

RESIDÊNCIA INTEGRADA EM SAÚDE  
PROGRAMA DE VIGILÂNCIA EM SAÚDE

ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS

**USO DE AGROTÓXICOS E MORTES POR CÂNCER NO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Porto Alegre  
2021

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL  
SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE  
ESCOLA DE SAÚDE PÚBLICA  
RESIDÊNCIA INTEGRADA EM SAÚDE  
ÊNFASE EM VIGILÂNCIA EM SAÚDE

**ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS**

**USO DE AGROTÓXICOS E MORTES POR CÂNCER NO ESTADO DO RIO  
GRANDE DO SUL**

**Pesticides use and cancer deaths in the Rio Grande do Sul State**

PORTO ALEGRE – RS  
2021

ROBERTO NASCIMENTO DE FARIAS

**USO DE AGROTÓXICOS E MORTES POR CÂNCER NO ESTADO DO RIO  
GRANDE DO SUL**

**Pesticides use and cancer deaths in the Rio Grande do Sul State**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista, da Residência Integrada em Saúde, Ênfase em Vigilância em Saúde, da Escola de Saúde Pública do Estado do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Sílvia Medeiros Thaler

PORTO ALEGRE – RS  
2021

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar as regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul quanto ao uso de agrotóxicos e à mortalidade por câncer de próstata, Linfoma Não Hodgkin e leucemias. A intensidade de uso de agrotóxicos foi caracterizada pelo volume utilizado, taxa de uso (volume utilizado por área plantada) e proporção de lavouras que fazem uso dessas substâncias. Foram também caracterizados quanto à proporção de agricultura familiar e ao grau de desigualdade na distribuição das terras. Este estudo demonstrou que há associação entre a intensidade de uso de agrotóxicos e a mortalidade pelos três tipos de câncer. A mortalidade por câncer de próstata mostrou-se associada à produção agrícola intensa, utilização de elevado volume de agrotóxicos e menor proporção de agricultura familiar. Por outro lado, a mortalidade por Linfoma Não Hodgkin e leucemias mostrou-se associada positivamente à proporção de agricultura familiar. O uso intenso de agrotóxicos mostrou-se associado principalmente ao modelo agrícola do Agronegócio, que além de ser dependente de agrotóxicos, pode também comprometer a soberania alimentar do país e reduzir a proporção de agricultura familiar e a geração de empregos no meio rural. Dessa forma, mais do que combater o uso de agrotóxicos, é necessário superar esse modelo agrícola.

**Palavras-chaves:** exposição a agrotóxicos, neoplasias, intoxicação crônica.

## ABSTRACT

This study aimed to characterize the health regions of the of the Rio Grande do Sul State regarding the use of pesticides and mortality from prostate cancer, Non-Hodgkin's Lymphoma and leukemias. The intensity of use of pesticides was characterized as to the volume used, rate of use (volume used per planted area) and proportion of crops that use these substances. There were also characterized the proportion of family farming and the degree of inequality in the distribution of land. This study demonstrated an association between the intensity of use of pesticides and mortality from the three types of cancer. Mortality from prostate cancer was associated with intense agricultural production, high volume of pesticides used and a lower proportion of family farming. On the other hand, mortality from Non-Hodgkin's Lymphoma and leukemia was positively associated with the proportion of family farming. The intense use of pesticides proved to be associated mainly with the agricultural model of Agribusiness, which in addition to being dependent on pesticides, can also compromise the country's food sovereignty and reduce the proportion of family farming and the generation of jobs in rural areas. Thus, more than fighting the use of pesticides, it is necessary to overcome this agricultural model.

**Keywords:** exposure to pesticides, neoplasms, chronic intoxication.

## INTRODUÇÃO

Diversos estudos têm encontrado associação significativa entre distintos agrotóxicos e pelo menos um tipo de câncer, assim como diferentes tipos de câncer ligados a pelo menos um tipo de agrotóxico<sup>1</sup>. A exposição a agrotóxicos tem sido associada, na literatura científica, tanto à incidência<sup>2-4</sup> quanto à mortalidade por neoplasias, especialmente câncer de próstata, leucemias e Linfoma Não Hodgkin (LNH)<sup>1,5-11</sup>.

Diversos agrotóxicos relacionados a um ou mais tipos de câncer são ainda comercializados no Brasil<sup>1</sup>. É o caso, por exemplo, do glifosato, o agrotóxico mais comercializado no país e considerado potencialmente cancerígeno pela Agência Internacional para Pesquisa em Câncer<sup>12</sup>. Em 2008, o país tornou-se o maior consumidor mundial de agrotóxicos<sup>13</sup> e, de lá para cá, o comércio desses produtos tem aumentado continuamente<sup>14</sup>.

Dentre os estados brasileiros, o Rio Grande do Sul (RS) é um dos maiores consumidores de agrotóxicos e apresenta também elevadas taxas de mortalidade por câncer. Entre 2000 e 2018, o RS manteve-se entre os quatro maiores consumidores de agrotóxicos no país, e atualmente ocupa a terceira posição<sup>14</sup>. O estado apresenta taxas historicamente altas de mortalidade por câncer, em especial em regiões de produção agrícola intensa, com elevado consumo de agrotóxicos<sup>15</sup>. Entre 2014 e 2019 as neoplasias mantiveram-se como a segunda principal causa de mortes no estado<sup>16</sup>. Além disso, o RS é o estado brasileiro com o maior número de municípios que têm o câncer como a principal causa de morte<sup>17</sup>.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul quanto ao uso de agrotóxicos e à mortalidade por câncer de próstata, Linfoma Não Hodgkin e leucemias. Foi investigada também a relação do uso de agrotóxicos com características da agricultura praticada, isto é, culturas agrícolas plantadas, proporção de agricultura familiar e grau de desigualdade na distribuição de terras de lavouras.

Este estudo parte do pressuposto de que a população que veio a óbito por câncer sofreu a exposição em algum grau, direta ou indireta, aos agrotóxicos em sua região de residência. Dessa forma, é esperada maior mortalidade por câncer nas regiões de saúde com uso mais intenso de agrotóxicos.

## MÉTODOS

Este é um estudo epidemiológico exploratório com delineamento ecológico que abrangeu todo o território do estado do Rio Grande do Sul. As análises se basearam em dados secundários, de livre acesso, obtidos em nível de municípios e agrupados pelas 30 regiões de saúde<sup>18,19</sup> que compõem o território do estado do Rio Grande do Sul, como mostra a figura 1.

As regiões de saúde do estado foram caracterizadas quanto à intensidade de uso de agrotóxicos por meio de três indicadores. São eles o volume utilizado, a taxa de uso e a frequência de uso, descritos a seguir. O volume utilizado (V) compreende o total de agrotóxicos usado na região de saúde ao longo de um ano e foi estimado com base no somatório dos produtos da área plantada de cada cultura agrícola pela sua respectiva taxa de uso, segundo o seguinte cálculo:

$$V = \sum_{i=1}^{i=34} \left[ \frac{(a|it_i)}{10^3} \right]$$

V: Volume utilizado de agrotóxicos em 2006, expresso em toneladas (ton.);

a: área plantada da cultura agrícola, expressa em hectares (ha);

t: taxa de uso de agrotóxicos da cultura agrícola (kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>);

i: culturas agrícolas;

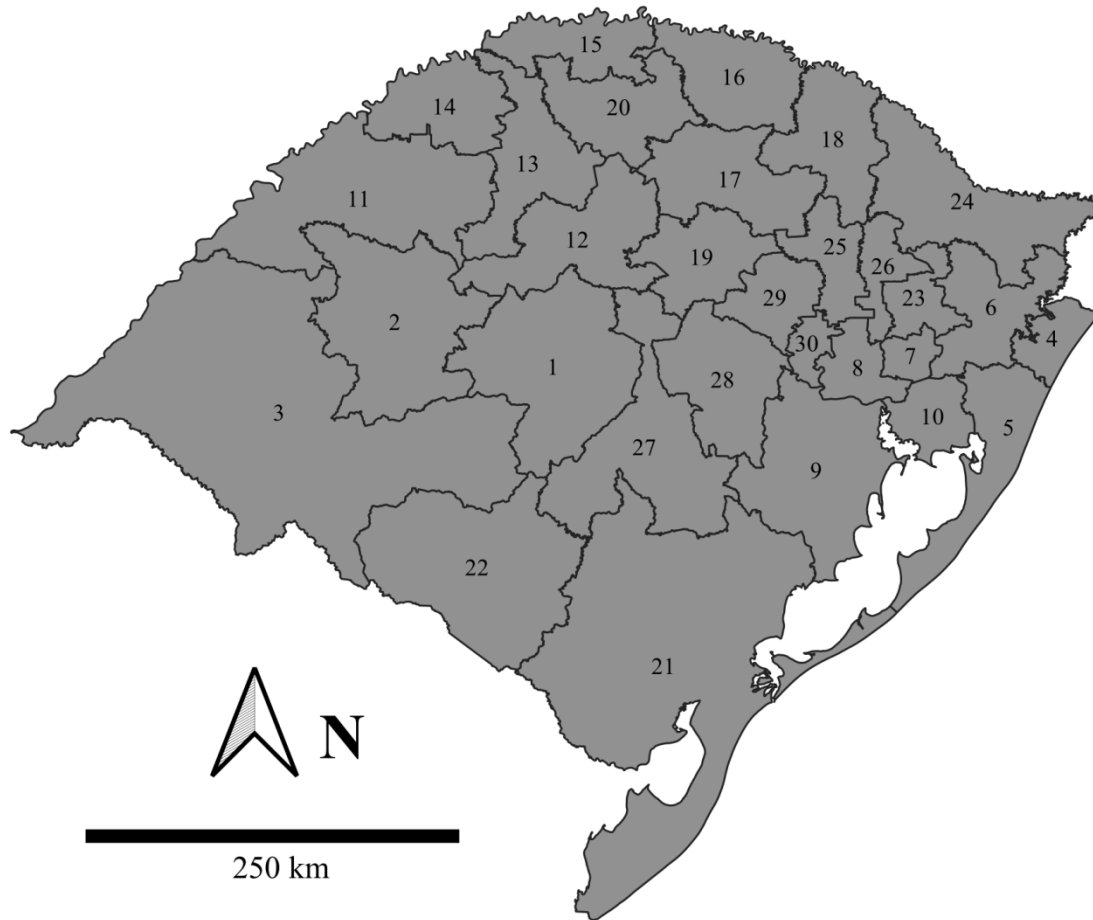


Figura 1. Limites territoriais das 30 regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul.

A área ocupada por cada cultura agrícola foi determinada a partir dos dados de Produção Agrícola Municipal - PAM<sup>20</sup>. Mais especificamente, foram utilizados os valores de “área plantada ou destinada à colheita de lavouras temporárias e permanentes” no ano de 2006. Os valores obtidos foram então agrupados por regiões de saúde, a partir do somatório dos seus respectivos municípios.

A taxa de uso de agrotóxicos de cada cultura agrícola (t), isto é, a razão entre o volume de agrotóxicos utilizado anualmente e área plantada da referida cultura, foi determinado com base em literatura científica, como conta na tabela 1. Para a maioria das culturas agrícolas a taxa de uso foi estimada a partir do estudo “Levantamento do uso e da criticidade dos agrotóxicos usados no estado do Rio Grande do Sul”<sup>21</sup>. Esse relatório quantificou o volume



de agrotóxicos utilizado nas 24 bacias hidrográficas do estado do Rio Grande do Sul. Para isso, entre janeiro e julho de 2010 foram entrevistadas 360 pessoas: 216 agricultores, 72 membros de cooperativas e 72 funcionários de agropecuárias. Os valores expressos em L.ha<sup>-1</sup> foram considerados equivalentes a kg.ha<sup>-1</sup>. Para cada bacia hidrográfica, o volume de agrotóxicos utilizado em determinada cultura agrícola foi dividido pela área plantada dessa cultura. As culturas agrícolas não abarcadas pelo relatório<sup>21</sup> tiveram suas taxas de uso de agrotóxicos obtidas a partir do estudo de Pignatti et al.<sup>22</sup> e dos dados de volume de agrotóxicos comercializado por cultura agrícola, do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (Sindiveg)<sup>23</sup>.

A taxa de uso de agrotóxicos (T) foi estimada para cada região de saúde com base na razão entre o volume total de agrotóxicos utilizado e a área total plantada. A variável Frequência de uso (F) neste estudo refere-se ao percentual de lavouras que fazem uso de agrotóxicos. Para isso, foram utilizados dados de número de lavouras (permanentes e temporárias) que, segundo o Censo Agropecuário de 2006<sup>24</sup>, afirmavam utilizar agrotóxicos. Os dados municipais foram reunidos em regiões de saúde e convertidos em valores percentuais.

A agricultura praticada em cada região de saúde do estado foi caracterizada quanto à proporção de agricultura familiar e quanto ao grau desigualdade na distribuição das terras de lavouras, caracterizados com base em dados provenientes do censo agropecuário de 2006<sup>24</sup>. Os dados obtidos por municípios foram então agrupados em regiões de saúde. Os valores indicados com “X” nas tabelas originais correspondiam a dados omitidos para não identificar o informante e foram desconsiderados nas análises. Por sua vez, os valores sinalizados com “-” indicam zero absoluto e foram substituídos por 0 (zero). Os municípios Cachoeirinha, Esteio, Imbé, Pinto Bandeira e Xangri-lá foram excluídos dessa análise devido à ausência de informações.

A proporção de agricultura familiar nas lavouras (permanentes e temporárias) presentes nas regiões de saúde foi caracterizada com base no número de lavouras existentes (AFn) e na sua área ocupada (AFa), convertidos em valores percentuais. O grau de desigualdade na distribuição das terras de lavouras foi caracterizado por meio do Índice de Gini (G). Esse índice mede a desigualdade de uma distribuição e seu valor varia de zero (distribuição totalmente igualitária) a 1,0 (desigualdade extrema). Para isso, foram considerados, para cada classe de tamanho de lavoura, o número e a área total das lavouras (permanentes e temporárias), sendo que as lavouras com área maior que 2.500 hectares foram todas agrupadas em uma única classe. O Índice de Gini foi calculado da seguinte forma:

$$G = 1 - \sum_{i=1}^{k=n-1} (N_{k+1} - N_k)(A_{k+1} + A_k)$$

G: Índice de Gini

N: proporção acumulada de número de lavouras na classe de tamanho i;

A: proporção acumulada de área total das lavouras na classe de tamanho i;

A mortalidade por câncer nas regiões de saúde foi caracterizada com base nas variáveis mortalidade proporcional (MP) e taxa de mortalidade padronizada (TP). Foram investigadas três tipologias distintas da doença, segundo as categorias definidas pela 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10): câncer de próstata (CID 61), Linfoma Não Hodgkin (CID 82-85) e leucemias (CID 91-95). O número de óbitos em cada região de saúde foi calculado com base no somatório dos valores observados nos municípios. Estes, por sua vez, foram obtidos junto ao Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde e englobaram as mortes ocorridas entre 2014 e 2018, dados mais recentes disponíveis. O período de cinco anos foi aqui adotado com o intuito de aumentar o número de municípios com ocorrência de óbitos por esses três tipos de câncer.

A mortalidade proporcional (MP) se refere à proporção de óbitos por cada tipo de câncer, ocorridos no período de 2014 a 2018 e foi calculada da seguinte forma:

$$MP = \frac{\text{número de óbitos por cada tipo de câncer no período}}{\text{número total de óbitos no período}} \times 100$$

Para minimizar o efeito de diferenças etárias entre as populações, as regiões de saúde foram também comparadas por meio de taxas padronizadas de mortalidade, isto é, ajustadas por idade. O ajuste por idade foi feito pelo método direto e teve como referência a população mundial<sup>25</sup>. Para o cálculo foram considerados os óbitos de ambos os sexos, com idades de 0 (zero) a mais de 99 anos, agrupados em sete faixas etárias: 0 a 19 anos, 20 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59, 60 a 69 e mais de 70 anos. A população residente em cada região de saúde, em cada uma das sete faixas etárias, foi obtida pelo somatório das populações municipais em 2016, estimadas pela Fundação de Economia e Estatística do estado do Rio Grande do Sul<sup>26</sup>.

A variação espacial das variáveis medidas foi representada por meio de mapas, com o estado do Rio Grande do Sul dividido em regiões de saúde. Essa divisão foi elaborada a partir do arquivo *shapefile* com a divisão territorial do estado em municípios<sup>27</sup>. As variáveis calculadas neste estudo foram adicionadas como novas colunas na tabela de atributos desse arquivo *shapefile* original. Todas essas análises foram desenvolvidas com o auxílio do *software* QGIS®, versão 3.12. As variáveis representadas nos mapas foram ordenadas com base em intervalos de quartil, com amplitudes distintas, porém com número aproximadamente igual de elementos (regiões de saúde). O grau de associação entre as variáveis foi estimado por meio do cálculo do coeficiente de correlação de *Spearman*, com o auxílio do *software* Paleontological Statistics (PAST), versão 4.03<sup>28</sup>.

Em relação aos aspectos éticos, este estudo utilizou somente dados secundários de domínio público, agregados e anonimizados, sem a possibilidade de identificação dos sujeitos da pesquisa e, dessa forma, sem necessidade de avaliação pelo sistema CEP/CONEP<sup>29</sup>.

## **RESULTADOS**

No ano de 2006 foram utilizadas 60.421 toneladas de agrotóxicos no estado do Rio Grande do Sul em uma área plantada de, aproximadamente, 7.959.244 hectares, o que resultou em um valor médio de taxa de uso de 7,59 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. Quatro culturas agrícolas (soja, milho, arroz e trigo) ocuparam 88,12% da área plantada e juntas consumiram 91,02% do volume total de agrotóxicos, como mostra a tabela 1.

Entre as regiões de saúde, o volume utilizado de agrotóxicos variou de 62 toneladas na região 7 a 5.776 toneladas na região 12. O volume mostrou-se correlacionado positivamente ao Índice de Gini, como observado na tabela 2, com os maiores volumes utilizados sendo observados principalmente na metade oeste do estado, como visto na figura 2. A taxa de uso variou de 4,94 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> na região 8 a 17,78 kg.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> na região 23. As maiores taxas de uso foram observadas na metade norte do estado, especialmente no extremo nordeste do estado e nas regiões 12 e 13, no noroeste. A frequência de uso de agrotóxicos variou de 12,05%, na região 10, a 86,03%, na região 17. Os maiores valores foram observados no centro-norte do estado.

A agricultura familiar abrangia 87,50% da quantidade total de lavouras do Rio Grande do Sul em 2006, mas somente 39,56% da área plantada no estado. Em número de lavouras, houve um predomínio da agricultura familiar em todas as regiões de saúde, com a menor percentual observado na região 3 (59,76%) e valor máximo na região 15 (93,65%). Por outro

lado, considerando a área plantada, observou-se um valor mínimo de 5,01%, na região 3, e máximo de 87,19% na região 29. Os percentuais de número e de área de lavouras de agricultura familiar mostraram-se positivamente correlacionados com a frequência de uso, porém apresentaram correlação negativa com o Índice de Gini e com o volume de agrotóxicos utilizados. O Índice de Gini apresentou valor igual a 0,69 para o território do Rio Grande do Sul como um todo e entre as regiões de saúde ele variou de 0,32 na região 23 a 0,81 na região 5, com valor médio de 0,59. O seu padrão de variação espacial foi extremamente oposto àquele observado para o percentual de área de lavouras pertencentes à agricultura familiar.

No estado do Rio Grande do Sul, 2,41% dos óbitos do sexo masculino ocorridos de 2014 a 2018 foram causados por câncer de próstata. Entre as regiões de saúde, a mortalidade proporcional por este tipo de câncer variou de 1,93%, na região 8, a 3,38%, na região 24, com valor médio de 2,54%. A mortalidade proporcional por câncer de próstata e a taxa padronizada de mortalidade por câncer de próstata (Pro – TP) apresentaram padrão espacial semelhante, com maiores valores na metade oeste do estado e em algumas regiões de saúde a nordeste como mostra a figura 3.

As leucemias foram responsáveis por 0,64% dos óbitos ocorridos no território do estado no período de 2014 a 2018. Entre as regiões de saúde a mortalidade proporcional por leucemias apresentou um valor médio de 0,67%, com valor mínimo na região 24 (0,43%) e máximo na região 25 (1,24%). A taxa padronizada de mortalidade por leucemias (Leu – TP) apresentou seus maiores valores principalmente nas regiões de saúde situadas na porção central do estado. A mortalidade proporcional por Linfoma Não Hodgkin foi de 0,49% para o estado do Rio Grande do Sul e, entre as regiões de saúde, variou de 0,28% na região 19, a 0,77% na região 25, com valor médio de 0,48%. Para o LNH, a taxa padronizada de mortalidade apresentou padrão espacial similar à mortalidade proporcional, com maiores valores no nordeste do estado.

Tabela 1. Taxa de uso, área plantada e volume de agrotóxicos utilizado por cultura agrícola no estado do Rio Grande do Sul no ano de 2006. Os números sobrescritos correspondem às referências utilizadas como fontes para os valores de taxas de uso das culturas agrícolas.

Cultura agrícola	taxa de uso (kg.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Área plantada (%)	Volume utilizado (%)
Soja <sup>21</sup>	10,76	48,60	68,89
Milho <sup>21</sup>	4,31	17,87	10,14
Arroz <sup>21</sup>	5,60	12,86	9,48
Trigo <sup>21</sup>	2,16	8,79	2,50
Uva <sup>21</sup>	26,02	0,56	1,91
Fumo <sup>21</sup>	3,32	3,06	1,34
Maçã <sup>21</sup>	51,15	0,19	1,29
Batata <sup>21</sup>	12,83	0,47	0,79
Pêssego <sup>21</sup>	22,75	0,18	0,55
Cebola <sup>21</sup>	29,57	0,14	0,53
Banana <sup>21</sup>	27,43	0,14	0,51
Cítricos <sup>21</sup>	6,63	0,53	0,49
Feijão <sup>21</sup>	1,75	1,54	0,36
Amendoim <sup>23</sup>	22,10	0,06	0,17
Cevada <sup>21</sup>	1,61	0,69	0,15
Cana-de-açúcar <sup>21</sup>	2,22	0,42	0,12
Caqui <sup>21</sup>	33,64	0,03	0,11
Sorgo <sup>21</sup>	2,06	0,33	0,09
Aveia <sup>21</sup>	0,80	0,84	0,09
Erva-mate <sup>21</sup>	1,04	0,50	0,07
Centeio <sup>22</sup>	12,00	0,04	0,07
Melão <sup>21</sup>	17,74	0,03	0,07
Alho <sup>23</sup>	9,60	0,04	0,05
Tomate <sup>21</sup>	12,44	0,03	0,05
Girassol <sup>21</sup>	1,48	0,25	0,05
Ervilha <sup>21</sup>	26,68	0,01	0,04
Mandioca	0,24	1,10	0,03
Linho <sup>21</sup>	0,96	0,24	0,03
Melancia <sup>21</sup>	0,63	0,28	0,02
Mamão <sup>22</sup>	10,00	< 0,01	0,01
Manga <sup>22</sup>	3,00	< 0,01	< 0,01
Abacaxi <sup>21</sup>	6,64	< 0,01	< 0,01
Outras culturas	-	0,19	-

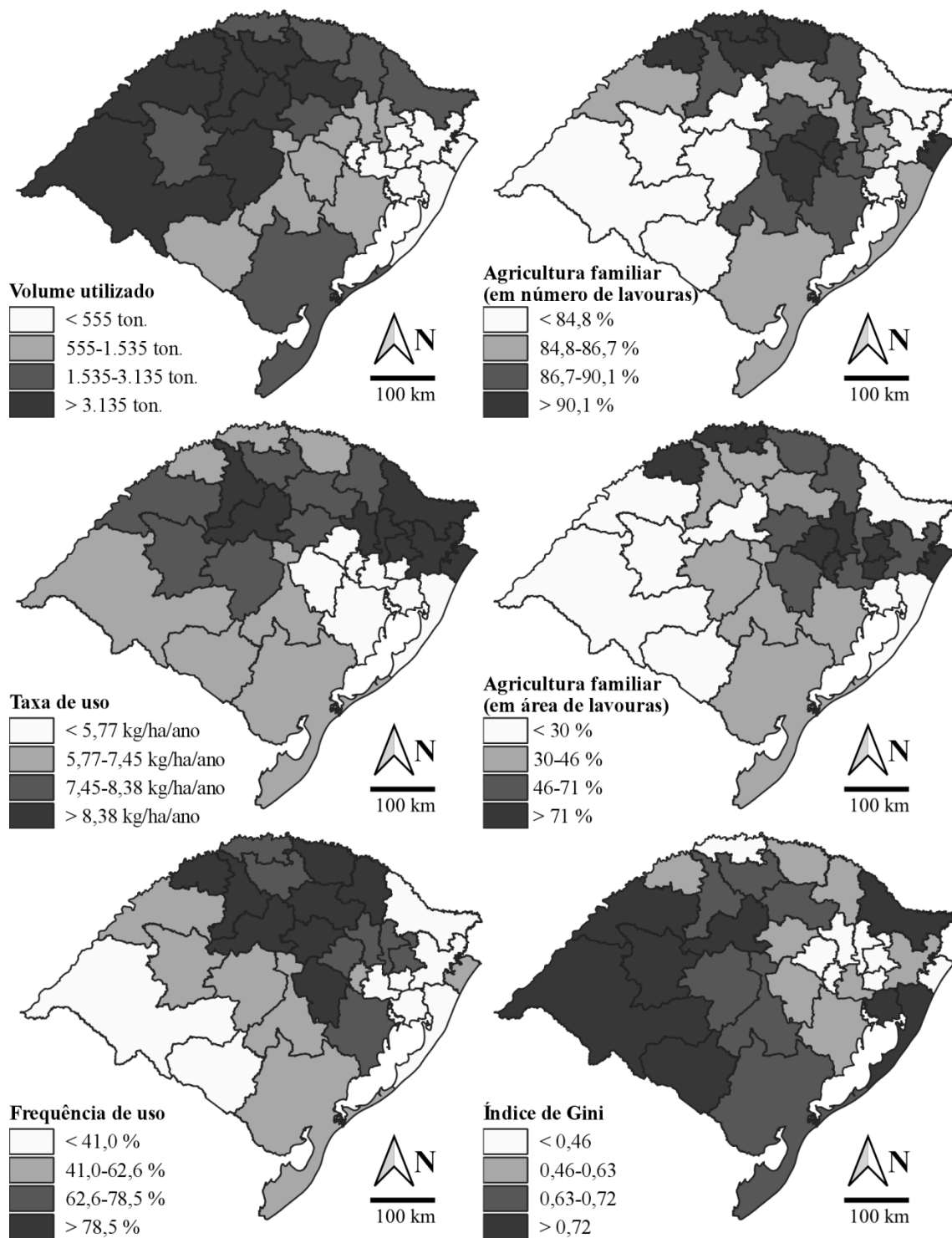


Figura 2. Variação nos valores das variáveis indicadoras de uso de agrotóxicos, na proporção de agricultura familiar e na distribuição das terras de lavouras entre as regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul.

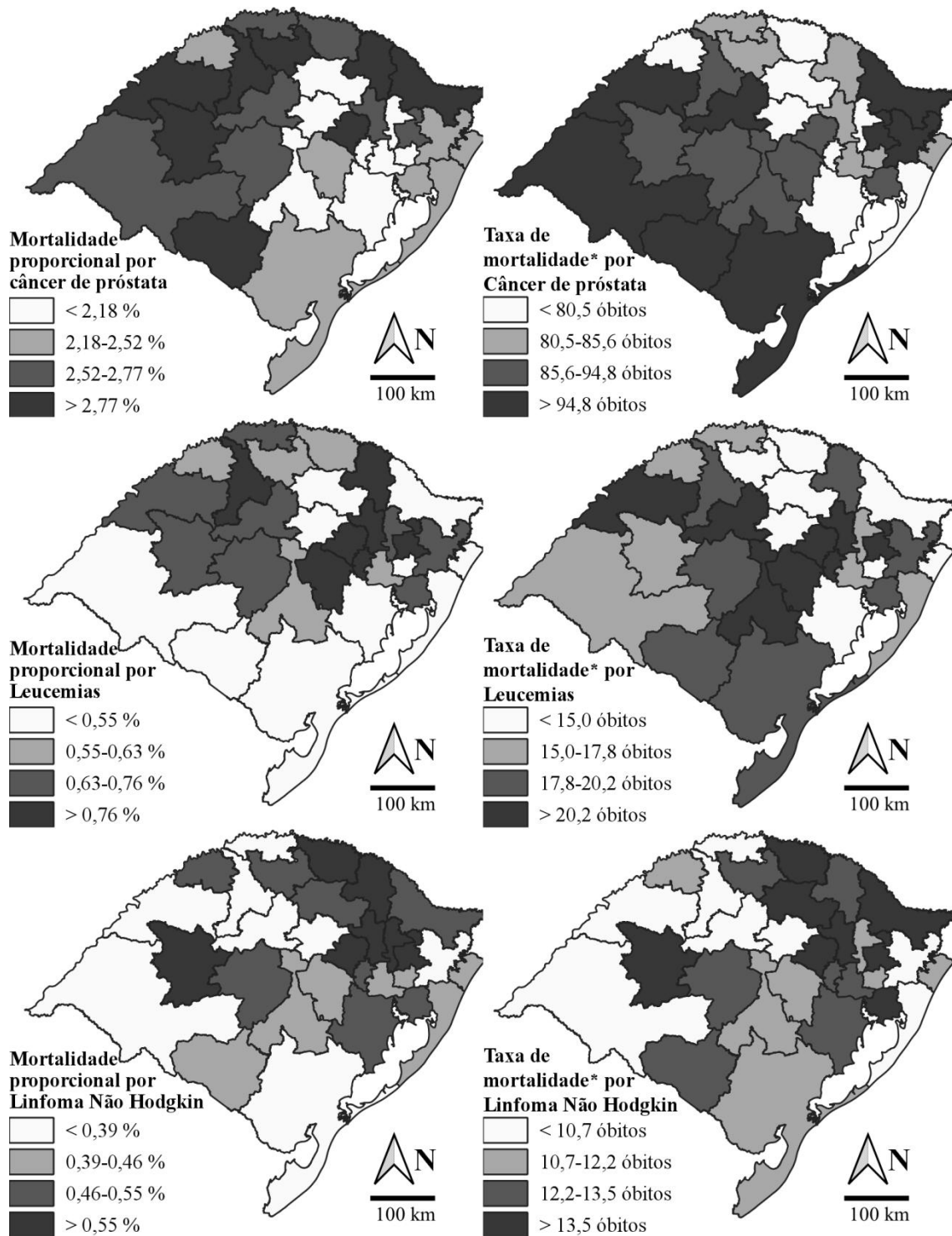


Figura 3. Variação na mortalidade proporcional e na taxa de mortalidade padronizada para câncer de próstata, Linfoma Não Hodgkin e leucemias entre as regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul. \*as taxas de mortalidade padronizadas foram ajustadas por idade e estão expressas em número de óbitos por 100.000 habitantes, para leucemias e Linfoma Não Hodgkin; para o câncer de próstata, os valores se referem ao número de óbitos por 100.000 homens.



Tabela 2. Coeficiente de correlação de *Spearman* entre as variáveis avaliadas nas 30 regiões de saúde do Rio Grande do Sul. V: volume utilizado de agrotóxicos (ton./ano); T: taxa de uso de agrotóxicos (kg.ha<sup>-1</sup>); F: frequência de uso de agrotóxicos (%); AFa: proporção de agricultura familiar em área de lavouras (%); AFn: proporção de agricultura familiar em número de lavouras (%); G: Índice de Gini; LNH – MP: mortalidade proporcional por Linfoma Não Hodgkin (%); Leu – MP: mortalidade proporcional por Leucemias (%); Pro – MP: mortalidade proporcional por câncer de próstata (%); LNH – TP: taxa padronizada de mortalidade por Linfoma Não Hodgkin (óbitos por 100.000 habitantes); Leu – TP: taxa padronizada de mortalidade por Leucemias (óbitos por 100.000 habitantes); Pro – TP: taxa padronizada de mortalidade por câncer de próstata (óbitos por 100.000 homens).

	V	T	F	Afa	Afn	G	LNH - MP	Leu - MP	Pro - MP	LNH - TP	Leu - TP
<b>V</b>											
<b>T</b>	0,34										
<b>F</b>	0,54**	0,23									
<b>AFa</b>	-0,41*	-0,11	0,34								
<b>AFn</b>	-0,03	-0,22	0,55**	0,74***							
<b>G</b>	0,49**	0,02	-0,25	-0,93***	-0,57***						
<b>LNH - MP</b>	-0,22	0,14	0,15	0,32	0,11	-0,39*					
<b>Leu - MP</b>	0,01	0,24	0,38*	0,43*	0,29	-0,37*	0,40*				
<b>Pro - MP</b>	0,45*	0,39*	0,03	-0,32	-0,20	0,29	0,07	0,21			
<b>LNH - TP</b>	-0,28	-0,02	-0,07	0,10	-0,14	-0,24	0,88***	0,20	0,10		
<b>Leu - TP</b>	-0,13	0,01	0,02	0,17	0,01	-0,18	0,09	0,76***	0,16	0,10	
<b>Pro - TP</b>	0,07	0,13	-0,45*	-0,48**	-0,59***	0,34	-0,26	0,04	0,56**	0,02	0,41*

\*p<0,05

\*\*p<0,01

\*\*\*p<0,001

As variáveis mortalidade proporcional e taxa padronizada de mortalidade apresentaram correlação positiva forte entre si para os três tipos de câncer estudados, como mostrado na tabela 2. A mortalidade proporcional por Leucemias e por Linfoma Não Hodgkin mostraram-se positivamente correlacionadas entre si, assim como as taxas ajustadas de mortalidade por câncer de próstata e por leucemias. A mortalidade proporcional por Linfoma Não Hodgkin apresentou correlação negativa com o Índice de Gini e positiva com a mortalidade proporcional por Leucemias. Esta mostrou-se positivamente correlacionada à frequência de uso de agrotóxicos e à área de agricultura familiar, porém negativamente correlacionada ao Índice de Gini. A mortalidade proporcional por câncer de próstata mostrou-se positivamente correlacionada ao volume de agrotóxicos utilizado e à taxa de uso. Por sua vez, a sua taxa de mortalidade ajustada por idade mostrou correlação negativa significativa com as variáveis AFn, AFa e F.

## **DISCUSSÃO**

Este estudo demonstrou que existe associação entre a intensidade de uso de agrotóxicos e a mortalidade por câncer de próstata, Linfoma Não Hodgkin e leucemias nas regiões de saúde do estado do Rio Grande do Sul.

O volume de agrotóxicos utilizado mostrou-se associado ao modelo agrícola latifundiário de monocultivos para exportação, conhecido também como o modelo do Agronegócio. Isso é evidenciado pelo fato do volume utilizado de agrotóxicos estar fortemente associado ao grau de desigualdade na distribuição das terras das lavouras, como observado na tabela 2. Além disso, quatro culturas agrícolas (soja, milho, arroz e trigo) foram responsáveis por utilizar mais de 90% do volume de agrotóxicos estimado para 2006, sendo a

soja responsável por aproximadamente 69%, como mostra a tabela 1. No Brasil como um todo, o elevado consumo de agrotóxicos está associado às lavouras transgênicas e à política desenvolvimentista voltada principalmente para a produção de bens primários para exportação<sup>22,30</sup>.

Além de intensificar o uso de agrotóxicos, a expansão do Agronegócio pode também comprometer a soberania alimentar do país. No Brasil, a produção de *commodities* agrícolas como a soja tem gerado também uma redução da área de lavouras vinculadas à alimentação tradicional, como feijão, arroz e mandioca<sup>31</sup>. A desestruturação da policultura tradicional e a crescente mecanização agrícola reduziram as oportunidades de emprego no meio rural e se refletiram na expulsão de trabalhadores do campo para a periferia das cidades<sup>32</sup>. A expansão do Agronegócio tem também contribuído para a redução da área de agricultura familiar no Brasil<sup>31</sup>.

Ao contrário do modelo de Agronegócio, a agricultura familiar mostrou-se associada negativamente ao volume de agrotóxicos utilizado. Por outro lado, a sua associação foi positiva com a frequência de uso de agrotóxicos. Isso reflete o uso disseminado de agrotóxicos entre os agricultores familiares, fenômeno também observado em nível nacional<sup>31</sup>. Tal fenômeno se deve em parte à política brasileira de incentivo fiscal aos agrotóxicos, assim como à obrigatoriedade da compra de insumos químicos pelos agricultores para a obtenção de crédito agrícola.

Para os três tipos de câncer estudados, a mortalidade proporcional e a taxa de mortalidade ajustada por idade mostraram-se positivamente associadas. No entanto, a associação com as variáveis de intensidade de uso de agrotóxicos e de tipo de agricultura foi significativa somente para as taxas de mortalidade proporcional. Isso sugere que a mortalidade por câncer pode também estar associada a outros fatores.

Um desses fatores é a estrutura etária da população, já que a mortalidade por câncer tende a ser mais elevada nos grupos populacionais com idade mais avançada. De acordo com Gouveia et al.<sup>33</sup>, o envelhecimento é um dos principais fatores de risco para leucemias e linfomas no Brasil. Além disso, o número de anos de exposição a agrotóxicos é potencialmente maior para pessoas mais velhas. Um segundo fator explicativo é a variação na proporção de mortes por cada categoria de causa. Em estudo realizado na região oeste de Santa Catarina, Ferraz et al.<sup>34</sup> observaram que nos municípios com maior população urbana o principal motivo das mortes era a causa externa, principalmente por acidentes de trânsito, enquanto nos municípios produtores de tabaco, as neoplasias constituíam a principal causa de mortalidade entre os adultos. Assim, regiões de saúde com maior proporção de população urbana poderiam apresentar maior mortalidade por causas externas, o que reduziria, nessas regiões, a mortalidade proporcional pelas neoplasias aqui estudadas.

A mortalidade por câncer de próstata apresentou padrão espacial distinto daquele observado para as leucemias e para Linfoma Não Hodgkin. Isso se deve, provavelmente, a diferenças de mortalidade entre o sexo masculino e o feminino. Em estudo desenvolvido na Itália, Sperati et al.<sup>35</sup> observaram que a mortalidade por LNH e por Leucemias foi maior que o esperado entre as mulheres. Boccolini et al.<sup>36</sup>, ao estudarem 552 microrregiões geográficas do Brasil, também constataram que a maior magnitude de risco de mortalidade por LNH associado ao consumo de agrotóxicos ocorreu entre as mulheres, especialmente aquelas com mais de 60 anos. Além disso, cabe lembrar que o câncer de próstata pode afetar somente a população masculina.

Os padrões distintos de mortalidade podem também estar relacionados à diversidade de agrotóxicos utilizados. É sabido na literatura científica<sup>1,37</sup> que diferentes tipos de câncer estão associados a distintos grupos químicos e categorias de agrotóxicos. Sendo assim, as diferenças que as regiões de saúde apresentam quanto aos tipos de agrotóxicos utilizados e as

potenciais interações e sinergias dessas substâncias podem também influenciar nos padrões de mortalidade dos distintos tipos de câncer investigados.

A mortalidade por câncer de próstata mostrou-se mais associada às regiões de saúde com produção agrícola intensa, utilização de elevado volume de agrotóxicos e menor proporção de agricultura familiar. Esse fato vai ao encontro de estudos anteriores, em que a mortalidade por câncer de próstata mostrou-se associada a áreas de intensa atividade agrícola<sup>38</sup> e correlacionada positivamente com toneladas de soja produzidas<sup>9</sup> e com o volume *per capita* de agrotóxicos comercializados<sup>8</sup>.

Ao contrário do câncer de próstata, a mortalidade por Leucemias e por Linfoma Não Hodgkin mostrou-se associada positivamente à proporção de agricultura familiar e negativamente à concentração de terras (Índice de Gini). Dessa forma, o risco de mortalidade por esses dois tipos de câncer pode estar associado à proximidade com as lavouras onde são aplicados os agrotóxicos. Essa contiguidade contribui também para que a exposição a essas substâncias se dê por longos períodos, o que segundo Moura et al.<sup>39</sup>, tende a aumentar o risco de desenvolver neoplasias hematológicas, entre as quais as leucemias e o LNH. Além disso, segundo a literatura científica<sup>1,39-42</sup>, o risco de desenvolver neoplasias dos tecidos hematopoiéticos e linfoides é significativamente maior em pessoas que vivem próximo a lavouras onde são aplicados agrotóxicos.

Os riscos associados à exposição ocupacional ou acidental a agrotóxicos tendem a incidir mais fortemente sobre os trabalhadores da pequena agricultura familiar que os da agricultura patronal de larga escala<sup>31</sup>. Isso se deve a diversos fatores. Dentre eles podem ser citados a inviabilidade técnica para seguir as medidas relacionadas ao preparo e aplicação dessas substâncias, assim como a falta de locais adequados para o seu armazenamento e para a lavagem dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI)<sup>43</sup>. Na agricultura familiar, a exposição a agrotóxicos tende também a ser bastante prolongada. O trabalho com agrotóxicos

pode ter início ainda na adolescência e se estender por décadas<sup>44</sup>. No Brasil, o “uso seguro” de agrotóxicos não é viável no contexto da agricultura familiar<sup>43</sup>. Conseqüentemente, não se pode responsabilizar ou culpabilizar os trabalhadores rurais pelos danos e agravos envolvidos na utilização dessas substâncias.

Este estudo baseou-se somente em bancos de dados de domínio público e de livre acesso, o que se reflete em baixo custo e elevado potencial de reprodutibilidade. O método utilizado para caracterizar a intensidade de uso de agrotóxicos pode ser adaptado para outros períodos ou unidades territoriais, como municípios, bacias hidrográficas e coordenadorias regionais de saúde, por exemplo.

No entanto, o estudo também apresenta limitações. Ele não leva em conta a diversidade de ingredientes ativos de agrotóxicos nem as suas potenciais interações. As associações observadas neste estudo devem ser interpretadas com cautela, devido à possível existência de um viés de agregação ou falácia ecológica. Em outras palavras, as associações observadas em nível populacional (de região de saúde) não necessariamente se mantêm no nível individual.

Além disso, as taxas de mortalidade não são o indicador mais adequado para avaliar o risco para câncer. Como bem destacam Silva et al.<sup>9</sup>, as taxas de incidência refletiriam com mais acurácia o risco da doença, pois a utilização de dados de mortalidade como medida de desfecho pode ser influenciada pelo acesso ao diagnóstico e ao tratamento. Além disso, a baixa letalidade de determinados tipos de câncer faz com que mesmo que, mesmo desenvolvendo a doença, as pessoas venham a óbito principalmente por outras causas. No entanto, há sérias limitações quanto à disponibilidade de dados de incidência de câncer para todas as regiões de saúde do estado. Percebe-se a necessidade de implantação do serviço de vigilância do câncer no estado, de modo a qualificar os bancos de dados relativos, permitindo a gestão dos riscos associados aos diversos tipos de neoplasias.

Neste estudo, o cálculo das taxas de mortalidade levou em conta a população como um todo. Não foi investigada separadamente a influência de fatores como gênero, raça ou faixa etária nem a proporção de população rural, isto é, aquela mais diretamente exposta aos agrotóxicos. Sendo assim, novos estudos poderão investigar como as taxas de mortalidade por câncer variam com a faixa etária da população, com os ingredientes ativos usados, com as práticas agrícolas e também com aspectos da história de vida das pessoas que vieram a óbito por essas doenças.

Por fim, cabe enfatizar que este estudo corroborou trabalhos anteriores que também encontraram associação entre o uso de agrotóxicos e a mortalidade por câncer e demonstrou como essa relação varia no território do estado do Rio Grande do Sul. Como demonstrado ao longo do texto, o elevado consumo de agrotóxicos no estado está associado principalmente ao modelo agrícola de Agronegócio. Além de ser um modelo dependente de agrotóxicos, ele pode também comprometer a soberania alimentar do país e reduzir a proporção de agricultura familiar e a geração de empregos no meio rural. Dessa forma, mais do que combater ou coibir o uso de agrotóxicos, é necessário superar o modelo de Agronegócio, que privatiza os lucros, mas socializa os prejuízos.

## **Referências**

1. Pluth TB, Zanini LAG, Battisti IDE. Exposição a agrotóxicos e câncer: uma revisão integrativa da literatura. *Saude debate* 2019; 43(122):906-924.
2. Alavanja MC, Ross, M.K, Bonner, MR. Increased cancer burden among pesticide applicators and others due to pesticide exposure. *CA Cancer J Clin* 2013; 63:120-142.

3. Mostafalou S, Abdollahi M. Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives. *Toxicol Appl Pharmacol* 2013; 268:157-177.
4. Zhang L, Rana L, Shaffer RM, Taioli E, Sheppard L. Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: a meta-analysis and supporting evidence. *Mutat Res Rev Mutat Res* 2019; 781:186-206.
5. Blair A, Dosemeci M, Heineman EF. Cancer and other causes of death among male and female farmers from twenty-three states. *Am J Ind Med* 1993; 23:729-742.
6. Sperati A, Rapiti E, Settimi L, Quercia A, Terenzoni B, Forastiere F. Mortality among male licensed pesticide users and their wives. *Am J Ind Med* 1999; 36:142-146.
7. Bassil KL, Vakil C, Sanborn M, Cole DC, Kaur JS, Kerr KJ. Cancer health effects of pesticides: systematic review. *Can Fam Physician* 2007; 53(10):1704-1711.
8. Chrisman JR, Koifman S, Sarcinelli PN, Moreira JC, Koifman RJ, Meyer A. Pesticide sales and adult male cancer mortality in Brazil. *Int J Hyg Environ Health* 2009; 212(3):310-321.
9. Silva J FS, Silva AMC, Lima-Luz L, Aydos RD, Mattos IE. Correlação entre produção agrícola, variáveis clínicas-demográficas e câncer de próstata: um estudo ecológico. *Cien Saude Colet* 2015; v. 20, n. 9, p. 2805-2812.



10. Silva JF, Mattos IE, Luz LL, Carmo CN, Aydos RD. Exposure to pesticides and prostate cancer: systematic review of the literature. *Rev Environ Health* 2016; 31(3):311-327.

11. Boccolini PMM, Boccolini CS, Chrisman JR, Koifman RJ, Meyer A. Non-Hodgkin lymphoma among Brazilian agricultural workers: a death certificate case-control study. *Arch Environ Occup Health* 2017; 72(3):139-144.

12. International Agency for Research on Cancer (IARC). Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Glyphosate. In: \_\_\_\_\_. *Some organophosphate insecticides and herbicides: diazinon, glyphosate, malathion, parathion, and tetrachlorvinphos*. Lyon: IARC; 2015. v. 112, p. 321-399.

13. Pignati WA, Lima FANS, Lara SS, Correa MLM, Barbosa JR, Leão LHC, Pignatti MG. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. In: Souza MMO, Folgado CAR, organizadores. *Agrotóxicos e Agroecologia: enfrentamentos científicos, jurídicos, políticos e socioambientais*. Anápolis: Editora UEG; 2019. p. 93-115.

14. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). *Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002*. [acessado 2020 Dez 04].

Disponível

em:

[https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=594&Itemid=5](https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=5)

15. Jobim PFC, Nunes LN, Giugliani R, Cruz IBM. Existe uma associação entre mortalidade por câncer e uso de agrotóxicos?: uma contribuição ao debate. *Cien Saude Colet* 2010; 15(1):277-288.
16. Rio Grande do Sul. *Relatório Detalhado de Prestação de Contas do 2º Quadrimestre de 2020*. Porto Alegre: SES; 2020.
17. Observatório de Oncologia. *Câncer como a primeira causa de morte nos municípios brasileiros*. Documento na internet [Acessado 2019 nov 13]. Disponível em: <https://observatoriodeoncologia.com.br/cancer-como-a-primeira-causa-de-morte-nos-municipios-brasileiros-em-2015/>.
18. Rio Grande do Sul. Resolução CIB/RS n.º 555. Altera a configuração e a quantidade de Regiões de Saúde no Rio Grande do Sul e institui as Comissões Intergestores Regionais - CIR. Porto Alegre; 2012.
19. Rio Grande do Sul. Resolução CIB/RS n.º 499. Porto Alegre; 2014.
20. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). *Produção Agrícola Municipal*. Documento na internet [acessado 2020 out 14]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>
21. Centro Estadual de Vigilância em Saúde (CEVS). *Levantamento do uso e da criticidade dos agrotóxicos usados no estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: CEVS/SES; 2010.

22. Pignati WA, Lima FANS, Lara SS, Correa MLM, Barbosa JR, Leão LHC, Pignatti MG. Spatial distribution of pesticide use in Brazil: a strategy for Health Surveillance. *Cien Saude Colet* 2017; 22(10):3281-3293.
23. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG). [acessado 2019 nov 13]. Disponível em: <https://dados.contraosagrototoxicos.org/dataset/comercializacao-de-agrototoxicos-2012-a-2014>
24. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Censo Agropecuário 2006*. Rio de Janeiro: IBGE; 2006.
25. Doll R, Payne P, Waterhouse J, editores. *Cancer incidence in five continents: a technical report*. Berlim: Springer-Verlag; 1966.
26. Fundação de Economia e Estatística (FEE). *População por município, faixa etária e sexo – Rio Grande do Sul (Revisão 2018)*. [acessado 2019 nov 13]. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/indicadores/populacao/estimativas-populacionais-revisao-2018/>
27. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Malha Municipal Digital da Divisão Político-Administrativa Brasileira. [acessado 2020 out 14]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/15774-malhas.html?=&t=downloads>
28. Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol Electron* 2001; 4(1):1-9.

29. Brasil. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510 de 7 de abril de 2016. Trata sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa em ciências humanas e sociais. *Diário Oficial da União* 2016; 24 mai.
30. Almeida VES, Friedrich K, Tygel AF, Melgarejo L, Carneiro F. Use of Genetically Modified Crops and pesticides in Brazil: growing hazards. *Cien Saude Colet* 2017; 22(10):3333-3339.
31. Valadares A, Alves F, Galiza M. *O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do Censo Agropecuário 2017*. Brasília: IPEA; 2020.
32. Miranda AC, Moreira JC, Carvalho R, Peres F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. *Cien Saude Colet* 2007; 12(1):7-14.
33. Gouveia MS, Batista JKM, Passos TS, Prado BS, Siqueira CE, Almeida-Santos MA. Comparison of factors associated with leukemia and lymphoma mortality in Brazil. *Cad Saude Publica* 2020; 36(8):e00077119.
34. Ferraz L, Kessler M, Trindade LL, Corralo VS. Principal causa de mortalidade na população adulta: municípios produtores de tabaco versus urbanizados. *Rev Bras Cancerol* 2014; 60(3):231-237.
35. Sperati A, Rapiti E, Settimi L, Quercia A, Terenzoni B, Forastiere F. Mortality among male licensed pesticide users and their wives. *Am J Ind Med* 1999; 36:142-146.

36. Boccolini PM, Boccolini CS, Chrisman JR, Markowitz SB, Koifman S, Koifman RJ, Meyer A. Pesticide use and non-Hodgkin's lymphoma mortality in Brazil. *Int J Hyg Environ Health* 2013; 216:461-466.
37. Carozza SE, Li B, Elgethun K, Whitworth R. Risk of childhood cancers associated with residence in agriculturally intense areas in the United States. *Environ Health Perspect* 2008;116(4):559-665.
38. Cockburn M, Mills P, Zhang X, Zadnick J, Goldberg D, Ritz B. Prostate cancer and ambient pesticide exposure in agriculturally intensive areas in California. *Am J Epidemiol* 2011; 173(11):1280-1288.
39. Moura LTR, Bedor CNG, Lopez RVM, Santana VS, Rocha TMBS, Wünsch-Filho V, CURADO MP. Exposição ocupacional a agrotóxicos organofosforados e neoplasias hematológicas: uma revisão sistemática. *Rev Bras Epidemiol* 2020; 23:e200022.
40. Cha ES, Hwang S, Lee WJ. Childhood leukemia mortality and farming exposure in South Korea: a national population-based birth cohort study. *Cancer epidemiol* 2014; 38(4):401-407.
41. Schinasi LH, De Roos AJ, Ray RM, Edlefsen KL, Parks CG, Howard BV, Meliker JR, Bonner MR, Wallace RB, LaCroix AZ. Insecticide exposure and farm history in relation to risk of lymphomas and leukemias in the Women's Health Initiative observational study cohort. *Ann epidemiol* 2015; 25(11):803-810.

42. Gómez-Barroso D, García-Pérez J, López-Abente G, Tamayo-Uria I, Morales-Piga A, Romaguera EP, Ramis R. Agricultural crop exposure and risk of childhood cancer: new findings from a case–control study in Spain. *Int J Health Geogr* 2016; 15:18.
43. Abreu PHB, Alonzo HGA. O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras/MG. *Rev Bras Saude Ocup* 2016; 41:e18.
44. Faria NMX; Rosa JAR; Facchini LA. Intoxicações por agrotóxicos entre trabalhadores rurais de fruticultura, Bento Gonçalves, RS. *Rev. Saude Publica* 2009; 43(2):335-344.

