

Brazilian Journal of Forensic Sciences, Medical Law and Bioethics

Journal homepage: www.ipebj.com.br/forensicjournal



Detecção de Agrotóxicos na Perícia Forense: Perfil dos Casos e dos Óbitos

Pesticide Detection in Forensic Investigation: Case and Death Profiles

Tauer Jordani Gusmão do Couto¹, Polyanna Helena Coelho¹, Luiz Sérgio Silva²,
Sofia Becker Lago Sales³, Leonardo Santos Bordini¹

¹ Instituto Médico-Legal André Roquette, Superintendência da Polícia Técnico-Científica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

² Departamento de Medicina Preventiva e Social, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

³ Faculdade de Biomedicina, Fundação Mineira de Educação e Cultura, Belo Horizonte, MG, Brasil

* Corresponding author. E-mail: polyannabordoni@gmail.com

Received 31 March 2023; Accepted 28 May 2024

Resumo. As intoxicações são um grave problema de saúde pública, pelo impacto na saúde individual e coletiva e pelos custos econômicos e sociais que acarretam. Os agrotóxicos são um dos principais químicos relacionados a esses eventos. Objetiva-se descrever o perfil dos casos e dos óbitos positivos para agrotóxicos que aportaram a um Laboratório de Toxicologia Forense. Trata-se de um estudo transversal com dados periciais criminais (toxicológicos e necroscópicos) entre 2002 e 2018; realização de análises descritivas e de testes de Mann-Whitney, qui-quadrado de Pearson e exato de Fisher para verificação de associações. A maior parte dos 1.606 casos foi proveniente da região central de Minas Gerais, relacionou-se aos inibidores de acetilcolinesterase e era composta de indivíduos do sexo masculino. Houve limitações técnicas laboratoriais para a detecção de agrotóxicos e redução do número de casos ao longo do tempo. Para 296 óbitos avaliados, homens, negros, com idade entre 30-49 anos foram a maior parte das vítimas. A suspeita de suicídio e o uso de inibidores de acetilcolinesterase foram as principais causas da morte. Não foram observados sinais necroscópicos específicos; edema agudo de pulmão e secreção espumosa nas vias aéreas foram as principais alterações observadas. Adultos jovens, do sexo masculino, que utilizaram inibidores de acetilcolinesterase em contexto de suicídio

foram os mais prevalentes, podendo ser foco de políticas públicas. Ainda há limitação na detecção dos casos de intoxicações por agrotóxicos, especialmente fatais, o que torna o cruzamento de diferentes bancos de dados uma alternativa para melhorar a sub-captação.

Palavras-chave: Agrotóxico; Toxicologia forense; Medicina legal; Envenenamento; Sub-registro.

Abstract. Poisoning is a serious public health problem, due to the impact on individual and collective health and the economic and social costs they entail. Pesticides are one of the main chemicals related to these events. Objective to describe the profile of cases and deaths that tested positive for pesticides that arrived at a Forensic Toxicology Laboratory. This is a cross-sectional study with criminal forensic data (toxicological and necroscopic) between 2002 and 2018; performing descriptive analyzes and Mann-Whitney, Pearson's chi-square and Fisher's exact tests to verify associations. Most of the 1,606 cases were from the central region of Minas Gerais, were related to acetylcholinesterase inhibitors and were from male gender. There were technical laboratory limitations for the detection of pesticides and reduction in the number of cases over time. For 296 deaths evaluated, men, blacks, aged between 30-49 years were the majority of victims. Suspected suicide and use of acetylcholinesterase inhibitors were the main causes of death. No specific necroscopic signs were observed; acute pulmonary edema and foamy secretion in the airways were the main changes observed. Young male adults who used acetylcholinesterase inhibitors in the context of suicide were the most prevalent cases and may be the focus of public policies. There is still a limitation in the detection of cases of poisoning by pesticides, especially the fatal ones, which makes the use of police database an alternative and complementary source to health database to improve the reduction in uptake.

Keywords: Pesticide; Forensic toxicology; Forensic medicine; Poisoning; Under-registration.

1. Introdução

As intoxicações constituem um grave problema de saúde pública, tanto pelo impacto na saúde individual e coletiva, como pelos custos econômicos e sociais que acarretam¹. Elas são definidas como a introdução de uma substância tóxica no organismo, sendo os agrotóxicos um dos principais grupos de substâncias relacionadas a esses eventos. A exposição aos agrotóxicos ocorre através do contato do produto com a pele/mucosas, por ingestão, ou através da inalação, podendo ser de forma acidental ou intencional (suicídio/homicídio)². A exposição pode ser classificada, ainda, como ocupacional, como ocorre no setor agrícola, na indústria de produção e no transporte de tais produtos, ou como populacional,

através de contaminação das áreas do entorno das atividades laborais mencionadas bem como no uso para combate às endemias, no consumo de alimentos contaminados, dentre outras^{3,4}.

O Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo⁵, tendo uma política agrícola de modernização no campo iniciada na década de 1970, que trouxe a monocultura com uso de agrotóxicos para incentivar indústrias químicas através de isenções fiscais⁴. Embora a regulação de tais produtos seja pautada pela Lei no 7.802/1989, considerada como uma das mais avançadas em decorrência das medidas protetoras do meio ambiente e da saúde humana, mudanças recentes na legislação infraconstitucional levaram ao registro de cerca de 1.170 novos agrotóxicos entre janeiro de 2019 e maio de 2021 no país⁶.

No Brasil, do total de 43,5 mil casos de intoxicação por agrotóxicos agrícolas registrados de 2007 a 2016 no Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN)⁷, 25% corresponderam a acidentes e 23% foram casos de contato com o praguicida no ambiente de trabalho, o que soma 48% de casos de intoxicação presumivelmente ocupacionais⁷. As tentativas de suicídio representaram 39% e 45% de todos os casos de intoxicação por agrotóxicos agrícolas listados no SINAN (2007-2017)⁷ e no Sistema Nacional de Informações Tóxico - Farmacológicas (SINITOX) (2007-2016), respectivamente⁸.

De acordo com os dados do Centro de Informação e Assistência Toxicológica de Goiás (CIATox-GO), entre 2005 e 2015 o maior número de notificações de intoxicação por agrotóxicos ocorreu em áreas territorializadas pelo agronegócio, sendo as grandes lavouras de *commodities* importantes nos malefícios aos seres vivos pela quantidade de praguicidas que empregam². Compondo esse contexto, a lógica produtiva nacional, orientada para o agronegócio, envolve uma fração de classe que ocupa muitas cadeiras no congresso nacional, aliando proprietários de terra e da indústria agroquímica, com enorme poder acumulado para aprovação de leis que flexibilizam a liberação e uso de agrotóxicos, indicando, só em 2017, um volume de recursos da ordem de 8 bilhões de dólares em investimentos, colocando o Brasil entre os maiores usuários desses produtos no planeta⁹.

Entre 2002 e 2019 foram notificados, no Sistema Nacional sobre Mortalidade (SIM)⁷, 12.913 óbitos relacionados à intoxicação por praguicidas no território nacional, dos quais 1.568 (12,14%) ocorreram em Minas Gerais e 10.141 (78,53%) se relacionaram a auto-extermínio⁷. Todos os óbitos relacionados à intoxicação

exógena, ou suspeitos de o serem, devem ser declarados por médico-legista, independentemente da circunstância da morte, por se tratar de mortes por causas externas¹⁰. Em paralelo, nos casos de óbito com assistência médica, a elaboração e o envio, ao médico perito, de um detalhado relatório sobre o atendimento são essenciais para a investigação criminal¹¹. Na análise médico legal do óbito, a identificação de substâncias exógenas, por meio da avaliação pericial toxicológica, é crucial para correlacionar os achados da autópsia e o histórico do evento, a fim de se tentar definir a causa médica da morte¹¹. Ressalta-se que, por não haver sinais patognomônicos macro ou microscópicos relacionados a nenhuma intoxicação específica, a definição da causa médica da morte nem sempre é uma tarefa fácil¹¹. E esta dificuldade se acentua pelo fato de geralmente não ser disponível a quantificação de várias das substâncias encontradas nos exames toxicológicos, tornando-se um problema de saúde pública sob o aspecto epidemiológico de relação causal¹¹.

O presente trabalho objetivou descrever o perfil dos casos que aportaram ao Laboratório de Toxicologia (LABTOX) do Instituto Médico Legal André Roquette (IMLAR) cujo exame toxicológico apresentou positividade para agrotóxicos, além de descrever os óbitos relacionados a esses praguicidas.

2. Materiais e métodos

Foi realizado um estudo transversal com dados periciais do Instituto Médico Legal André Roquette (IMLAR), no período de janeiro de 2002 a dezembro de 2018. Foram incluídos os casos com resultado positivo para praguicidas em exames toxicológicos forenses. A separação dos casos foi realizada utilizando-se o programa EPI Info7®, mediante busca textual no banco de dados em Excel® disponibilizado pelo Laboratório de Toxicologia (LABTOX). Foram utilizadas raízes/palavras para a realização da busca textual: aldicarb, aldrina, aletri, bromo, carbamato, carbaril, carbofuran, clordano, clordecone, clorpirifos, cumarinico, ddt, dde, diazin, diclorfano, diclorvos, dieldrina, endossul, fention, fenvalerato, forat, glifosato, heptacloro, malat, metamido, metoclor, metomil, metrina, organoclorado, organofosforado, paraquat, paratio, pesticida, propox, sulfan, sulfotep, sulfon, temefo, terbufos, terbuphos, triclor.

Todos os casos resgatados (considerados positivos para agrotóxicos em exames toxicológicos) foram incluídos no estudo, exceto uma duplicata e um resultado de material proveniente de matriz biológica não humana (animal

doméstico). Em seguida, foi realizada uma busca por laudos de necropsia no banco de dados do IMLAR, disponíveis no Sistema de Informatização e Gestão dos Atos de Polícia Judiciária (PCNet), com o intuito de se avaliar os óbitos relacionados ao uso de praguicidas. Para fins de complementação de informações, dados sociodemográficos das vítimas fatais foram levantados por meio de consulta ao sistema online policial denominado Registro de Evento de Defesa Social (REDS), que contém os Boletins de Ocorrência dos casos.

O IMLAR é um órgão público vinculado à Polícia Civil, sendo responsável pela investigação médica dos óbitos decorrentes de causas violentas ou suspeitas ocorridas na capital do estado e na maioria dos municípios de sua Região Metropolitana (RMBH)¹². A investigação necroscópica forense de todas as mortes por causas violentas é obrigatória¹⁰. Belo Horizonte é a sexta cidade mais populosa do Brasil, com 2.521.564 habitantes e sua região metropolitana é a terceira mais populosa, com estimados 5.961.895 habitantes no ano de 2019¹³.

O LABTOX participa do Programa *International Collaborative Exercise* realizado pelo Escritório das Nações Unidas para Drogas e Crimes (UNODC), centrado na identificação e na quantificação de substâncias, em matrizes biológicas, nos laboratórios em todo país, sendo um importante teste na avaliação dos métodos e das técnicas empregadas para a realização de exames toxicológicos que envolvem a detecção de drogas ilícitas, de medicamentos e de seus respectivos produtos de biotransformação^{14,15}. O LABTOX figurou entre os laboratórios testados no país com detecção da totalidade de analitos enviados, recebendo certificação de 100% de desempenho no último teste realizado no ano de 2020^{14,15}.

As informações obtidas nos laudos periciais foram codificadas nas seguintes variáveis:

- Características sociodemográficas dos periciados: sexo, idade, faixa etária, cor da pele, estado civil, setor da ocupação do periciado (de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações);
- Características das perícias: região de Minas Gerais de origem das amostras, ano da avaliação toxicológica e da realização das necropsias, sinais de realização de atendimento médico previamente ao óbito, circunstância do óbito, causa da morte;
- Alterações morfológicas descritas nos corpos (ao exame externo e interno): presença de lesões externas, secreção espumosa nas vias aéreas, presença e

localização de petéquias, cianose, alterações em órgãos internos (encéfalo, coração, pulmão, fígado, estômago), conteúdo do estômago;

- Exames complementares realizados: pesquisa e resultado de alcoolemia, teor alcoólico encontrado, tipo de praguicida encontrado, presença de mais de um tipo de praguicida, exame toxicológico positivo para substância diversa de agrotóxico, se positivo para droga de abuso indicado o tipo.

Apenas as variáveis sexo, ano da perícia e região de planejamento, além dos exames complementares realizados, estavam disponíveis nos dados do LABTOX. Essas e as demais variáveis estavam presentes nos laudos necroscópicos, havendo a possibilidade de *missing* de informações. Não estavam disponíveis nos laudos informações sobre o histórico médico dos necropsiados.

Foi considerado que os autopsiados receberam atendimento médico previamente à morte quando eram procedentes de unidades de saúde, quando foram encaminhadas juntamente com relatórios médicos ou quando apresentaram sinais da realização de procedimentos médicos tais como punção vascular, feridas cirúrgicas recentes, sinais de intubação orotraqueal, dentre outros. A ocupação dos periciados foi categorizada, quando disponível, de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações e seus Grandes Grupos¹⁶.

Para as análises estatísticas utilizou-se o programa IBM SPSS versão 20.0. Foram realizadas medidas de frequência e de tendência central. Para testar possíveis associações entre variáveis contínuas e dois grupos independentes, foi utilizado o Teste de *Mann-Whitney*. Para testar a relação entre uma variável categórica e dois grupos independentes, foi realizado o teste de *Qui-quadrado de Pearson* / teste exato de *Fisher*. Ambos os testes consideraram nível de significância de 95%.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais (FHEMIG) sob o número CAAE 15720319.1.0000.5119.

3. Resultados

3.1. Dados gerais

Foram avaliados 1.606 casos relacionados ao encontro de praguicidas nos exames toxicológicos, sendo 67,2% em indivíduos do sexo masculino e 31,1% em indivíduos do sexo feminino. A distribuição dos casos de acordo com o ano encontra-se

demonstrada na Figura 1. Havia informação de procedência para 735 exames realizados, dos quais 37,7% foram provenientes na região central e 13,7% na região sul do estado de Minas Gerais. O restante dos casos foi distribuído de acordo com a Figura 2.

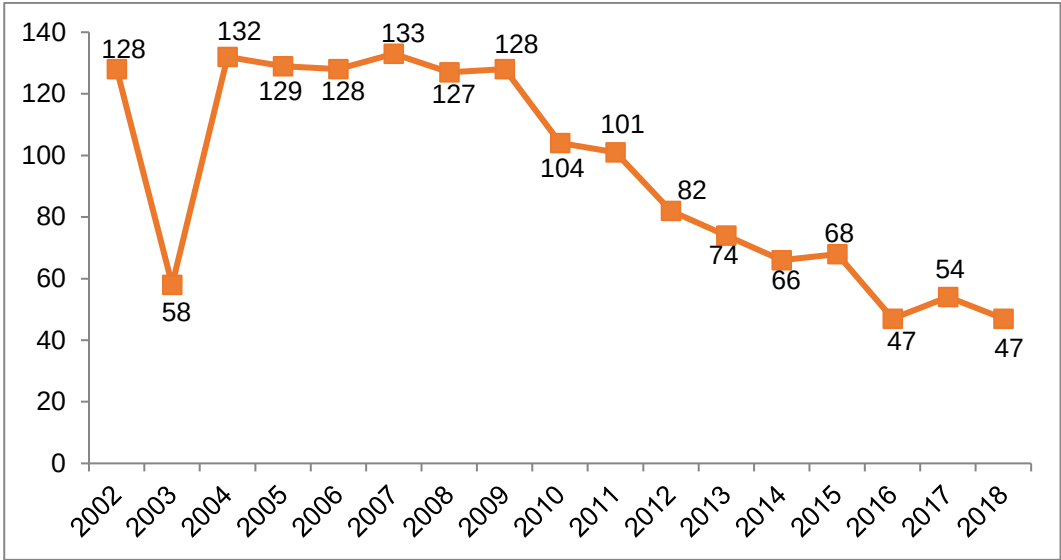


Figura 1: Distribuição das perícias por ano (IMLAR – 2002 a 2018).

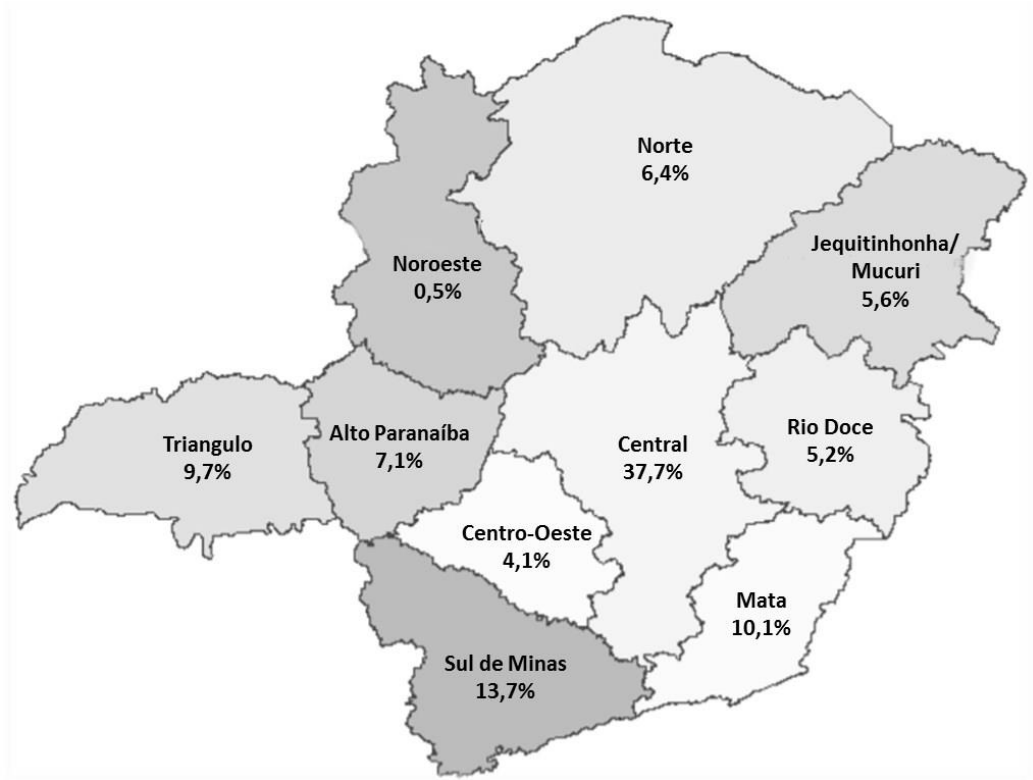


Figura 2: Distribuição das perícias por região (planejamento) do estado de Minas Gerais (IMLAR – 2002 a 2018).

Os inseticidas inibidores da acetilcolinesterase foram os praguicidas mais encontrados, correspondendo a 96,3% do total. Para 38 casos o exame toxicológico detectou organoclorados, para 18 piretroides e neonicotinoides, para 11 herbicidas, para 7 acaricidas, para quatro fungicidas e para dois cumarínicos. Em alguns indivíduos foram encontradas, além dos praguicidas, outras substâncias, como psicotrópicos (62 casos) (Tabela 1). Foi realizada a pesquisa de teor alcoólico em 17,5% dos indivíduos. Dentre os resultados disponíveis, a maioria foi positivo: alcoolemia média de 16,06 dg/L (desvio padrão de 9,51, extremos de 1,97 e 38,00). Para os homens, a média de alcoolemia foi de 16,66 dg/L (desvio padrão 10,06) e para as mulheres foi de 14,15 (desvio padrão de 7,43) ($p < 0,05$).

Tabela 1: Resultado dos exames laboratoriais, segundo o sexo (IMLAR – 2002 a 2018).

		Desconhecido		Feminino		Masculino		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Praguicidas*	Ins Inib AcoE	28	100,0	483	96,8	1028	96,0	1539	96,3
	Outros	0	0,0	18	3,6	62	5,8	80	5,0
	Dois ou mais tipos	0	0,0	5	1,0	17	1,6	22	1,4
Outras substâncias*	Droga de abuso	0	0,0	2	0,4	11	1,0	13	0,8
	Psicotrópico	1	3,6	26	5,2	35	3,3	62	3,9
	Outro medicamento	0	0,0	8	1,6	9	0,8	17	1,1
	Outras substâncias	1	3,6	35	7,0	53	4,9	89	5,6
Exame de teor alcoólico*	Realizado	0	0,0	93	18,6	188	17,4	281	17,5
	Não realizado	28	100,0	406	81,4	891	82,6	1325	82,5
Resultado do teor alcoólico*	Negativo	0	0,0	69	13,8	116	10,8	185	11,5
	Positivo	0	0,0	21	4,2	61	5,7	82	5,1
	Indisponível	28	100,0	409	82,0	902	83,6	1339	83,4

Legenda: Ins Inib AcoE = Inseticidas inibidores da acetilcolinesterase. *Estatística qui-quadrado, valor- $p > 0,05$; dados indisponíveis e dos desconhecidos foram excluídos dos testes estatísticos.

3.2 Dados necroscópicos

Foram avaliadas 296 necropsias com pesquisa toxicológica positiva para praguicidas. Havia informação da circunstância da morte para 147 casos, sendo 144 suspeitas de suicídio e três suspeitas de homicídio. A distribuição dos casos de acordo com o ano encontra-se demonstrada na Figura 3.



Figura 3: Distribuição das perícias necroscópicas por ano (IMLAR – 2002 a 2018).

Do total de casos, 67,2% eram do sexo masculino, 65,0% eram da cor negra, 51,1% tinham entre 30 e 49 anos de idade e 28,7% trabalhavam em atividades do setor do comércio (tabela 2). A média etária masculina foi de 43,91 e a feminina de 43,56. Houve maior percentual de mulheres brancas (43,0%) e sem ocupação (39,4%) se comparado aos homens, maior parte de cor negra (69,78%) e trabalhando no setor industrial (29,7%) ($p < 0,05$) (Tabela 2). Das informações disponíveis, para 35,1% das vítimas houve atendimento médico previamente ao óbito. A causa médica da morte foi estabelecida como intoxicação exógena em 79,0% dos laudos necroscópicos (Tabela 2).

Foram observadas petéquias em 10,1% dos casos, sendo 9,8% na pele do tronco e/ou tórax. Na maior parte das vezes, coração, fígado, estômago, encéfalo e pulmões não apresentaram alterações. O coração apresentou-se aumentado de tamanho ou congesto em 26,4% dos casos, o fígado estava congesto ou aumentado de tamanho em 24,3% dos casos, o estômago distendido em 2,4% dos casos e o encéfalo com edema / congestão em 4,8% dos casos. No total, o pulmão apresentou sinais de edema / congestão em 60,2% dos casos. Havia grânulos enegrecidos no interior do estômago em 7,1% dos periciados (Tabela 2). Do total de casos 6,4% apresentaram cianose cutânea ou mucosa, em 11,2% havia secreção espumosa na via aérea e 36,8% apresentaram alguma lesão externa, como equimoses ou escoriações (Tabela 2).

Os inseticidas (inibidores da acetilcolinesterase) foram os praguicidas mais encontrados, sendo 97,6% do total de casos. Em alguns indivíduos, foram encontradas, além dos praguicidas, outras substâncias, como medicamentos psicotrópicos (23 casos).

Foi realizado o exame de teor alcoólico em 60,1% dos necropsiados. Dentre os resultados disponíveis, a maioria foi positivo: alcoolemia média de 15,7 dg/L (desvio padrão de 9,87, extremos de 2,3 e 38,0). Para os homens a média de teor alcoólico foi de 16,37 dg/L (desvio padrão 10,34) e para as mulheres foi de 13,47 (desvio padrão de 8,18). Houve proporcionalmente mais casos com alcoolemia positiva entre homens do que entre mulheres ($p < 0,005$) (Tabela 2).

Tabela 2: Dados sociodemográficos, histórico das ocorrências, alterações necroscópicas e resultado dos exames laboratoriais, segundo sexo, dos óbitos avaliados (IMLAR – 2002 a 2018).

		Feminino		Masculino		Total	
		N	%	N	%	N	%
Cor*	Branca	46	43,0	55	30,22	101	34,95
	Negra	61	57,0	127	69,78	188	65,05
Faixa Etária**	≥ 70	6	5,50	7	3,80	13	4,50
	60 a 69 anos	8	7,30	12	6,60	20	6,90
	50 a 59 anos	21	19,30	42	23,10	63	21,60
	40 a 49 anos	28	25,70	45	24,70	73	25,10
	30 a 39 anos	25	22,90	48	26,40	73	25,10
	18 a 29 anos	20	18,30	27	14,80	47	16,20
	< 18 anos	1	0,90	1	0,50	2	0,70
Classificação Brasileira de Ocupações – Grande Grupo*	Sem ocupação	26	39,40	4	4,00	30	18,00
	Indústria	3	4,50	30	29,70	33	19,80
	Comercio	22	33,30	26	25,70	48	28,70
	Outros	15	22,70	41	40,60	56	33,60
	Total	66	100,00	101	100,00	167	100,00
Histórico**	Suspeita de homicídio	0	0,00	3	3,66	3	2,04
	Suspeita de suicídio	65	100,00	79	96,34	144	97,96
Atendimento médico**	Não	71	64,00	121	65,40	192	64,90
	Sim	40	36,00	64	34,60	104	35,10
Causa da morte**	Indeterminada	17	15,50	33	17,80	50	16,90
	Intoxicação e outras	2	1,80	1	0,50	3	1,00
	Intoxicação exógena	91	81,80	143	77,30	233	79,00
	Outras causas	1	0,90	8	4,30	9	3,10
Presença de petéquias**	Presentes	7	6,3	23	12,4	30	10,1
	Tórax	6	5,4	21	11,4	27	9,1
	Pele tronco/tórax	7	6,3	22	11,9	29	9,8
	Coração	4	3,6	11	5,9	15	5,1
	Pulmão	3	2,7	13	7,0	16	5,4
Coração**	Aumentado/congesto	20	18,0	58	31,3	78	26,4
	Sem alteração	90	81,1	127	68,6	217	73,3

	Lesão traumática	1	0,9	0	0,0	1	0,3
Fígado**	Aumentado/congesto	23	20,7	49	26,5	72	24,3
	Sem alteração	88	79,3	136	73,5	224	75,7
Conteúdo do estômago**	Azulado	2	1,8	4	2,2	6	2,0
	Escurecido	3	2,7	2	1,1	5	1,7
	Esverdeado	1	0,9	1	0,5	2	0,7
	Grânulos	7	6,3	14	7,6	21	7,1
	Sem conteúdo	98	88,3	164	88,6	262	88,5
Estômago**	Distendido	1	0,9	6	3,2	7	2,4
	Mucosa hemorrágica	1	0,9	4	2,2	5	1,7
	Sem alteração	109	98,2	175	94,6	284	95,9
Encéfalo**	Edema/ congestão	6	5,4	8	4,4	14	4,8
	Sem alteração	105	94,6	177	95,7	282	95,3
Pulmão**	Edema/congestão	66	59,4	112	60,5	173	60,2
	Sem alteração	45	40,6	73	39,5	118	39,8
Outras alterações macroscópicas**	Cianose	6	5,4	13	7,0	19	6,4
	Sec. espumosa VA	5	4,5	10	5,4	15	5,1
	Lesões traumáticas	34	30,6	75	40,5	109	36,8
Tipo de praguicida encontrado no exame toxicológico**	Ins Inib AcoE	109	98,2	180	97,3	289	97,6
	Outros	2	1,8	7	3,8	9	3
	Dois ou mais tipos	0	0	2	1,1	2	0,7
Outras substâncias encontradas no exame toxicológico**	Droga de abuso	0	0	6	3,2	6	2,0
	Psicotrópico	7	6,3	16	8,6	23	7,8
	Outro medicamento	3	2,7	4	2,2	7	2,4
	Outras substâncias	9	8,1	25	13,5	34	11,5
Exame de teor alcoólico**	Realizado	68	61,3	110	59,5	178	60,1
	Não realizado	43	38,7	75	40,5	118	39,9
Resultado do teor alcoólico*	Negativo	58	85,3	77	70,0	135	75,8
	Positivo	10	14,7	33	30,0	43	24,2

Legenda: *estatística qui-quadrado, valor- $p < 0,05$; **estatística qui-quadrado, valor- $p > 0,05$; dados indisponíveis foram excluídos dos testes estatísticos.

Dados indisponíveis: cor/ faixa etária = 7 casos, histórico = 149, Classificação Brasileira de Ocupações – Grande Grupo = 99.

Sec. Espumosa VA = Secreção espumosa na via aérea; Piret/neonic = Piretroides e neonicotinoides; Inseticida Inib AcoE = Inseticidas inibidores da acetilcolinesterase.

4. Discussão

No presente estudo foi observada redução da detecção do uso de agrotóxicos ao longo da série histórica. A maior parte dos casos foi proveniente da região central de Minas Gerais, relacionou-se aos inibidores de acetilcolinesterase, era composta de indivíduos do sexo masculino. Quanto ao número de óbitos relacionados ao uso dos praguicidas, houve oscilação ao longo do tempo, com pico de mortes em 2017.

Homens, negros, com idade entre 30-49 anos, que exerciam atividades no setor do comércio foram a maior parte das vítimas. Poucos periciados receberam atendimento médico relacionado ao evento, sendo a suspeita de suicídio a principal circunstância do óbito e as intoxicações exógenas relacionadas ao uso de inibidores de acetilcolinesterase a causa da morte mais predominante. A maioria dos periciados apresentou alcoolemia positiva, especialmente os homens, não tendo sido observados sinais específicos macroscópicos relacionados aos óbitos, sendo o edema agudo de pulmão e a presença de secreção espumosa nas vias aéreas as principais alterações observadas.

A intoxicação exógena é um dos métodos mais frequentemente utilizados em nosso meio nos casos de tentativa de suicídio, especialmente em indivíduos do sexo masculino, o que foi observado no presente trabalho e reafirma a busca, pelos homens, por produtos tóxicos potencialmente mais eficazes, como os praguicidas^{17,18}. Maior proporção de homens também foi descrita em vítimas de intoxicação na Noruega, sendo o sexo masculino mais susceptível a óbito por suicídios por utilizar métodos mais letais¹⁹⁻²¹. Ainda quanto ao perfil dos acometidos pelas intoxicações, além do sexo masculino ter predominado, a maioria era adulto jovem (20 a 39 anos), grupos mais frequentemente envolvidos com acidentes ocupacionais com o uso de produtos agrotóxicos, o que também foi observado por outros autores¹. Quanto às faixas etárias mais envolvidas com intoxicações exógenas, no Ceará (Brasil) a de maior prevalência foi 15-24 anos (2005), na Pensilvânia (Estados Unidos) foi 35-44 anos (1979-2014) e na Coreia do Sul foi 60-64 anos (1991-2001), diferenças que podem resultar de particularidades envolvendo o próprio contexto das intoxicações, sendo o do presente estudo estritamente ligado ao uso de praguicidas^{20, 22,23}. Os negros predominaram dentre os óbitos do IMLAR, sendo esses 30% dos casos de intoxicação observados em outro estudo²⁴. Contudo, indivíduos brancos foram o maior percentual entre aqueles pesquisados em uma região do Rio Grande do Sul²⁵. A cor/raça nos dados do IMLAR, foi caracterizada por médicos legistas, embora dados da população nos censos demográficos remetam a informações autodeclaradas, devendo ser consideradas, na interpretação dos resultados do presente trabalho, possibilidades de alterações na cor da pele de cadáveres decorrentes da interrupção da circulação e da deposição do sangue, viés que pode influenciar na sua estimativa pelos legistas.

O perfil das intoxicações por agrotóxicos as associa, na maioria dos casos, a exposições ocupacionais e a tentativas de suicídio². As exposições às substâncias químicas agrícolas representam uma parcela significativa no campo das exposições ocupacionais, uma vez que estão presentes em vários ambientes e processos de trabalho, numa complexa rede de interações entre vulnerabilidade socioeconômica e precariedade das condições ocupacionais, o que pode determinar diferentes riscos à saúde dos trabalhadores, tendo esses, um perfil com baixa qualificação, maior vulnerabilidade social, estando sujeitos às condições de precariedade laboral²⁶. Entre 2007 e 2017, 41,6 mil casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola foram registrados no SINAN, sendo 42% decorrentes da exposição ocupacional, ocorrendo cenário semelhante com os registros do SINITOX, com cerca de 48% de casos relacionados ao trabalho, considerado o mesmo período⁸. Sob a ótica ocupacional, dado que a maioria são casos de intoxicação crônica, ao contrário do que acontece com as intoxicações agudas, é muito difícil estabelecer as relações de causa e efeito para os mesmos, pois as manifestações mórbidas surgem meses ou anos após a exposição contínua e frequente a pequenas doses de praguicidas². Sob esse aspecto, dado à diversidade de apresentação dos produtos, a possibilidade de não identificação, por parte do profissional de saúde que atende o caso, é muito grande, aumentando a subnotificação. O sub registro da relação entre o trabalho e os casos de intoxicação por agrotóxicos já foi apontado, devendo-se esse problema à ausência de diagnóstico, por falta de treinamento dos profissionais responsáveis pelo atendimento, incluindo médicos²⁷. Estudo realizado em uma cidade mineira, tipicamente agrícola, demonstrou o desconhecimento dos próprios trabalhadores em relação ao potencial danoso dos agrotóxicos, além de muitos profissionais de saúde não conseguirem fazer o nexo entre o processo saúde-doença/trabalho e os sinais e sintomas apresentados pelos trabalhadores expostos aos agentes químicos, o que, além de não ajudar na melhoria das condições de saúde deles, ainda poderia gerar aumento das subnotificações²⁸. Os dados do presente trabalho apontam intoxicações agudas fatais cujos dados ocupacionais das vítimas apresentaram-se indisponíveis em grande parte dos casos. Considerando os dados disponíveis, quase um terço dos indivíduos exerciam atividades laborais no setor do comércio, embora tenha havido maior percentual de mulheres sem ocupação e de homens trabalhando no setor industrial, não sendo possível estabelecer nexo entre óbito e

trabalho, à semelhança do que ocorre com os casos de intoxicação crônicas não fatais.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais (cerca de 130 mil toneladas de ingrediente-ativo (i.a.)), o que equivale a aumento de 700% no consumo nos últimos quarenta anos. A distribuição de uso nas regiões do país tem sido desigual: Sudeste 38%, Sul 31%, Centro-Oeste 23%, Norte pouco mais de 1%, Nordeste aproximadamente 6%. Os estados com maior utilização são São Paulo (25%), Paraná (16%), Minas Gerais (12%), Rio Grande do Sul (12%), Mato Grosso (9%), Goiás (8%) e Mato Grosso do Sul (5%)²⁹. De acordo com o SIM, no período do estudo (2002-2018), ocorreram 12.530 óbitos relacionados aos praguicidas, dos quais 36,7% ocorreram no Nordeste, 32,7% no Sudeste, 12,7% no Sul, 11,2% no Centro-Oeste e 6,7% no Norte⁷. Pesquisa realizada utilizando dados da Pesquisa Nacional de Saúde de 2019 mostrou que moradores das áreas rurais foram mais expostos a produtos químicos nos ambientes de trabalho do que os da urbana, com uma diferença maior para residentes na região Sul, seguida pelos das regiões Sudeste e Centro Oeste. De forma geral, no Brasil, a exposição a agentes químicos é mais frequente entre os trabalhadores da agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, seguidos pelos da indústria em geral²⁶.

A região sudeste figurou como a que apresentou o maior número de casos de intoxicação por “chumbinho” a cada ano no Brasil³⁰. A concentração de casos detectados na região central do estado de Minas Gerais, no presente estudo, pode estar relacionada à proximidade com o LABTOX, o que poderia ter facilitado a logística no transporte de amostras biológicas até a capital, bem como pela maior facilidade de acesso aos químicos nessa região mineira. O uso dos praguicidas nos casos de intoxicação exógena continua preocupante. De acordo com o Decreto 4.074/2.002, que regulamentou a Lei nº7802/1989, tais substâncias só poderiam ser comercializadas diretamente ao usuário através de receituário emitido por profissional legalmente habilitado^{31,32}. Porém, tal exigência não cria um impedimento real para a venda do produto, já que ainda há a prática de guarda, pelos comerciantes brasileiros, de blocos de receitas assinadas não preenchidas³³.

As intoxicações exógenas são causas de morte que envolvem energia de ordem química, resultantes da reação da substância com o organismo, produzindo

efeitos deletérios³⁴. As formas de intoxicação mais comuns são a ingestão e as inalações^{35,36}. Para os carbamatos, o meio de administração mais comum é a via oral e a absorção é predominantemente pelo trato gastrointestinal até a sua distribuição para a circulação^{36,37}. Dentre os principais carbamatos, destacam-se o Aldicarb, o Carbofuran, o Metomil e o Carbaril, que atuam como inibidores da acetilcolinesterase, sendo utilizados como fungicidas, herbicidas, inseticidas e parasiticidas^{36,37}. O Aldicarb é muito utilizado na formulação de um raticida, ilegalmente comercializado, conhecido popularmente como “chumbinho”, sendo responsável por quase cinco mil casos de intoxicação anualmente no Brasil³⁷. Foram notificados, no SINAN, 549 casos de intoxicação aguda por anticolinesterásicos ocorridas em Recife (Pernambuco) entre 2007 e 2010, das quais 92,2% foram referentes ao uso de “chumbinho”; a maioria (79,4%) relacionada a suicídio, dados compatíveis com os observados no presente estudo³⁸. De acordo com o SINITOX, o Aldicarb figurou, dentre os raticidas, como o protagonista dos casos de intoxicação exógena ocorridos no Brasil entre 2000 e 2008³⁰. O segundo praguicida mais relacionado ao autoextermínio registrado no setor de toxicologia forense da Unicamp (2013 a 2014) foi o Paraquat (PQ)³⁵. No presente estudo, os organoclorados foram a segunda classe de praguicidas mais encontrada, divergindo do observado no estudo da UNICAMP provavelmente pelas limitações das técnicas analíticas para PQ mencionadas a seguir³⁵.

Como já consagrado na literatura especializada, nas necropsias do IMLAR não foram observados sinais macroscópicos típicos que permitissem relacionar o uso de praguicidas com os óbitos¹¹. As alterações mais comumente observadas foram relacionadas ao edema agudo de pulmão: secreção espumosa nas vias aéreas e no interior do próprio parênquima pulmonar. A fisiopatologia dos carbamatos, praguicidas mais comumente encontrados no IMLAR, explica esses achados, pois está associada à inibição da enzima acetilcolinesterase³⁶. Essa inibição promove o acúmulo da acetilcolina em seus locais de ação, levando a uma hiperestimulação pós-sináptica, com miose, náusea, cólicas, sudorese profusa, vômitos, diarreia, broncoespasmo, bradicardia, dificuldade respiratória, convulsões e arritmias cardíacas^{35,36}. Ou seja, parte importante dos mecanismos de morte envolvem a falência do coração como bomba, o que induz a edema pulmonar cardiogênico, bem como o aumento da secreção nas vias aéreas, explicando os achados necroscópicos³⁶. Cabe ressaltar que condutas importantes no tratamento dos

intoxicados como a manutenção das vias aéreas pervias, a administração de atropina, o esvaziamento e lavagem gástricos e a utilização de carvão ativado interferem na posterior investigação necroscópica do óbito³⁶.

Em 50 periciados a causa médica da morte permaneceu indeterminada, apesar do exame toxicológico positivo para praguicidas. Tais casos não apresentaram achados necroscópicos substancialmente diferentes dos demais óbitos determinados como intoxicação, o que indica que provavelmente estavam relacionados com os praguicidas detectados. Há seis critérios para a determinação da morte como decorrente de um envenenamento³⁴. Pelo critério clínico são avaliados os sinais e sintomas apresentados antes da morte e sua posterior correlação com o mecanismo de ação de determinada substância. No critério circunstancial são avaliados o local da suposta intoxicação, o depoimento de testemunhas e outros elementos potencialmente relacionados ao fato³⁴. Pelo parâmetro anatomopatológico são observadas as alterações estruturais microscópicas apresentadas nos órgãos vitais. No critério toxicológico avalia-se qual substância foi encontrada e em qual quantidade, quando for o caso. No critério experimental, claramente em desuso, utilizam-se matrizes biológicas supostamente contendo um intoxicante em animais experimentais e observam-se os efeitos. E por último, e mais importante, pelo critério médico-legal, leva-se em consideração a análise conjunta das informações disponíveis nos cinco parâmetros anteriores³⁴. A indeterminação da causa da morte, nos casos do IMLAR, pode ser atribuída a uma supervalorização de exames quantitativos pelos legistas, em detrimento de resultados exclusivamente qualitativos¹¹. Ou seja, os peritos tendem a valorizar apenas um dos critérios de avaliação, o toxicológico, e ainda assim, apenas seu componente quantitativo. Há ampla variação de faixas letais verificadas para substâncias exógenas e, via de regra, da correlação entre os níveis identificados *post-mortem* e os valores detectados após os fenômenos transformativos destrutivos (autólise e putrefação)³⁴. Ressalta-se, ainda, que já foram relatados valores considerados como letais em periciados vivos³⁴. É impreciso esperar resultados exatos para análises que lidam com a complexidade e a individualidade dos organismos, além da busca de aproximações de doses letais em estudos animais (DL50) com o perfil metabólico humano¹¹. Os praguicidas, ou substâncias análogas, não são produzidas como resultado de biotransformações endógenas nos necropsiados e devem ser considerados como de origem exógena¹¹. Além disso,

nas análises toxicológicas do IMLAR, detectou-se a presença de agrotóxicos através de técnicas que indicam esses agentes em concentrações geralmente mais elevadas, a despeito de serem relativamente potentes para cursar com óbitos, mesmo em baixas concentrações. Dessa forma, nos casos onde a necropsia não indicou outras causas que justificassem o óbito, poder-se-ia estabelecer nexo causal com o uso de praguicidas, apenas com a detecção qualitativa pelos exames toxicológicos complementares. A definição da causa médica da morte não deve ser realizada com base apenas na quantificação de uma substância, mas no conjunto de achados toxicológicos e médico-legais e epidemiológicos, daquele caso específico³⁴.

Embora o consumo de agrotóxicos no Brasil tenha aumentado, o registro oficial de intoxicações agudas pelos mesmos não cresceu na mesma proporção, tendo o sub-registro como a principal limitação dos atuais sistemas de notificação existentes no país. Torna-se crucial a estruturação de um sistema integrado de informações sobre o uso de agrotóxicos e de casos de intoxicação, de âmbito nacional, alimentados com dados oriundos de órgãos públicos e privados de saúde, envolvendo meio ambiente, trabalho, agricultura, indústria, comércio, economia e segurança pública³⁹. A técnica de *linkage* de banco de dados, iniciada na epidemia da aids mediante cruzamento do SIM e do SINAN, poderia ser utilizada com esse objetivo para a tratativa das intoxicações por agrotóxicos, utilizando os diversos bancos de dados existentes com componentes necessários para esse tipo de análise, substanciado pelo investimento em melhorias dos mesmos, utilizando plataformas que facilitem sua utilização em conjunto⁴⁰.

Estudo demonstrando o cruzamento de dados do SINAN com fontes policiais já se mostrou eficiente para avaliar a sub-captação de intoxicações exógenas. No Distrito Federal (DF) (2009-2013) observou-se sub-captação de 94,7% dos óbitos relacionados a esse agravo no SINAN após cruzamento com SIM, com Centro de Informações Toxicológicas e com dados policiais. Considerando a sub-captação dos dados nos bancos policiais, o sub-registro foi de 29,9%⁴¹. As Secretarias de Saúde buscam melhorar as informações sobre óbitos de causas mal definidas mediante investigação dos casos em diversas fontes, dentre elas os IML, conforme preconizado pela Lei 11.976/2009, que trata das comissões de investigação de óbitos^{42,43}. Considerando que todos os óbitos decorrentes de intoxicação exógena devem ser declarados pelos IML's (causa externa de mortalidade), e que a maioria das declarações de óbitos são liberadas com causas de morte indeterminadas pelo

fato de o diagnóstico de intoxicação exógena depender de exames complementares, geralmente não disponíveis no momento da liberação das vítimas para seus familiares, a referida investigação desses casos pelas Secretarias de Saúde nos IML's é crucial^{10,42}. A busca dessas informações deverá ser feita mediante análise conjunta dos laudos periciais disponíveis, como os toxicológicos e os de necropsia. De acordo com os dados do SIM, ocorreram 450 óbitos decorrentes do uso de praguicidas entre 2002 e 2018 em Belo Horizonte e RMBH (núcleo), sendo os anos de 2007 e 2008 os que apresentaram maior número de casos⁷. No IMLAR foram identificados 296 óbitos relacionados ao uso de praguicidas, mas apenas em 233 foi identificado nexos entre os praguicidas e o óbito. Isso pode indicar que a investigação pelas Secretarias de Saúde das mortes decorrentes de uso de praguicidas está ocorrendo de forma rotineira e eficaz em Belo Horizonte e no Estado de Minas Gerais⁷. O cruzamento dos dados pode enriquecer ainda mais a capacidade de diagnóstico para esse tipo de evento.

Quanto à possibilidade de sub-captação de casos fatais relacionados ao uso de agrotóxicos no presente estudo, uma das prováveis causas pode ter sido relacionada à ausência de técnicas analítico-instrumentais para a determinação de praguicidas nas matrizes biológicas tradicionalmente avaliadas no LABTOX, entre os anos de 2002 e 2010, como vísceras (estômago com seu conteúdo e fígado), sangue e urina. Nesse período, foram utilizadas, técnicas cromatográficas não instrumentais, como a Cromatografia em Camada Delgada (CCD). Ela é eficiente para a detecção de praguicidas, apresentando como vantagens a simplicidade, a rapidez e o baixo custo, mas apresenta baixa sensibilidade³⁵. A baixa sensibilidade restringe a detecção de praguicidas a concentrações mais elevadas, sendo a técnica utilizada com mais frequência em amostras de conteúdo gástrico, principalmente quando identificada a presença de particulado granulado, o que foi observado em apenas 7,1% dos periciados no IMLAR³⁵. Outra limitação relaciona-se aos casos que receberam atendimento médico previamente ao óbito (35,1% dos periciados), nos quais pode ter havido o uso de carvão ativado ou pode ter sido realizado esvaziamento gástrico como tratamentos das intoxicações, o que diminuiria a concentração dos praguicidas no referido órgão³⁵. Houve, portanto, uma limitação na detecção de praguicidas, no presente estudo, para os casos nos quais os praguicidas estavam em baixas concentrações nos corpos periciados.

Como uma das formas de abordar essas limitações, nos casos nos quais for possível o atendimento médico previamente ao óbito, na suspeita de intoxicação exógena, poderia ser armazenados espécimes como sangue e urina no período *ante-mortem* (durante o atendimento médico) para análises bioquímicas toxicológicas posteriores¹¹. As matrizes biológicas coletadas no período imediatamente *post-mortem*, provenientes de cateteres ou sondas, também poderiam ser utilizadas para as referidas análises¹¹. A coleta e o armazenamento das amostras citadas, poderia reduzir a degradação de analitos resultantes dos fenômenos putrefativos *post-mortem*¹¹. O cuidado com a degradação de analitos é um desafio na fase toxicológica pré-analítica, uma vez que o armazenamento das amostras por tempo prolongado pode degradá-los, gerando resultados falso negativos. Pode ocorrer até mesmo a elevação da concentração de determinados analitos, principalmente quando houver coágulos sanguíneos na matriz biológica¹¹. Outra importante tratativa para as limitações mencionadas seria o envio, pelos médicos assistentes, aos médicos legistas e peritos toxicologistas, de relatório detalhado sobre a suspeita de intoxicação por praguicidas, contendo os sinais e sintomas apresentados pelo paciente ao longo do atendimento, o tipo potencial de agrotóxico utilizado e todo o tratamento empregado¹¹. Este conjunto de informações poderia auxiliar nos trabalhos periciais, especialmente direcionando a escolha da matriz biológica a ser coletada *post mortem* e os exames complementares específicos a serem realizados, bem como servindo para subsidiar a causa médica da morte e o estabelecimento do perfil epidemiológico correto desses óbitos¹¹. No caso de envio de matrizes biológicas coletadas nas unidades de saúde, deveria haver a descrição detalhada do tipo de amostra coletada, do recipiente e do conservante utilizados e do intervalo de tempo entre a coleta e envio da amostra¹¹. Devem ser ainda utilizados os cuidados adequados para a garantia e a preservação das amostras¹¹.

A partir de 2010, o LABTOX incluiu a técnica analítico-instrumental de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-MS) para determinação de praguicidas, melhorando a sensibilidade da detecção. O herbicida Paraquat (PQ), por exemplo, muito utilizado devido a rápida ação em baixas concentrações, baixo acúmulo no solo e menor custo quando comparado aos demais herbicidas, dificilmente seria detectado anteriormente à implementação dessa técnica³⁵. Ainda assim, a técnica de extração do PQ utilizando CG-MS

apresenta dificuldades para sua utilização, como a baixa volatilidade do composto relacionada à polaridade, havendo a necessidade de uma etapa adicional na sua realização, que seria a conversão do PQ uma substância estável e volátil, com tempo de incubação controlado^{44,45}. Pela dificuldade na realização da técnica CG-MS, provavelmente houve sub-captção de herbicidas no presente estudo, incluindo o Glifosato, composto comumente envolvidos em intoxicações ocupacionais e fatalidades^{35,44,46}. O IMLAR tem adquirido novos equipamentos para melhorar as técnicas utilizadas, mas ainda não foram desenvolvidos padrões analíticos certificados para a detecção de vários praguicidas, incluindo o PQ. Dessa forma, justifica-se a menor detecção desses e o grande número de casos com positividade para inibidores da acetilcolinesterase (carbamatos), tanto pela popularização de seu uso em suicídios/homicídios, quanto pela sua maior facilidade na detecção, relacionada à sua presença no conteúdo gástrico do periciado, facilitando a detecção mesmo com técnicas menos sensíveis.

Como limitações deste estudo ressalta-se que a extrapolação das conclusões deve ser vista com critério, pois os dados foram obtidos de uma região geográfica específica; que o laboratório não dispõe, até o momento, por questões relativas ao destino de verbas estaduais, de todos os recursos para a detecção os praguicidas, apesar de conhecer as maneiras de aumentar a sensibilidade dos testes; que há particularidades administrativas e técnicas envolvendo o funcionamento de diferentes Institutos Médico-legais nos diferentes estados brasileiros e em outros países; que as informações foram colhidas em fontes secundárias, e que não estavam disponíveis nos laudos analisados informações sobre o histórico médico dos necropsiados.

5. Conclusão

O perfil encontrado nesta pesquisa é semelhante àquele encontrado também em outros trabalhos, sugerindo-se que homens tendem a escolher métodos mais eficazes de autoextermínio, como a utilização de praguicidas. Os inibidores de acetilcolinesterase estavam presentes na quase totalidade dos casos investigados, tanto pela maior facilidade de acesso como pelas limitações técnicas laboratoriais de detecção dos demais praguicidas. O achado dos praguicidas nos espécimes analisados, considerando a exclusão de outras causas de óbito, permite ao legista avaliar a possibilidade de conclusão do caso como intoxicação por praguicidas,

mesmo na ausência de resultados quantitativos. Como forma de melhorar o embasamento da decisão do médico legista, poderiam ser enviadas informações médico hospitalares para os casos que receberam atendimento médico previamente ao óbito, além do encaminhamento de matrizes biológicas coletadas no período *ante-mortem*, o que diminuiria os interferentes da fase pré-analítica da análise toxicológica. Embora o consumo de agrotóxicos no Brasil tenha aumentado, foi observada redução na detecção geral do uso de praguicidas ao longo da série histórica utilizada nesta pesquisa, apesar da oscilação no número de casos que cursaram com óbito. Hipóteses diversas podem ser aventadas para esse declínio, partindo-se do sub-registro originado nas dificuldades de diagnóstico, desde os profissionais que atendem os indivíduos no início do processo, até as limitações das técnicas nas pesquisas forenses (incluindo as toxicológicas). O monitoramento de intoxicação por praguicidas é um desafio a ser superado, especialmente pelas dificuldades no diagnóstico, o que poderia ser minimizado através do cruzamento de diferentes bancos de dados que contenham essas informações. O melhor entendimento do problema poderia fomentar o desenvolvimento de políticas públicas, que prezem pela maior conscientização acerca do uso dos agrotóxicos, pela aplicação de alternativas ao uso e pela adoção de medidas que favoreçam a produção com menos impactos nas pessoas e na natureza, de modo a contribuir para apoio a saúde e a sustentabilidade⁴⁷.

Referências

1. Coutinho MS, Fook SML. Epidemiologia social aplicada às intoxicações humanas. RBSP. 2017; 41(3):774-89. <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2017.v41.n3.a2603>
2. Neves PDM, Mendonça MR, Bellini M, Pôssas IB. Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação. Cien Saude Colet. 2020; 25(7):2743-54. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.09562018>
3. Rigotto RM, Vasconcelos DP, Rocha MM. Uso de agrotóxicos no Brasil e problemas para a saúde pública. CSP. 2014; 30(7): 1-3. <https://doi.org/10.1590/0102-311XPE020714>
4. Almeida MD et al. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei no 3.200/2015. CSP 2017; 33(7):e00181016. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00181016>

5. Lopes CVA, Albuquerque GSC. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde Debate*. 2018; 42(117):518-34. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>
6. Antunes A. Governo federal prepara decreto para mudar a regulação sobre o registro de agrotóxicos. Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) [Internet]. 2021 mar 15 [acesso 2021 Ago 05]. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/governo-federal-prepara-decreto-para-mudar-a-regulacao-sobre-o-registro-de..>
7. Ministério da Saúde (BR). Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Informações de Saúde (TABNET) [Internet]. Brasília: DATASUS; 2021 [acesso 2020 Out 07]. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br>.
8. Valadares A, Alves F, Galiza M. O Crescimento do Uso de Agrotóxicos: uma Análise Descritiva dos Resultados de Censo Agropecuário 2017. Instituto De Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) - Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (BR). 2020 Abr. Nota Técnica 65.
9. Costa AM, Rizzoto MLF, Lobato LVC. A questão dos agrotóxicos rompe os limites da ética da preservação da saúde e da vida. *Saúde em Debate*. 2018; (42):346-353. <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811700>
10. Conselho Federal de Medicina (CFM). Resolução Nº 1779/2005 - Regulamenta a responsabilidade médica no fornecimento da Declaração de Óbito. Revoga a Resolução CFM n. 1601/2000. D.O.U., Seção I, p.12 (2005 dez 05) [acesso 2021 Out 18]. Disponível em: <https://sistemas.cfm.org.br/normas/visualizar/resolucoes/BR/2005/1779>.
11. Knight B, Saukko P, editores. *Knight's Forensic Pathology*. 4 Edição. CRC Press, Boca Rato, FL; 2016. p. 567-77.
12. Bordoni PHC, Nascentes ALM, Caixeta LJ, Reis LS, Luiz LFR, Gomes LPB, Bordoni LS. Cross-Sectional Study of Exogenous Intoxication Autopsies in the Forensic Medicine Institute of Belo Horizonte in the Period 2006-2012. *BJFS*. 2017 6(3):359-77. [https://doi.org/10.17063/bjfs6\(3\)y2017359](https://doi.org/10.17063/bjfs6(3)y2017359)
13. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). Estimativas da população residente nos municípios brasileiros [Internet]. Brasília: IBGE; 2021 [acesso 2020 Out 07] Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
14. Sindicato dos Peritos Criminais do Estado de São Paulo. Laboratórios de toxicologia de São Paulo não obtém aproveitamento máximo em teste da ONU [Internet]. 2017 out 06 [acesso 2021 out 18]. Disponível em: <http://sinpcresp.org.br/posts/laboratorios-de-toxicologia-de-sao-paulo-nao-obtem-aproveitamento-maximo-em-teste-da-onu>.
15. Secretaria de Segurança Pública de Minas Gerais - Polícia Civil do Estado de Minas

- Gerais. Laboratórios da PCMG têm 100% de proficiência em teste da ONU [Internet]. 2020 dez 02 [acesso 2021 out 01]. <https://www.policiacivil.mg.gov.br/noticia/exibir?id=2532985&=Laborat%C3%B3rios-da-PCMG-t%C3%AAm-100%25-de-profici%C3%AAncia-em-teste-da-ONU>.
16. Ministério do Trabalho (BR). Classificação Brasileira de Ocupações [Internet]. Brasília; 2021 [acesso 2021 Out 18]. Disponível em <http://www.mtecbo.gov.br/cbsite/pages/downloads.jsf>.
17. Abasse MLF, Oliveira RC, Silva TC, Souza ER. Análise epidemiológica da morbimortalidade por suicídio entre adolescentes em Minas Gerais, Brasil. Cien Saude Colet. 2009; 14(2):407-16. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000200010>
18. Alves VM, Silva AMS, Magalhães APN, Andrade TG, Faro ACM, Nardi AE. As tentativas de suicídio em um hospital de emergência. Arq Neuro-Psiquiatr. 2014; 72(2):123-8. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20130212>
19. Cassorla RMS. Jovens que tentam suicídio características demográficas e sociais em comparação com jovens normais e com problemas mentais. J Bras Psiquiatr. 1984; 33(1):3-12.
20. Bochner R, Souza VMFA. Panorama das intoxicações e envenenamentos registrados no Brasil pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX). RCN. 2008 jan 106(5):44-58.
21. Delaveris GJM, Konstantinova-Larsen S, Rogde S. Unnatural deaths among drug abusers. Tidsskr Nor Laegeforen. 2014; 134(6):615-9. <https://doi.org/10.4045/tidsskr.13.0884>
22. Shin SD, Suh GJ, Rhee JE, Sung J, Kim J. Epidemiologic Characteristics of Death by Poisoning in 1991-2001 in Korea. J Korean Med Sci. 2004; 19(2):186-94. <https://doi.org/10.3346/jkms.2004.19.2.186>
23. Balmert LC, Buchanich JM, Pringle JL, Williams KE, Burke DS, Marsh GM. Patterns and Trends in Accidental Poisoning Deaths: Pennsylvania's Experience 1979-2014. PloS one. 2016 mar 11(3): e0151655. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151655>
24. Frizon E, Garcia SD, Strieder DM, De Lara TIC. Perfil das intoxicações exógenas por agrotóxicos de uso agrícola. Ciênc Biol Saúde. 2020; 41(2): 177-90. <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2020v41n2p177>
25. Marchioretto VP. Intoxicação e Mortalidade por Agrotóxicos na Região de Saúde Alto Uruguai Gaúcho e no Rio Grande do Sul entre 2010 e 2020 [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2020. 29 p. [Internet] [acesso 2021 out 01]. Disponível em

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/218108/TCC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

26. Silva LS, Machado EL, Sales ADF, Andrade ACS. Exposição ocupacional a substâncias químicas no Brasil e grandes regiões. In: Roccon PC, Bel HD, Costa AAS, Pignati WA. Ambiente, saúde e agrotóxicos desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a): Exposição ocupacional a substâncias químicas no Brasil e grandes regiões. 1ª Ed. São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. 396p
27. Taveira, BLS, Albuquerque GSC. Análise das notificações de intoxicações agudas, por agrotóxicos, em 38 municípios do estado do Paraná. Saúde Debate. 2018; 42(spe4):211-22. <https://doi.org/10.1590/0103-11042018s417>
28. Dias AC, Silva LS, Cardoso AS, Pinheiro TMM. Conhecimento e percepção de risco dos trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos em Teixeiras/MG: um estudo transversal. Rev Med Minas Gerais 2023; 33:e-33105. <https://doi.org/10.5935/2238-3182.2022e33105>
29. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (BR). [Internet]. 2021 [acesso 2024 Mai 01]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>.
30. Ferreira MC, Figueiredo MAA. Epidemiologia das intoxicações humanas por raticidas no Brasil. R. G&S. 2013; 04(03):861-70. <https://doi.org/10.18673/gq.v4i3.14156>
31. Casa Civil (BR). Lei nº7802/1989. 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. D.O.U. (1989 jul 11) [acesso 2021 Out 18]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm.
32. Casa Civil (BR). Decreto 4.074/2.002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que 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. D.O.U. (2002 jan 04) [acesso 2021 Out 18]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm.
33. Londres F. Agrotóxicos no Brasil - um guia para ação em defesa da vida. Rio de Janeiro: AS-PTA Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

34. França GV. Energias de ordem química. In: FRANÇA GV (editor). Traumatologia Médico-legal. 11 Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2017, p. 142-7.
35. Lanaro R, Messias MAV, Bordin DCM, Campos EG, Intoxicações Intencionais por praguicidas, Dorta DJ, Yanomame M, Costa JL, Martins BS (editores). 1 Edição. Toxicologia Forense. São Paulo: Blucher. 2018, p. 519-41.
36. Andrade Filho A, Campolina D, Dias MB (editores). Toxicologia na Prática Clínica. 2ª edição. Belo Horizonte: Folium. 2017; p. 89-98.
37. Guedes M; Valladão FN; Toxicologia dos Praguicidas; Passagli MF (editor); Toxicologia Forense teoria e prática. – 4ª edição. Campinas/SP: Millenium. 2013; p. 277-318.
38. Medeiros MNC, Medeiros MC, SILVA MBA, Intoxicação aguda por agrotóxicos anticolinesterásicos na cidade do Recife, Pernambuco, 2007-2010*. RESS. 2014; 23(3):509-18. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742014000300013>
39. Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrigo. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular. 2015, p. 624.
40. Caetano R. Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan). In: Brasil Ministério Da Saúde, Organização Pan-Americana Da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. A experiência brasileira em sistemas de informação em saúde - Volume 2. Falando sobre os sistemas de informação em saúde no Brasil Série B. Textos Básicos de Saúde [Internet]. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2009; p. 41-64. [acesso 2020 dez 13]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/experiencia_brasileira_sistemas_saude_volu me2.pdf.
41. Magalhães AFA, Caldas ED. Underreporting of fatal poisonings in Brazil - A descriptive study using data from four information systems. Forensic Sci Int. 2018; 287:136-41. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2018.03.040>
42. Casa Civil (BR). Lei nº 11.976. Dispõe sobre a Declaração de Óbito e a realização de estatísticas de óbitos em hospitais públicos e privados. D.O.U. (2009 jul 07) [acesso 2021 Out 18]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11976.htm.
43. Bordoni PHC, Bordoni LS, Silva JM, Drumond EF. Utilização do método de captura-recaptura de casos para a melhoria do registro dos acidentes de trabalho fatais em Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011. RESS. 2016; 25(1):85-94. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000100009>

44. Almeida RM, Yanomame M. Gas chromatographic-mass spectrometric method for the determination of the herbicides paraquat and diquat in plasma and urine samples. *J Chromatogr B*. 2007; 853: 260-264. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2007.03.026>
45. Moreira PN, Pinho PG, Baltazar MT, Bastos ML, Carvalho F, Oliveira RJD, Quantification of paraquat in postmortem samples by gas chromatography-ion trap mass spectrometry and review of the literature. *Biomed Chromatogr*. 2012; 26:338-49. <https://doi.org/10.1002/bmc.1663>
46. Abdul KSM, Silva PMCS, Ekanayake EMDV, Thakshila WAKG, Gunarathna SD, Gunasekara TDKSC, Jayasinghe SS, Asanthi HB, Chandana EPS, Chaminda GGT, Siribaddana SH, Jayasundara N. Occupational Paraquat and Glyphosate Exposure May Decline Renal Functions among Rural Farming Communities in Sri Lanka. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021; 18(6):3278. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063278>
47. Godoi EL, Domingos ATS. *Revista Direitos Sociais E Políticas Públicas (UNIFAFIBE)*. 2020 8:3. [acesso 2024 Mai 01]. Disponível em: www.unifafibe.com.br/revista/index.php/direitos-sociais-politicas-pub/index