier, Itapuca.

**Região 20 - Carazinho:** Almirante Tamandaré do Sul, Carazinho, Coqueiros do Sul, Não-Me-Toque, Santo Antônio do Planalto, Barra Funda, Chapada, Constantina, Engenho Velho, Gramado dos Loureiros, Lagoa dos Três Cantos, Nova Boa Vista, Novo Xingu, Ronda Alta, Rondinha, Sarandi, Três Palmeiras, Trindade do Sul, Victor Graeff.

**Região 21 - Pelotas / Rio Grande:** Amaral Ferrador, Arroio do Padre, Arroio Grande, Canguçu, Capão do Leão, Cerrito, Chuí, Cristal, Herval, Jaguarão, Morro Redondo, Pedras Altas, Pedro Osório, Pelotas, Pinheiro Machado, Piratini, Rio

Grande, Santana da Boa Vista, Santa Vitória do Palmar, São José do Norte, São Lourenço do Sul, Turuçu.

**Região 22 - Bagé:** Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito, Hulha Negra, Lavras do Sul.

**Região 23 - Caxias e Hortências:** Canela, Caxias do Sul, Gramado, Linha Nova, Nova Petrópolis, Picada Café.

**Região 24 - Campos de Cima da Serra:** Bom Jesus, Campestre da Serra, Esmeralda, Jaquirana, Monte Alegre dos Campos, Muitos Capões, Pinhal da Serra, São José dos Ausentes, Vacaria.

**Região 25 - Vinhedos e Basalto:** Bento Gonçalves, Boa Vista do Sul, Carlos Barbosa, Coronel Pilar, Cotiporã, Fagundes Varela, Garibaldi, Guabiju, Guaporé, Monte Belo do Sul, Nova Araçá, Nova Bassano, Nova Prata, Parai, Protásio Alves, Santa Tereza, São Jorge, União da Serra, Veranópolis, Vila Flores, Vista Alegre do Prata.

**Região 26 - Uva e Vales:** Alto Feliz, Antônio Prado, Bom Princípio, Farroupilha, Feliz, Flores da Cunha, Ipê, Nova Pádua, Nova Roma do Sul, São Marcos, São Vendelino, Vale Real.

**Região 27 - Cachoeira do Sul:** Arroio do Tigre, Caçapava do Sul, Cachoeira do Sul, Cerro Branco, Encruzilhada do Sul, Estrela Velha, Ibarama, Lagoa Bonita do Sul, Novo Cabrais, Passa Sete, Segredo, Sobradinho.

**Região 28 - Santa Cruz do Sul:** Candelária, Gramado Xavier, Herveiras, Mato Leitão, Pantano Grande, Passo do Sobrado, Rio Pardo, Santa Cruz do Sul, Sinimbu, Vale Verde, Vale do Sol, Venâncio Aires, Vera Cruz.

**Região 29 - Lajeado:** Anta Gorda, Arroio do Meio, Boqueirão do Leão, Canudos do Vale, Capitão, Coqueiro Baixo, Cruzeiro do Sul, Dois Lajeados, Doutor Ricardo, Encantado, Forquetinha, Ilópolis, Lajeado, Marques de Souza, Muçum, Nova

Bréscia, Pouso Novo, Progresso, Putinga, Relvado, Roca Sales, Santa Clara do Sul, São José do Herval, São Valentim do Sul, Sério, Travesseiro, Vespasiano Correa.

**Região 30 - Estrela:** Bom Retiro do Sul, Colinas, Estrela, Fazenda Vilanova, Imigrante, Paverama, Poço das Antas, Taquari, Teutônia, Westfália.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Regiões de Saúde

Realizar as ações de vigilância em saúde ambiental não é opção do setor de saúde, mas sim atribuição prevista na legislação vigente. Verificam-se estas diretrizes na Lei nº 8.080, de 19 de Setembro de 1990, que "Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências", e determina que a Vigilância Sanitária esteja compreendida dentro do campo da atuação do Sistema Único de Saúde (SUS).

Lei 8.080/1990, Art. 6º - Estão incluídas ainda no campo de atuação do Sistema Único de Saúde (SUS):

- I - a execução de ações:
  - a) de vigilância sanitária;

O § 1º, determina que no conjunto de ações da Vigilância Sanitária, estão aquelas capazes de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente.

§ 1º Entende-se por vigilância sanitária um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, abrangendo:

I - o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo; e

II - o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde.

O Decreto nº 7.508, de 28 de Junho de 2011, que Regulamenta a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a organização do Sistema Único de Saúde - SUS, o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, e dá outras providências, propõe a reestruturação do Sistema Único de Saúde (SUS) e define as Regiões de Saúde como forma de organizar e hierarquizar os serviços de saúde no território.

Observa-se no Art. 2º a definição de Região de Saúde e, em seguida, no Capítulo II, Art. 3º a organização do Sistema Único de Saúde nesta nova configuração:

Art. 2º Para efeito deste Decreto, considera-se:

I - Região de Saúde - espaço geográfico contínuo constituído por agrupamentos de Municípios limítrofes, delimitado a partir de identidades culturais, econômicas e sociais e de redes de comunicação e infraestrutura de transportes compartilhados, com a finalidade de integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde;

CAPÍTULO II

DA ORGANIZAÇÃO DO SUS

Art. 3º- O SUS é constituído pela conjugação das ações e serviços de promoção, proteção e recuperação da saúde executados pelos entes federativos, de forma direta ou indireta, mediante a participação complementar da iniciativa privada, sendo organizado de forma regionalizada e hierarquizada.

No Art. 4º da Seção I, tem-se os critérios de como as Regiões de Saúde serão instituídas e organizadas:

Art. 4º- As Regiões de Saúde serão instituídas pelo Estado, em articulação com os Municípios, respeitadas as diretrizes gerais pactuadas na Comissão Intergestores Tripartite - CIT a que se refere o inciso I do art. 30.

§ 1º Poderão ser instituídas Regiões de Saúde interestaduais, compostas por Municípios limítrofes, por ato conjunto dos respectivos Estados em articulação com os Municípios.

§ 2º A instituição de Regiões de Saúde situadas em áreas de fronteira com outros países deverá respeitar as normas que regem as relações internacionais.

Sendo assim, e conforme a Portaria SES nº 28/2012, que institui o processo de atualização das Regiões de Saúde no Rio Grande do Sul e dá outras providências; a Resolução nº 555/12 – CIB/RS que altera a configuração e a quantidade de Regiões de Saúde no Rio Grande do Sul, e institui as Comissões Intergestores Regionais – CIR, o Estado do Rio Grande do Sul foi dividido em 30 regiões de Saúde, de maneira que o sistema consiga atender a cada região levando em consideração suas peculiaridades ambientais, climáticas, culturais e socioeconômicas, e assim, fazendo com que as populações residentes nessas localidades recebam o atendimento integral e adequado às suas reais necessidades.

RESOLUÇÃO Nº 555/12 – CIB/RS:

Art. 1º - Alterar a configuração e a quantidade de Regiões de Saúde no Rio Grande do Sul.

**Parágrafo Único** - Define-se Região de Saúde como território vivo composto por um espaço geográfico contínuo constituído por agrupamentos de Municípios limítrofes, delimitado a partir de identidades culturais, econômicas e sociais e de redes de comunicação e infraestrutura de transportes compartilhados, com a finalidade de integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde.

Além disso, no Art. 6º e no 17º do Decreto nº 7.508, verifica-se que o mapeamento por Regiões de Saúde é referência para planejamento de transferência de recursos e definição de metas de saúde:

Art. 6º As Regiões de Saúde serão referência para as transferências de recursos entre os entes federativos.

CAPÍTULO III

DO PLANEJAMENTO DA SAÚDE

Art. 17º O Mapa da Saúde será utilizado na identificação das necessidades de saúde e orientará o planejamento integrado dos entes federativos, contribuindo para o estabelecimento de metas de saúde.

Estas definições das Regiões de Saúde servem para o aprofundamento das redes de assistência e ações de saúde que organizam o SUS. A partir disto, os municípios gaúchos, em parceria com a Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul (SES), realizam um trabalho de planejamento dessas ações, que inclui a definição de orçamento e de serviços prestados em cada uma das Regiões de Saúde do RS.

## 2.2. Riscos

Devido à abrangência do tema, torna-se necessário abordar sucintamente alguns conceitos de risco para melhor delinear a presente análise.

O risco pode ser associado às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos em decorrência de processos naturais ou associados às relações humanas (CASTRO et. al., 2005, p. 12). Portanto, o risco refere-se, à probabilidade de ocorrência de processos que afetam a vida humana direta ou indiretamente (CASTRO et. al, 2005, p. 12).

“A análise de risco, por sua vez, compreende, necessariamente, a identificação de perigos e pressupõe uma quantificação e/ou qualificação dos seus efeitos para a coletividade em termos de prejuízos materiais e imateriais” (CASTRO et. al, 2005, p. 17).

Souza e Zanella (2009, p.16) reforçam a importante inter-relação homem meio quando se referem ao risco

*os riscos devem ser tratados como resultado da intrincada relação entre ameaça e vulnerabilidade, que apresentam uma profunda dependência entre si. A noção de risco se estabelece com base na relação conflituosa entre o homem e o seu ambiente, em um processo de mútua influência. (SOUZA; ZANELLA, 2009)*

Considerando que as discussões sobre risco abrangem inúmeras áreas das ciências e, obrigatoriamente, envolvem vários aspectos que se encontram interconectados de forma direta e indireta, verifica-se que, o número de variáveis a serem consideradas aumenta e, com elas, a complexidade para a sua análise.

Dentre as concepções e definições de risco, o livro "A Sociedade do Risco" de Beck (2000) é considerado um clássico e referência obrigatória. Neste livro, Beck afirma que se vive em uma verdadeira sociedade do risco, propondo uma distinção entre uma primeira modernidade (caracterizada pela industrialização, sociedade estatal e nacional, pleno emprego, etc.) e uma segunda modernidade ou "modernidade reflexiva", em que as insuficiências e as antinomias da primeira modernidade tornam-se objeto de reflexão (BECK, 2000).

A ciência e a tecnologia, assim como as instituições da sociedade industrial engendrada na primeira modernidade, não foram pensadas para o tratamento da produção e distribuição dos "males", ou seja, dos riscos associados à produção industrial.

Na mesma linha da "modernização reflexiva", Anthony Giddens analisa as consequências do trabalho industrial moderno, através do aprofundamento/acirramento e universalização das consequências da modernidade (GIDDENS, 1991). A modernidade, como mostra o autor, ao mesmo tempo em que propiciou o desenvolvimento das instituições sociais modernas em escala mundial, criando condições para uma existência humana mais segura e gratificante (que jamais algum sistema pré-moderno foi capaz de gerar), foi também geradora de um "lado sombrio", sobretudo no século XX (GIDDENS, 1991).

Esta característica é revelada pelo potencial destrutivo em larga escala que as "forças de produção" desenvolveram em relação ao meio ambiente material. Este mesmo autor descreve um "perfil de risco específico à modernidade" que confere aos tempos modernos tal "aspecto ameaçador", composto pelas seguintes categorias:

a) **globalização do risco** - em termos de intensidade (por exemplo, guerra nuclear) e em termos de quantidade de eventos que afetam grande número de pessoas (por exemplo, mudanças na divisão global do trabalho); b) **risco derivado do meio ambiente criado** - ligado à infusão do conhecimento humano no meio ambiente material, ou seja, perigos ecológicos derivados da transformação da natureza; c) **riscos institucionalizados** - podem afetar a vida de milhões de pessoas, como por exemplo, o mercado de investimentos; d) **consciência do risco como um risco** - relacionada ao fato de os riscos não serem mais percebidos como algo divino/sobrenatural, ou seja, a "falta de conhecimento" não pode mais ser convertida em certeza pela religião ou pelos mitos; e) **consciência ampla do risco** - muitos tipos de riscos conhecidos encontram-se bastante disseminados na sociedade; f) **consciência das limitações da perícia** - sistemas peritos podem possuir falhas em seus princípios, isto é, riscos existentes podem não ser percebidos pelos próprios peritos, comprometendo a ideia de perícia. (GIDDENS, 1991)

Planos de monitoramento de risco ambiental de agrotóxicos podem cumprir seu papel desde que não sejam apenas uma coleção de dados, e sim um trabalho sistemático, dirigido por objetivos claros e factíveis. Esses planos têm, portanto, um caráter pragmático, e ainda que baseados no conhecimento científico disponível, não devem ser vistos como trabalhos para avançar a base teórica sobre os impactos ambientais dos agrotóxicos (SPADOTTO, 2010).

O mesmo acontece com os termos "avaliação de risco ecológico" e "avaliação de risco ambiental", que às vezes são usados como sinônimos. No entanto, alguns autores já incluem os aspectos relacionados à saúde humana no risco ecológico, outros preferem o termo risco ambiental como o mais abrangente.

O presente trabalho abordará a espacialização dos riscos ambientais, incluindo a problemática da contaminação dos compartimentos ambientais e seus efeitos sobre os seres humanos, distintamente.

A avaliação de risco ambiental não deve ser considerada apenas como uma técnica isolada, mas sim como uma dimensão do gerenciamento, pois os riscos na agricultura podem ser avaliados em relação aos possíveis benefícios agrônômicos e

sócio-econômicos diretos e indiretos, sendo que os riscos podem ser reduzidos pela limitação da exposição.

A definição referente aos impactos ambientais é, frequentemente, associada a mudanças, alterações, transformações que ocorrem no ambiente. Porém, diversos autores preferem empregar a palavra impacto, somente em situações que envolvem as mudanças bruscas ou repentinas, atendo-se mais rigorosamente à essência desse termo.

Impactos ambientais, para Christofolletti (1994), significam os impactos ou efeitos provocados pelas mudanças do meio ambiente nas circunstâncias que envolvem a vida dos seres humanos. Entretanto, Christofolletti (1994, p. 427) adverte que aqui se incluem os “efeitos e transformações provocadas pelas ações humanas nos aspectos do meio ambiente físico e que se refletem, por interação, nas condições ambientais que envolvem a vida humana”. Os impactos ou efeitos observados somente em relação à ação humana nas condições do meio natural, ou seja, nos ecossistemas e geossistemas, correspondem aos impactos antropogênicos.

Na avaliação de impactos ambientais, Lima e Silva et al. (1999), estabelecem uma distinção entre uma “dose aguda”, com efeito pontual no tempo, e “dose crônica”, onde uma carga tóxica ou fisicamente danosa apresenta caráter contínuo bastante frequente. O primeiro caso refere-se aos acidentes, enquanto o segundo está associado a uma operação normal de uma determinada atividade econômica.

Lima e Silva et al. (1999, p. 248) explicam que:

Em geral, um sistema natural pode suportar uma dose aguda (um evento singular) muito mais alta que uma crônica (evento cotidiano ou proximamente cotidiano) de um elemento tóxico, porque no primeiro caso ele terá tempo para se recuperar dos efeitos, regenerar suas funções e reciclar o tóxico, se for o caso. Isso ocorrerá se os efeitos acidentais não ultrapassarem os limites de capacidade de suporte do ecossistema atingido, ou não consumirem recursos não renováveis. Em se tratando de impacto ambiental, cada caso é um caso singular.

O exemplo acima é um daqueles que demonstram que a noção de impacto ambiental se refere a eventos e alterações que ocorrem concretamente no ambiente, em diferentes magnitudes, duração, extensão temporal e espacial, alguns mais, outros menos previsíveis. A determinação e avaliação de riscos ambientais devem ser inseridas neste momento, pois servem como instrumento de prevenção a esses

eventos. Nesse sentido, outro exemplo significativo é encontrado em Christofolletti (1994, p. 428), que assinala que “o reconhecimento das áreas de riscos geoambientais e o estudo sobre os azares naturais refletem os efeitos dos impactos ambientais e a avaliação da vulnerabilidade das organizações sócio-econômicas.”

Nesse sentido, pode-se dizer que a identificação de um risco precede temporalmente a identificação de algo impactante, sendo a noção de risco mais abrangente para mostrar os diversos efeitos que um determinado evento pode ocasionar. Por outro lado, pode acontecer que um impacto constatado num determinado local origine a percepção sobre as alterações ambientais e a possibilidade de riscos em outros. Nesse sentido, o impacto tem a característica de algo rápido, “impactante” enquanto que o risco e a alteração remetem a algo lento e sutil.

Assim, parece mais razoável a proposta de Carpi Junior (2001, p. 71) que trabalha com o conceito amplo de risco ambiental, evitando usar o termo impacto:

Os impactos ou alterações do ambiente passam a se configurarem como formas de risco ambiental, que ao ser percebido ou conhecido pelo homem, pode se transformar como ponto de partida para as ações que visem a melhoria da qualidade de vida, juntando esforços dos diversos setores da sociedade. (CARPI JUNIOR, 2001)

Dessa forma, mesmo sendo conceitos diferenciados, a ocorrência de “impactos” ambientais em um local deve ser elemento indicativo na identificação e localização de riscos em outros locais ou épocas, em virtude da possibilidade de repetição, no espaço e no tempo, daqueles eventos em situações similares.

Muitos outros autores poderiam ser citados a respeito da questão dos riscos, mas existe certa unanimidade em associá-los às situações ou áreas que correm algum tipo de perigo, ameaça ou probabilidade deles. O adjetivo ambiental está sendo priorizado neste trabalho, pois as situações de risco ocorrem no ambiente em seu sentido amplo, natural e construído pelo homem. De qualquer forma, a referência principal para a avaliação dos riscos ambientais é o próprio homem, com as possibilidades de ser atingido pelas transformações do ambiente, mesmo que anteriormente afetando outros seres vivos.

### 2.2.1. Risco Tecnológico

Atualmente as pesquisas sobre riscos tecnológicos são bastante frequentes. O risco tecnológico circunscreve-se ao âmbito dos processos produtivos e da atividade industrial. A noção de perigo tecnológico (*technological hazards*), segundo Hewitt (1997), surge principalmente da tecnologia industrial, a partir de falhas internas, ao contrário dos perigos naturais (*natural hazards*), percebidos como uma ameaça externa (tabela 3).

**Tabela 3** - Perigos tecnológicos - Algumas classes de agentes de perigos tecnológicos e eventos correspondentes.

Perigos Tecnológicos	Agente
Evento	Materiais perigosos(material radioativo, substâncias e gases tóxicos)
Contaminação(construções, solo, águas de superfície e/ou de subsuperfície, ar, produtos agrícolas)	Processos perigosos(radioatividade, combustão)
Lançamento de materiais perigosos(gasoso/líquido, explosões)	Dispositivos perigosos(veículos, estações de energia, linhas de transmissão de energia, explosivos, dispositivos de controle de natalidade)
Acidentes(transporte, planta industrial, mineração, acidentes médicos/cirúrgicos)	

Fonte: Modificada Hewitt (1997)

As contaminações da água, solos, ar por uso de produtos agrícolas enquadram-se nos riscos tecnológicos, segundo Hewitt (1997).

### 2.2.2. Riscos à saúde humana

A globalização da natureza é acompanhada pela globalização dos problemas ambientais (GONÇALVES, 2006), visto que a natureza não reconhece as fronteiras territoriais. Com isso verifica-se também a globalização da saúde (FARIA, 2009, p.32).

No passado, as poluições de naturezas variadas foram fontes de doenças. A baixa qualidade das águas acarretava epidemias de disenteria e de “febres palustres”; outras doenças eram difundidas por intermédio de ratos, eles próprios associados a uma gestão deficiente de dejetos.

Os chamados agrotóxicos, além de cumprirem o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer riscos à saúde humana e ao ambiente. O uso frequente, e muitas vezes incorreto, de agrotóxicos oferece riscos como contaminação dos solos agrícolas, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos, apresentando, conseqüentemente, riscos de efeitos negativos em organismos terrestres e aquáticos e de intoxicação humana pelo consumo de água e alimentos contaminados, assim como o risco de intoxicação ocupacional de trabalhadores e produtores rurais.

O monitoramento de agrotóxicos no ambiente é uma ferramenta importante para a caracterização e o gerenciamento dos riscos ambientais decorrentes do uso desses produtos em condições reais, e pode fazer parte da avaliação no processo de registro de novos produtos ou da reavaliação de produtos em uso, conforme preconizado pelo Decreto 4.074/2002.

Considerando os processos de transporte entre compartimentos ambientais, com os quais os agrotóxicos estão relacionados depois de aplicados em áreas agrícolas, a lixiviação e o carreamento superficial merecem destaque. O carreamento superficial favorece a contaminação das águas superficiais, com os agrotóxicos sendo levados adsorvidos às partículas do solo erodido ou em solução na água de escoamento. A lixiviação dos agrotóxicos através do solo tende a resultar em contaminação das águas subterrâneas e neste caso, as substâncias químicas são carregadas juntamente com a água que alimenta os lençóis freáticos e os aquíferos. A permanência dos agrotóxicos no solo agrícola é inversamente dependente da taxa de ocorrência dos processos de transporte. Além disso, o transporte para a atmosfera por volatilização e a perda para áreas vizinhas por deriva podem ser processos importantes para alguns agrotóxicos em certas condições (SPADOTTO, 2004, p.11).

Sintetizando, pode-se dizer que os efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde não dizem respeito apenas aos trabalhadores expostos, mas à população em geral, pois conforme a Organização Pan-americana de Saúde (OPAS/OMS, 1996) a unidade

produtiva não afeta apenas o trabalhador, mas contagia o meio ambiente e repercute sobre o conjunto social".

#### 2.2.2.1. Classificação dos Agrotóxicos

Dada a grande diversidade dos produtos, cerca de 300 princípios ativos em 2 mil formulações comerciais diferentes no Brasil, é importante conhecer a classificação dos agrotóxicos quanto à sua ação e ao grupo químico a que pertencem. Conforme o Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a agrotóxicos, (OPAS, 1996), essa classificação também é útil para o diagnóstico das intoxicações e instituição de tratamento específico.

a) Inseticidas: possuem ação de combate a insetos, larvas e formigas. Os inseticidas pertencem a quatro grupos químicos distintos:

- organofosforados: são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, do ácido tiosfosfórico ou do ácido ditofosfórico. Ex.: Folidol, Azodrin, Malation, Diazinon, Nuvacron, Tantarón, Rhodiatox.
- carbamatos: são derivados do ácido carbâmico. Ex.: Carbaril, Tentfk, Zeclram, Furadan.
- organoclorados: são compostos à base de carbono, com radicais de cloro. São derivados do clorobenzeno, do ciclo-hexano ou do ciclodieno. Foram muito utilizados na agricultura, como inseticidas, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido. Ex.: Aldrin, Endrin, MtIC, DUr, Endossulfan, Heptacloro, Lindane, Mirex.
- piretróides: são compostos sintéticos que apresentam estruturas semelhantes à piretrina, substância existente nas flores do *Chrysanthmum (pyrethrum) cinenariaefolium*. Alguns desses compostos são: aletrina, resmetrina, decametrina, cipermetrina.

b) Fungicidas: combatem fungos. Existem muitos fungicidas no mercado. Os principais grupos químicos são:

- etileno-bis-ditiocarbonatos: Maneb, Mancozeb, Dithane, Zineb, Tiram .
- trifenil estânico: Duter e Brestan
- captan: Ortocide a Merpan

- hexaclorobenzeno.

c) Herbicidas: combatem ervas daninhas. Nas últimas duas décadas, este grupo tem tido uma utilização crescente na agricultura. Seus principais representantes são:

- paraguat: comercializado com o nome de Gramoxone
- Glifosato: Round-up
- pentaclorofenol
- derivados do ácido fenoxiacético: 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 D) a 2,4,5 triclorofenoxiacético (2,4,5 T). A mistura de 2,4 D com 2,4,5 T representa o principal componente do agente laranja, utilizado como desfolhante na Guerra do Vietnã. O nome comercial dessa mistura é Tordon.
- dinitrofenóis: Dinoseb a DNOC.

Outros grupos importantes compreendem:

- raticidas (dicumarínicos ): utilizados no combate a roedores.
- acaricidas: ação de combate a ácaros diversos.
- nematicidas: ação de combate a nematóides.
- molusquicidas: ação de combate a moluscos, basicamente contra o caramujo da esquistossomose.
- fundigantes: ação de combate a insetos, bactérias: fosfatos metálicos (fosfina) e brometo de metila.

Os agrotóxicos são classificados, ainda, segundo seu poder tóxico. Esta classificação é fundamental para o conhecimento da toxicidade de um produto, do ponto de vista de seus efeitos agudos. No Brasil, a classificação toxicológica está a cargo do Ministério da Saúde.

#### 2.2.2.1.1. Efeitos Sobre a Saúde

Segundo o Manual de Vigilância de Populações Expostas a Agrotóxicos, do Ministério da Saúde (1996), eles podem determinar três tipos de intoxicação: aguda, subaguda e crônica. Na intoxicação aguda os sintomas surgem rapidamente,

algumas horas após a exposição excessiva, por curto período, a produtos extrema ou altamente tóxicos. Pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave, a depender da quantidade de veneno absorvido. Os sinais e sintomas são nítidos e objetivos.

A intoxicação subaguda ocorre por exposição moderada ou pequena a produtos altamente tóxicos ou medianamente tóxicos e tem aparecimento mais lento. Os sintomas são subjetivos e vagos, tais como dor de cabeça, fraqueza, mal-estar, dor de estômago e sonolência, entre outros.

A intoxicação crônica caracteriza-se por surgimento tardio, após meses ou anos, por exposição pequena ou moderada a produtos tóxicos ou a múltiplos produtos, acarretando danos irreversíveis, do tipo paralisias e neoplasias.

Essas intoxicações não são reflexos de uma relação simples entre o produto e a pessoa exposta. Vários fatores participam de sua determinação, dentre eles os fatores relativos às características químicas e toxicológicas do produto, fatores relativos ao indivíduo exposto, às condições de exposição ou condições gerais do trabalho.

*Características do produto:* características toxicológicas, forma de apresentação, estabilidade, solubilidade, presença de contaminantes, presença de solventes, etc.

*Características do indivíduo exposto:* idade, sexo, peso, estado nutricional, escolaridade, conhecimento sobre os efeitos e medidas de segurança, etc.

*Condições de exposição:* condições gerais do trabalho, frequência, dose, formas de exposição, etc.

As características clínicas das intoxicações por agrotóxicos dependem, além dos aspectos acima citados, do fato de ter ocorrido contato/exposição a um único tipo de produto ou a vários deles. Nas intoxicações agudas decorrentes do contato/exposição a apenas um produto, os sinais e sintomas clínico-laboratoriais são bem conhecidos, o diagnóstico é claro e o tratamento definido. Em relação às intoxicações crônicas, o mesmo não pode ser dito. O quadro clínico é indefinido e o diagnóstico difícil de ser estabelecido. Inicialmente serão descritos os quadros específicos dos agrotóxicos mais utilizados, acrescentando-se ao final uma descrição dos efeitos resultantes da exposição a múltiplos agrotóxicos.

### 2.2.2.1.2. Inseticidas

#### Inseticidas inibidores das colinesterases

Os inseticidas inibidores das colinesterases são absorvidos pela pele, por ingestão ou por inalação. Sua ação se dá pela inibição de enzimas colinesterases, especialmente a acetilcolinesterase, levando a um acúmulo de acetilcolina nas sinapses nervosas, desencadeando uma série de efeitos parassimpaticomiméticos.

*Organofosforados*: Este grupo é responsável pelo maior número de intoxicações e mortes no país. Ex.: Folidol, Azodrin, Malanion, Diazinon, Nuvacron, Tamaron, Rhodiatox.

*Carbamatos*: grupo muito utilizado no país. Ex.: Carbaril, Temik, Zectram, Furadam, Sevin.

Diferentemente dos *organofosforados*, os carbamatos são inibidores reversíveis das colinesterases, porém as intoxicações podem ser igualmente graves.

Além das colinesterases, alguns grupos de inseticidas organofosforados podem alterar outras enzimas (esterases), sendo a principal delas a neurotoxicoesterase. Esta enzima, quando inibida, pode determinar neuropatia periférica (membros inferiores) por ação neurotóxica retardada, que surge após 15 dias da intoxicação aguda inicial. Apesar de ser possível mensurar a atividade das neurotoxicoesterases por metodologia laboratorial (análise em linfócitos), esta não está ainda disponível no país.

Intoxicações graves apresentarão níveis muito baixos. Em se tratando de carbamatos, esse exame deve ser realizado pouco tempo após a exposição. No caso dos organofosforados, a atividade da acetilcolinesterase eritrocitária poderá permanecer diminuída durante até noventa dias após o último contato.

É importante ressaltar que a análise da atividade dessas enzimas não deve ser utilizada de maneira isolada. O exame pode ser bastante útil, quando entendido e usado como instrumento auxiliar, tanto no diagnóstico clínico quanto nas ações de vigilância.

### MODO DE AÇÃO DE ORGANOFOSFORADOS E CARBAMATOS

- Inibidores da colinesterase:  
no sistema nervoso central

nos glóbulos vermelhos  
no plasma  
em outros órgãos.

Não se acumulam no organismo. É possível o acúmulo de efeitos.

- Ocorrem efeitos neurotóxicos retardados com certos organofosforados.

## SINTOMA DE INTOXICAÇÃO AGUDA-ORGANOFOSFORADOS E CARBAMATOS

### **PRIMEIRAMENTE**

Suor abundante  
Salivação intensa  
Lacrimejamento  
Fraqueza  
Tontura  
Dores e cólicas abdominais  
Visão turva ou embaçada

### **DEPOIS**

Pupilas contraídas-miose  
Vômitos  
Dificuldade respiratória  
Colapso  
Tremores musculares  
Convulsões

### 2.2.2.1.2.1. Inseticidas organoclorados

Exemplos: Aldrin, Endrin, BHC, DDT, Endossulfan, Heptacloro, Lindane, Mirex, Toxafeno.

Os inseticidas organoclorados foram muito utilizados na agricultura, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido, por serem de lenta degradação, com capacidade de acumulação no meio ambiente (podem persistir até 30 anos no solo) e em seres vivos, contaminando o homem diretamente ou por intermédio da cadeia alimentar, assim como por apresentarem efeito cancerígeno em animais de laboratório. No Brasil, seu uso foi limitado pela Portaria nº 329, de 2/9/85, que permitiu sua utilização somente no controle de formigas (Aldrin) e em campanhas de saúde pública (DDT e BHC).

Os organoclorados são produtos derivados do petróleo, sendo pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, o que os torna mais tóxicos e de apreciável absorção cutânea.

Além da via dérmica, são também absorvidos por via digestiva e respiratória. Devido a grande lipossolubilidade e à lenta metabolização, esses compostos acumulam-se na cadeia alimentar e no tecido adiposo humano. A eliminação se faz pela urina, cabendo destacar também a eliminação pelo leite materno.

Atuam sobre o sistema nervoso central, de que resultam alterações do comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração.

Em casos de intoxicação aguda, após duas horas aparecem sintomas neurológicos de inibição, hiperexcitabilidade, parestesia na língua, nos lábios e nos membros inferiores, desassossego, desorientação, fotofobia, escotomas, cefaléia persistente (que não cede aos analgésicos comuns), fraqueza, vertigem, alterações do equilíbrio, tremores, ataxia, convulsões tônico-crônicas, depressão central severa, coma e morte.

Em casos de inalação ou absorção respiratória, podem ocorrer sintomas específicos, como tosse, rouquidão, edema pulmonar, irritação laringotraqueal, rinorréia, broncopneumonia (complicação frequente), bradipnéia, hipertensão.

Logo após a ingestão, náuseas e vômitos são sintomas proeminentes, podendo ocorrer também diarréia e cólicas.

### MODO DE AÇÃO DE ORGANOCLORADOS

Estimulante do sistema nervoso central (em altas doses são indutores das enzimas microssômicas hepáticas).

São armazenados no tecido adiposo, em equilíbrio dinâmico com a absorção.

### SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO AGUDA-ORGANOCLORADOS

#### **PRIMEIRAMENTE:**

Irritabilidade  
Dor de cabeça  
Sensação de cansaço  
Mal-estar  
Contrações musculares involuntárias

#### **DEPOIS:**

Tontura  
Náuseas  
Vômitos  
Colapso

### 2.2.2.1.2.2. Inseticidas piretróides

São compostos sintéticos que apresentam estruturas semelhantes à piretrina, substância existente nas flores do *Chrysanthemum (pyrethrum) cinerariacodium*. Alguns desses compostos são: aletrina, resmetrina, decametrina, cipermetrina e fenpropanato. Ex.: Decis, Protector, K-Othrine, SBP, Ambush, Fuminset.

A alta atividade inseticida dos piretróides possibilita seu emprego em pequenas dosagens, que, associadas à sua seletividade, tem permitido o aparecimento de novos produtos de origem sintética, inclusive mais estáveis à luz e menos voláteis que os de origem natural, propiciando sua grande difusão como domissanitário (destinados ao uso domiciliar) ou para uso na agropecuária.

São facilmente absorvidos pelo trato digestivo, pela via respiratória e pela via cutânea.

Sendo pouco tóxicos do ponto de vista agudo, são, porém, irritantes para os olhos e mucosas, e principalmente hipersensibilizantes, causando tanto alergias de pele como asma brônquica. Seu uso abusivo no ambiente doméstico vem causando incremento dos casos de alergia, tanto em crianças como em adultos.

### MODO DE AÇÃO DE PIRETRINAS E PIRETRÓIDES

- Estimulante do sistema nervoso central.
- Em doses altas podem produzir lesões duradouras ou permanentes no sistema nervoso periférico.
- Capacidade de produzir alergias.

### SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO AGUDA – PIRETRINAS E PIRETRÓIDES

#### **PRIMEIRAMENTE**

Formigamento nas pálpebras  
e nos lábios Mancha na pele  
Irritação das conjuntivas e mucosas  
Espirros

#### **DEPOIS**

Coceira intensa  
Mancha na pele  
Reação aguda de hipersensibilidade  
Secreção e obstrução  
Excitação  
Convulsões

## 2.2.2.2. Fungicidas

### 2.2.2.2.1. Etileno-bis-ditiocarbamatos

- Exemplos: Maneb, Mancozeb, Dithane, Zineb, Tiram.

Alguns desses compostos (Maneb, Dithane) contêm manganês, que pode determinar parkinsonismo pela ação no sistema nervoso central. Outro aspecto importante refere-se à presença de etileno-etiluréia (ETU) como impureza de fabricação na formulação desses produtos, já se tendo observado efeitos carcinogênicos (adenocarcinoma de tireóide), teratogênicos e mutagênicos em animais de laboratórios.

As intoxicações por esses compostos frequentemente ocorrem pelas vias oral e respiratória, podendo também ser absorvidos por via cutânea. Nos casos de exposição intensa provocam dermatite, faringite, bronquite e conjuntivite.

### 2.2.2.3. Herbicidas

Este grupo de agrotóxicos tem tido uma utilização crescente na agricultura nas duas últimas décadas. Os herbicidas substituem a mão-de-obra na capina, diminuindo, conseqüentemente, o nível de emprego na zona rural.

Seus principais representantes e produtos mais utilizados são os seguintes:

#### 2.2.2.3.1. Dipiridilos

- Exemplo: Paraquat, comercializado com o nome de Gramoxone.

É bem absorvido pela ingestão ou através da pele irritada ou lesionada, sendo a via respiratória a de menor absorção. Provoca lesões hepáticas, renais e fibrose pulmonar irreversível. Em casos graves, a fibrose pulmonar pode levar à morte por insuficiência respiratória em até duas semanas. Não há tratamento para a fibrose pulmonar.

As intoxicações ocupacionais mais importantes são as relacionadas à absorção por via dérmica.

Há que fazer referência ainda aos casos de intoxicações acidentais em crianças que ingerem o produto pensando ser refrigerante, uma vez que tem cor de Coca-Cola. Além disso, têm sido relatados casos de suicídio em adultos.

### MODO DE AÇÃO DE DAPIRMILOS

- Entre os herbicidas dipiridilos, o paraquat é altamente tóxico se ingerido.
- Lesão inicial: irritação grave das mucosas
- Lesão tardia: após 7-14 dias começa a haver alterações proliferativas e irreversíveis no epitélio pulmonar.
- Sequelas: insuficiência respiratória, insuficiência renal, lesões hepáticas.

### SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO -DIPIRIDILOS/PARAQUAT

Causa lesões graves nas mucosas (via oral).

Causa lesões na pele (via dérmica).

Sangramento pelo nariz.

Mal-estar, fraqueza a ulcerações na boca.

Lesões hepáticas e renais.

Torna as unhas quebradiças.

Produz conjuntivite ou opacidade da córnea (contato com os olhos).

Fibrose pulmonar e morte.

### Glifosato

- Exemplo: Round-up.

Causa problemas dermatológicos, principalmente dermatite de contato. Além disso, é irritante de mucosas, principalmente da mucosa ocular.

#### 2.2.2.3.2. Pentaclorofenol

- Exemplo: Clorofen, Dotvcide-G.32

Há alguns anos não vem sendo utilizado como herbicida, tendo, entretanto, amplo uso como conservante de madeira e cupincida.

É bem absorvido pelas vias cutâneas, digestiva e respiratória.

Esses compostos possuem na sua formulação impurezas chamadas dioxinas, principalmente a hexaclorodibenzodioxina (DCDD), que é uma substância extremamente tóxica, cancerígena e fetotóxica. Pode ainda levar ao aparecimento de cloroacne.

Os dimitrofenóis (Dinoseb, DNOC) são compostos com ação semelhante ao pentaclorofenol.

## MODO DE AÇÃO DE PENTACLOROFENOL E DINITROFENÓIS

- Estimulam fortemente o metabolismo, com hipertermia, que pode se tornar irreversível.
- Não se acumulam no organismo, mas as exposições repetidas podem causar uma acumulação de efeitos.

## SISTEMAS DE INTOXICAÇÃO – PENTACLOROFENOL E DINITROFENÓIS

### **PRIMEIRAMENTE**

Dificuldade respiratória  
 Temperatura muito alta (hipertermia)  
 Fraqueza

### **DEPOIS**

Convulsões  
 Perda da consciência

### 2.2.2.3.3. Derivados do ácido fenoxiacético

Os derivados do ácido fenoxiacético têm dois representantes, o 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 D) e o 2,4,5 triclorotenociacético (2,4,5 T)

O 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 D) é amplamente utilizado no país, principalmente em pastagens e plantações de cana-de-açúcar, para combate a ervas de folhas largas. É bem absorvido pela pele, por ingestão e inalação, podendo produzir neurite periférica e diabetes transitória no período da exposição.

O 2,4,5 triclorotenociacético (2,4,5 T) tem uso semelhante ao anterior, apresentando uma dioxina (tetraclorodibenzodioxina) como impureza, responsável pelo aparecimento de cloroacnes, abortamentos e efeitos teratogênico e carcinogênico.

A mistura do 2,4 D com o 2,4,5 T representa o principal componente do agente laranja, utilizado como agente desfolhante na Guerra do Vietnam, responsável pelo aparecimento de cânceres, entre eles linfomas, nos veteranos de guerra, e de malformações congênitas em seus filhos. O nome comercial desta mistura é Tordon.

## MODO DE AÇÃO DE FENOXIACÉTICOS

- Baixa ou moderada toxicidade aguda para mamíferos.
- Lesões degenerativas, hepáticas e renais (em altas doses).
- Lesões do sistema nervoso central.
- Neurite periférica retardada.

## SINTOMAS DE INTOXICAÇÃO- FENOXIACÉTICOS

### **PRIMEIRAMENTE:**

Perda de apetite  
Irritação da pele exposta  
Enjôo  
Irritação do trato gastrintestinal

### **DEPOIS:**

Esgotamento  
Vômitos  
Dores torácicas a abdominais  
Fasciculação muscular  
Fraqueza muscular  
Confusão mental  
Convulsões  
Coma

#### 2.2.2.4. Fumigantes

Exemplos: Brometo de metila, fosfina.

Bem absorvidos pela via respiratória e menos pela via dérmica. São excelentes irritantes de mucosas.

#### 2.2.2.5. Raticidas

São derivados da cumaria e indantona. São absorvidos por via oral. São anticoagulantes, inibindo a formação da protombina. Assim, promovem hemorragias em diversos órgãos.

#### 2.2.2.6. *Exposição a múltiplos agrotóxicos*

Outro aspecto a ser ressaltado refere-se à exposição a múltiplos agrotóxicos. O trabalhador rural brasileiro frequentemente se expõe a diversos produtos, ao longo de muitos anos, disso resultando quadros sintomatológicos combinados, mais ou menos específicos, que se confundem com outras doenças comuns em nosso meio, levando a dificuldades e erros diagnósticos, além de tratamentos equivocados. A tabela 4 mostra os efeitos da exposição prolongada a vários produtos agrotóxicos.

**Tabela 4** - Efeitos da exposição prolongada a múltiplos agrotóxicos

Sistema/órgão	Efeito
Sistema nervoso	Síndrome asteno-vegetativa, polineurite, radiculite, encefalopatia, distonia vascular, esclerose cerebral, neurite retrobulbar, angiopatia da retina
Sistema respiratório	Traqueíte crônica, pneumofibrose, enfisema pulmonar, asma brônquica
Sistema cardiovascular	Miocardite tóxica crônica, insuficiência coronária crônica, hipertensão, hipotensão
Fígado	Hepatite crônica, colecistite, insuficiência hepática
Rins	Albuminúria, nictúria, alteração do clearance da uréia, nitrogênio e creatinina
Trato gastrointestinal	Gastrite crônica, duodenite, úlcera, colite crônica (hemorrágica, espástica, formações polipóides), hipersecreção e hiperacidez gástrica, prejuízo da motricidade
Sistema hematopoiético	Leucopenia, eosinopenia, monocitose, alterações na hemoglobina
Pele	Dermatites, eczemas
Olhos	Conjuntivite, blefarite

Fonte: Kaloyanova Simeonova 1977.

A ocorrência de efeitos neurotóxicos relacionados à exposição aos agrotóxicos tem sido descrita com maior frequência nos últimos anos. É o caso das paralisias causadas pela exposição aos organofosforados, que podem aparecer tanto como um efeito crônico como na forma de uma ação neurotóxica retardada, após uma exposição intensa, porém não necessariamente prolongada.

É importante realçar a ocorrência dos distúrbios comportamentais como efeito da exposição aos agrotóxicos, que aparecem na forma de alterações diversas, como ansiedade, irritabilidade, distúrbios da atenção e do sono.

Por último, vale a pena salientar que sintomas não específicos presentes em diversas patologias, frequentemente são as únicas manifestações de intoxicação por agrotóxicos, razão pela qual raramente se estabelece esta suspeita diagnóstica.

Esses sintomas compreendem principalmente os seguintes:

- dor de cabeça
- vertigens

- falta de apetite
- falta de forças
- nervosismo
- dificuldade para dormir.

A presença desses sintomas em pessoas com história de exposição a agrotóxicos deve conduzir à investigação diagnóstica de intoxicação por esses produtos.

A partir das informações expostas acima, percebe-se que a exposição aos agrotóxicos causam uma série de sintomas e doenças graves. Assim, fica evidente a importância de conhecer bem os riscos a que as populações estão expostas e, ressalta-se a importância recomendável e mesmo imprescindível para os responsáveis pela atenção aos suspeitos de intoxicação por agrotóxicos que consultem a ampla literatura especializada disponível.

### **2.2.3. Espacialização dos Riscos**

A Organização Mundial da Saúde (OMS) associa qualidade do meio ambiente e saúde, ainda que a quantificação dos elos entre esta e o meio ambiente físico, biológico e social seja difícil de ser efetuado.

A geografia da saúde considera, portanto,

o espaço como uma distribuição de fatores de riscos, ambientais, sociais, econômicos, culturais. Destacando as combinações espaciais de fatores de risco, a geografia mostra como em situações diferentes um mesmo fator combinado de maneira particular a outros atua de maneira específica (Salem, 2003).

Na metodologia do enfoque de risco, proposta pela Organização Mundial da Saúde (OMS), o objetivo é a detecção de grupos populacionais prioritários para alocação de recursos de saúde, aumentando a eficiência da aplicação de recursos públicos em países não-desenvolvidos economicamente. As fontes do risco neste caso são amplas, envolvendo atributos individuais e aspectos sócio-ecológicos (Hayes, 1992; MS/OPAS, 1983). A identificação de grupos populacionais de maior risco de adoecer ou morrer por determinados agravos vem sendo uma das questões chaves da prevenção em saúde (PINA, 2000, p. 20).

Planejamento, monitoramento e avaliação de programas, estudo do contexto socioeconômico, vigilância em saúde, e as demais atividades essenciais à reorientação das ações do setor saúde são beneficiadas pela incorporação da distribuição espacial dos eventos.

Assim, a maior parte dos riscos evocados é percebida como tendo efeitos negativos sobre o indivíduo ou sobre o grupo social. Esses efeitos se traduzem seja na perda de bens, seja na morte, seja na doença. Assim, as relações entre risco e saúde devem constituir uma reflexão central que é também o resultado das análises anteriormente evocadas. (VEYRET, RICHEMOND, 2003, p. 73)

A territorialização é a base para a organização e planejamento dentro da saúde ambiental. (Chiesa; Kon, 2007) afirmam:

Para reconhecer seu território de responsabilidade para além da paisagem, não basta a equipe da unidade de saúde o olhar desarmado, que não ultrapassa a superfície dos fenômenos. Recomenda-se a aproximação com o olhar do antropólogo, que procura ativamente estranhar o que lhe é familiar e familiarizar-se com o que lhe é estranho (CHIESA; KON, 2007 p. 313).

Neste sentido o risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que os produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época (VEYRET, 2003, p. 26).

Milton Santos, em seus estudos sobre Geografia da Saúde no Brasil, aborda os conceitos sobre espaço e território sob a luz da ciência epidemiológica a fim de buscar instrumentos teórico-metodológicos que lhe permitisse entender o processo saúde-doença como manifestação social.

Neste contexto, a Geografia se apresenta, de um lado, como a ciência do estudo das relações entre sociedade e a natureza, e, portanto se vê fortalecida e desempenha um papel fundamental nas análises ambientais nas diversas escalas, e de outro, como a ciência do estudo do espaço e, nesse caso, irá ao encontro das necessidades enfrentadas pela Epidemiologia (FARIA, 2009, p.32).

“No decorrer da história, a Epidemiologia foi incorporando gradativamente o conceito de espaço trabalhado na Geografia e fez dessa categoria uma importante ferramenta para a análise da manifestação coletiva da enfermidade.” (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000).

A concepção de espaço tratado na obra de Milton Santos é importante na medida em que possibilita à Epidemiologia pensar essa categoria enquanto relação social e, assim, permitir pensar a doença enquanto processo de mudança da estrutura espacial, não meramente descrevendo-a. Outra contribuição importante, de acordo com Silva (1985), é que, através da categoria espaço geográfico, a Epidemiologia pôde superar uma visão não histórica do processo biológico e ao mesmo tempo entender os fatores econômicos, sociais, políticos e culturais responsáveis pela produção das doenças endêmicas e epidêmicas. “O conceito de espaço geográfico incorpora os determinantes naturais e sociais numa visão de totalidade, que muitas vezes falta à análise epidemiológica” (SILVA, 1997, p. 588).

Quase que parafraseando essa afirmação, Costa e Teixeira (1999, p. 275) afirmam que:

O espaço geográfico apresenta-se para a epidemiologia como uma perspectiva singular para melhor apreender os processos interativos que permeiam a ocorrência da saúde e da doença na coletividade

De acordo com Czeresnia e Ribeiro (2000, p.602), “os conceitos de espaço geográfico propostos por Milton Santos constituem uma das referências mais importantes para as análises da relação entre espaço e doença, especialmente as produzidas no Brasil”. A influência de Milton Santos na epidemiologia brasileira é reconhecida também por Barreto (2000, p. 613), segundo o qual:

[...] na perspectiva da epidemiologia social, é a divulgação dos trabalhos de Milton Santos, principalmente aqueles produzidos a partir da segunda metade da década de 70, que tem um impacto significativo, pois trazia no conceito de espaço a possibilidade de articular os complexos elementos da dinâmica das sociedades, bem como da sua historicidade.

A concepção de espaço defendida por Santos (1997; 2004) envolve ao mesmo tempo a forma (os objetos contidos no espaço) e a função (as ações que se fazem em relação aos objetos). Sua principal contribuição se faz no sentido de entender o espaço como processo e produto das relações sociais, que se realiza enquanto uma instância social (SANTOS, 1997). Resumidamente o autor o define como:

[...] um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como quadro único na qual a história se dá (SANTOS, 2004, p. 63).

Ao abordar o espaço nessa perspectiva, Santos permite pensá-lo para além das geometrias, pois, na medida em que coloca o papel central das relações sociais na sua produção torna-se ele mesmo uma categoria relacional, que se realiza como processo, movimento ou fluxo. Isso ocorre porque, as formas “[...] estão sempre mudando de significação, na medida em que o movimento social lhes atribui, a cada momento, frações do todo social [...]” (SANTOS, 1997, p. 2). Ou seja, para cada período de tempo as formas terão novos conteúdos e ao mesmo tempo novas funções. Haverá, então, uma dialética forma-conteúdo que se manifesta também como uma dialética socioespacial. Nas palavras do autor:

Pode-se dizer que a forma, em sua qualidade de forma-conteúdo, está sendo permanentemente alterada e que o conteúdo ganha uma nova dimensão ao encaixar-se na forma. A ação que é inerente à função, é condizente com a forma que a contém: assim, os processos apenas ganham inteira significação quando corporificados. (SANTOS, 1997, p. 2).

Ao pensar a categoria espaço como processo social, Santos destacou a importância da técnica para o seu entendimento. Obviamente, uma vez que o processo social se realiza pela ação, não é possível entendê-lo negligenciando as técnicas – “conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria seu espaço” (SANTOS, 2004, p. 29). Não é por acaso que Santos inicia uma das suas mais importantes obras – A Natureza do Espaço – fazendo a discussão da importância das técnicas na análise espacial. A análise das densidades dos sistemas técnicos, que são diferentes para cada lugar, permite entender as mudanças temporais do espaço, os fluxos e as diferentes velocidades.

A categoria espaço em Milton Santos permitiu à Epidemiologia mudar o foco usual de análise centrada na doença para a análise das condições de ocorrência das mesmas (SILVA, 1997).

Ao destacar a supervalorização da técnica, Santos mostra o papel avassalador que o mercado desempenha no setor saúde nos dias atuais. Essa influência mercadológica acabou determinando uma produção pragmática cujas formulações começam no resultado e não nas causas e, por isso, não atinge a maior parte da população (especialmente segmentada) que não tem acesso à saúde. A conferência proferida por Santos trata de expor a importância do pensamento livre,

da produção intelectual que se preocupe com as questões humanitárias, ao mesmo tempo em que faz uma crítica à privatização do saber e da universidade, acompanhada também pela privatização da cidade. Vai dizer o autor que a ciência se viu suplantada pela técnica num momento em que “a globalização veio sem que viesse junto um mundo só” (SANTOS, 2003b, p. 313). Por isso mesmo, a questão se afirma para além da técnica, trata-se de uma questão de economia política e de distribuição do poder e da riqueza (SANTOS, 2003b).

Essa talvez seja a grande contribuição de Milton Santos à saúde pública brasileira. Ao entender o espaço no contexto do desenvolvimento técnico-científico-informacional o setor saúde passa a entender a doença não apenas como o resultado da presença de vírus e bactérias (análise unicausal), mas, como resultado de uma dinâmica social complexa.

Ao destacar o papel da economia política e das relações sociais de poder na produção do espaço, Santos (1998b) aponta a importância da categoria território nas análises geográficas. Entendido como uma categoria de análise social, o território se apresenta como o recorte ou fração do espaço qualificado por seu sujeito.

“A categoria analítica é o território usado pelos homens, tal qual ele é, isto é, o espaço vivido pelo homem [...]” (SANTOS, 2003b, p. 311). Tendo em vista a importância que essa categoria vem adquirindo nas pesquisas e planejamento em Saúde, algumas considerações serão feitas sobre o tema.

### **2.2.3. Mapeamento de Risco**

Uma das maneiras de se conhecer mais detalhadamente as condições de saúde da população é através de mapas que permitam observar a distribuição espacial de situações de risco e dos problemas de saúde.

Conforme Souza (1996), a abordagem espacial permite a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais, promovendo o inter-relacionamento das informações de diversos bancos de dados. Nesse sentido é fundamental que as informações sejam localizáveis, fornecendo elementos para construir a cadeia explicativa dos problemas do território e aumentando o poder de orientar ações intersetoriais específicas (Souza et al., 1996).

Além de conhecer sua dinâmica, métodos e perspectivas é preciso visualizar a importância do uso dos sistemas de informação geográfica (SIG) para o

aprimoramento dos diversos estudos e planejamento dos serviços de saúde. Os Sistemas de Informações Geográficas propiciam a melhor visualização e o entendimento espacial da saúde de uma população, a distribuição de doenças em uma área, e os efeitos ambientais na saúde e nas doenças.

#### 2.2.3.1. Cartografia do risco

Uma leitura dos manuais de Epidemiologia como o que foi desenvolvido por Medronho et al (2005) pode mostrar capítulos inteiros dedicados ao ensino das técnicas de análises espaciais, as quais são trabalhadas pela Geografia.

Entre essas técnicas, destaca-se a utilização das ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG), pela sua capacidade de agrupar uma grande quantidade de dados e sua respectiva localização.

De fato, o risco é um tema importante para uma geografia que procura centrar-se em alguns conceitos sistêmicos. Elemento constitutivo de um geosistema do risco natural, ele participa cada vez mais de uma interface para o risco industrial (tecnológico) (VEYRET, 2003, p. 96).

### **2.3. Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul**

A metodologia deste trabalho terá também como base parte do referencial teórico do estudo “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”. As cidades selecionadas para amostragem foram escolhidas conforme a área utilizada de produção agrícola dos municípios, obtida do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), divididas pelas 24 bacias hidrográficas do Estado. Em cada bacia hidrográfica, foram selecionados três municípios.

O critério adotado para a escolha dos municípios a serem entrevistados foi o de ter a maior área de produção agrícola dentro da bacia hidrográfica. Infere-se que com maior área produtiva o município tenha maior uso de agrotóxicos.

**Tabela 5** - Municípios selecionados como unidades amostrais do estudo.

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ÁREA DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA (ha)</b>
Bacia Alto Jacuí (G-50)	Júlio de Castilhos	136.672
	Cruz Alta	101.998
	Soledade	87.115
Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	Bom Jesus	202.871
	Vacaria	129.918
	São José dos Ausentes	104.843
Bacia Baixo Jacuí (G-70)	Barra do Ribeiro	54.162
	Guaíba	22.336
	Sertão Santana	16.771
Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	São Borja	272.329
	Santo Antônio das Missões	128.445
	Bossoroca	124.065
Bacia Camaquã (L-30)	Canguçu	244.096
	Pinheiro Machado	206.763
	Lavras do Sul	177.695
Bacia do Caí (G-30)	Montenegro	24.154
	Caxias do Sul	84.593
	Farroupilha	21.894
Bacia Gravataí (G-10)	Santo Antônio da Patrulha	63.943
	Viamão	79.863
	Glorinha	24.594
Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	Santiago	199.940
	Alegrete	633.505
	Itaqui	234.805
Bacia Ijuí (U-90)	Santo Ângelo	49.307
	Boa Vista do Cadeado	58.460
	Ijuí	49.184
Bacia Jaguarão(L-60)	Jaguarão	161.042
	Herval	136.112
	Pedras Altas	101.575
Bacia Lago Guaíba (G-80)	Cachoeira do Sul	303.712
	Encruzilhada do Sul	253.120
	Caçapava do Sul	224.516
Bacia Litoral Médio (L-20)	Mostardas	108.237
	Palmares do Sul	48.985
	São José do Norte	53.860
Bacia Negro (U-80)	Bagé	294.276
	Aceguá	95.301
	Hulha Negra	33.733
Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	Palmeira das Missões	125.433
	Passo Fundo	51.614
	Chapada	52.379
Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	Santa Vitória do Palmar	269.956
	Piratini	267.227
	Rio Grande	164.195
Bacia Quaraí (U-60)	Santana do Livramento	595.669

	Uruguaiana	351.801
	Quaraí	261.764
Bacia Rio dos Sinos (G-20)	Caraá	15.718
	Taquara	20.482
	Rolante	15.508
Bacia Rio Mampituba (L-50)	Três Cachoeiras	26.424
	Mampituba	5.137
	Torres	5.076
Bacia Rio Pardo (G-90) Bacia Rio Pardo (G-90)	Barros Cassal	41.952
	Candelária	61.708
	Santa Cruz do Sul	45.900
Bacia Santa Maria (U-70)	São Gabriel	393.490
	Rosário do Sul	328.203
	Dom Pedrito	407.546
Bacia Taquari-Antas (G-40)	São Francisco de Paula	205.598
	Cambará do Sul	103.430
	Muitos Capões	82.877
Bacia Tramandaí (L-10)	Maquiné	9.934
	Terra de Areia	4.782
	Osório	23.792
Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	Santo Augusto	38.845
	Giruá	63.951
	Três de Maio	34.813
Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	São Sepé	175.429
	Santa Maria	135.305
	Restinga Seca	67.644

Fonte: Centro Estadual de Vigilância em Saúde RS, 2010.

O estudo “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul” fez o levantamento de dados primários, identificando os princípios ativos e o volume dos agrotóxicos utilizados nas principais culturas por meio da aplicação de questionários com agricultores de 72 cidades do Estado. Em cada localidade, foram entrevistados três agricultores, um funcionário (técnico) da cooperativa ou sindicato agrícola e um profissional responsável por uma casa agropecuária. Durante as entrevistas, foram abordadas as principais culturas de cada área, resultando em 15 lavouras principais. Dentro dessas, foram dimensionados o uso de pesticidas e a quantidade de cada um por área plantada. As entrevistas foram feitas por meio de questionário onde os entrevistados respondiam espontânea e anonimamente sobre as culturas cultivadas na sua propriedade e os agrotóxicos utilizados durante o processo.

No total, foram realizadas 360 entrevistas: 216 feitas com agricultores, 72 com membros de cooperativas e 72 com funcionários de agropecuárias. Os resultados

coletados entre os membros de cooperativas e funcionários de agropecuárias foram de interesse qualitativo e auxiliaram a validar os dados coletados diretamente com os produtores rurais.

As informações coletadas em campo foram consideradas verídicas e, posteriormente, comparadas com dados pré-existentes de consumo coletados por instituições como a Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER/RS), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e IBGE.

Os dados gerados pelas entrevistas foram de uso exclusivo da Secretaria Estadual da Saúde do RS (SES/RS) e não houve identificação dos entrevistados.

Os dados de área utilizados no plantio foram normalizados por hectare e os de volume por litros de calda utilizada por hectare. A calda é a mistura líquida do produto defensivo em água. Junto e com a coleta dos dados de campo, a concentração do ingrediente ativo de cada produto foi anexada ao estudo para o cálculo do volume de cada princípio ativo utilizado nas áreas de plantio por cultura e por bacia. Os resultados de volume utilizado nas lavouras gaúchas foram agrupados por princípio ativo utilizado como agrotóxico. O volume total de agrotóxico usado devidamente separado por uso em cada cultura é a soma das massas usadas desse produto nas diferentes culturas. Cada município e bacia hidrográfica foram avaliados separadamente e de forma coesa no final do estudo, o que gerou um panorama estadual para o tema.

Posteriormente, os dados de volume (L/ha) calculados foram exportados para outra planilha e, a partir da porcentagem do princípio ativo (PA), foi possível calcular o volume na bacia. Se mais de um agricultor na mesma bacia plantasse o mesmo produto, seria feita uma média aritmética dos volumes usados. Entretanto, o valor calculado representou somente o volume usado em 1 hectare. Assim, esse valor é multiplicado pela área plantada da cultura na bacia de interesse.

### **2.3.3. Determinação dos Compostos com Maior Risco à Saúde Humana**

O ranqueamento dos princípios ativos com maior risco à saúde humana usados nas culturas do RS foi elaborado a partir de uma fórmula que considera como variáveis as principais características físico-químicas dos compostos e o

volume total do produto utilizado nas lavouras. Esse ranqueamento ocorreu para dois cenários: por bacia hidrográfica e para o Estado do RS.

As variáveis foram determinadas conforme sua importância no risco de ingestão dos compostos via consumo de água potável. Assim, as variáveis selecionadas para o cálculo foram separadas em dois grupos: o Grupo 1, representado por variáveis de maior importância, e o Grupo 2, por variáveis com grau de importância considerado menor para saúde humana via ingestão de água potável.

As variáveis consideradas no Grupo 1 foram:

- Volume total utilizado (*Vfr*);
- Solubilidade em água (*Sfr*);
- Degradação em dias (biológica, hidrólise, fotólise) (*Dfr*);
- Toxicidade descrita (*Tfr*).

As variáveis consideradas no Grupo 2 foram:

- Kow coeficiente de partição octanol/água (*Kfr*);
- Toxicidade dose letal oral ratos (*DLfr*);
- Pressão de vapor (*Pfr*);
- Carcinogênese (*Cfr*).

Com base nos resultados de cada variável para o princípio ativo, é possível determinar um valor de ranqueamento (R), conforme fórmula descrita a seguir:

$$R = (Vfr) + (Sfr) + (Dfr) + (Tfr) + (Kfr) + (DLfr) + (Pfr) + (Cfr)$$

Dentro dessas variáveis, o *Vfr* é baseado em dados primários, provenientes das estimativas feitas durante a fase de entrevistas desse estudo. Os demais fatores foram provenientes de consultas bibliográficas.

#### 2.3.3.1. Cálculo do Volume dos Princípios Ativos Mais Críticos

Foi realizado, também, o cálculo do volume dos 10 compostos mais críticos para todo o Estado. Os 10 compostos mais críticos nas 24 bacias foram selecionados, sendo que ocorreu empate na 10<sup>a</sup> colocação. De posse de todos os

dados de criticidade por bacia hidrográfica, foi possível elencar os compostos mais críticos ao abastecimento humano no RS.

### 2.3.3.2. Método de Determinação dos compostos com maior Risco à Saúde Humana

O ranqueamento dos princípios ativos dos agrotóxicos usados nas culturas do Rio Grande do Sul foi elaborado a partir de uma fórmula que considera como variáveis as principais características físico-químicas dos compostos e o volume total do produto utilizado nas lavouras gaúchas. Esse ranqueamento ocorreu para dois cenários, por Bacia Hidrográfica e para o Estado do Rio Grande do Sul.

As variáveis foram determinadas conforme importância dessas no risco de ingestão dos compostos via consumo de água potável. Desta forma, as variáveis selecionadas para o cálculo de ranqueamento foram separadas em dois grupos: o Grupo 1, representado por variáveis de maior importância; e o Grupo 2, por variáveis com grau de importância inferior ao Grupo 1.

Cada variável do Grupo 1 e 2 foram divididas em 4 escalas, cada escala recebeu um fator de referência (fr) conforme sua relevância ao risco a saúde humana via ingestão de água potável, o quadro abaixo apresenta a escala de relevância:

Grupo 1			
Baixa	<b>2</b>	Média	<b>4</b>
Alta	<b>6</b>	Muito Alta	<b>8</b>

Grupo 2			
Baixa	<b>1</b>	Média	<b>2</b>
Alta	<b>3</b>	Muito Alta	<b>4</b>

Para cada variável dos grupos foi utilizada a fórmula descrita a seguir para determinar em qual escala de relevância o princípio ativo se encontra.

$$Y = (Mx + mx) / 4$$

Onde:

Y = faixa de variação;

Mx = máximo valor encontrado para a variável;

$m_x$  = mínimo valor encontrado para a variável.

A partir da determinação de  $Y$  é possível o cálculo das escalas de relevância. Conforme fórmula descrita:

- **Escala Baixa** =  $m_x$  até  $m_x + Y$
- **Escala Média** =  $> m_x + Y$  até  $m_x + 2Y$
- **Escala Alta** =  $> m_x + 2Y$  até  $m_x + 3Y$
- **Escala Muito Alta** =  $> m_x + 3Y$  até  $M_x$

A seguir são descritas as variáveis presentes em cada grupo e como foram organizados os dados para serem inseridos nas fórmulas de ranqueamento.

### Grupo 1

- Volume Total Utilizado ( $V_{fr}$ )

“Soma do uso do princípio ativo nas culturas da Bacia Hidrográfica (cenário 1) e do Rio Grande do Sul (cenário 2), considerando que: quanto maior o volume, maior o nível de significância. Ou seja, quanto maior a quantidade utilizada, maior a concentração na água a ser consumida”.

- Solubilidade em Água ( $S_{fr}$ )

“Segundo informações de referências bibliográficas específicas, foi considerado como máximo o valor 100 para 100% de solubilidade e 1 para 0 % de solubilidade ou insolúvel, sendo que quanto mais solúvel maior o nível de significância. Ou seja, quanto mais solúvel, mais fácil de ser transportado via corpos d’água até as áreas de captação”

- Degradação em dias (Biológica, Hidrolise, Fotólise) ( $D_{fr}$ )

“Segundo informações de referências bibliográficas específicas, foi considerado como máximo valor do fator de degradação o maior valor em dias encontrado para as vias de degradação encontradas para o princípio ativo, onde o menor número de dias indica um maior nível de significância. Ou seja, quanto maior o tempo de vida do composto, mais distante do local de aplicação ele pode chegar”.

- Toxicidade Descrita (Tfr)

“Dados coletados de bibliografias específicas, especificados como baixo, moderado, alto e muito alto, sendo que quanto maior o grau descrito, maior é o nível de significância. Ou seja, quanto mais tóxico maior o efeito em seres humanos”.

## **Grupo 2**

- Kow Coeficiente de partição octanol/água (Kfr)

“Dados coletados de bibliografias específicas, sendo que quanto menor o Kow maior o nível de significância. Ou seja, quanto mais hidrosolúvel maior o nível”.

- Toxicidade Dose Letal oral ratos (DLfr)

“Dados coletados de bibliografias específicas, especificados em mg/Kg de dose letal via oral para ratos do princípio ativo, sendo que quanto menor a concentração de dose letal maior o nível de significância. Ou seja, quanto menor a dose necessária para levar os ratos a morte, maior o nível de significância”.

- Pressão de Vapor (Pfr)

“Dados coletados de bibliografias específicas, sendo que quanto maior a pressão de vapor maior o nível de significância. Ou seja, quanto maior a estabilidade do composto em condições de pressão e temperatura (baixo valor de pressão de vapor), maior o nível de significância”.

- Carcinogênico (Cfr)

“Dados coletados de bibliografias específicas onde serão considerados com alto nível de significância os compostos conhecidos carcinogênicos, assim como compostos considerados possivelmente ou de carcinogenicidade desconhecida receberão nível alto e o nível baixo para compostos não carcinogênicos”

Com base nos resultados de cada variável para o principio ativo é possível determinar um valor de ranqueamento (R), conforme fórmula descrita abaixo:

$$R = (Vfr) + (Sfr) + (Tfr) + (DLfr) + (Kfr) + (Pfr) + (Dfr) + (Ufr) + (Cfr)$$

Importante salientar que dentre todas estas variáveis, somente o  $V_{fr}$  é baseado em dados primários, provenientes das estimativas feitas durante a fase de entrevistas deste estudo. Os demais fatores foram provenientes de dados secundários.

Após o cálculo do R para todos os princípios ativos foi possível determinar os compostos de maior criticidade ao abastecimento de água potável por Bacia Hidrográfica e para todo o Estado do Rio Grande do Sul. Sendo que quanto maior o valor de R maior a criticidade.

#### 2.3.3.3. Cálculo de Volume dos 10 Princípios Ativos Mais Críticos no RS

De posse de todos os dados de criticidade por bacia hidrográfica foi possível ranquear quais os compostos mais críticos ao abastecimento humano no Rio Grande do Sul. E, com isso, colaborar na formação de uma rede de pesquisa e monitoramento para eles. Assim, neste item apresentam-se os 10 compostos mais críticos ao abastecimento humano descritos anteriormente neste estudo.

#### 2.3.3.4. Método

Para o cálculo foram selecionados os 10 compostos mais críticos nas 24 bacias, sendo que, quando ocorreu empate na 10ª colocação, todos os compostos que apresentassem o mesmo valor do 10º foram considerados para o cálculo de soma total da criticidade no RS. Assim a fórmula para o cálculo é a seguinte.

$$\text{Composto X} = \sum_{\text{Bacias}} R_x$$

Onde:

X = composto de interesse

$R_x$  = criticidade do composto de interesse na Bacia Hidrográfica

#### 2.3.3.5. Resultados

Com base nestes cálculos pode-se identificar os compostos mais amplamente utilizados no Estado. Destaca-se o Glifosato, agrotóxico amplamente utilizado em diferentes culturas, pois trata-se de um herbicida sistêmico não seletivo.

A Tabela 6 apresenta os resultados dos 10 compostos mais críticos à saúde humana pela via consumo de água potável.

**Tabela 6** - Agrotóxicos mais críticos para o Estado do RS

<b>Agrotóxico</b>	<b>Criticidade (R)</b>
Glifosato	560
Acefato	323
Difeconazol	228
Metamidofós	236
Metalaxil-m	182
Cipermetrina	162
Diflubenzuron	162
Folpete	124
Tiofanato metílico	124
Carbofurano	139
Nota: A tabela lista os agrotóxicos mais críticos (média entre os mais críticos de todas as bacias para o Estado do RS, em ordem decrescente).	

**Fonte:** SES-RS, 2010

Para melhor entendimento da situação de uso dos agrotóxicos mais críticos, encontrada no estado, apresenta-se uma breve análise destes princípios ativos em ordem de importância de criticidade.

#### **2.3.4. Análise dos princípios ativos mais críticos**

##### *Glifosato*

O Glifosato é um herbicida sistêmico não seletivo utilizado no controle de plantas anuais e perenes, incluindo gramíneas, ervas daninhas e plantas lenhosas. É utilizado em culturas de ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, eucalipto, maçã, milho, pastagens, pêssego, soja, trigo, uva e outros. Os nomes comerciais dos produtos que contém Glifosato são: Gallup, Landmaster, Pondmaster, Ranger, Roundup, Rodeo, Accord e Touchdown. Também pode ser utilizado em formulação com outros herbicidas. Na água é fortemente adsorvido na matéria orgânica em suspensão e minerais e é decomposto principalmente por microorganismos.

Sua meia-vida em água varia de 12 dias a 10 semanas e pode mobilizar-se superficialmente através da água quando as partículas de solo às quais é adsorvido são carregadas para os rios e riachos.

#### *Acefato*

O Acefato é um inseticida organofosforado de pulverização foliar, de persistência moderada, com atividade sistêmica residual. Em cerca de 10 a 15 dias fica mais facilmente adsorvido no solo e tem processos de hidrólise lentos. Ele é utilizado para controlar vários tipos de insetos, resistentes em frutas, legumes e hortigranjeiros. Alguns produtos comerciais que contém o Acefato em sua composição são: Orthene, Asataf, Pillarhene, Kitron, Aimthane, Ortran, Ortho 12420, Ortril, Chevron RE12420 e Orthene 755.

#### *Difeconazol*

O Difeconazol é um fungicida sistêmico utilizado em várias culturas com aplicação foliar ou no tratamento das sementes. Nas culturas de abacate, abobrinha, álamo, alface, algodão, alho, amendoim, arroz, banana, batata, berinjela, beterraba, café, cebola, cenoura, citros, coco, couve-flor, ervilha, feijão, maçã, mamão, melancia, melão, morango, pepino, pêssego, pimentão, soja, tomate, uva e café se faz a aplicação foliar. Já no algodão, amendoim, cevada, feijão, soja e trigo a aplicação pode ser na semente.

Este fungicida é encontrado nos produtos comerciais Prisma, Score, Spectro, Flare, Difeno Helm, entre outros. Sua dissipação no solo é lenta e depende da taxa de aplicação.

#### *Metamidofós*

O inseticida Metamidofos é comercializado sob diferentes nomes comerciais, entre eles: Tamaron BR (Bayer), Hamidop 600 (Arysta), Metamidofos Fersol 600, Metafos, Metasip, Dinafos. É um inseticida acaricida organofosforado sistêmico, formulado como concentrado solúvel ou solução aquosa não concentrada. Seu uso se dá em pulverização foliar nas culturas de algodão, amendoim, batata, feijão, soja, tomate e trigo. Na cultura do tomate, seu uso está autorizado somente para tomate rasteiro, com fins industriais (massa de tomate, etc.), sendo seu uso proibido para tomate de mesa. Por ser um éster solúvel em água e razoavelmente polar, o

Metamidofós, é degradado com certa facilidade e rapidez, especialmente através da hidrólise da ligação éster.

#### *Metalaxil-M*

É um fungicida de aplicação foliar nas culturas de batata, cebola, melancia, melão, milho, pepino, rosa, tomate, uva e de aplicação em sementes de milho e soja. Vendido principalmente sob os nomes comerciais de Ridomil Gold, CGA 329 351, CGA 76539, R-Metalaxyl e Mefenoxam. O Metalaxil-M possui uma persistência biológica de 12 a 14 dias.

#### *Cipermetrina*

A cipermetrina é um inseticida piretróide sintético, utilizado para controlar várias pragas em cultivos de frutas e hortaliças. Os produtos comerciais que incluem a cipermetrina em sua composição são: Ammo, Arrivo, Barricade, Basathrin, Cymbush, Cymperator, Cynoff, Cypercopal, Cyperguard 25EC, Cyperhard Tech, Cyperkill, Cypermar, Demon, Flectron, Fligene CI, Folcord, Kafil Super, Polytrin, entre outros. A cipermetrina é insolúvel em água e tem uma forte tendência a adsorver as partículas do solo, portanto é improvável que cause a contaminação em águas subterrâneas. Sob condições normais de temperatura e pH a cipermetrina é hidrolisada e possui uma meia-vida de 50 dias.

#### *Diflubenzuron*

Diflubenzuron é um inseticida do grupo da benzoilfenil uréia, vendido sob o nome comercial de Dimilin, entre outros, incluindo, DU112307, ENT- 29054, Micromite e OMS-1804. O diflubenzuron é utilizado nas culturas de algodão, milho, soja e trigo. Este composto é degradado em água rapidamente, possuindo uma meia-vida de 1 a 3 semanas. A persistência do diflubenzuron em ecossistemas aquáticos ainda não é bem conhecida, mas sabe-se que a sua adsorção está relacionada com a quantidade de matéria orgânica, pH e a temperatura.

#### *Folpete*

O Folpete é um fungicida de ação foliar, utilizado em culturas de flores, plantas ornamentais, frutas como maçã, melão, uva e legumes como a cebola. Alguns nomes comerciais de produtos que o incluem em sua composição são:

Cosan T, Faltan, Folnit, Folpel, Ftalan, Fungitrol 11, Intercide TMP, Orthoraltan 50, Orthophaltan, Phthaltan, Sanfol, Spolacid, Trifol, Folpet, Folpan, Folpex, Phaltan, Vinicoil e Thiophal. Possui uma baixa toxicidade devido a sua instabilidade hidrolítica.

#### *Tiofanato Metílico*

O Tiofanato metílico é um fungicida precursor de benzimidazol utilizado com aplicação foliar nas culturas de abacaxi, abóbora, alho, amendoim, arroz, banana, berinjela, café, cebola, citros, cravo, ervilha, feijão, maçã, mamão, manga, melancia, melão, morango, pepino, soja, tomate, trigo e uva.

Aplicado também nas sementes de feijão e soja. Encontrado com os nomes comerciais de Cercobin, Enovit, Neotopsin, Sigma, Trevin, Zyban.

#### *Carbofurano*

O Carbofurano é um inseticida, nematicida e acaricida amplamente utilizado no tratamento de sementes e também de aplicação foliar. É considerado um dos carbamatos mais tóxicos. É vendido sob o nome comercial de Furadan e Curater, entre outros. O inseticida é aplicado no solo em culturas de algodão, amendoim, arroz, milho, trigo, feijão, banana, batata, café, cana-de-açúcar, cenoura, repolho, tomate, e utilizado no tratamento de sementes de algodão, arroz, trigo, milho e feijão, na época do plantio.

No ambiente, a biodegradação do Carbofurano depende da temperatura, umidade, pH do solo, biomassa disponível, assim como da atividade degradativa da mesma. Aplicações periódicas de Carbofurano, no mesmo solo, aumentam a atividade degradativa do composto. O Carbofurano não volatiliza em água e não é adsorvido no sedimento ou partículas em suspensão. Este composto está sujeito à degradação por hidrólise química em meio alcalino.

Sendo assim, o estudo do Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul, possibilitou a criação da nova Portaria RS/SES Nº 320 de 24/04/2014 de potabilidade da água que “Estabelece parâmetros adicionais de agrotóxicos ao padrão de potabilidade para substâncias químicas, no controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no RS”, e evidenciou a necessidade da territorialização dos riscos de contaminação da

potabilidade da água tratada para consumo humano, ocasionado pelo uso de agrotóxicos no estado por Regiões de Saúde, visto que o Sistema Único de Saúde (SUS) organiza suas ações no território conforme as regiões de Saúde de cada Estado.

### **3. METODOLOGIA**

O estado do Rio Grande do Sul historicamente tem utilizado vários tipos de agrotóxicos e em grande quantidade em função de ser um estado com grande percentual de área agrícola. Para entender melhor este processo foi realizado um trabalho descritivo e analítico com delineamento geográfico, onde o objeto de estudo foi a espacialização das áreas de maior utilização de agrotóxicos e de maior grau de criticidade dos mesmos.

#### **3.1. Revisão bibliográfica**

Inicialmente pesquisou-se em sites as principais normas e leis que dispõem sobre a organização do SUS, sua importância e a definição das Regiões de Saúde.

Consultaram-se livros e artigos científicos sobre as definições e indicações de utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para estudos na área da Geografia da Saúde, além da literatura que trata sobre risco em geral, territorialização dos riscos, e principalmente sobre os riscos de exposição aos agrotóxicos e seus efeitos para a saúde humana.

Também, recorreu-se a periódicos que auxiliaram na melhor compreensão e análise dos dados coletados no “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul” (CEVS, 2010). Este estudo proporcionou a base de dados quanti e qualitativos usada no presente trabalho.

#### **3.2. Levantamento de dados**

Com base nas informações coletadas no “Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, foram reunidos dados referentes ao volume e a criticidade dos princípios ativos utilizados nas culturas em cada uma das 24 Bacias Hidrográficas e redistribuídos nas 30 regiões do estado.

Primeiramente, com o auxílio do Software *Excel*, foram geradas planilhas e identificadas as Regiões de Saúde dentro de cada Bacia Hidrográfica, conforme os municípios utilizados na pesquisa amostral.

A Tabela 7 apresenta os municípios utilizados como unidades amostrais no levantamento realizado pelo CEVS, dentro de cada Bacia Hidrográfica e suas respectivas Regiões de Saúde.

**Tabela 7** - Distribuição das Regiões de Saúde conforme municípios estudados como unidades amostrais dentro das Bacias Hidrográficas do estado.

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>Região de Saúde</b>
Bacia Alto Jacuí (G-50)	Júlio de Castilhos	1
Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	São Sepé	1
Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	Santa Maria	1
Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	Restinga Seca	1
Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	Santiago	2
Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	Alegrete	3
Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	Itaqui	3
Bacia Quaraí (U-60)	Santana do Livramento	3
Bacia Quaraí (U-60)	Uruguaiana	3
Bacia Quaraí (U-60)	Quaraí	3
Bacia Santa Maria (U-70)	São Gabriel	3
Bacia Santa Maria (U-70)	Rosário do Sul	3
Bacia Tramandaí (L-10)	Maquiné	4
Bacia Tramandaí (L-10)	Terra de Areia	4
Bacia Rio Mampituba (L-50)	Três Cachoeiras	4
Bacia Rio Mampituba (L-50)	Mampituba	4
Bacia Rio Mampituba (L-50)	Torres	4
Bacia Gravataí (G-10)	Santo Antônio da Patrulha	5
Bacia Rio dos Sinos (G-20)	Caraá	5
Bacia Tramandaí (L-10)	Osório	5
Bacia Litoral Médio (L-20)	Mostardas	5
Bacia Litoral Médio (L-20)	Palmares do Sul	5
Bacia Rio dos Sinos (G-20)	Taquara	6
Bacia Rio dos Sinos (G-20)	Rolante	6
Bacia Taquari-Antas (G-40)	São Francisco de Paula	6
Bacia Taquari-Antas (G-40)	Cambará do Sul	6
Bacia do Caí (G-30)	Montenegro	8
Bacia Baixo Jacuí (G-70)	Barra do Ribeiro	9
Bacia Baixo Jacuí (G-70)	Guaíba	9
Bacia Baixo Jacuí (G-70)	Sertão Santana	9
Bacia Gravataí (G-10)	Viamão	10
Bacia Gravataí (G-10)	Glorinha	10
Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	São Borja	11
Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	Santo Antônio das Missões	11
Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	Bossoroca	11
Bacia Ijuí (U-90)	Santo Ângelo	11

Bacia Alto Jacuí (G-50)	Cruz Alta	12
Bacia Ijuí (U-90)	Boa Vista do Cadeado	12
Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	Santo Augusto	13
Bacia Ijuí (U-90)	Ijuí	13
Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	Giruá	14
Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	Três de Maio	14
Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	Palmeira das Missões	15
Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	Passo Fundo	17
Bacia Alto Jacuí (G-50)	Soledade	19
Bacia Rio Pardo (G-90)	Barros Cassal	19
Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	Chapada	20
Bacia Litoral Médio (L-20)	São José do Norte	21
Bacia Camaquã (L-30)	Canguçu	21
Bacia Camaquã (L-30)	Pinheiro Machado	21
Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	Santa Vitória do Palmar	21
Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	Piratini	21
Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	Rio Grande	21
Bacia Jaguarão(L-60)	Jaguarão	21
Bacia Jaguarão(L-60)	Herval	21
Bacia Jaguarão(L-60)	Pedras Altas	21
Bacia Camaquã (L-30)	Lavras do Sul	22
Bacia Santa Maria (U-70)	Dom Pedrito	22
Bacia Negro (U-80)	Bagé	22
Bacia Negro (U-80)	Aceguá	22
Bacia Negro (U-80)	Hulha Negra	22
Bacia do Caí (G-30)	Caxias do Sul	23
Bacia Taquari-Antas (G-40)	Muitos Capões	24
Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	Bom Jesus	24
Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	Vacaria	24
Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	São José dos Ausentes	24
Bacia do Caí (G-30)	Farroupilha	26
Bacia Lago Guaíba (G-80)	Cachoeira do Sul	27
Bacia Lago Guaíba (G-80)	Encruzilhada do Sul	27
Bacia Lago Guaíba (G-80)	Caçapava do Sul	27
Bacia Rio Pardo (G-90)	Candelária	28
Bacia Rio Pardo (G-90)	Santa Cruz do Sul	28

**Fonte:** PEREIRA, 2014.

Em seguida, os dados de uso e criticidade levantados por bacia hidrográfica foram redistribuídos dentro das Regiões de Saúde, conforme a porcentagem de área de cada município presente na Bacia Hidrográfica (visto que a área das bacias permeia várias Regiões de Saúde).

A tabela 8 apresenta os dados de uso e criticidade de agrotóxicos levantados por Bacia hidrográfica e redistribuídos por Região de Saúde do estado:

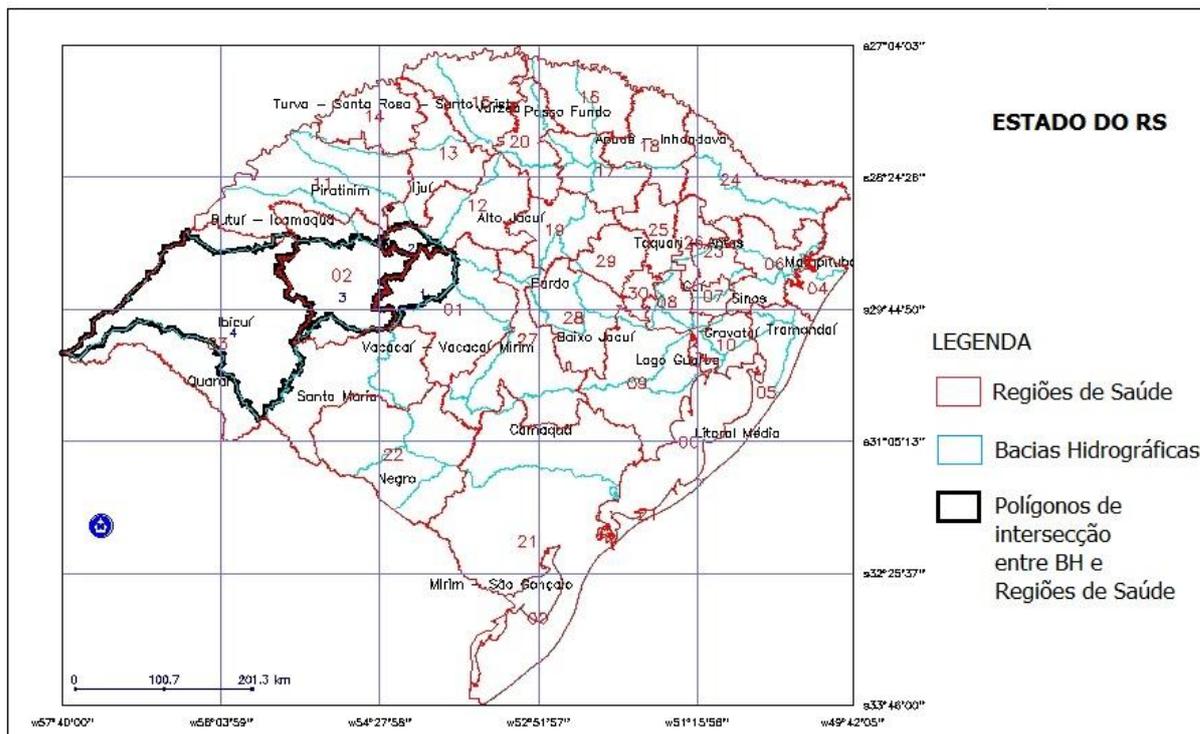
**Tabela 8** - Distribuição de dados de uso e criticidade de agrotóxicos, levantados por Bacia hidrográfica e redistribuídos por Região de Saúde do estado.

<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	<b>Região de Saúde</b>	<b>Uso por Bacia (L/km<sup>2</sup>/ano)</b>	<b>Criticidade por Bacia (L/km<sup>2</sup>/ano)</b>
Bacia Alto Jacuí (G-50)	1	919,02	193,89
Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	1	197,26	61,5
Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	3	224,37	55,06
Bacia Quaraí (U-60)	3	197,28	76,16
Bacia Rio Mampituba (L-50)	4	162,75	60,75
Bacia Gravataí (G-10)	5	340,37	75,4
Bacia Tramandaí (L-10)	5	60,58	20,84
Bacia Rio dos Sinos (G-20)	6	67,03	20,01
Bacia Taquari-Antas (G-40)	6	265,96	53,83
Bacia Baixo Jacuí (G-70)	9	135,66	34,8
Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	11	404,55	132,41
Bacia Ijuí (U-90)	11	650,54	169,76
Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	13	874,65	255,64
Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	17	786,46	190,02
Bacia Rio Pardo (G-90)	19	367,21	100,79
Bacia Camaquã (L-30)	21	63,87	15,07
Bacia Jaguarão(L-60)	21	80,48	25,29
Bacia Litoral Médio (L-20)	21	261,89	63,46
Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	21	128,85	30,29
Bacia Negro (U-80)	22	67,03	24,56
Bacia Santa Maria (U-70)	22	145,92	34,63
Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	24	277,14	48,2
Bacia do Caí (G-30)	26	140,97	9,2
Bacia Lago Guaíba (G-80)	27	199,51	48,22

**Fonte:** PEREIRA, 2014.

Para fazer uma leitura dos dados de uso de agrotóxico e da criticidade por Região de Saúde, foi necessário verificar quais as bacias hidrográficas que fazem parte de cada Região. O Estado divide-se em 30 Regiões de Saúde, enquanto os recortes das Bacias Hidrográficas totalizam 24.

Através do software *Spring* realizou-se a sobreposição de camadas com as bases cartográficas das regiões de saúde (SES, 2014) com Sistema de Coordenadas LatLong, *DATUM WGS84* e das bacias hidrográficas (FEPAM, 2014), com Sistema de Coordenadas LatLong, *DATUM SAD 69*, ambas em escala de 1:50.000. A partir desta visualização foi possível realizar a edição vetorial das áreas da Região de Saúde que permeiam cada uma das diferentes bacias, conforme figura 3.



**Figura 3** - Mapa das áreas de intersecção entre a Bacia Hidrográfica do Ibicuí e as Regiões de Saúde 1, 2 e 3.

Realizada a edição vetorial de cada polígono da intersecção das Regionais de Saúde com as bacias hidrográficas, dimensionou-se através da função “operações métricas” do software Spring a área dos mesmos, em  $\text{km}^2$ . Através do software Excel criou-se uma tabela com as referidas informações. Para cada região de saúde informou-se quais as bacias que permeiam o seu território, e qual a área que cada uma ocupa. Somente duas regiões têm intersecção com uma bacia, que são a 14 - Santa Rosa e a 30 - Estrela. As demais regiões variam de 2 a 5 bacias.

A tabela 9 apresenta as áreas em  $\text{km}^2$  das bacias hidrográficas que permeiam as Regiões do estado.

**Tabela 9** - Área das de interseção das Bacias hidrográficas nas Regiões de Saúde do estado.

<b>Região de Saúde</b>	<b>Bacias Hidrográficas RS</b>	<b>Áreas em km<sup>2</sup></b>	<b>Área total Região de Saúde (km<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	6191	<b>13394</b>
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	3515	
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1122	
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	2566	
<b>2</b>	Bacia Santa Maria (U-70)	1125	<b>13379</b>
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	2897	
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	9357	
<b>3</b>	Bacia Quaraí (U-60)	6839	<b>42387</b>
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	21777	
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	1517	
	Bacia Santa Maria (U-70)	8629	
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	3625	
<b>4</b>	Bacia Tramandaí (L-10)	1951	<b>2670</b>
	Bacia Rio Mampituba (L-50)	719	
<b>5</b>	Bacia Gravataí (G-10)	483	<b>6700</b>
	Bacia Litoral Médio (L-20)	4434	
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	629	
	Bacia Tramandaí (L-10)	1154	
<b>6</b>	Bacia do Caí (G-30)	942	<b>5438</b>
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2806	
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	1690	
<b>7</b>	Bacia do Caí (G-30)	606	<b>1417</b>
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	811	
<b>8</b>	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	272	<b>2799</b>
	Bacia do Caí (G-30)	1411	
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	321	
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	695	
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	100	
<b>9</b>	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	4095	<b>11181</b>
	Bacia Camaquã (L-30)	4877	
	Bacia Lago Guaíba (G-80)	1932	
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	277	
<b>10</b>	Bacia Lago Guaíba (G-80)	549	<b>2878</b>
	Bacia Gravataí (G-10)	1553	
	Bacia Litoral Médio (L-20)	776	
<b>11</b>	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	10844	<b>15674</b>
	Bacia Ijuí (U-90)	4134	
	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	696	

12	Bacia Ijuí (U-90)	2128	8778
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	5407	
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	1243	
13	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2306	7284
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	539	
	Bacia Ijuí (U-90)	4439	
14	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	5807	5807
15	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2180	8402
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	5896	
	Bacia Ijuí (U-90)	326	
16	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	3163	6668
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3505	
17	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2475	5590
	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	606	
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	1412	
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1097	
18	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5418	6566
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1148	
19	Bacia Alto Jacuí (G-50)	3118	5403
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1809	
	Bacia Rio Pardo (G-90)	476	
20	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3557	4987
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1430	
21	Bacia Litoral Médio (L-20)	1101	27033
	Bacia Jaguarão (L-60)	3727	
	Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	13216	
	Bacia Camaquã (L-30)	8679	
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	310	
22	Bacia Santa Maria (U-70)	6158	15423
	Bacia Negro (U-80)	3158	
	Bacia Jaguarão (L-60)	2226	
	Bacia Camaquã (L-30)	3881	
23	Bacia Taquari-Antas (G-40)	853	2544
	Bacia do Caí (G-30)	1458	
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	233	
24	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5395	10336
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	4941	
25	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3376	3484
	Bacia do Caí (G-30)	108	
26	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1918	2385
	Bacia do Caí (G-30)	467	
27	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	6611	12139
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	1301	
	Bacia Camaquã (L-30)	2931	
	Bacia Rio Pardo (G-90)	236	

	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1060	
<b>28</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1474	<b>7462</b>
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	3189	
	Bacia Rio Pardo (G-90)	2799	
<b>29</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3462	<b>3586</b>
	Bacia Rio Pardo (G-90)	124	
<b>30</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1351	<b>1351</b>
<b>Total</b>			<b>263.145</b>

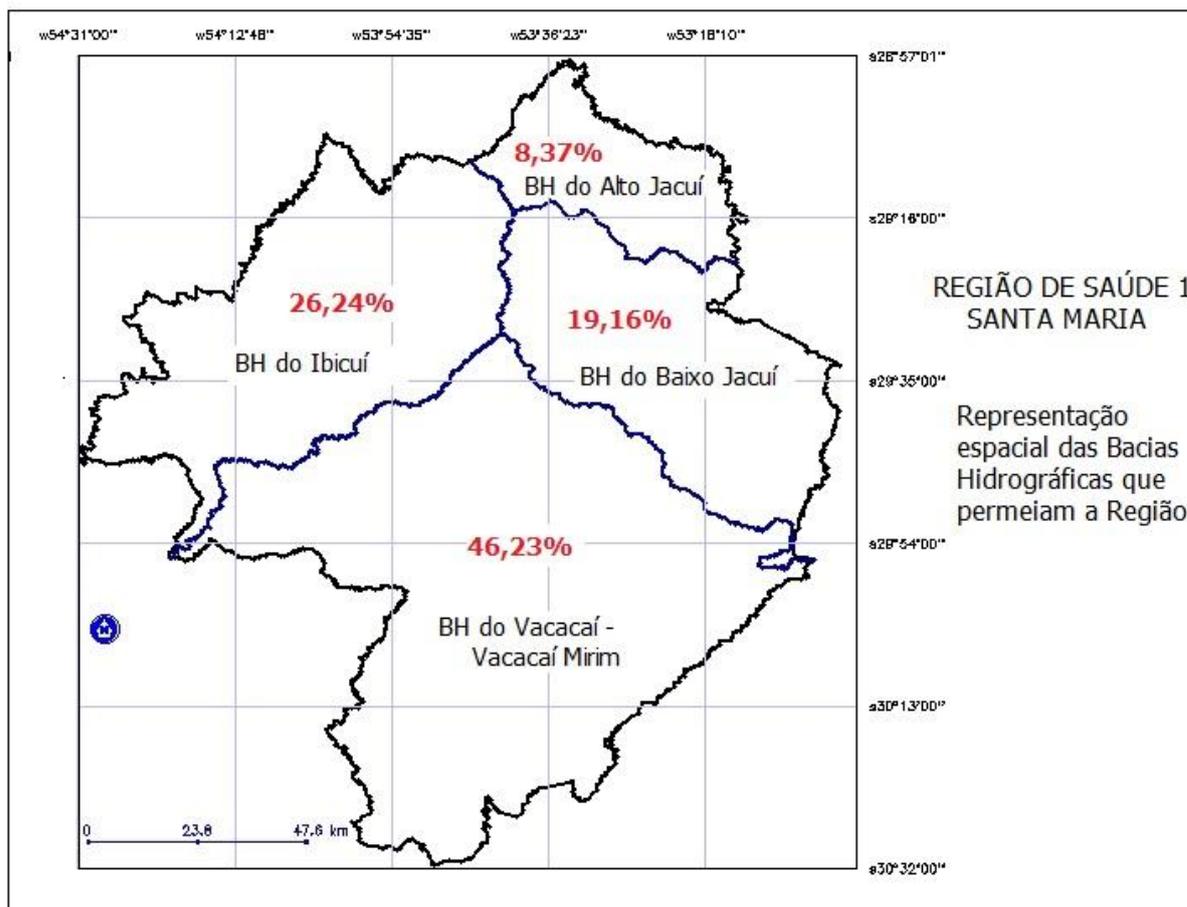
Fonte: PEREIRA, 2014.

Uma vez conhecida a área em km<sup>2</sup> da intersecção das regiões com as bacias, através do software Excel foi possível calcular o percentual de cada bacia dentro de uma região, a partir da seguinte fórmula:

$$\% = \frac{\text{área (km}^2\text{) da intersecção da região com 1 bacia} \times 100}{\text{área (km}^2\text{) da Região de Saúde}}$$

**Figura 4** - Fórmula utilizada para o cálculo da representação espacial de cada bacia em uma região.

Ou seja, a partir do enfoque espacial, mensura-se o quanto cada bacia representa para uma região, conforme figura 5, uma vez que os valores de uso de agrotóxico e de criticidade são diferentes em todas as bacias.



**Figura 5** - Mapa da representação espacial das Bacias Hidrográficas que permeiam a Região 1 - Santa Maria.

A tabela 10 demonstra a porcentagem de representação espacial de cada bacia dentro das regiões de Saúde.

**Tabela 10** - Porcentagem de representação espacial de cada bacia dentro das regiões de Saúde do RS.

Região de Saúde	Bacias Hidrográficas RS	Áreas em km <sup>2</sup>	% na Região de Saúde
1	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	6191	46,22%
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	3515	26,24%
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1122	8,38%
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	2566	19,16%
2	Bacia Santa Maria (U-70)	1125	8,41%
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	2897	21,65%
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	9357	69,94%

3	Bacia Quaraí (U-60)	6839	16,13%
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	21777	51,38%
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	1517	3,58%
	Bacia Santa Maria (U-70)	8629	20,36%
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	3625	8,55%
4	Bacia Tramandaí (L-10)	1951	73,07%
	Bacia Rio Mampituba (L-50)	719	26,93%
5	Bacia Gravataí (G-10)	483	7,21%
	Bacia Litoral Médio (L-20)	4434	66,18%
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	629	9,39%
	Bacia Tramandaí (L-10)	1154	17,22%
6	Bacia do Caí (G-30)	942	17,32%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2806	51,60%
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	1690	31,08%
7	Bacia do Caí (G-30)	606	42,77%
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	811	57,23%
8	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	272	9,72%
	Bacia do Caí (G-30)	1411	50,41%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	321	11,47%
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	695	24,83%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	100	3,57%
9	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	4095	36,62%
	Bacia Camaquã (L-30)	4877	43,62%
	Bacia Lago Guaíba (G-80)	1932	17,28%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	277	2,48%
10	Bacia Lago Guaíba (G-80)	549	19,08%
	Bacia Gravataí (G-10)	1553	53,96%
	Bacia Litoral Médio (L-20)	776	26,96%
11	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	10844	69,18%
	Bacia Ijuí (U-90)	4134	26,37%
	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	696	4,44%
12	Bacia Ijuí (U-90)	2128	24,24%
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	5407	61,60%
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	1243	14,16%
13	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2306	31,66%
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	539	7,40%
	Bacia Ijuí (U-90)	4439	60,94%
14	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	5807	100,00%
15	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2180	25,95%
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	5896	70,17%
	Bacia Ijuí (U-90)	326	3,88%
16	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	3163	47,44%
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3505	52,56%
17	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2475	44,28%
	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	606	10,84%

	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	1412	25,26%
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1097	19,62%
<b>18</b>	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5418	82,52%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1148	17,48%
<b>19</b>	Bacia Alto Jacuí (G-50)	3118	57,71%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1809	33,48%
	Bacia Rio Pardo (G-90)	476	8,81%
<b>20</b>	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3557	71,33%
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1430	28,67%
<b>21</b>	Bacia Litoral Médio (L-20)	1101	4,07%
	Bacia Jaguarão (L-60)	3727	13,79%
	Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	13216	48,89%
	Bacia Camaquã (L-30)	8679	32,11%
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	310	1,15%
<b>22</b>	Bacia Santa Maria (U-70)	6158	39,93%
	Bacia Negro (U-80)	3158	20,48%
	Bacia Jaguarão (L-60)	2226	14,43%
	Bacia Camaquã (L-30)	3881	25,16%
<b>23</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	853	33,53%
	Bacia do Caí (G-30)	1458	57,31%
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	233	9,16%
<b>24</b>	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5395	52,20%
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	4941	47,80%
<b>25</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3376	96,90%
	Bacia do Caí (G-30)	108	3,10%
<b>26</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1918	80,42%
	Bacia do Caí (G-30)	467	19,58%
<b>27</b>	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	6611	54,46%
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	1301	10,72%
	Bacia Camaquã (L-30)	2931	24,15%
	Bacia Rio Pardo (G-90)	236	1,94%
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1060	8,73%
<b>28</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1474	19,75%
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	3189	42,74%
	Bacia Rio Pardo (G-90)	2799	37,51%
<b>29</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3462	96,54%
	Bacia Rio Pardo (G-90)	124	3,46%
<b>30</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1351	100,00%

Fonte: PEREIRA, 2014.

Dando sequência, calculou-se o uso de agrotóxico da região 1 a partir da seguinte fórmula:

$$\begin{aligned}
 &\text{Uso de agrotóxico Região 1 =} \\
 &\text{uso de agrotóxico da BH do Vacacaí-Vacacaí-Mirim (L/km}^2\text{/ano) X área de} \\
 &\text{intersecção na Região de Saúde 1 (km}^2\text{)} \\
 &\quad + \\
 &\text{uso de agrotóxico da BH do Ibicuí (L/km}^2\text{/ano) X área de intersecção na Região de} \\
 &\text{Saúde 1 (km}^2\text{)} \\
 &\quad + \\
 &\text{uso de agrotóxico da BH do Alto Jacuí (L/km}^2\text{/ano) X área de intersecção na Região} \\
 &\text{de Saúde 1 (km}^2\text{)} \\
 &\quad + \\
 &\text{uso de agrotóxico da BH do Baixo Jacuí (L/km}^2\text{/ano) X área de intersecção na} \\
 &\text{Região de Saúde 1 (km}^2\text{)} \\
 &\text{Área da região de Saúde 1 (km}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

**Figura 6** - Fórmula utilizada para o cálculo de uso de agrotóxico na Região de Saúde 1.

A mesma fórmula foi utilizada para as demais regiões de saúde, conforme a quantidade de áreas de intersecção de cada bacia nas regiões de saúde. Desta forma, chegou-se a quantidade de agrotóxicos em L/km<sup>2</sup>/ano, utilizados em cada Região de Saúde do estado.

Para o cálculo da criticidade da região 1, e assim sucessivamente de cada uma das 30 regiões de saúde, utilizaram-se as seguintes fórmulas, conforme a figura 7:

$$\begin{aligned}
 & \text{Criticidade 1} = \text{uso de agrotóxicos críticos da BH do Vacacaí-Vacacaí-Mirim} \\
 & \quad (\text{L/km}^2/\text{ano}) \times \text{área de intersecção na Região de Saúde 1} (\text{km}^2) \\
 & \quad + \\
 & \text{uso de agrotóxicos críticos da BH do Ibicuí} (\text{L/km}^2/\text{ano}) \times \text{área de intersecção na} \\
 & \quad \text{Região de Saúde 1} (\text{km}^2) \\
 & \quad + \\
 & \text{uso de agrotóxicos críticos da BH do Alto Jacuí} (\text{L/km}^2/\text{ano}) \times \text{área de intersecção na} \\
 & \quad \text{Região de Saúde 1} (\text{km}^2) \\
 & \quad + \\
 & \text{uso de agrotóxicos críticos da BH do Baixo Jacuí} (\text{L/km}^2/\text{ano}) \times \text{área de intersecção} \\
 & \quad \text{na} \\
 & \quad \quad \underline{\text{Região de Saúde 1}} (\text{km}^2) \\
 & \quad \quad \text{Área da Região de Saúde 1} (\text{km}^2)
 \end{aligned}$$

**Figura 7** - Fórmula utilizada para o cálculo de criticidade na Região de Saúde 1.

A mesma fórmula foi utilizada para as demais regiões de saúde, conforme a quantidade de áreas de intersecção de cada bacia nas regiões de saúde. Desta forma, chegou-se a quantidade de agrotóxicos críticos em L/km<sup>2</sup>/ano, utilizados em cada Região de Saúde do estado.

Conforme Waldo Tobler (*apud* BRASIL, 2014), “todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes”, entende-se que é possível realizar esta análise espacial para o território de cada região a partir da proporção do uso do agrotóxico e da criticidade de cada bacia que está contida na Região de Saúde.

A tabela 11 demonstra a quantidade média de uso e criticidade dos agrotóxicos por Região de Saúde levando-se em consideração a área em km<sup>2</sup>, de intersecção de cada bacia nas regiões de Saúde no RS.

**Tabela 11** - Quantidade média de uso e criticidade dos agrotóxicos por Região de Saúde no RS.

Região de Saúde	Bacias Hidrográficas RS	Área em km <sup>2</sup>	Área total Polígono Região de Saúde	Uso por Bacia (L/km <sup>2</sup> /ano)	Criticidade por Bacia (L/km <sup>2</sup> /ano)	MÉDIA Uso por Região de Saúde em L/km <sup>2</sup> /ano	MÉDIA Criticidade por Região de Saúde em L/km <sup>2</sup> /ano
1	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	6191	13394	197,26	61,5	253,03	65,78
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	3515		224,37	55,06		
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1122		919,02	193,89		
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	2566		135,66	34,8		
2	Bacia Santa Maria (U-70)	1125	13379	145,92	34,63	256,79	70,09
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	2897		404,55	132,41		
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	9357		224,37	55,06		
3	Bacia Quarai (U-60)	6839	42387	197,28	76,16	208,16	24,60
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	21777		224,37	55,06		
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	1517		404,55	132,41		
	Bacia Santa Maria (U-70)	8629		145,92	34,63		
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	3625		197,26	61,5		
4	Bacia Tramandaí (L-10)	1951	2670	60,58	20,84	88,09	31,59
	Bacia Rio Mampituba (L-50)	719		162,75	60,75		
5	Bacia Gravataí (G-10)	483	6700	340,37	75,4	214,58	52,90
	Bacia Litoral Médio (L-20)	4434		261,89	63,46		
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	629		67,03	20,01		
	Bacia Tramandaí (L-10)	1154		60,58	20,84		
6	Bacia do Cai (G-30)	942	5438	140,97	9,2	182,49	35,59
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2806		265,96	53,83		
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	1690		67,03	20,01		

7	Bacia do Cai (G-30)	606	1417	140,97	9,2	98,65	15,39
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	811		67,03	20,01		
8	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	272	2799	67,03	20,01	151,27	23,32
	Bacia do Cai (G-30)	1411		140,97	9,2		
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	321		265,96	53,83		
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	695		135,66	34,8		
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	100		265,96	53,83		
9	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	4095	11181	135,66	34,8	118,61	28,98
	Bacia Camaquã (L-30)	4877		63,87	15,07		
	Bacia Lago Guaíba (G-80)	1932		199,51	48,22		
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	277		265,96	53,83		
10	Bacia Lago Guaíba (G-80)	549	2878	199,51	48,22	292,34	67,00
	Bacia Gravataí (G-10)	1553		340,37	75,4		
	Bacia Litoral Médio (L-20)	776		261,89	63,46		
11	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	10844	15674	404,55	132,41	490,30	147,73
	Bacia Ijuí (U-90)	4134		650,54	169,76		
	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	696		874,65	255,64		
12	Bacia Ijuí (U-90)	2128	8778	650,54	169,76	755,57	168,38
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	5407		919,02	193,89		
	Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50)	1243		224,37	55,06		
13	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2306	7284	874,65	255,64	703,29	194,18
	Bacia Butuí-Icamaquã (U-40)	539		404,55	132,41		
	Bacia Ijuí (U-90)	4439		650,54	169,76		
14	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	5807	5807	874,65	255,64	874,65	255,64
15	Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30)	2180	8402	874,65	255,64	804,07	206,26
	Bacia Passo	5896		786,46	190,02		

	Fundo-Várzea (U-20)						
	Bacia Ijuí (U-90)	326		650,54	169,76		
<b>16</b>	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	3163	<b>6668</b>	277,14	48,2	544,86	122,75
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3505		786,46	190,02		
<b>17</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	2475	<b>5590</b>	265,96	53,83	526,81	115,11
	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	606		277,14	48,2		
	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	1412		786,46	190,02		
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1097		919,02	193,89		
<b>18</b>	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5418	<b>6566</b>	277,14	48,2	275,19	49,18
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1148		265,96	53,83		
<b>19</b>	Bacia Alto Jacuí (G-50)	3118	<b>5403</b>	919,02	193,89	637,83	139,21
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1809		265,96	53,83		
	Bacia Rio Pardo (G-90)	476		367,21	100,79		
<b>20</b>	Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20)	3557	<b>4987</b>	786,46	190,02	824,47	191,13
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1430		919,02	193,89		
<b>21</b>	Bacia Litoral Médio (L-20)	1101	<b>27033</b>	261,89	63,46	105,99	25,89
	Bacia Jaguarão (L-60)	3727		80,48	25,29		
	Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-40)	13216		128,85	30,29		
	Bacia Camaquã (L-30)	8679		63,87	15,07		
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	310		135,66	34,8		
<b>22</b>	Bacia Santa Maria (U-70)	6158	<b>15423</b>	145,92	34,63	99,67	26,30
	Bacia Negro (U-80)	3158		67,03	24,56		
	Bacia Jaguarão (L-60)	2226		80,48	25,29		
	Bacia Camaquã (L-30)	3881		63,87	15,07		
<b>23</b>	Bacia Taquari-Antas (G-40)	853	<b>2544</b>	265,96	53,83	176,11	25,15
	Bacia do Caí (G-30)	1458		140,97	9,2		
	Bacia Rio dos Sinos (G-20)	233		67,03	20,01		

24	Bacia Apuaê-Inhandava (U-10)	5395	10336	277,14	48,2	271,80	50,89
	Bacia Taquari-Antas (G-40)	4941		265,96	53,83		
25	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3376	3484	265,96	53,83	262,09	52,45
	Bacia do Cai (G-30)	108		140,97	9,2		
26	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1918	2385	265,96	53,83	241,49	45,09
	Bacia do Cai (G-30)	467		140,97	9,2		
27	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	6611	12139	135,66	34,8	197,83	48,07
	Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60)	1301		197,26	61,5		
	Bacia Camaquã (L-30)	2931		63,87	15,07		
	Bacia Rio Pardo (G-90)	236		367,21	100,79		
	Bacia Alto Jacuí (G-50)	1060		919,02	193,89		
28	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1474	7462	265,96	53,83	248,25	63,31
	Bacia Baixo Jacuí (G-70)	3189		135,66	34,8		
	Bacia Rio Pardo (G-90)	2799		367,21	100,79		
29	Bacia Taquari-Antas (G-40)	3462	3586	265,96	53,83	269,46	55,45
	Bacia Rio Pardo (G-90)	124		367,21	100,79		
30	Bacia Taquari-Antas (G-40)	1351	1351	265,96	53,83	265,96	53,83

Fonte: PEREIRA, 2014.

### 3.3. Mapas de Risco

Com os recursos do software de Sistema de Informações Geográficas *SPRING* foram gerados mapas de risco de contaminação da água baseados nos dados levantados anteriormente por bacia hidrográfica do estado, e redistribuídos nas 30 Regiões do RS.

Para a abordagem espacial do uso de agrotóxico e criticidade por Região de Saúde do estado do Rio Grande do Sul, realizaram-se mapas de “agrupamento por passos iguais” gerando 15 grupos através do software Spring com o objetivo de

conhecer e visualizar geograficamente as regiões mais atingidas. A fórmula utilizada foi:

$$\text{Intervalo de valores de cada grupo} = \frac{\text{Valor máx. do atributo} - \text{Valor mín. do atributo}}{\text{Número de grupos}}$$

**Figura 8** - Fórmula utilizada para gerar o agrupamento por passos iguais.

## 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise de Dados Mapeados:

Baseado nos mapas de Utilização ( $L/km^2/ano$ ) dos Princípios Ativos mais Críticos à Saúde Humana no Rio Grande do Sul, por Região de Saúde, cada uma das 30 Regiões de Saúde foi classificada com maior ou menor risco à saúde humana no caso de contaminação dos mananciais de captação de água, segundo determinações do estudo do “Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul”, do CEVS. “As variáveis foram determinadas conforme sua importância no risco de ingestão dos compostos via consumo de água potável. Assim, as variáveis selecionadas para o cálculo foram separadas em dois grupos: o Grupo 1, representado por variáveis de maior importância, e o Grupo 2, por variáveis com grau de importância considerado menor para saúde humana via ingestão de água potável.” (CEVS, 2010).

#### 4.1.1. *Ranking de Criticidade*

O ranking de criticidade de cada Região de Saúde é determinado pelo volume de utilização das substâncias mais e menos críticas estabelecidas pelo estudo.

Na tabela 12, que serviu de base para a confecção dos mapas de uso e criticidade, encontra-se o ranking das Regiões de Saúde com maior uso de agrotóxicos críticos em  $litros/km^2/ano$ , em ordem decrescente de volume de uso.

**Tabela 12** - Ranking das regiões de saúde com maior volume de uso de agrotóxicos críticos em litros/km<sup>2</sup>/ano, no RS.

Ranking	Região de Saúde	MÉDIA Uso por Região de Saúde em L/km <sup>2</sup> /ano	MÉDIA Críticidade por Região de Saúde em L/km <sup>2</sup> /ano
1°	14 - Santa Rosa	874,65	255,64
2°	15 - Frederico Westphalen / Palmeira Missões	804,07	206,26
3°	13 - Ijuí	703,29	194,18
4°	20 - Carazinho	824,47	191,13
5°	12 - Cruz Alta	755,57	168,38
6°	11 - Santo Ângelo	490,30	147,73
7°	19 - Soledade	637,83	139,21
8°	16 - Erechim	544,86	122,75
9°	17 - Passo Fundo	526,81	115,11
10°	2 - Santiago	256,79	70,09
11°	10 - Porto Alegre	292,34	67,00
12°	1 - Santa Maria	253,03	65,78
13°	28 - Santa Cruz do Sul	248,25	63,31
14°	29 - Lajeado	269,46	55,45
15°	30 - Estrela	265,96	53,83
16°	5 - Bons Ventos	214,58	52,90
17°	25 - Vinhedos e Basalto	262,09	52,45
18°	24 - Campos de Cima da Serra	271,80	50,89
19°	18 - Sananduva / Lagoa Vermelha	275,19	49,18
20°	27 - Cachoeira do Sul	197,83	48,07
21°	26 - Uva e Vales	241,49	45,09
22°	6 - Paranhana	182,49	35,59
23°	4 - Belas Praias	88,09	31,59
24°	9 - Carbonífera / Costa Doce	118,61	28,98
25°	22 - Bagé	99,67	26,30
26°	21 - Pelotas / Rio Grande	105,99	25,89
27°	23 - Caxias e Hortências	176,11	25,15
28°	3 - Alegrete / Uruguaiana	208,16	24,60
29°	8 - Canoas / Vale do Caí	151,27	23,32
30°	7 - Novo Hamburgo / São Leopoldo	98,65	15,39

Fonte: PEREIRA, 2014.

As 30 Regiões de Saúde permeiam as 24 Bacias hidrográficas do estado. Desta forma, nesta nova distribuição de dados de uso e criticidade dos agrotóxicos, as regiões agora são compostas por fragmentos das bacias hidrográficas. Sendo assim, as Regiões de Saúde do RS ficaram configuradas desta forma:

**Região de Saúde 1 – Santa Maria:** Esta região alterna 4 Bacias hidrográficas. É constituída de 46,22% de área da Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60), 26,24% da

Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50), 8,38% da Bacia Alto Jacuí (G-50) e 19,16% da Bacia Baixo Jacuí (G-70), totalizando uma área total de 13.394 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 1 classifica-se no 12º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 65,78 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 253,03 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 1 registra o uso de três: Glifosato, Metamidofós e o Diflubenzuron.

**Região de Saúde 2 - Santiago:** Esta região constitui-se de 3 Bacias hidrográficas. É formada de 8,41% da área da Bacia Santa Maria (U-70), 21,65% da Bacia Butuí-Icamaquã (U-40) e 69,94% da Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50), totalizando uma área de 13.379 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 2 classifica-se no 10º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 70,09 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 256,79 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 2 registra o uso de seis: Glifosato, Acefato, Metamidofós, Cipermetrina, Diflubenzuron e Carbofurano.

**Região de Saúde 3 - Alegrete / Uruguaiana:** Esta região permeia 5 Bacias hidrográficas. É constituída de 16,13% da área da Bacia Quaraí (U-60), 51,38% da Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50), 3,58% da Bacia Butuí-Icamaquã (U-40), 20,36% Bacia Santa Maria (U-70) e 8,55% da Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60), totalizando uma área de 42.387 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 3 classifica-se no 28º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 24,60 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 208,16 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 3 registra o uso de todos: Acefato, Folpete, Glifosato, Metalaxil-M, Tiofanato metílico, Cipermetrina, Metamidofós, Carbofurano e Diflubenzuron.

Além de apresentar um alto volume por km<sup>2</sup>/ano, a Região de Saúde 3 mostra um cenário crítico de riscos à saúde humana e de contaminação ambiental.

**Região de Saúde 4 - Belas Praias:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 73,07% da área da Bacia Tramandaí (L-10) e 26,93% da Bacia Rio Mampituba (L-50), totalizando uma área de 2.670 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 4 classifica-se no 23º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 31,59 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 88,09 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 4 registra o uso de Acefato, Glifosato, Cipermetrina, Metalaxil-m, Folpete, Tiofanato metílico e Difeconazol.

**Região de Saúde 5 - Bons Ventos:** Esta região é integrada por 4 Bacias hidrográficas. É constituída de 7,21% da área da Bacia Gravataí (G-10), 66,19% da área da Bacia Litoral Médio (L-20), 9,39% da área da Bacia Rio dos Sinos (G-20) e 17,22% da Bacia Tramandaí (L-10), totalizando uma área de 6.700 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 5 classifica-se no 16º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 52,90 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 214,58 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 5 registra o uso de 8: Acefato, Glifosato, Cipermetrina, Metalaxil-m, Metamidofós, Carbofurano, Folpete e Tiofanato metílico.

**Região de Saúde 6 - Paranhana:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 17,32% da área da Bacia do Caí (G-30), 51,60% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40) e 31,08% da Bacia Rio dos Sinos (G-20), totalizando uma área de 5.438 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 6 classifica-se em 26º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta uma média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 35,59 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 182,49 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 6 registra o uso de 7: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Folpete, Cipermetrina, Diflubenzuron e Metamidofós.

**Região de Saúde 7- Novo Hamburgo / São Leopoldo:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 42,77% da área da Bacia do Caí (G-30) e 57,23% da área da Bacia Rio dos Sinos (G-20), totalizando uma área de 1.417 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 7 classifica-se no 30º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 15,39 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 98,65 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 7 registra o uso de 4: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico e Folpete.

**Região de Saúde 8 - Canoas / Vale do Caí:** Esta região abrange 5 Bacias hidrográficas. É constituída de 9,72% da área da Bacia Rio dos Sinos (G-20), 50,41% da área da Bacia do Caí (G-30), 11,47% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), 24,83% da área da Bacia Baixo Jacuí (G-70) e 3,57% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), totalizando uma área de 2.799 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 8 classifica-se no 29º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 23,32 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 151,27 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 8 registra o uso de 8: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Folpete, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós e Difeconazol.

**Região de Saúde 9 - Carbonífera / Costa Doce:** Esta região permeia 4 Bacias hidrográficas. É constituída de 36,62% da área da Bacia Baixo Jacuí (G-70), 43,62% da área da Bacia Camaquã (L-30), 17,28% da área da Bacia Lago Guaíba (G-80) e 2,48% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), totalizando uma área de 11.181 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 9 classifica-se no 24º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por

km<sup>2</sup>/ano, de 28,98 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 118,61 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 9 registra o uso de 8: Acefato, Difeconazol, Glifosato, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós, Folpete e Tiofanato metílico.

**Região de Saúde 10 - Porto Alegre:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 19,08% da área da Bacia Lago Guaíba (G-80), 53,96% da área da Bacia Gravataí (G-10), e 26,96% da área da Bacia Litoral Médio (L-20), totalizando uma área de 2.878 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 10 classifica-se no 11º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 67 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 292,34 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 10 registra o uso de 8: Acefato, Folpete, Glifosato, Tiofanato metílico, Diflubenzuron, Metamidofós, Metalaxil-m e Carbofurano.

**Região de Saúde 11- Santo Ângelo:** Esta região alterna 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 69,18% da área da Bacia Butuí-Icamaquã (U-40), 23,37% da área da Bacia Ijuí (U-90), e 4,44% da área da Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30), totalizando uma área de 15.674 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 11 classifica-se no 6º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 147,73 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 490,30 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 11 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Diflubenzuron, Carbofurano, Cipermetrina, e Metamidofós.

**Região de Saúde 12 - Cruz Alta:** Esta região tem 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 24,24% da área da Bacia Ijuí (U-90), 61,60% da área da Bacia Alto Jacuí (G-50), e 14,16% da área da Bacia Hidrográfica do Ibicuí (U-50), totalizando uma área de 8.778 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 12 classifica-se no 5º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 168,38 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 755,57 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 12 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Diflubenzuron, Carbofurano, Cipermetrina e Metamidofós.

**Região de Saúde 13 - Ijuí:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 31,66% da área da Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30), 7,40% da área da Bacia Butuí-Icamaquã (U-40), e 60,94% da área da Bacia Ijuí (U-90), totalizando uma área de 7.284 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 13 classifica-se no 3º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 194,18 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 703,29 litros/km<sup>2</sup>/ano

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 13 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Diflubenzuron, Carbofurano, Cipermetrina, Metamidofós.

**Região de Saúde 14 - Santa Rosa:** Esta região localiza-se na Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30) e abrange cerca de 5.807 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 14 classifica-se no 1º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 255,64 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 874,65 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 14 registra o uso de Glifosato, Metamidofós, Cipermetrina e Carbofurano.

**Região de Saúde 15 - Frederico Westphalen / Palmeira Missões:** Esta região integra 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 25,95% da área da Bacia Turvo-Santa Rosa-Santo Cristo (U-30), 70,17% da área da Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20), e 3,88% da área da Bacia Ijuí (U-90), totalizando uma área de 8.402 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 15 classifica-se no 2º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 206,26 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 804,07 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 15 registra o uso de 8: Acefato, Glifosato, Diflubenzuron, Tiofanato metílico, Metamidofós, Carbofurano e Cipermetrina.

**Região de Saúde 16 - Erechim:** Esta região abrange 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 47,44% da área da Bacia Apuaê-Inhandava (U-10) e 52,56% da área da Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20), totalizando uma área de 6.668 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 16 classifica-se no 8º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 122,75 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 544,86 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 16 registra o uso de 4: Folpete, Glifosato, Tiofanato metílico e Metamidofós.

**Região de Saúde 17 – Passo Fundo:** Esta região permeia 4 Bacias hidrográficas. É constituída de 44,28% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), 10,84% da área da Bacia Apuaê-Inhandava (U-10), 25,26% da área da Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20) e 19,62% da área da Bacia Alto Jacuí (G-50), totalizando uma área de 5.590 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 17 classifica-se no 9º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 115,11 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 526,81 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 15 registra o uso de 8: Acefato, Folpete Glifosato, Metamidofós, Cipermetrina, Carbofurano, Tiofanato metílico e Diflubenzuron.

**Região de Saúde 18 - Sananduva:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 82,52% da área da Bacia Apuaê-Inhandava (U-10) e 17,48% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), totalizando uma área de 6.566 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 18 classifica-se no 19º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 49,18 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 275,19 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 18 registra o uso de 7: Acefato, Folpete, Glifosato, Tiofanato metílico, Metamidofos, Cipermetrina e Diflubenzuron.

**Região de Saúde 19 - Soledade:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 57,71% da área da Bacia Alto Jacuí (G-50), 33,48% área da Bacia Taquari-Antas (G-40) e 8,81% da área da Bacia Rio Pardo (G-90), totalizando uma área de 5.403km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 19 classifica-se no 7º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 139,21 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 637,83 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 19 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Metamidofós, Tiofanato-metílico, Cipermetrina e Diflubenzuron.

**Região de Saúde 20 - Carazinho:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 71,33% da área da Bacia Passo Fundo-Várzea (U-20) e 28,67% da área da Bacia Alto Jacuí (G-50), totalizando uma área de 4.987km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 20 classifica-se no 4º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 191,13 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 824,47 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 20 registra o uso de 4: Glifosato, Tiofanato metílico, Metamidofós e Diflubenzuron.

**Região de Saúde 21 - Pelotas:** Esta região permeia 5 Bacias hidrográficas. É constituída de 4,07% da área da Bacia Litoral Médio (L-20), 13,79% da área da Bacia Jaguarão (L-60), 48,89% da área da Bacia Piratini-São Gonçalo-Mangueira (L-

40), 32,11% da área da Bacia Camaquã (L-30) e 1,15% da área da Bacia Baixo Jacuí (G-70), totalizando uma área de 27.033km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 21 classifica-se no 26º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 25,89 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 105,99 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 21 registra o uso de 9: Acefato, Difeconazol, Glifosato e Cipermetrina, Metalaxil-m, Carbofurano, Tiofanato metílico, Diflubenzuron e Metamidofós.

**Região de Saúde 22 - Paranhana:** Esta região permeia 4 Bacias hidrográficas. É constituída de 39,93% da área da Bacia Santa Maria (U-70), 20,48% da área da Bacia Negro (U-80), 14,43% da área da Bacia Jaguarão (L-60) e 25,16% da área da Bacia Camaquã (L-30), totalizando uma área de 15.423km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 22 classifica-se no 25º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 26,30 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 99,67 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 22 registra o uso de 7: Acefato, Glifosato, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós, Metalaxil-m e Carbofurano.

**Região de Saúde 23 – Caxias e Hortências:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 33,53% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), 57,31% da área da Bacia do Caí (G-30) e 9,16% da área da Bacia Rio dos Sinos (G-20), totalizando uma área de 2.544km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 23 classifica-se no 27º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 25,15 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos em geral a média é de 176,11 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 23 registra o uso de 8: Acefato, Glifosato e Tiofanato-metilico, Metamidofós, Carbofurano, Cipermetrina, Diflubenzuron e Folpete.

**Região de Saúde 24 – Campos de Cima da Serra:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 52,20% da área da Bacia Apuaê-Inhandava (U-10) e 47,80% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), totalizando uma área de 10.336km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 24 classifica-se no 18º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 50,89 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 271,80 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 24 registra o uso de 7: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós e Folpete.

**Região de Saúde 25 - Bagé:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 96,89% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40) e 3,10% da área da Bacia do Caí (G-30), totalizando uma área de 3.484 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 25 classifica-se no 17º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 52,45 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 262,09 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 25 registra o uso de 7: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós e Folpete.

**Região de Saúde 26 – Uvas e Vales:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 80,42% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40) e 19,58% da área da Bacia do Caí (G-30), totalizando uma área de 2.385km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 26 classifica-se no 21º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 45,09 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 241,49 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 26 registra o uso de 7: Glifosato, Metamidofós, Carbofurano, Cipermetrina, Diflubenzuron, Tiofanato metílico e Folpete

**Região de Saúde 27 – Cachoeira do Sul:** Esta região permeia 5 Bacias hidrográficas. É constituída por 54,46% da área da Bacia Baixo Jacuí (G-70), 10,72% da área da Bacia Vacacaí-Vacacaí-Mirim (G-60), 24,15% da área da Bacia Camaquã (L-30), 1,94% da área da Bacia Rio Pardo (G-90) e 8,74% da área da Bacia Alto Jacuí (G-50), totalizando uma área de 12.139km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 27 classifica-se no 20º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 48,07 litros/Km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 197,83 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 27 registra o uso de 7: Acefato, Difeconazol, Glifosato, Cipermetrina, Folpete, Metamidofós e Diflubenzuron.

**Região de Saúde 28 – Santa Cruz:** Esta região permeia 3 Bacias hidrográficas. É constituída de 19,75% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40), 42,74% da área da Bacia Baixo Jacuí (G-70) e 37,51% da área da Bacia Rio Pardo (G-90), totalizando uma área de 7.462km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 28 classifica-se no 13º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 63,31 litros/Km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 248,25 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 28 registra o uso de 7: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Cipermetrina, Diflubenzuron, Metamidofós e Difeconazol.

**Região de Saúde 29 - Lajeado:** Esta região permeia 2 Bacias hidrográficas. É constituída de 96,54% da área da Bacia Taquari-Antas (G-40) e 3,46% da área da Bacia Rio Pardo (G-90), totalizando uma área de 3.586 km<sup>2</sup>.

A Região de Saúde 29 classifica-se no 14º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 55,45 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 269,46 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 29 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Cipermetrina, Diflubenzuron e Metamidofós.

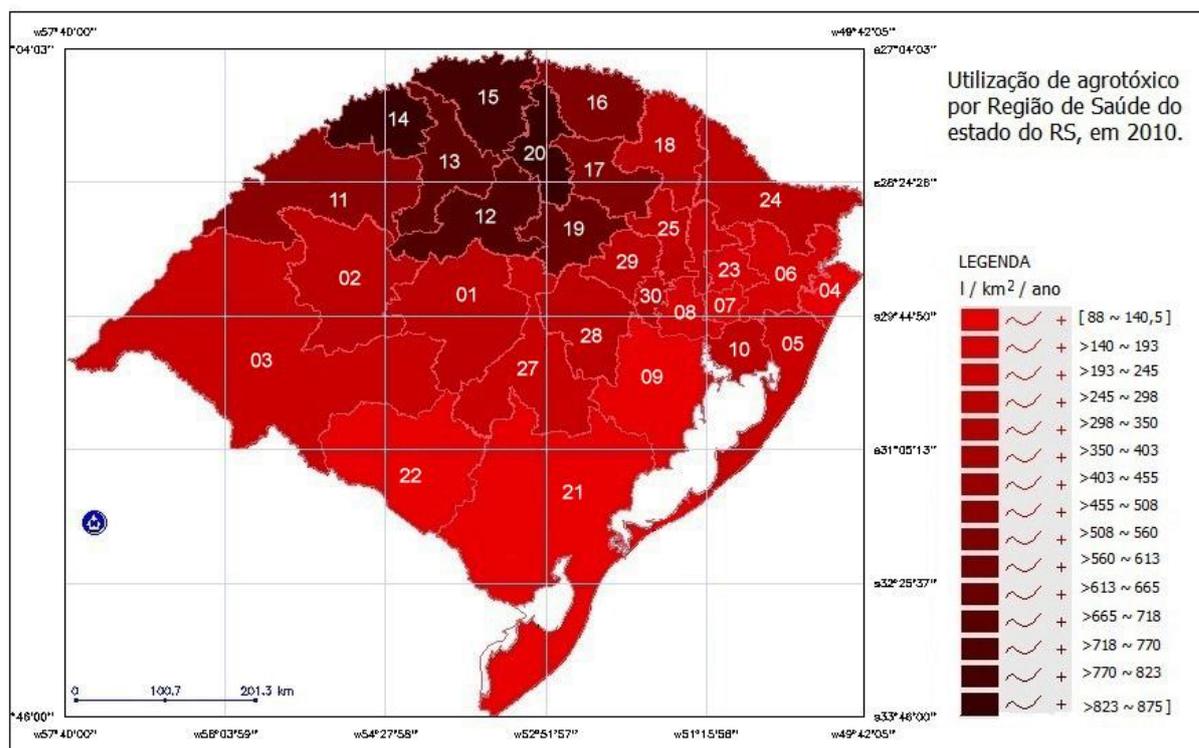
**Região de Saúde 30 - Estrela:** Esta região localiza-se na Bacia Taquari-Antas (G-40) e abrange cerca de 1.351 km<sup>2</sup> da área da bacia.

A Região de Saúde 30 classifica-se no 15º lugar do ranking de uso de agrotóxicos críticos. Apresenta média de uso de agrotóxicos críticos, em litros por km<sup>2</sup>/ano, de 53,83 litros/km<sup>2</sup>/ano. Para o uso de agrotóxicos críticos a média é de 265,96 litros/km<sup>2</sup>/ano.

Dentre os 10 compostos mais críticos utilizados no estado, a Região de Saúde 30 registra o uso de 6: Acefato, Glifosato, Tiofanato-metilico, Cipermetrina, Diflubenzuron e Metamidofós.

#### **4.1.2. Regiões de Saúde Mais Críticas do Estado**

Os fatores políticos, socioeconômicos e físico-naturais exercem grande influência na utilização ou não de agrotóxicos. Os efeitos da devastação ambiental, perda da biodiversidade, as mudanças no uso do solo e da água são problemas potencializados pela aplicação inadequada dessas substâncias. Com o objetivo de proporcionar à Saúde Pública um melhor entendimento da distribuição da quantidade de uso de agrotóxicos, da criticidade dos mesmos e suas consequências na vida da população no RS, fez-se um estudo observacional e analítico redesenhando os dados associados às bacias hidrográficas para os recortes das Regiões de Saúde, conforme figuras 09 e 10.



**Figura 9** - Utilização (L / km<sup>2</sup> / ano) dos Agrotóxicos no Rio Grande do Sul, por região de Saúde, no ano de 2010.

A Figura 09 apresenta a espacialização do uso de agrotóxico no RS, disponível no Anexo I, e se percebe que o setor noroeste do estado é aquele mais preocupante em relação à aplicação e uso de agrotóxicos. A tabela 13 apresenta a classificação das 10 Regiões de Saúde do RS com maior uso.

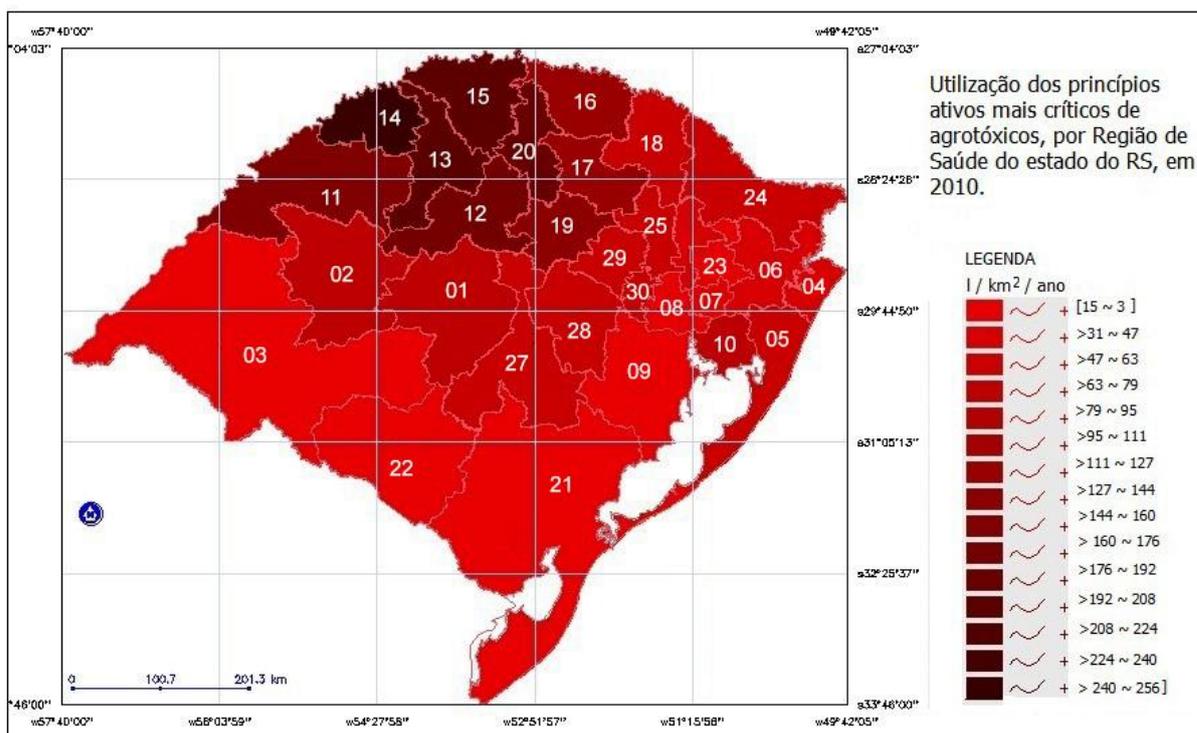
**Tabela 13** - Ranking de classificação das 10 Regiões de Saúde com maior uso de agrotóxicos no estado.

Ranking	Região de Saúde
1°	14 - Santa Rosa
2°	20 - Carazinho
3°	15 - Frederico Westphalen / Palmeira Missões
4°	12 - Cruz Alta
5°	13 - Ijuí
6°	19 - Soledade
7°	16 - Erechim
8°	17 - Passo Fundo
9°	11 - Santo Ângelo
10°	10 - Porto Alegre

Fonte: PEREIRA, 2014

Para criar o Mapa de Criticidade de uso, disponível no Anexo II, também foram utilizadas as mesmas técnicas.

A Figura 10 apresenta as 10 regiões de Saúde do RS com maior uso de agrotóxicos classificados como críticos. A tabela 14 apresenta a classificação das 10 Regiões de Saúde do RS com maior uso de agrotóxicos críticos.



**Figura 10** - Utilização (L / km<sup>2</sup> / ano) dos Princípios Ativos mais Críticos à Saúde Humana no Rio Grande do Sul, por região de Saúde, no ano de 2010.

**Tabela 14** - Ranking de classificação das 10 Regiões de Saúde com maior uso de agrotóxicos críticos no estado.

Ranking	Região de Saúde
1°	14 - Santa Rosa
2°	15 - Frederico Westphalen / Palmeira Missões
3°	13 - Ijuí
4°	20 - Carazinho
5°	12 - Cruz Alta
6°	11 - Santo Ângelo
7°	19 - Soledade
8°	16 - Erechim
9°	17 - Passo Fundo
10°	2 - Santiago

Fonte: PEREIRA, 2014

Verifica-se que a maioria das Regiões de Saúde classificadas como críticas também se localizam nas regiões a Norte e Noroeste do estado. As principais atividades econômicas desenvolvidas nestas regiões estão relacionadas ao uso intensivo do solo, principalmente com a agricultura, notabilizando-se as culturas do arroz irrigado, soja e milho.

Conforme Matelli e Canabarro (2009), na Região Noroeste do Rio Grande do Sul, a agricultura desenvolve-se de forma dinâmica e as consequências apresentam-se visíveis. As mudanças relacionadas à composição das culturas e ao processo de concentração de terras, considerados relevantes para o entendimento do quadro atual apresentado pela Região Noroeste do Rio Grande do Sul, foram comprovados pela queda significativa da área destinada aos produtos de caráter tradicionalmente alimentar, e pelo aumento de área e especialização na cultura de produtos comerciais, principalmente a soja.

Não se caracteriza na região uma divisão do trabalho, no sentido de os pequenos proprietários produzirem para a subsistência e para o abastecimento do mercado interno, e os maiores proprietários rurais para o mercado nacional e internacional, pois a maioria dos trabalhadores, independentemente da quantidade de terra disponível, apresentam um caráter de inserção em um contexto mais amplo, ou seja, mesmo os produtores que possuem menos de 15 hectares de área (aproximadamente 90%) desenvolvem, como principal cultura, a soja, para a venda em caráter comercial. Neste contexto, entende-se melhor por que o Glifosato registra alto índice de utilização nestas regiões do estado, uma vez que é muito usado como secante no plantio direto da soja.

Contudo, em todas as regiões de saúde classificadas como crítica existe o uso de Glifosato. Este princípio ativo é classificado pela ANVISA como herbicida, de classe toxicológica IV (praticamente não tóxico). Porém, segundo o Manual de Populações expostas a agrotóxicos, a exposição a este produto pode causar problemas dermatológicos, principalmente dermatite de contato. Além disso, ele é irritante de mucosas, principalmente da mucosa ocular (OPAS/OMS,1996). Sua meia-vida em água varia de 12 dias a 10 semanas e pode mobilizar-se superficialmente através da água quando as partículas de solo às quais é adsorvido são carregadas para os rios e riachos.

Conhecido como um dos principais secantes utilizado no cultivo da soja, o Glifosato é um herbicida sistêmico não seletivo também utilizado no controle de

plantas anuais e perenes, incluindo gramíneas, ervas daninha e plantas lenhosas. Além da soja (transgênica) e do milho, é também usado em culturas de ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, eucalipto, maçã, pastagens, pêssigo, trigo, uva e outros. Os nomes comerciais dos produtos que contém Glifosato são: Gallup, Landmaster, Pondmaster, Ranger, Roundup, Rodeo, Accord e Touchdown. Também pode ser utilizado em formulação com outros herbicidas.

Para Walsh, McCormick, Martin e Stocco (2000), o Roundup, mesmo em forma de resíduos, pode inibir a síntese de esteróides, ao interromper a expressão da proteína StAR (steroidogenic acute regulatory protein), ocasionando distúrbios reprodutivos em mamíferos. Segundo Dallegrave (2003), o produto atua também como desregulador de enzimas essenciais à produção de espermatozóides, ocasionando a produção anormal de esperma. No Rio Grande do Sul, a pesquisadora Eliane Dallegrave detectou, em 2004, a toxicidade reprodutiva do Roundup em ratos Wistar, como o aumento no percentual de espermatozóides anormais em puberdade e a redução da produção diária e do número de espermatozóides em idade adulta. Além disso, foram verificados distúrbios de desenvolvimento e alterações nos tecidos testiculares dos ratos.

As populações das Regiões de Saúde 14, 15, 13, 20, 12, 11, 19, 16, 17 e 2 estão expostas aos riscos de contaminação ambiental em decorrência do uso deste princípio ativo em seus territórios. Nestas regiões verifica-se a aplicação do Glifosato nos cultivos de, principalmente soja, milho, trigo, feijão, linho, nabo, soja, canola, laranja e bergamota, pêssigo, ameixa, girassol, sorgo, olericultura, aveia, brócolis, maçã, couve, beterraba, cenoura, batata, aveia e azevém, cevada, erva-mate, fumo e mandioca.

Conforme o levantamento realizado pelo CEVS em 2010, o Metamidofós também era utilizado em todas as regiões de Saúde classificadas como críticas. Porém, em função de sua reavaliação toxicológica, o produto teve sua retirada programada do ingrediente ativo do mercado brasileiro em novembro de 2010 e posterior cancelamento da comercialização em 2011, conforme Resolução – RCD nº1, de 14 de janeiro de 2011 da ANVISA:

- I - 31 de dezembro de 2011 - cancelamento da comercialização;
- II - 30 de junho de 2012- proibição da utilização, com o cancelamento de todos os informes de avaliação toxicológica de produtos a base de Metamidofos; e

III- 31 de dezembro de 2012- cancelamento da monografia do ingrediente ativo Metamidofós, mantida até esta data exclusivamente para fins de monitoramento dos resíduos.

Com isso espera-se que não haja mais a utilização deste princípio ativo no estado.

Além desses compostos, é larga a utilização da Cipermetrina, utilizada em 8 das 10 regiões de Saúde classificadas como críticas. Considerada pela ANVISA como Piretróide, da classe dos inseticidas e formicidas, a Cipermetrina tem sua classificação toxicológica na Classe II (Medianamente tóxico), o que significa que é pouco tóxica do ponto de vista agudo. Porém, é irritante para os olhos e mucosas e, principalmente, hipersensibilizante, causando tanto alergias de pele como asma brônquica. Seu uso abusivo no ambiente doméstico vem causando incremento dos casos de alergia, tanto em crianças como em adultos. É também estimulante do sistema nervoso central. Em doses altas pode produzir lesões duradouras ou permanentes no sistema nervoso periférico. É insolúvel em água e tem uma forte tendência a adsorver as partículas do solo, portanto é improvável que cause a contaminação em águas subterrâneas. Sob condições normais de temperatura e pH a Cipermetrina é hidrolisada e possui uma meia-vida de 50 dias (OPAS/OMS, 1996).

Verifica-se o uso de Cipermetrina nas regiões de Saúde 14, 15, 13, 12, 11, 19, 17 e 2, onde é utilizado para controlar várias pragas em cultivos de soja, trigo, frutas e hortaliças.

As Regiões de Saúde 14, 15, 13, 12, 11, 17 e a 2 registram o uso de Carbofurano.

Sendo utilizado em 7 das regiões mais críticas do estado, é um inseticida, nematocida e acaricida amplamente utilizado no tratamento de sementes e também de aplicação foliar. Este composto é comercializado sob o nome comercial de Furadan e Curater, entre outros. O inseticida é aplicado no solo em culturas de algodão, amendoim, arroz, milho, trigo, feijão, banana, batata, café, cana-de-açúcar, cenoura, repolho, tomate, e utilizado no tratamento de sementes de algodão, arroz, trigo, milho e feijão, na época do plantio.

Classificado como Inseticida, cupinicida, acaricida e nematocida pela ANVISA, tem sua classificação toxicológica na Classe I (Altamente tóxico). Os carbamatos são inibidores reversíveis das colinesterases, porém as intoxicações podem ser igualmente graves.

Os sintomas identificados inicialmente pelas intoxicações são pupilas contraídas e não reativas à luz, náuseas, vômitos e cólicas abdominais, diarreia, dificuldade respiratória, contraturas musculares e câibras, opressão torácica, confusão mental, perda de sono, redução da frequência cardíaca/pulso, crises convulsivas (nos casos graves), coma, parada cardíaca (nos casos graves, é a causa frequente de óbito).

A determinação das atividades das colinesterases, que desempenham papel fundamental na transmissão dos impulsos nervosos - tem grande significado para o diagnóstico e acompanhamento das intoxicações agudas. Intoxicações graves, por exemplo, apresentarão níveis muito baixos de colinesterases.

O Diflubenzuron é utilizado nas regiões 15, 13, 20, 12, 11, 19, 17 e 2, totalizando 8 regiões das 10 críticas. Conforme a ANVISA é da Classe dos inseticidas e acaricidas, e tem sua classificação toxicológica na Classe IV (Praticamente não tóxico). Contudo, na exposição aos carbamatos estes são absorvidos pelo organismo, pelas vias oral, respiratória e cutânea. A via dérmica, é a via mais comum de intoxicações ocupacionais, seguida da via respiratória. A maioria dos carbamatos, em geral, não causa sintomatologia exuberante no sistema nervoso central (SNC); e, quando esses sinais estão presentes, são considerados sinais de gravidade. O diflubenzuron é utilizado nas culturas de algodão, milho, soja e trigo. Este composto degrada-se em água rapidamente, possuindo uma meia-vida de 1 a 3 semanas. A persistência do diflubenzuron em ecossistemas aquáticos ainda não é bem conhecida, mas sabe-se que a sua adsorção está relacionada com a quantidade de matéria orgânica, pH e a temperatura.

O Acefato é utilizado em 7 das 10 Regiões de Saúde mais críticas do estado. As Regiões de Saúde 15, 13, 12, 11, 19, 17 e 2. Do grupo dos Organofosforados, da Classe dos Inseticidas e acaricidas, tem sua classificação toxicológica na Classe III (Pouco tóxico), segundo a ANVISA.

O contato com os organofosforados, dependendo de sua solubilidade nos tecidos, vão desenvolver mais prontamente ou tardiamente os sinais clínicos da intoxicação. Assim, por exemplo, os sintomas podem iniciar-se logo após o acidente ou até 24 horas depois. Em casos de inalação, podem ocorrer sintomas específicos, como tosse, rouquidão, irritação de garganta, coriza, dificuldade respiratória, hipertensão arterial, pneumonia por irritação química, edema pulmonar. Em casos de intoxicação aguda, por atuarem no sistema nervoso central, impedindo a

transmissão nervosa normal, podem ocorrer estimulação do sistema nervoso central e hiperirritabilidade, cefaléia (que não cede aos analgésicos comuns), sensação de cansaço, mal estar, náuseas e vertigens com confusão mental passageira e transpiração fria, redução da sensibilidade (língua, lábio, face, mãos), contrações musculares involuntárias, perdas de apetite e peso, tremores, lesões hepáticas e renais, crise convulsiva, coma (OPAS, 1997).

A absorção prolongada e insidiosa destas substâncias OF pode determinar um quadro agudo da resposta às doses baixas do produto.

O Acefato sendo um inseticida organofosforado de pulverização foliar, de persistência moderada, com atividade sistêmica residual com cerca de 10 a 15 dias ficando mais facilmente adsorvido ao solo e tendo processos de hidrólise lentos. Ele é utilizado para controlar vários tipos de insetos, resistentes em frutas, legumes e hortigranjeiros. Nestas regiões de saúde 15, 13, 12, 11, 19, 17 e 2, ele é amplamente utilizado no controle de pragas em culturas de soja, fumo, batata e olericultura (CEVS, 2010).

#### **4.1.3. Internações, Dados Ambientais e de Saúde**

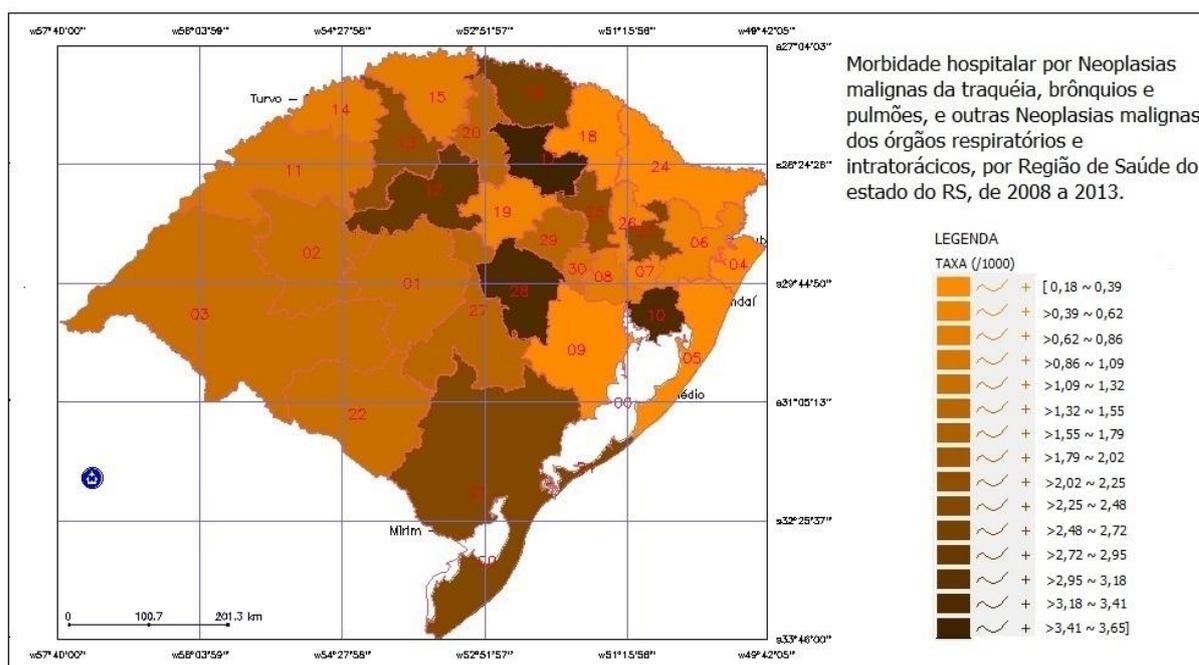
Conforme Costa, Rossato e Menezes (2009) é reconhecido que diferenças geográficas como clima, hidrografia e vegetação, resultam em diferentes padrões de doenças, e que interferem no surgimento e propagação de algumas delas, principalmente as doenças tropicais. Porém, o fator saúde/doença não se resume a isto. O padrão de distribuição de doenças numa região geográfica depende de cada fator ambiental que afeta a população, desde o início até o fim de sua vida. De acordo com Ribeiro (2004), os fatores ambientais podem ser agentes físicos, biológicos, substâncias químicas e fatores nutricionais, e estes relacionados às características geográficas da região, à situação econômica e cultural de cada indivíduo e a fatores ocupacionais.

No presente estudo está-se analisando as substâncias químicas que compõem os agrotóxicos mais utilizados no estado e, tentando fazer uma associação entre exposição e adoecimento, quer-se focar algumas doenças que podem ser originadas ou agravadas pela exposição aos agrotóxicos, entre elas,

Neoplasias malignas do aparelho digestivo e respiratório, que se constituem como um importante problema de saúde pública.

Para tanto espacializou-se estes agravos por Região de Saúde, nas figuras 13 e 14. Estudos mostram, de acordo com Carvalho; Souza-Santos (2005), que a espacialização geográfica dos eventos em saúde, tem papel destacado e vêm se tornando mais frequentes na área da saúde. Assim, através do recorte espacial das 30 regiões de saúde, fez-se a análise destes dados relacionando as taxas entre as regiões de saúde do estado do Estado do Rio Grande do Sul, na série histórica de 2008 a 2013.

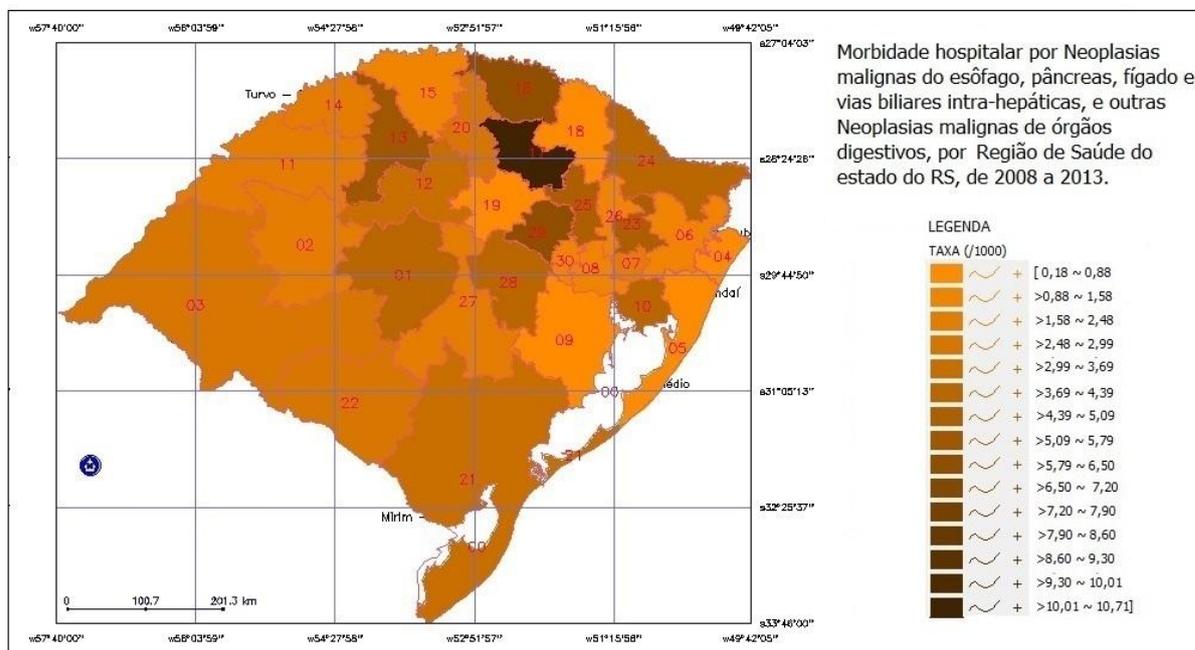
A partir dos dados do CID 10 do DATASUS (BRASIL, 2014), calculou-se a taxa (/1.000) da soma de 6 anos de internações por Neoplasias malignas dos aparelhos respiratório e digestivo.



**Figura 11** - Taxa (nº de casos por 1000 pessoas), de morbididade hospitalar por Neoplasias malignas da traquéia, brônquios, pulmões e outras Neoplasias malignas dos órgãos respiratórios e intratorácicos, por Região de Saúde do estado do RS, de 2008 a 2013.

Percebe-se na figura 11 pela análise especial dos casos de morbididade hospitalar por Neoplasias malignas do aparelho respiratório, que as regiões 10, 21, 23 e 28 apresentam taxas mais elevadas enquanto que no mapa de uso de

agrotóxicos (Figura 9) e de criticidade (Figura 10) estas regiões não se encontram nas escalas mais altas das classes dos mapas.



**Figura 12** - Taxa de morbidade hospitalar por Neoplasias malignas do esôfago, pâncreas, fígado, vias biliares intra-hepáticas e outras Neoplasias malignas de órgãos digestivos, por Região de Saúde do estado do RS, de 2008 a 2013.

Percebe-se na figura 12 que os dados de neoplasias malignas do aparelho digestivo na região de saúde de número 17 são os mais alarmantes e que a mesma região também fica em primeiro lugar nas internações por Neoplasias malignas do aparelho respiratório, conforme figura 12. Também percebe-se, nas figuras 9 e 10 que esta região não é a que mais utiliza agrotóxico e nem apresenta os maiores dados no levantamento da criticidade dos produtos.

Tendo em vista que na saúde do estado do RS o Programa de Vigilância em Saúde da Exposição Humana aos Agrotóxicos ainda é recente e o estudo realizado pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde seguiu os recortes espaciais das Bacias Hidrográficas, este remapeamento é fundamental, pois os dados de saúde são organizados a partir dos recortes das 30 regiões de saúde. Nas figuras 11 e 12 não está nítida a relação entre a exposição aos agrotóxicos e os efeitos nocivos sobre a saúde humana, mas, sob o enfoque epidemiológico, esta forma de territorialização dos dados será a base para muitos estudos que possam no futuro esclarecer melhor esta associação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 2008 o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Após superar o antigo líder em consumo destas substâncias, Estados Unidos, agora trava uma batalha entre o modelo de desenvolvimento econômico adotado centrado no agronegócio, versus os problemas ambientais e de saúde, decorrentes do uso extensivo destes produtos. O Brasil se coloca no cenário mundial como exportador de matérias primas básicas sem nenhum valor agregado, como é o caso da soja, e apesar de grande parte destes agentes tóxicos serem utilizados na produção de *commodities* agrícolas, o passivo ambiental constitui risco à saúde da população residente no país, gerando um problema de saúde pública.

De acordo com o engenheiro agrônomo e professor da Universidade Estadual de Campinas, Mohamed Habib, “mais de 99% dos venenos aplicados na lavoura não atingem a praga alvo. Então, pode-se dizer que mais de 99% dos agrotóxicos vão para os rios, para o solo, para o ar e para a água subterrânea”, afirma Habib.

Pode-se dizer então que os efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde não dizem respeito apenas aos trabalhadores expostos, mas à população em geral. Como diz Berlinguer, apropriadamente, “a unidade produtiva não afeta apenas o trabalhador, mas contagia o meio ambiente e repercute sobre o conjunto social”.

O estudo realizado pelo CEVS, em 2010, por bacias hidrográficas do estado, fez projeções com base em informações coletadas sobre a safra 2009/2010 e indicou o uso de 85 milhões de litros de agrotóxicos no Estado do Rio Grande do Sul, o equivalente a 34 piscinas olímpicas cheias de veneno agrícola. É como se cada gaúcho, à época, utilizasse 8,3 litros de veneno a cada ano, no período analisado. O volume per capita gaúcho é bem superior ao nacional. Um estudo da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) mostra que, em 2011, a média do país foi de 4,5 litros por habitante. Hoje o consumo per capita é de 5,2 litros por habitante ao ano, segundo o ambientalista que lidera a Campanha Permanente Contra os Agrotóxicos e Pela Vida, Alan Tygel.

Sabendo que a saúde da população está intimamente relacionada à qualidade do meio onde vive e considerando o cenário da agricultura centrado no uso intensivo de agrotóxicos, fica evidente a necessidade de organizar ações de vigilância em saúde ambiental de forma a atender as populações expostas a estes

poluentes. Considerando a definição de Região de Saúde pela Resolução nº 555/12

– CIB/RS:

Define-se Região de Saúde como território vivo composto por um espaço geográfico contínuo constituído por agrupamentos de Municípios limítrofes, delimitado a partir de identidades culturais, econômicas e sociais e de redes de comunicação e infraestrutura de transportes compartilhados, com a finalidade de integrar a organização, o planejamento e a execução de ações e serviços de saúde.

E que o SUS organiza suas ações de vigilância sanitária no território, por Regiões de Saúde, o remapeamento dos dados de quantidade de uso e criticidade dos agrotóxicos coletados no 'Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul', por Região de Saúde, possibilitou a concepção da realidade a que as populações estão expostas e configura-se como ferramenta importante para que as políticas públicas de vigilância em saúde realizem o planejamento e gestão das ações de vigilância, prevenção e atenção à saúde ambiental nas localidades onde residem estas populações.

O ranking das 10 Regiões de Saúde que utilizam os agrotóxicos mais críticos para a rota de exposição de via hídrica para consumo humano, e a espacialização dos dados no território mostrou que as Regiões de Saúde situadas a norte e a noroeste do estado são as mais afetadas por este cenário de riscos à contaminação ambiental, por serem historicamente regiões de uso extensivo do solo para a cultura de soja, principalmente.

As Regiões de Saúde classificadas como mais críticas do estado, estão expostas a múltiplos agrotóxicos, mas principalmente ao Glifosato. Este princípio ativo é largamente utilizado nas lavouras de soja transgênica e, apesar de ser classificado como herbicida, de classe toxicológica IV (praticamente não tóxico) pela ANVISA, seus impactos no ambiente e em consequência à saúde humana representam riscos que merecem a atenção dos agentes públicos responsáveis por zelar pela saúde ambiental e da população.

Sugere-se um estudo mais aprofundado para verificar se há correlação entre os dados de internações hospitalares por neoplasias malignas do aparelho respiratório e do aparelho digestivo, com os dados de uso e criticidade no estado do RS, visto que não foi encontrada relação direta, mas também não é possível afirmar que não há relação alguma.

O uso e a influência dos agrotóxicos no ambiente e na saúde humana configuram-se como um campo vasto de pesquisa que merece atenção multidisciplinar. A geografia propicia o entendimento das relações que acontecem no espaço, fornece ferramentas para a melhor visualização dos cenários instalados e favorece posteriores tomadas de decisão. Assim, espera-se que este trabalho possa fornecer tais ferramentas para que os agentes públicos possam organizar e adequar as ações de vigilância em saúde ambiental e assim proporcionar um melhor atendimento às populações expostas aos contaminantes ambientais em áreas de uso de agrotóxicos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária – **Monografias de Agrotóxicos**. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+Portal/Anvisa/Inicio/Agrotoxicos+e+Toxicologia/Assuntos+de+Interesse/Monografias+de+Agrotoxicos>. Acesso em 15 nov. 2014.
- AYACH, L. R.; GUIMARÃES, S. T. de L.; CAPPI, N.; AYACH, C. **Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos**. Caderno de Geografia, v.22, n.37, 2012.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Spring**. Versão 5.1.8. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php>. Acesso em 10 de out. 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília, DF: OPAS, 1997. 69p.
- BRASIL. **Lei nº 8.080**, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 set. 1990. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm)>. Acesso em: 8 jul. 2014.
- BRASIL. **Lei nº 7.508**, de 28 de junho de 2011. Regulamenta a Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a organização do Sistema Único de Saúde - SUS, o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 jun. 2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2011/decreto/D7508.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/decreto/D7508.htm)>. Acesso em: 8 jul. 2014.
- BRASIL. **Lei nº 7.802**, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/sicon/index.jsp>>. Acesso em: 8 jul. 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Relatório de atividades 2010**. Brasília, DF: ANVISA, 2011. Disponível em : <<http://portal.anvisa.gov.br/5F36AED6-3517-4803-A462-87D4CF65C510/FinalDownload/DownloadIdC36354280BD3C357AD874609873A200/536AED6-3517-4803462D4CF65C510/wps/wcm/connect/66bfd1004841abdb89a0a9a37e3ce220/Relat%C3%B3rio+de+Atividades+2011+A4.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 10 set. 2014.

- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Mapas são dados, não desenhos!! (PARTE II)**. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/infogeo/infogeo6.pdf> > acessado em nov.2014.
  
- CARNEIRO, F F; PIGNATI, W; RIGOTTO, R M; AUGUSTO, L G S. RIZOLLO, A; MULLER, N M; ALEXANDRE, V P. FRIEDRICH, K; MELLO, M S C. **Dossiê ABRASCO – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. ABRASCO, Rio de Janeiro, abril de 2012. 1ª Parte. 98p.
  
- CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O; RIO, G. A. P. do. **Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, Abordagens e Escalas**. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 28. n 2, p. 11-30. 2005.
  
- CEVS/SES – Centro Estadual de Vigilância em Saúde – Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul. **Levantamento do Uso e da Criticidade dos Agrotóxicos Usados no Estado do Rio Grande do Sul** – Porto Alegre, Outubro 2010, 373 p.
  
- CHIESA, A. M; **A promoção de Saúde como eixo estruturante de tratamento de enfermagem no Programa da Saúde as Família**. Nursing. 2003 set; 66 (4): 40-6.
  
- CHRISTOFOLETTI, A. **Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento**. In: GUERRA, A. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1994. p. 415-441.
  
- CIGANA, Caio. **Uso de agrotóxicos no Rio Grande do Sul chega quase ao dobro da média nacional**. Disponível em: < <http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/economia/noticia/2013/11/uso-de-agrotoxicos-no-rio-grande-do-sul-chega-a-quase-o-dobro-da-media-nacional-4343596.html> >. Acesso em: 26 nov. 2013.
  
- COSEMS/RS - **Conselho das Secretarias Municipais de Saúde do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.cosemsrs.org.br/?menu=noticia&id=1097>> Acesso em: 23/05/2014.
  
- COSTA, Elaine Terezinha; ROSSATO, Estela Maris; MENEZES, Alexandre Gamba. **Doenças do Aparelho Respiratório e Qualidade do Ar: Estudo do território da 14ª Coordenadoria Regional de Saúde-CRS/Santa Rosa/RS**. TCC da Especialização em Saúde Pública. Escola de Saúde Pública/SES/RS. Porto Alegre/RS, 2009.
  
- CZERESNIA, Dina; RIBEIRO, Adriana Maria. **O Conceito de Espaço em Epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica**. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 595-613, 2000.
  
- DAGNINO, Ricardo de Sampaio, JUNIOR, Salvador Carpi. **Risco Ambiental: Conceitos E Aplicações**. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro - Vol.2 - n.2 - julho/dezembro/2007, p. 50

- DALLEGRAVE, E.; MANTESE, F.; COELHO, R.; PEREIRA, J. DALSENTER, P.; LANGELOH, A. **The teratogenic potential of the herbicide glyphosate-Roundup® in Wistar rats.** Toxicology Letters, Oxford, v. 142, N.º 1, P. 45-52, 30 de Abril de 2003.
  
- DELGADO, G. Modelo de produção agrária no Brasil. **Seminário de Enfrentamento aos Impactos dos Agrotóxicos na Saúde Humana e no Meio Ambiente, na FIOCRUZ – Rio de Janeiro.** Dia 4/6/2012.
  
- Dossiê ABRASCO – **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** ABRASCO, Rio de Janeiro, junho de 2012. 2ª Parte. 135p.
  
- DRH (2002) **Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul.** Governo do Estado do Rio Grande do Sul. FEPAM e DRH.
- EMATER – **Soja.** Disponível em <http://www.emater.tche.br/site/servicos/serie.php#soja>. Acesso em 24 jun. 2014.
  
- FAESP - Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de São Paulo - **Notícias do Agronegócio – o Terreno difícil dos agrotóxicos.** Disponível em: <http://www.faespsenar.com.br/geral/noticias-do-agronegocio/detalhe/o-terreno-dificil-dos-agrotoxicos/4362>. Acesso em Jun. 2014.
- FAO - **Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação.** Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em 18 mai. 2013.
  
- FARIA, R. M.; BORTOLOZZI, A. **Espaço, Território e Saúde: Contribuições de Milton Santos para o tema da geografia da Saúde no Brasil.** Ciência e Saúde Coletiva, R. RA'EGA, Curitiba, n. 17, p. 31-41, 2009. Editora UFPR.
  
- FARIA, N. M.; FASSA, A. G.; FACCHINI, L. A. **Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos.** Ciência e Saúde Coletiva, v. 12, n.1, p. 25-38, jan./mar. 2007.
  
- FEE – **FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA** – Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/pt/content/capa/index.php> . Acesso em 25 nov. 2013.
  
- FEPAM; **Atlas de Desenvolvimento Humano/PNUD.** Disponível em <[http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia\\_uru\\_turvo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_uru_turvo.asp)>. Acesso em 29 de jun. 2014.
  
- FEPAM – Disponível em <http://www.fepam.rs.gov.br/>. Acesso em 29 jun. 2014.
  
- GIDDENS, A. 1991. **As Conseqüências da Modernidade.** São Paulo, Edusp.177 p.
  
- GIRALDO, Lia. **Há muitas evidências de danos dos agrotóxicos à saúde.** FIOCRUZ, 2011. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/ccs/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=3850&sid=3>>. Acesso em: 03 de julho de 2014.
  
- GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **A Globalização da Natureza e a Natureza da Globalização.** Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

- HEWITT, K. 1997. **Regions of Risk. A Geographical Introduction to Disasters.** Essex. Longman. 389p.
  
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas de Saneamento** – 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em jun. 2014.
  
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Condição legal das terras. Próprias e Arrendatário. Área dos estabelecimentos agropecuários, 2006.** 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.
  
- MANTELLI, J. e CANABARRO, I. S.; **A organização cultural do espaço agrário no noroeste do Rio Grande do Sul.** XIX Encontro Nacional De Geografia Agrária, São Paulo, 2009, pp. 1-17,., pp. 1-17.
  
- MARTINS, A M E B L; FERREIRA, R C; SANTOS-NETO, P E; RODRIGUES, C A Q; VELOSO, D N P; CRUZ, J M, DIAS, L C; **Delineamentos De Estudos Epidemiológicos E Não Epidemiológicos Da Área Da Saúde: Uma Revisão De Literatura** . Revista Unimontes Ciêntífica. Montes Claros, v. 15, n.2 - jul. 2013.
  
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Agrotóxicos** – Comitê Técnico – Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/agrotoxicos>>. Acesso em 24 jun. 2014.
  
- PINA, Maria de Fátima de; SANTOS, Simone M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde.** Brasília: OPAS, 2000.
  
- **Plano Estadual de Saúde: 2012/2015.** Grupo de Trabalho Planejamento, Monitoramento e Avaliação da Gestão (Org.). Porto Alegre, 2013. 250 p. II.
  
- PORTAL ECO DEBATE - **Agrotóxico e a poluição das águas.** - Disponível em <http://www.ecodebate.com.br/2012/08/24/agrotoxicos-e-a-poluicao-das-aguas/>. Acesso em Jun. 2013.
  
- PORTAL ECO DEBATE - **Agrotóxico são a segunda maior fonte de contaminação da água.** Disponível em < <http://www.ecodebate.com.br/2011/11/11/agrotoxicos-sao-a-segunda-maior-fonte-de-contaminacao-da-agua/>>. Acesso em 24 jun. 2014.
  
- PORTAL ECO DEBATE - **Brasileiro consome 5,2 litros de agrotóxico por ano, alertam ambientalistas.** Disponível em: <http://www.ecodebate.com.br/2014/12/04/brasileiro-consome-52-litros-de-agrotoxico-por-ano-alertam-ambientalistas/>. Acesso em 3 Dez. 2014.
  
- RIBEIRO, Helena. **Saúde Pública e Meio Ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos.** Saúde e Sociedade. vol.13, n.1, p.70-80, jan-abr. 2004.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. **Resolução nº 555/12 – CIB/RS.** Disponível em: < [http://www.saude.rs.gov.br/upload/1348591506\\_cibr555\\_12.pdf](http://www.saude.rs.gov.br/upload/1348591506_cibr555_12.pdf)>. Acesso em 23 mai. 2014.

- RIO GRANDE DO SUL. Ministério Público. **Lei Estadual n.º 10.350**, de 30 de dezembro de 1994. Sistema Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id468.htm>>. Acesso em 23 mai. 2014.
- RODRIGUES, Ana Paula de Castro. **Avaliação de risco ecológico: conceitos básicos, metodologia e estudo de caso**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2011. 126p. (Série Estudos e Documentos I, 78)
  
- SANTOS, M. 1998. **Técnica, Espaço e Tempo. Globalização e o Meio Técnico-científico Informacional**. São Paulo. Hucitec. 190 p.
  
- \_\_\_\_\_. **Saúde e ambiente no processo de desenvolvimento**. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, n. 1, v. 8, p. 309- 314, 2003b.
  
- \_\_\_\_\_. **A Natureza do Espaço: técnica, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
  
- SEMINÁRIO MERCADO DE AGROTÓXICOS E REGULAÇÃO, 2., 2012, Brasília, DF. **Sala de Imprensa**. Brasília, DF: ANVISA, 2012. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/sala+de+imprensa/menu+-+noticias+anos/2012+noticias/seminario+volta+a+discutir+mercado+de+agrototoxicos+em+2012>>. Acesso em: 10 set. 2014.
  
- SEPLAG – Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã. **ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL** – Disponível em: <[http://www1.seplag.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod\\_menu\\_filho=791&cod\\_menu=790&tipo\\_menu=APRESENTACAO&cod\\_conteudo=1328](http://www1.seplag.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=791&cod_menu=790&tipo_menu=APRESENTACAO&cod_conteudo=1328)>. Acesso em 26/11/2013.
  
- SINDIVEG - **Sindicato Nacional Da Indústria e da Defesa Vegetal** – Disponível em: <<http://www.sindiveg.org.br/>>. Acesso em 15 nov. 2014.
- SOUZA, L. B; ZANELLA, M. E. **Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações**. Fortaleza: Edições UFC, 2009.
  
- SPADOTTO, Claudio A. **Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações** / Claudio A. Spadotto... [et. al.] -- Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p.-- (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 42).
  
- VEYRET, Y; RICHEMOND, N; **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo. Editora Contexto, 2007. 319p.
  
- WALSH, L.; McCORMICK, C.; MARTIN, C.; STOCCO, D. **Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression**. Environ Health Perspect. Cary NC, N.º 108, p.769-776, Julho de 2000.

## ANEXOS

Anexo I – Mapa da Utilização (L / km<sup>2</sup> / ano) dos Agrotóxicos no Rio Grande do Sul.

Anexo II – Mapa Utilização (L / km<sup>2</sup> / ano) dos Princípios Ativos mais Críticos a Saúde Humana no Rio Grande do Sul.

