

JERSICA MARTINS BITTENCOURT

**ALTERAÇÕES ENDÓCRINAS, CONCENTRAÇÃO URINÁRIA DE IODO, ESTADO
NUTRICIONAL E USO DE AGROTÓXICOS POR AGRICULTORES FAMILIARES
DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS**

Dissertação a ser apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Silvia Eloiza Priore

Coorientadora: Sylvia do Carmo. C. Franceschini

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Viçosa

T

- B624a
2022
- Bittencourt, Jérsica Martins, 1994-
Alterações endócrinas, concentração urinária de iodo e estado nutricional e uso de agrotóxicos por agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais / Jérsica Martins Bittencourt. - Viçosa, MG, 2022.
1 dissertação eletrônica (92 f.): il. (algumas color.).
- Texto em português e inglês
- Inclui anexos.
Inclui apêndices.
Orientador: Sílvia Eloiza Priore.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Nutrição e Saúde, 2022.
Inclui bibliografia.
DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2022.677>
Modo de acesso: World Wide Web.
1. Produtos químicos agrícolas - Efeito fisiológico. 2. Toxicologia endócrina. 3. Trabalhadores rurais - Zona da Mata (MG : Mesorregião). 4. Estado nutricional. I. Priore, Sílvia Eloiza, 1957-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Nutrição e Saúde. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. III. Título.

CDD 22. ed. 615.902

Bibliotecário(a) responsável: Bruna Silva CRB-6/2552

JERISICA MARTINS BITTENCOURT

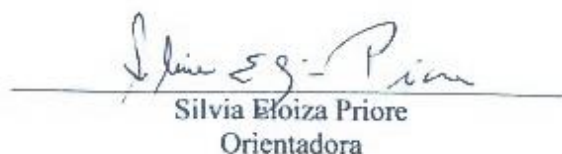
ALTERAÇÕES ENDÓCRINAS, CONCENTRAÇÃO URINÁRIA DE IODO, ESTADO NUTRICIONAL E USO DE AGROTÓXICOS POR AGRICULTORES FAMILIARES DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 09 de agosto de 2022.

Assentimento:


Jersica Martins Bittencourt
Autora


Silvia Eloiza Priore
Orientadora

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus filhos Anthony e Benício e ao meu marido Cleiton, que esteve sempre ao meu lado, me ajudou e acompanhou cada passo da minha trajetória. A minha mãe Dircinha, pelo apoio incondicional. Aos agricultores familiares, voluntários da pesquisa, que abraçaram este projeto e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Minha mais sincera gratidão!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre me deu forças para prosseguir, além de me proteger e guiar os meus caminhos.

A minha mãe Dircinha, meu filho Anthony, meu marido Cleiton, minha irmã Vanessa, minha vó Expedita que foram meu apoio nessa trajetória

As companheiras de coleta Sílvia, Edna e Sabrina, pois sem elas esse projeto não seria possível.

A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER-MG) que foi uma parceira essencial em cada etapa deste estudo.

A Mariana, Amanda e Daniela, grandes amigas que sempre me incentivaram.

Aos colegas da Pós em Ciência da Nutrição e Agroecologia em especial Ariane, Dayane, Elizangela e Francilene pelo carinho e conhecimentos compartilhados.

A minha orientadora Sílvia Eloiza Priore, por sempre estar disposta a ensinar e ter sido essencial em cada etapa do curso.

A minha coorientadora Sylvia do Carmo Castro Franceschini por todos os ensinamentos.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos.

À secretária da Pós em Agroecologia Rosângela, por todo auxílio.

Aos agricultores familiares que de forma voluntária, aceitaram participar deste estudo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Brasil) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil).

A todos que contribuíram de alguma forma para que a construção desse trabalho fosse possível, minha gratidão!

“Todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito”. (Romanos 8:28)

RESUMO

BITTENCOURT, Jersica Martins, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2022. **Alterações endócrinas, concentração urinária de iodo, estado nutricional e uso de agrotóxicos por agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais.** Orientadora: Silvia Eloiza Priore. Coorientadora: Sylvania do Carmo Castro Franceschini.

De acordo com a lei 7.802, de 11 de julho de 1989 os agrotóxicos são substâncias químicas destinadas a repelir seres vivos considerados indesejáveis e causadores de danos à agricultura. É notável o aumento no uso dessas substâncias, no entanto a sua utilização causa controvérsias, pelo fato de estar relacionada com danos à saúde e ao meio ambiente. Diante disso, o objetivo deste estudo é verificar a associação das alterações endócrinas, concentração urinária de iodo e estado nutricional com uso de agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais. Calculou-se a amostra e como resultado, chegou-se a 306 indivíduos (20 a 59 anos), distribuídos proporcionalmente por sexo e residentes rurais dos municípios da Região Geográfica Imediata de Viçosa, que compõem a Zona da Mata de Minas Gerais. Foi realizada a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que em função da pandemia da COVID-19 foi feito por telefone e mediante o aceite dos voluntários, obteve-se também via telefônica utilizando-se questionário semiestruturado informações sobre condições sociodemográficas, uso de agrotóxicos, doenças endócrinas e medidas antropométricas (peso e altura) estas auto relatadas. A coleta de sangue e urina ocorreram no domicílio ou em um local apropriado previamente combinado, seguindo as normas de prevenção da COVID-19. O sangue foi coletado para quantificar a tiroxina livre (T4L), hormônio tireoestimulante (TSH), triiodotironina (T3), colinesterases totais (ChEs) e acetilcolinesterase (AChE), e a urina para avaliar a concentração urinária de iodo. O sangue coletado por um profissional do laboratório contratado, já a urina foi fornecido um recipiente para o participante realizar a coleta. A análise dos dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 23.0. Foi feito o teste *Kolmogorov Smirnov*, para verificar o padrão de normalidade das variáveis, o teste de *qui-quadrado de Pearson* ou *Exato de Fisher* para as variáveis categóricas e a magnitude da associação foi avaliada pela *Odds Ratio (OR)*. A análise de correlação foi feita pelo teste de *Spearman*. Foi realizada a análise multivariada utilizando-se regressão logística múltipla, além disso, realizou-se teste de postos *Mann-Whitney* e o teste de médias *t de Student*. Para todas estas análises foi adotado um α de 5%. Participaram do estudo 306 agricultores familiares, 52% (n=159) do sexo masculino,

com média de idade de 43,5 (DP=9,1) anos. Em relação aos agrotóxicos 43,8% (n=135) o utilizam, 74,1% (n=100) usam a mais de dez anos, 88,1% (n=119) não fazem uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) completo, 57,0% (n=77) não seguem a bula, 68,9% (n=93) não respeitam o período de reentrada nas lavouras, 76,3% (n=103) aplicam os agrotóxicos por tempo ≥ 4 horas por dia, 50,3% (n=68) usam mais de três tipos diferentes de agrotóxicos, sendo a classe mais utilizada a dos herbicidas. O tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* ($r=0,125$ $p=0,029$) as ChEs negativamente com escolaridade ($r=-0,148$ $p=0,009$) e a AChE positivamente com a idade ($r=0,220$ $p=0,000$). Verificou-se que o sexo está associado ao uso de agrotóxicos ($p<0,0001$), sendo que ser do sexo masculino tem de 39,45 vezes mais chances de usar esses produtos. Foi encontrado elevado percentual de agricultores familiares apresentando excesso de peso e de iodo urinário. Observou-se que a exposição atual e pregressa aos agrotóxicos está associada ao excesso de iodo (OR=1,730; IC 95% 1,100 – 2,721; $p=0,017$). O modelo múltiplo final mostrou que as alterações endócrinas estão relacionadas com a idade (OR=1,064; IC 95% 1,014 -1,115; $p=0,01$), uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos (OR=3,553; IC 95% 1,536 – 8,220; $p<0,01$) e sexo feminino (OR=2,785; IC 95% 1,174 – 6,607; $p=0,02$), sendo que estas variáveis aumentam as chances de alterações endócrinas. Constatou-se diversos fatores que podem levar a consequências negativas para a saúde dos agricultores familiares referente ao uso dos agrotóxicos, a exemplo o longo período de utilização desses produtos e o não uso de EPI. Evidenciou-se a predominância do uso desses produtos, de excesso de peso e iodo urinário, além do uso atual e pregresso de agrotóxicos estar associado ao excesso de iodo urinário, o que chama a atenção para o surgimento de alterações endócrinas tireoidianas no futuro. Por fim, fica evidente a necessidade de incentivar o cultivo de sistemas alimentares de base agroecológica, que não coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente.

Palavras-Chave: Agrotóxicos. Agricultores. Alterações endócrinas.

ABSTRACT

BITTENCOURT, Jersica Martins, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, August, 2022. **Endocrine changes, urinary concentration of iodine, nutritional status and use of pesticides by family farmers in the immediate geographic region of Viçosa – MG.** Advisor: Silvia Eloiza Priore. Co-advisor: Sylvia do Carmo Castro Franceschini.

According to Law 7,802, of July 11, 1989, pesticides are chemical substances intended to repel living beings considered undesirable and causing damage to agriculture. The increase in the use of these substances is notable, however their use causes controversy, as it is related to damage to health and the environment. Therefore, the objective of this study is to verify the association of endocrine alterations, urinary iodine concentration and nutritional status with the use of pesticides by family farmers in a region of the Zona da Mata of Minas Gerais. The sample was calculated and, as a result, we reached 306 individuals (20 to 59 years old), distributed proportionally by sex and rural residents of the municipalities of the Immediate Geographical Region of Viçosa, which make up the Zona da Mata of Minas Gerais. The Free and Informed Consent Term was read, which, due to the COVID-19 pandemic, was done by telephone and with the acceptance of the volunteers, it was also obtained via telephone using a semi-structured questionnaire, information on sociodemographic conditions, use of pesticides, endocrine diseases and anthropometric measurements (weight and height) are self-reported. Blood and urine collection took place at home or in an appropriate place previously agreed, following the guidelines for the prevention of COVID-19. Blood was collected to quantify free thyroxine (T4L), thyroid stimulating hormone (TSH), triiodothyronine (T3), total cholinesterases (ChEs) and acetylcholinesterase (AChE), and urine to assess urinary iodine concentration. The blood was collected by a hired laboratory professional, and the urine was provided in a container for the participant to carry out the collection. Data analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 23.0. The Kolmogorov Smirnov test was performed to verify the normality pattern of the variables, Pearson's chi-square test or Fisher's exact test for categorical variables and the magnitude of the association was evaluated by the Odds Ratio (OR). Correlation analysis was performed using the Spearman test. Multivariate analysis was performed using multiple logistic regression, in addition, the Mann-Whitney rank test and the Student's t-mean test were performed. For all these analyses, an α of 5% was adopted. A total of 306 family farmers participated in the study, 52% (n=159) were male, with a mean age of 43.5 (SD=9.1) years.

Regarding pesticides, 43.8% (n=135) use them, 74.1% (n=100) use them for more than ten years, 88.1% (n=119) do not use Personal Protective Equipment (PPE) complete, 57.0% (n=77) do not follow the instructions, 68.9% (n=93) do not respect the period of re-entry into the fields, 76.3% (n=103) apply pesticides for a period of time ≥ 4 hours a day, 50.3% (n=68) use more than three different types of pesticides, the most used class being herbicides. The time of pesticide use was positively correlated with the values of per capita income ($r=0.125$ $p=0.029$), ChEs negatively correlated with schooling ($r=-0.148$ $p=0.009$) and AChE positively with age ($r=0.220$ $p=0.000$). It was found that gender is associated with the use of pesticides ($p<0.0001$), and being male is 39.45 times more likely to use these products. A high percentage of family farmers was found to have excess weight and urinary iodine. It was observed that current and previous exposure to pesticides is associated with excess iodine (OR=1.730; 95% CI 1.100 – 2.721; $p=0.017$). The final multiple model showed that endocrine changes are related to age (OR=1.064; 95% CI 1.014 -1.115; $p=0.01$), pesticide use for ≥ 10 years (OR=3.553; 95% CI 1.536 – 8.220; $p<0.01$) and female sex (OR=2.785; 95% CI 1.174 – 6.607; $p=0.02$), and these variables increase the chances of endocrine changes. Several factors were found that can lead to negative consequences for the health of family farmers regarding the use of pesticides, such as the long period of use of these products and the non- use of PPE. The predominance of the use of these products, overweight and urinary iodine, was evidenced, in addition to the current and previous use of pesticides being associated with excess urinary iodine, which draws attention to the emergence of thyroid endocrine changes in the future. Finally, the need to encourage the cultivation of agroecologically based food systems that do not endanger human health and the environment is evident.

Keywords: Pesticides. Farmers. Endocrine changes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

METODOLOGIA GERAL

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – PECOS: critérios de inclusão de estudos..... | 27 |
| Quadro 2 – Distribuição do número de indivíduos adultos que foram avaliados segundo proporcionalidade rural..... | 30 |
| Quadro 3 Distribuição do número de indivíduos adultos que foram avaliados segundo proporcionalidade rural e sexo..... | 30 |

ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

| | |
|---|----|
| Figure 1 – Flowchart for selecting articles for systematic review | 44 |
|---|----|

ARTIGO ORIGINAL 1

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Principais culturas em que os agricultores familiares pulverizam agrotóxicos. 2021-2022..... | 55 |
| Gráfico 2 - Classe de agrotóxicos que os agricultores familiares utilizam. 2021-2022. | 55 |
| Quadro 1 - Agrotóxicos mais utilizados pelos agricultores familiares, segundo a classe toxicológica. 2021-2022 | 56 |

ARTIGO ORIGINAL 2

| | |
|--|----|
| Gráfico 1- Concentração urinária de iodo dos agricultores familiares. 2021-2022..... | 72 |
| Gráfico 2 - Estado nutricional dos agricultores familiares. 2021-2022..... | 72 |

LISTA DE TABELAS

ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

| | |
|---|----|
| Table 1 - Study bias risk analysis | 45 |
| Table 2 - Studies that investigated the urinary iodine concentration (UIC) in the adult population of rural areas | 46 |

ARTIGO ORIGINAL 1

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Caracterização sociodemográfica dos agricultores familiares participantes da pesquisa. 2021-2022. | 52 |
| Tabela 2 - Caracterização quanto ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 53 |
| Tabela 3 - Variáveis bioquímicas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 57 |
| Tabela 4 - Variáveis bioquímicas em relação ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 57 |
| Tabela 5 - Variáveis sociodemográficas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos, níveis de colinesterases e acetilcolinesterases dos agricultores familiares. 2021-2022. | 58 |

ARTIGO ORIGINAL 2

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Alterações antropométricas e bioquímicas em relação ao uso atual e /ou progresso e não uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 73 |
| Tabela 2 - Variáveis antropométricas e bioquímicas em relação ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 74 |
| Tabela 3 - Variáveis antropométricas e bioquímicas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022. | 74 |
| Tabela 4 - Regressão logística binária das variáveis relacionadas ao desenvolvimento de doenças endócrinas em agricultores familiares. 2021-2022. | 75 |
| Tabela 5 - Regressão logística múltipla das variáveis relacionadas ao desenvolvimento de doenças endócrinas em agricultores familiares. 2021-2022. | 75 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------------|---|
| ABRASCO | Associação Brasileira de Saúde Coletiva |
| AChE | Acetilcolinesterase |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ChEs | Colinesterases Totais |
| CIU | Concentração de iodo urinário |
| <i>DeCS</i> | <i>Health Sciences Descriptors</i> |
| DP | Desvio Padrão |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| HTP | Hipotálamo-Hipófise-Tireoide |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística |
| INCA | Instituto Nacional do Câncer, |
| LILACS | Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde |
| MESH | Medical Subject Headings |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |
| OR | Odds Ratio |
| <i>PRISMA</i> | <i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews</i> |
| <i>PROSPERO</i> | <i>International Prospective Register of Ongoing Systematic Reviews</i> |
| <i>PubMed</i> | <i>Publisher Medline</i> |
| SBEM | Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia |
| <i>SCIELO</i> | <i>Scientific Eletronic Library Online</i> |
| <i>SPSS</i> | <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> |
| T3 | Triiodotironina |
| T3L | Triiodotironina Livre |
| T4 | Tiroxina |
| T4L | Tiroxina Livre |
| TSH | Hormônio tireoestimulante |
| <i>UIC</i> | <i>Urinary iodine concentration;</i> |
| <i>UNS</i> | <i>United Nations System</i> |
| <i>WHO</i> | <i>World Health Organization</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 14 |
| 1.1. REFERÊNCIAS | 15 |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA | 17 |
| 2.1 <i>Uso de agrotóxicos</i> | 17 |
| 2.2 <i>Alterações endócrinas</i> | 18 |
| 2.3 <i>Concentração de iodo urinário (CIU)</i> | 19 |
| 2.4 <i>Estado Nutricional de agricultores familiares</i> | 20 |
| 2.5 REFERÊNCIAS | 21 |
| 3. JUSTIFICATIVA | 26 |
| 3.1. REFERÊNCIAS | 26 |
| 4. OBJETIVOS..... | 27 |
| 4.1. Objetivo geral | 27 |
| 4.2. Objetivos específicos | 27 |
| 5. METODOLOGIA GERAL..... | 27 |
| 5.1. Revisão sistemática | 27 |
| 5.2. Artigo original 1 e 2..... | 28 |
| 5.3. REFERÊNCIAS | 32 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 34 |
| 6.1 Artigo de Revisão Sistemática. Nutritional Status of Iodine in the Adult Population of Rural Areas: Systematic Review | 34 |
| 6.2 Artigo Original 1. Condições sociodemográficas e exposição aos agrotóxicos de agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil..... | 47 |
| 6.3 Artigo original 2. Alterações endócrinas, concentração urinária de iodo, estado nutricional e uso de agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais – Brasil | 66 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 84 |
| 8. APÊNDICES | 85 |
| 9. ANEXOS | 89 |

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Verde teve início nos Estados Unidos na década de 50, e logo se estendeu ao Brasil em 1960, sendo apoiada pelo estado e com a criação de programas de créditos para a utilização dos agrotóxicos¹ (SIQUEIRA *et al.*, 2013). Esse movimento introduziu pacotes tecnológicos que utilizavam agrotóxicos, melhoramento de plantas, mecanização agrícola entre outros, com práticas que ainda estão presentes no cotidiano agrícola (SERRA *et al.*, 2016).

Dados mostram que o Brasil possui aumento contínuo da utilização de agrotóxicos, nos estados do Acre, Piauí, Tocantins e Pará este consumo foi dez vezes superior em relação aos últimos anos (MORAES, 2019). No entanto, esses produtos são responsáveis por intoxicações agudas com efeitos passageiros ou crônicos derivados da exposição por um longo período. Os efeitos agudos são caracterizados por sintomas como dores de cabeça, náusea e vômito, já nos crônicos pode ocorrer insônia, aborto, câncer entre outras doenças (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2019).

Desde o início da modernização da agricultura no Brasil, muitas legislações estabelecem normas para a utilização dessas substâncias, estas, muitas vezes, são enfraquecidas, com a liberação de produtos não permitidos em outros países e pela deficiência na fiscalização (LOPES *et al.*, 2018).

A utilização desses produtos no Brasil e no mundo vem sendo acompanhada do uso elevado e irregular em culturas onde algumas dessas substâncias são contraindicadas, tendo como consequências, além dos efeitos tóxicos para a saúde humana e o meio ambiente, a promoção da insegurança alimentar e nutricional, uma vez que estão sendo constatados resíduos de agrotóxicos em níveis inaceitáveis em alimentos comumente consumidos pela população (BATISTA; CESTARIZYCHAR, 2019; BRASIL, 2019).

Diante desse cenário, a literatura tem mostrado os malefícios dos agrotóxicos na saúde humana e no meio ambiente, além disso, estudos têm começado a relacionar a exposição a esses produtos com a doenças endócrinas e a obesidade (FONSECA, 2009; PONTELLI *et al.*, 2016).

¹Produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 1989).

Contudo, um dos principais grupos da população exposto aos agrotóxicos são os agricultores familiares, que fazem uso desses produtos em suas plantações cotidianamente, o que torna necessário um olhar voltado para essa população, no que tange o efeito das exposições dos agrotóxicos na saúde desses indivíduos (BUSATO *et al.*, 2019).

1.1 REFERÊNCIA

BATISTA G. J, CESTARIZYCHAR, B. Utilização de agrotóxicos, consumo de agrotóxicos com os agroquímicos e seus efeitos sobre o sistema endócrino. **InterfacEHS**, local, v. 14, n. 2, 2019.

BRASIL - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, Plano Plurianual 2017-2020 – Ciclo 2017/2018. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3770json-file-1>. Acesso em 30 de abril de 2022.

BRASIL. Lei 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, julho. 1989.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Iodo é indispensável para o funcionamento do organismo. 2014. **Blog Saúde**. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/31550-iodo-e-indispensavel-para-o-funcionamento-do-organismo>. Acesso em: 23 de maio 2020.

BUSATO, M. A. et al. Uso e manuseio de agrotóxicos na produção de alimentos da agricultura familiar e sua relação com a saúde e o meio ambiente. **HOLOS**, v. 1, p. 1-9, 2019.

FONSECA, I. F. A. D. **Desregulação endócrina tireoidiana por agrotóxicos**. 2019. 41 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. **Agrotóxico**. INCA. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

LOPES, C. V. A, ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

MORAES, R. F. *in*: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada Texto para Discussão 2505. Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. 2019. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/211457/1/1677273127.pdf>. Acesso em 03 de junho de 2022.

PONTELLI, R. C, N; NUNES, A. OLIVEIRA, S. V. W, B. Impacto na saúde humana de disruptores endócrinos presentes em corpos hídricos: existe associação com a obesidade? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 753-766, 2016.

SERRA, L. S. et al. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v. 1, n. 4, p. 1-24, 2016.

SIQUEIRA, D. F. et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 26, n. 2, p. 182-191, 2013.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Uso de agrotóxicos*

A população está exposta aos agrotóxicos de diversas formas, dentre elas pelo consumo de alimentos advindos de plantios convencionais e até mesmo pela ingestão de água contaminada, no entanto. Os trabalhadores rurais estão ainda mais expostos, ao aplicar e manipular estes produtos (INCA, 2019).

Os agrotóxicos podem ser classificados de diversas formas, quanto a sua origem, estrutura química, em relação a ação e grupos químicos a que pertencem, quanto ao seu modo de ação, a sua toxicidade, dentre outros (SAVOY, 2011; BARBOSA, 2018). Uma das classificações são quanto à praga combatida, sendo pertencentes a esta, os inseticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas e/ou raticidas, acaricidas, nematicidas, fumigantes, moluscicidas, dentre outros (ALMEIDA *et al.*, 1985).

Os herbicidas são uma classe de agrotóxicos mais vendidos no Brasil, para controle de plantas daninhas, no entanto, o seu uso excessivo pode elevar a probabilidade de atingirem ambientes aquáticos e alterarem o equilíbrio ecológico (GAAIED *et al.*, 2019). Seus principais representantes destacam-se o Paraquat, Glifosato, conhecido também como Round-up, 2,4 D e outros (NEVES, 2017).

Além disso, os agrotóxicos de forma geral podem contaminar os rios, o ar, o solo e até mesmo atingir águas subterrâneas, através do escoamento após uso destas substâncias em propriedades, que podem disseminar e causar a morte de animais aquáticos, intoxicar pessoas através do ar, reduzir a biodiversidade do solo entre outros (IWAKI, 2018).

A Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) destaca que:

Os agrotóxicos causam danos à saúde extremamente graves, como alterações hormonais e reprodutivas, danos hepáticos e renais, disfunções imunológicas, distúrbios cognitivos e neuromotores e cânceres, dentre outros. Muitos desses efeitos podem ocorrer em níveis de dose muito baixos, como os que têm sido encontrados em alimentos, água e ambientes contaminados (ABRASCO, 2014).

Lamentavelmente o uso desses produtos foi difundido para agricultura familiar, e muitas vezes é usado de forma indevida, a exemplo do não uso Equipamento de Proteção Individual (EPI) o que expõe esses indivíduos aos riscos de sua utilização (SAVOLDI; CUNHA, 2010).

2.2 Alterações endócrinas

Segundo a Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia - SBEM (2018), sistema endócrino é composto por diversas glândulas endócrinas e exócrinas, além de órgãos, esse sistema confere ao organismo humano regulação, produção e excreção de hormônios, no que lhe concerne, coordenam diversas funções no corpo humano (SBEM, 2018).

Diversas substâncias podem causar alterações no sistema endócrino e causar doenças de cunho hormonais, como diabetes, hipertireoidismo, hipotireoidismo, distúrbios da puberdade e crescimento, entre outras (SBEM, 2018; FONSECA, 2019).

Os agrotóxicos têm sido considerados possíveis disruptores endócrinos, ou seja, são capazes de alterar o sistema endócrino e causar doenças. Oliveira et al. (2021) encontram em seu estudo correlação positiva do uso desses produtos com diabetes, e reforçou a necessidade de mais estudos para compreender essa relação (FONSECA, 2019; OLIVEIRA et al., 2021).

Estudos que avaliaram a exposição aos agrotóxicos encontraram associação dessas substâncias com alterações na glândula tireoide (GOLDNER *et al.*, 2010; GOLDNER *et al.*, 2013; LERRO *et al.*, 2018; SHRESTHA *et al.*, 2018a; SHRESTHA *et al.*, 2018b; KONGTIP *et al.*, 2019).

A exemplo o estudo de Goldnet et al. (2013), que ao avaliarem a saúde de 22.246 indivíduos do sexo masculino que aplicavam agrotóxicos, encontraram maiores chances de hipotireoidismo com o uso constante dos herbicidas 2,4-D, 2,4,5-T, 2,4,5-TP, alacloro, dicamba e óleo de petróleo, além disso o hipotireoidismo também foi associado ao uso constante de oito inseticidas: organoclorados clordano, DDT, heptacloro, lindano e toxafeno (GOLDNET *et al.*, 2013).

Ressalta-se que os agrotóxicos possuem suas estruturas parecidas com os hormônios, podendo afetar o eixo fisiológico da glândula tireoide, que possui funções importantes no organismo humano, como regulação do metabolismo (FONSECA, 2009).

Além disso, a tireoide é uma glândula exócrina, secretora de hormônios como o T3 (triiodotironina) e T4 (tiroxina), alterações no seu funcionamento podem acarretar liberação excessiva dos hormônios T3 e T4 resultando em hipertireoidismo ou quando em quantidade insuficiente, hipotireoidismo (SBEM, 2008; BRASIL, 2019).

Ademais, fica evidente que existe uma interação entre o uso de agrotóxicos e as alterações endócrinas, principalmente as tireoidianas, no entanto ainda é necessário conhecer mais sobre a desregulação endócrina nos seres humanos causada pelos agrotóxicos (FONSECA, 2019).

2.3 Estado Nutricional de iodo

A Concentração de iodo urinário é um exame utilizado para avaliar o estado nutricional de iodo, sendo considerado um método fidedigno (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2007). O iodo é um elemento indispensável para o funcionamento da glândula tireóide, utilizado por ela para sintetizar e liberar na circulação sanguínea os seus hormônios, além disso, conforme visto, as alterações tireoidianas estão sendo relacionadas ao uso de agrotóxicos (DEPARTAMENTO DA TIREOIDE, 2008).

Segundo Kongtip et al. (2019), a exposição aos agrotóxicos pode causar desregulação no funcionamento da glândula tireóide de diversas maneiras, seja diminuindo a captação celular de hormônios tireoidianos, com alterações na expressão de genes e até mesmo inibindo a absorção de iodo.

O iodo também é importante para o funcionamento de diversos órgãos como o coração, fígado e outros, sua deficiência pode causar diversas consequências para a saúde, como bócio e complicações principalmente na gestação para mãe e feto, já o excesso está relacionado com hipertireoidismo e tireóide auto-imune (WHO, 2007; UNITED NATIONS SYSTEM, 2010; BRASIL, 2014; KONGTIP *et al.*, 2019). Diante disso, programas foram criados para monitorar o estado nutricional de iodo da população, além de ter sido preconizada a iodação universal do sal para conter a prevalência de aos distúrbios por deficiência de iodo (BRASIL, 2008).

Observa-se, que mesmo após obrigatoriedade da fortificação o sal de cozinha com iodo pela Organização Mundial de Saúde, com intuito de reduzir a deficiência de iodo e o bócio

endêmico, ainda há relatos na literatura da sua existência, concretizando-se como um problema sério de saúde pública (HOCHMAN, 2010). A pesquisa nacional para avaliação do impacto da iodação do sal (PNAISAI), por exemplo, mostrou maior percentual de deficiência de iodo em escolares da área rural em comparação a urbana (SANTOS; ALMEIDA, 2016). Similarmente, o estudo de Macedo et al. (2008) evidenciou essa deficiência na área rural (MACEDO *et al.*, 2008). A carência desse nutriente pode estar associada ao baixo consumo, uso e armazenamento do sal iodado, ingestão de alimentos provenientes de solos com baixo teor de iodo (BRASIL, 2015).

Em contrapartida, tem sido encontrado também excesso de iodo na população, o que evidencia a necessidade de estudos avaliando o estado nutricional de iodo dos indivíduos, principalmente dos agricultores que estão expostos diretamente aos agrotóxicos, produtos que podem estar relacionados com essas alterações (NAVARRO, 2010; INCA, 2019; KONGTIP *et al.*, 2019).

2.4 Estado Nutricional de agricultores familiares

Tem sido observado excesso de peso em agricultores, no entanto, a obesidade está relacionada com diversas doenças, dentre elas as endócrinas, como diabetes (JÚNIOR, 2014; NARCISO; SATURNINO; MOREIR; LUZ, 2021).

É consenso na literatura que alguns fatores podem alterar o estado nutricional, como o consumo alimentar inadequado, o que tem sido observado no meio rural, a exemplo dos resultados da Pesquisa Nacional de Saúde (2013), onde foi demonstrado que o consumo de hortaliças e frutas por famílias no meio rural (31,2%) é menor que o urbano (38,2%), além disso, os indicadores de saúde da Pesquisa Nacional de Saúde 2019, mostraram que a população rural tem menor procura pelas unidades de saúde, pela dificuldade de locomoção e até mesmo inexistência da assistência, o que pode contribuir também para a inadequação do estado nutricional desses indivíduos (WANNMACHER, 2016; BRASIL, 2014; BRASIL, 2020).

Entretanto, vale ressaltar que o uso de agrotóxicos também tem sido relacionado a obesidade, além disso, essas substâncias possuem a capacidade de acumular nos tecidos adiposos, mostrando que o uso desses produtos pode ser um preditor de obesidade (PONTELLI *et al.*, 2016).

2.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, W. D., F. J.; MAGALHÃES, C. M. JUNGER, C. M. Agrotóxicos. **Cadernos de saúde pública**, v. 1, p. 220-249, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA – ABRASCO. Manifesto pelo Dia Mundial de Luta Contra os Agrotóxicos. 2014. Disponível em: <https://www.abrasco.org.br/site/noticias/movimentos-sociais/manifesto-pelo-dia-mundial-de-luta-contra-os-agrotoxicos/8291/>. Acesso em: 02 de junho de 2020.

BARBOSA, F. M. L. **Agrotóxicos em alimentos no espírito santo: ações passadas e perspectivas futuras**. 100 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória – ES, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual técnico e operacional pró-iodo. 2008. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_operacional_proiodo.pdf. Acesso em 31 de maio de 2022.

BRASIL - MANUAL DO MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2019. Glândulas endócrinas. Disponível em: < <https://www.msmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BArbios-hormonais-e-metab%C3%B3licos/biologia-do-sistema-end%C3%B3crino/gl%C3%A2ndulas-end%C3%B3crinas> > Acesso em 09 de junho 2020.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Cadernos de Atenção Básica. 2015. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/dicas-em-saude/1936-deficiencia-de-iodo>. Acesso em: 23 de abril de 2020.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Iodo é indispensável para o funcionamento do organismo. 2014. Blog Saúde. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/31550-iodo-e-indispensavel-para-o-funcionamento-do-organismo>. Acesso em: 23 de maio 2020

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Pesquisa Nacional de Saúde 2013. 2014. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91110.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2022.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019. 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101748.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2022.

DEPARTAMENTO DA TIREOIDE. Ingestão de Iodo Evita Males da Tireoide.2018. Disponível em: <https://www.tireoide.org.br/ingestao-de-iodo-evita-males-da-tireoide/> Acesso em 13 de fevereiro de 2021.

FONSECA, I. F. A. D. **Desregulação endócrina tireoidiana por agrotóxicos**. 141 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública), Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro- RJ, 2019.

GAAIED, S. et al. 2, 4-Dichlorophenoxyacetic acid herbicide effects on zebrafish larvae: development, neurotransmission and behavior as sensitive endpoints. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 4, p. 3686-3696, 2020.

GOLDNER, W. S. et al. Hypothyroidism and pesticide use among male private pesticide applicators in the agricultural health study. **Journal of occupational and environmental medicine/American College of Occupational and Environmental Medicine**, v. 55, n. 10, p. 1171, 2013.

GOLDNER, W. S. et al. Pesticide use and thyroid disease among women in the Agricultural Health Study. **American journal of epidemiology**, v. 171, n. 4, p. 455-464, 2010.

HOCHMAN, G. O sal como solução? Políticas de saúde e endemias rurais no Brasil (1940-1960). **Sociologias**, v. 12, n. 24, p. 158-193, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. Agrotóxico. INCA. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. Agrotóxico. INCA. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

IWAKI, G. P. Contaminação ambiental por agrotóxicos: efeitos “invisíveis” para o solo, água e ar. Portal Tratamento de Água. 2018. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/contaminacao-ambiental-por-agrotoxicos/>. Acesso em: 30 de maio de 2020.

JÚNIOR, A. J. S. Adipocinas: a relação endócrina entre obesidade e diabetes tipo II. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v.11. n.63. p.135-144. 2014.

KONGTIP, P. et al. Thyroid Hormones in Conventional and Organic Farmers in Thailand. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 15, p. 2704, 2019.

LERRO, C. C. et al. Occupational pesticide exposure and subclinical hypothyroidism among male pesticide applicators. **Occup Environ Med**, v. 75, n. 2, p. 79-89, 2018.

MACEDO, M. S. et al. Deficiência de iodo e fatores associados em lactentes e pré-escolares de um município do semiárido de Minas Gerais, Brasil, 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 346-356, 2008.

NARCISO, V. R.; SATURNINO, C. M. M.; MOREIRA, N. F.; LUZ, V. G. Caracterização do consumo alimentar e estado nutricional de feirantes do município de Dourados - Mato Grosso do Sul, Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 28, n. 00, p. e021031, 2021

NAVARRO, A. M et al. Iodação do sal e ingestão excessiva de iodo em crianças. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 60, n. 4, p. 355-359, 2010.

NEVES, F. R. M. **Efeito dos agrotóxicos e seus metabólitos em células sanguíneas**. 45f. Dissertação (Mestrado profissional em Hemoterapia), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP. 2017.

OLIVEIRA, K. C. S. et al. Exposição a agrotóxicos e aumento de obesidade: uma revisão da literatura. **Revista Multidisciplinar Em Saúde**, v. 2, n. 3, 2021.

PONTELLI, R. C, N; NUNES, A. OLIVEIRA, S. V. W, B de. Impacto na saúde humana de disruptores endócrinos presentes em corpos hídricos: existe associação com a obesidade? **Ciência & saúde coletiva**, v.21, n.3, p.753-766, 2016.

SANTOS, I.S; ALMEIDA, J.C. Pesquisa Nacional para Avaliação do Impacto da Iodação do Sal (PNAISAL). 2016. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/pnaisal_relatorio_final.pdf. Acesso em 03 de junho de 2022.

SAVOLDI, A; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, p. 25-45, 2010.

SAVOY, V. L. T. Classificação dos agrotóxicos. **Biológico**, v. 73, n. 1, p. 91-92, 2011.

SHRESTHA, S. et al. Incident thyroid disease in female spouses of private pesticide applicators. **Environment international**, v. 118, p. 282-292, 2018.

SHRESTHA, S. et al. Pesticide use and incident hypothyroidism in pesticide applicators in the Agricultural Health Study. **Environmental health perspectives**, v. 126, n. 9, p. 097008, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA – SBEM. Conheça os principais distúrbios endócrinos. 2018. Disponível em: <https://www.sbemsp.org.br/imprensa/releases/180-conheca-os-principais-disturbios-endocrinos>. Acesso em 06 de junho de 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENDOCRINOLOGIA E METABOLOGIA – SBEM. Tireoide. 2008. Disponível em: <https://www.endocrino.org.br/tireoide/> Acesso em 09 de junho de 2020.

UNITED NATIONS SYSTEM - Standing Committee on Nutrition. 6th report on the world nutrition situation. 2010. Disponível em: http://www.unscn.org/files/Publications/RWNS6/report/SCN_report.pdf. Acesso em: 21 de abril de 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ONIS, M.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. Bulletin of the World Health Organization, 2007.

3. JUSTIFICATIVA

O presente estudo é parte do projeto intitulado “Fatores associados ao estado nutricional de iodo em agricultores familiares da microrregião de Viçosa-MG”.

Esta pesquisa irá abordar uma temática que necessita ser debatida, visto que os agrotóxicos tem suas características parecidas com os hormônios, podendo atuar desregulando o sistema endócrino e/ou inibindo a absorção de iodo, além de estarem relacionados à doenças e prejudicar o estado nutricional dos indivíduos (FONSECA, 2019; KONGTIP *et al.* 2019).

A população está exposta aos agrotóxicos através da água, ar e alimentos, no entanto, agricultores constituem o grupo mais expostos a estas substâncias, já que aplicam em suas plantações (INCA, 2019).

Diante disso, os resultados deste trabalho permitirão avaliar as alterações endócrinas, concentração urinária de iodo e estado nutricional, bem como, conhecer a sua relação com uso de agrotóxicos por agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. Esses dados poderão auxiliar na construção de um panorama em relação a essa temática, que por sua vez, poderá contribuir para subsidiar a discussão e elaboração de estratégias, direcionado para este público, proporcionando o enfrentamento das consequências ao uso intensivo dos agrotóxicos.

3.1 REFERÊNCIA

FONSECA, I. F. A. D. **Desregulação endócrina tireoidiana por agrotóxicos**. 2019. 141 f. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA. Agrotóxico. INCA. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

KONGTIP, P. et al. Thyroid Hormones in Conventional and Organic Farmers in Thailand. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 15, p. 2704, 2019.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

- Verificar a associação das alterações endócrinas, concentração urinária de iodo e estado nutricional com uso de agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais.

4.2 Objetivos específicos

- Avaliar o estado nutricional de iodo da população adulta residente na zona rural. (Artigo de Revisão)

- Verificar as condições sociodemográficas e a exposição aos agrotóxicos de agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais. (Artigo original 1)

- Avaliar as alterações endócrinas, concentração urinária de iodo e estado nutricional com uso de agrotóxicos por agricultores familiares da Zona da mata de Minas Gerais (Artigo original 2)

5. METODOLOGIA GERAL

5.1 Revisão Sistemática

O artigo de revisão sistemática seguiu todas as recomendações de busca, seleção e inclusão do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*) (PAGE *et al.*, 2021), e registrada no PROSPERO sob um número CRD42021228593.

O método PECOS (Participantes, Exposição, Comparação, Desfecho e Desenho do Estudo) foi adotado para os critérios de inclusão (Quadro 1):

Quadro 1 – PECOS: critérios de inclusão de estudos.

| Parâmetro | Crítérios de inclusão |
|-----------------------|---|
| (P) Participantes | Adultos |
| (E) Exposição | Ingestão de iodo |
| (C) Comparação | Sem comparação |
| (O) Desfecho | Alteração no estado nutricional de iodo e na tireoide |
| (S) Desenho do estudo | Transversal/Observacional |

Para encontrar estudos sobre o tema, a busca foi realizada em abril de 2022. Os termos de busca foram consultados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), que são: população rural, ingestão ou consumo de iodo, estado nutricional de iodo, observacional, transversal e seus respectivos termos combinados em inglês: (*adulto OR adultos OR rural OR fazendas OR fazenda OR "população rural"*) AND (*"baixa ingestão de iodo" OR "alta ingestão de iodo" OR "consumo de iodo" " OR "ingestão de iodo"*) AND (*"deficiência de iodo" OR bócio OR bócio OR hipotireoidismo OR hipertireoidismo OR "estado nutricional de iodo"*) AND (*studies OR " studies observacionais" OR " studiestransversais" OR "transversal " OU observacional*).

Optamos por utilizar esses termos combinados com base na questão norteadora desta revisão: "Qual é o estado nutricional do iodo da população adulta da zona rural?". Os estudos incluídos e não incluídos foram determinados por consenso entre os revisores. Foram considerados critérios de inclusão artigos que avaliaram o estado nutricional de iodo em adultos na zona rural. Os critérios de exclusão foram: artigos que avaliassem o estado nutricional de iodo em gestantes, crianças, adolescentes, idosos e/ou na zona urbana.

Esta revisão sistemática incluiu artigos originais de diferentes países, sem limites quanto ao ano de publicação. Artigos de revisão, dissertações, teses, capítulos de livros e publicações governamentais não foram elegíveis. Para a busca dos documentos, as bases utilizadas foram a Editora Medline (PubMed), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e SciVerse Scopus, além da Scientific Electronic Library Online (SciELO). As referências foram armazenadas no software bibliográfico Rayyan (MOURAD *et al.*, 2016)

Dois revisores realizaram as buscas de forma independente, seguindo os passos propostos por Moher *et al.*, (2009). A busca dos artigos foi realizada no mesmo dia e horário nas bases de dados citadas, verificando-se o total de artigos encontrados; excluindo duplicatas; leitura do título e resumos e, por fim, realização de uma análise completa para verificar quais atendiam aos critérios de inclusão. Os dados coletados nos estudos são: ano, local, população, estado nutricional de iodo e os principais resultados.

Para avaliar o risco de viés nos artigos incluídos nesta revisão, foram utilizados os instrumentos específicos para estudos transversais e de coorte, incluindo questões sobre a qualidade metodológica dos estudos (Tabela 1) (THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE, 2020).

5.2 Artigos originais 1 e 2

Trata-se de dois estudos transversais com agricultores familiares residentes da Região Geográfica Rural Imediata de Viçosa – MG , que compõem a Zona da Mata de Minas Gerais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

O contato inicial com os agricultores contou com o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG). Foi realizado uma reunião para apresentação da proposta de projeto, sendo definido que este contemplaria a Região Geográfica Imediata de Viçosa - MG.

As comunidades rurais em muitos casos são de difícil acesso, por isso foi necessário um profissional da EMATER para auxiliar na execução do projeto. A região contemplada é composta por 12 municípios: Araponga, Cajuri, Canaã, Coimbra, Ervália, Paula Cândido, Pedra do Anta, Porto Firme, Presidente Bernardes, São Miguel do Anta, Teixeiras e Viçosa (IBGE, 2017). Destes nove municípios possuem o profissional de bem estar social (Cajuri, Canaã, Coimbra, Ervália, Paula Cândido, Pedra do Anta, São Miguel do Anta, Teixeiras e Viçosa), ao fazer o convite para os representantes destes municípios, um desses não desejou participar, restando oito cidades, as quais seus representantes aceitaram participar do estudo.

Foi realizado cálculo amostral no programa OpenEpi®, através da equação: $n = \frac{EDFF * Np(1-p)}{[(d^2/Z^2(1-\alpha/2)^*(N-1) + p*(1-p))]}$, considerando para o tamanho da amostra (n), o total de agricultores familiares cadastrados na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais – EMATER/MG até o ano de 2020 (n=19.103) (Quadro 1), a prevalência (p) de deficiência de iodo utilizou-se de 14,1%, resultado de prevalência em escolares rurais, analisados no Pesquisa Nacional para Avaliação do Impacto da Iodação do Sal (PNAISAL); erro tolerável (d) de 5%; nível de confiança de 95%; escore padrão de distribuição normal (Z) de 1,96 e efeito do desenho do estudo (EDFF) de 1,5 para amostras aleatórias da zona rural (HIRSCHMANN; GOMES; GONÇALVES, 2018).

Como resultado, chegou-se a 278 indivíduos, e ao considerar um adicional de 10% para desistência, dados incompletos e controle de fatores de confusão resultou em uma amostragem final de 306 indivíduos (20 a 59 anos), distribuídos proporcionalmente por sexo e população rural residente dos municípios que aceitaram participar (Quadro 2) (HIRSCHMANN; GOMES; GONÇALVES, 2018). Foi sorteado um agricultor familiar por domicílio para participar, em seguida foi realizado o agendamento previamente por telefone para a coleta de dados e amostras. Acaso após no mínimo cinco tentativas de contato em dias

aleatórios o indivíduo não fosse contactado, este era excluído da população de estudo e ocorria um novo sorteio.

Este estudo deriva de um projeto maior submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CEP/UFV), de acordo com a Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde, com número de CAAE é 18180819.7.0000.5153.

Quadro 1. Distribuição do número de indivíduos adultos segundo proporcionalidade rural.

| Municípios | População | | | Proporção de indivíduos residentes da Zona Rural (%) | Número de indivíduos que deverão ser avaliados nos municípios* |
|--------------------|-----------|--------|-------|--|--|
| | Total | Urbano | Rural | | |
| Cajuri | 4047 | 2096 | 1951 | 6 | 19 |
| Canaã | 4628 | 1859 | 2769 | 9 | 27 |
| Coimbra | 7054 | 5156 | 1898 | 6 | 19 |
| Ervália | 17946 | 9470 | 8476 | 27 | 83 |
| Paula Cândido | 9271 | 4936 | 4335 | 14 | 43 |
| São Miguel do Anta | 6760 | 3746 | 3014 | 10 | 30 |
| Teixeiras | 11355 | 7623 | 3732 | 12 | 37 |
| Viçosa | 72220 | 67305 | 4915 | 16 | 48 |

*Considerado para o cálculo o número de agricultores cadastrados pela empresa de assistência técnica (n=19.103).

Fonte: IBGE 2017, LOPES *et al.*, 2019.

Quadro 2. Distribuição do número de indivíduos adultos segundo proporcionalidade rural e sexo.

| Municípios | População Rural | Número de indivíduos que deverão ser avaliados nos municípios* | | Número de indivíduos que deverão ser avaliados nos municípios por sexo* | | |
|--------------------|-----------------|--|--------|---|--------|-------|
| | | Homem | Mulher | Homem | Mulher | Total |
| Cajuri | 1951 | 1073 | 878 | 10 | 9 | 19 |
| Canaã | 2769 | 1448 | 1321 | 14 | 13 | 27 |
| Coimbra | 1898 | 1003 | 895 | 10 | 9 | 19 |
| Ervália | 8476 | 4473 | 4003 | 43 | 40 | 83 |
| Paula Cândido | 4335 | 2272 | 2063 | 23 | 20 | 43 |
| São Miguel do Anta | 3014 | 1607 | 1407 | 16 | 14 | 30 |
| Teixeiras | 3732 | 1930 | 1802 | 18 | 17 | 37 |
| Viçosa | 4915 | 2582 | 2333 | 23 | 25 | 48 |

*Considerado para o cálculo o número de agricultores cadastrados pela empresa de assistência técnica (n=19.103).

Fonte: IBGE 2017, LOPES *et al.*, 2019.

Foi realizada a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por telefone, em função da pandemia da COVID-19 e mediante o aceite dos voluntários, obteve-se por telefone informações através de questionário semiestruturado referente aos dados sociodemográficos, uso de agrotóxicos, doenças endócrinas e medidas antropométricas (peso e altura) estas auto relatadas. Após foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), classificado de acordo com os pontos de corte estabelecidos para adultos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

Além disso, foi feita coleta de sangue para verificar a quantificação dos marcadores de alteração endócrina tireoidiana sendo estes a tiroxina livre (T4L), hormônio tireoestimulante (TSH), triiodotironina (T3), bem como, dos de intoxicação aguda (colinesterases totais - ChEs) e crônica (acetilcolinesterase - AChE) por agrotóxicos, sendo coletado 16 mL de sangue, por um funcionário capacitado do laboratório contratado, armazenado em recipiente próprio, conservado até o momento da análise em refrigeração entre 2 a 8 °C. (PERES *et al.*, 2005; WHO, 2007; CARVALHO; PEREZ; WARD, 2013; CEQUINEL; RODRIGO, 2018).

O iodo urinário também é um indicador de possíveis alterações tireoidianas, então foi coletado 50 mL de urina para determinar a excreção urinária de iodo, sendo fornecido um recipiente para o participante realizar a coleta. Os resultados foram classificados de acordo com pontos de corte estabelecidos para adultos pela *World Health Organization* (WHO, 2007).

A coleta de sangue e urina ocorreram no domicílio ou em um local apropriado previamente combinado, seguido as normas de prevenção da COVID-19.

Os dados foram tabulados no Microsoft Office Excel®, sendo a digitação em dupla para posterior validação. A análise dos dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.0. O teste *Kolmogorov Smirnov* foi aplicado para verificar o padrão de distribuição das variáveis estudadas. Foi realizada a análise descritiva dos dados, medidas de tendência central (médias e medianas) e de dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo).

Para avaliar a associação entre o uso de agrotóxicos e as alterações nas ChEs, AChE, T3, T4L, TSH, CIU, estado nutricional e doenças endócrinas, foi utilizado o teste de qui-quadrado de Pearson ou Exato de Fisher e a magnitude da associação foi avaliada pela Odds Ratio (OR). A análise de correlação de Spearman foi utilizada para as variáveis contínuas referente aos marcadores bioquímicos, antropométricos e o tempo de exposição aos agrotóxicos.

Foi realizado o teste de postos Mann-Whitney, teste de médias *t-Student* e análise multivariada utilizando-se regressão logística múltipla.

As variáveis que apresentarem associação estatística na análise univariada ($p < 0,20$) foram selecionadas para a análise multivariada e permaneceram no modelo final as variáveis com $p < 0,05$. Para a investigação dos fatores relacionados às alterações endócrinas será realizada a análise multivariada por meio da regressão logística múltipla. A cada etapa, as variáveis que não alterem as razões de chance e os intervalos de confiança de modo significativo serão descartadas até a obtenção de um modelo final. A regressão logística múltipla foi executada pelo método Backward e a qualidade do ajuste do modelo final foi analisada pelo teste Hosmer&Lemeshow.

Para todas estas análises foi adotado um α de 5%.

5.3 REFERÊNCIAS

CARVALHO, G. A.; PEREZ, C. L. S.; WARD, L. S. Utilização dos testes de função tireoidiana na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 3, p. 193-204, 2013.

CEQUINEL, J. C.; RODRIGO, LCP. Material técnico intoxicações agudas por agrotóxicos atendimento inicial do paciente intoxicado. Manual Técnico de Atendimento Ao Paciente Intoxicado, v. 1, n. 2, p. 24-120, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. O recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017. 2017. Disponível em https://ia600603.us.archive.org/2/items/RegiesGeogrrficasBrasil2017/Regi%C3%B5es%20geogr%C3%A1ficas_Brasil%202017.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

HIRSCHMANN, R; GOMES, A. P; GONÇALVES, H. Sintomatologia depressiva entre moradores da zona rural de uma cidade no Sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, 2018.

LOPES, S.O.; PINTO, C.A.; MAYER, E. D.; BITTECOURT, J. M; FRANCESCHINE S. C.C; SANTOS R. H. S; PRIORE, S.E. Fatores associados à deficiência de iodo na população rural. 2019.

MOHER, D. et al. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement, 2009. Disponível em: www.prisma-statement.org. Acesso em: 16 out. 2020.

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**. 2021; 372.

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 10, p. 1-11, 2005.

THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE. The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Review. Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies. p. 5, 2017.

SANTOS I.S, ALMEIDA J.C. Pesquisa Nacional para Avaliação do Impacto da Iodação do Sal (PNAISAL). 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ONIS, M.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 2007

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Artigo de Revisão Sistemática. Nutritional Status of Iodine in the Adult Population of Rural Areas: Systematic Review

Submetido para avaliação na revista Ciência & Saúde Coletiva (Fator de Impacto 1.336) em 21/10/2022

Jersica Martins da Bittencourt^a

<https://orcid.org/0000-0003-3821-8171>

E-mail: jersica.cunha@ufv.br

Edna Miranda Mayer^a

<https://orcid.org/0000-0003-1948-110X>

E-mail: edna.mayer@ufv.br

Carina Aparecida Pinto^b

<https://orcid.org/0000-0002-1186-6702>

E-mail: carinapinto2001@yahoo.com.br

Gilberto Bernardo de Freitas^a

<https://orcid.org/0000-0001-9024-599X>

E-mail: bernardo@ufv.br

Silvia Eloíza Priore^a

<https://orcid.org/0000-0003-0656-1485>

E-mail: sepriore@ufv.br

^aPostgraduate Program Agroecology, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brazil; ^bDepartment of Nutrition and Health, Postgraduate Program in Nutrition Science, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brazil.

Author to whom correspondence should be addressed

Jersica Martins Bittencourt. - Programa de Pós-Graduação em Agroecologia - Edifício Sylvio S. Brandão – 2º andar – Campus Universitário - CEP: 36570-900 – Viçosa – MG. Phone: +55 (31) 99655 9755/ (31) 3612-4448. E-mail: jersica.cunha@ufv.br

ABSTRACT

Iodine is an essential micronutrient for humans, used in the synthesis of hormones of the thyroid gland. Both its excess and its lack can cause damage to health. However, there are reports of inadequate iodine status in the rural population. Therefore, this study seeks to evaluate the nutritional status of iodine in the adult population of rural areas. For the search of the articles, the databases Publisher Medline (PubMed), Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS), and SciVerse Scopus were used, as well as the Scientific Electronic Library Online (SciELO). We used the following combined terms: rural population, iodine intake or consumption, nutritional status of iodine, observational and transversal. Of the 1126 articles identified, five were selected. Most studies evaluated the nutritional status of iodine using the urinary iodine concentration, in addition, the studies showed low iodine concentration, indicating low intake and deficiency of this micronutrient in the adult population living in rural areas of different regions of the world. It is necessary to carry out constant monitoring of the nutritional status of iodine in the rural population and address the factors associated with iodine deficiency to prevent the appearance of disorders related to this deficiency.

KEYWORDS: Deficiency; Iodine; Rural Population.

INTRODUCTION

Iodine is an element present in nature, found in soil, water, plants, and animals. Food is a way for human beings to receive iodine. The best sources are fish, shellfish, and dairy products; however, these concentrations vary according to the amount of iodine present in the water (International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders, 2011; Stipanuk, Caudill, 2013).

This micronutrient is important for humans, as it is used to synthesize hormones of the thyroid gland. However, the excess can cause hypothyroidism and autoimmune thyroiditis; on the other hand, its deficiency can cause endemic goiter and delayed child development, becoming a significant public health problem (Teng et al., 2006; Brasil, 2007; World Health Organization, 2007; Hammer, Mcphee, 2015).

To reduce goiter cases in the world population, the universal salt iodization program was created in the 1950s. Since then, there has been a reduction in the prevalence of goiter. However, there are still reports in the literature of iodine deficiency (Biassoni et al., 1998; Santos, Almeida, 2006; Brasil, 2008; Macedo et al., 2012).

Iodine deficiency is also related to brain damage, in addition, populations with severe deficiency of this nutrient may show a reduction in the intelligence quotient (IQ) in purchase as they do not have it. Consequently, IQ, can lead to reduced rates of learning and even the low cost of families (Stipanuk, Caudill, 2013).

The report published by the World Health Organization – WHO showed that iodine deficiency exists in more than fifty countries in addition, Macedo et al. found a higher prevalence of moderate and severe disability in rural areas among preschoolers in a municipality in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil (World Health Organization, 2010; Macedo et al., 2012).

Given the above, this review seeks to assess the nutritional status of iodine in the adult population of rural areas.

MATERIALS AND METHODS

Data Sources and Search Strategy

In order to find studies on the topic, a search was carried out in april 2022. The search terms were consulted on Health Sciences Descriptors (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH), which are: rural population, intake or consumption of iodine, nutritional status of iodine, observational, transversal, and their respective combined terms in English: (adult OR adults OR rural OR farms OR farm OR "rural population") AND ("low iodine intake" OR "high iodine intake" OR "iodine consumption" OR "iodine ingestion") AND ("iodine deficiency" OR goitre OR goiter OR hypothyroidism OR hyperthyroidism OR "nutritional

status of iodine") AND (studies OR "studies observational" OR "cross-sectional studies" OR "cross-sectional" OR observational).

We opted to use these combined terms based on the guiding question of this review: "What is the nutritional status of iodine in the adult population in rural areas?".

This systematic review included original articles, with no limits regarding the year of publication. Review articles, dissertations, theses, book chapters, and government publications were not eligible. For the search of the documents, the bases used were PublisherMedline (PubMed), Latin American and Caribbean Literature in Health Sciences (LILACS), and SciVerse Scopus, as well as the Scientific Electronic Library Online (SciELO). The references were stored in the bibliographic software Rayyan (Mourad et al., 2016).

Selection of studies

Two reviewers performed the searches independently, following the steps proposed by Moher et al., (2009). The search for the articles was carried out on the same day and time in the cited databases, checking the total number of articles found; excluding duplicates; reading the title and abstracts, and, finally, performing a complete analysis to verify which met the inclusion criteria. The data collected in the studies are: year, place, population, average age, nutritional status of iodine and main results.

Inclusion and exclusion criteria

The included and non-included studies were determined by consensus among the reviewers. Articles that assessed the nutritional status of iodine in adults in rural areas were considered inclusion criteria. The exclusion criteria were: articles that assessed the nutritional status of iodine in pregnant women, children, adolescents, the elderly and/or in the urban area.

It should be noted that the strategy of searching for articles, in all its stages, followed the recommendations of PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis).

In addition, this paper has been previously registered in the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO), receiving the registration number CRD42021228593 to ensure that the review protocol was followed (Moher et al., 2009).

Risk of Bias Assessment

To assess the risk of bias in the articles included in this review, the specific instruments for cross-sectional and cohort studies were used, including questions regarding the methodological quality of the studies (Table 1) (The Joanna Briggs Institute, 2020).

RESULTS

Study selection process and characterization of studies

Using the search terms, 1126 documents were identified. After reading the titles and abstracts, 223 were excluded because they were duplicated and 898 because they did not meet the inclusion criteria. Of the nine identified, four were eliminated after full reading. When performing the reverse search in the references, new publications were not included (Figure 1).

Main Results

In the end, five articles were maintained in this review (Table 2).

Of the five studies evaluated in this review, two presented low urinary iodine concentration (UIC), which is related to deficiency and/or insufficient iodine intake in the rural population (Biassoni et al., 1998; Barth-Jaeggi et al., 2020); two studies showed adequate UIC — that is, adequate iodine intake in the rural population (Nakatsuka et al., 2016; D’elia et al., 2019); the study by Yang et al. when evaluating three communities, showed that the median iodine was 88 µg, 214 µg, and 634 µg, indicating a mild deficiency in Panshan, more than adequate in Zhangwu and excess in Huanghua, respectively, showing the presence of both iodine deficiency and excess (Yang et al., 2017).

Only the study by Nakatsuka et al. used the Japanese Standard Food Composition Table (FCT) to assess the amount of iodine ingested and, consequently, the food consumption of this micronutrient. The other analyses used the urinary iodine concentration to evaluate the nutritional status of the micronutrient population (Nakatsuka et al., 2016)

In their studies, D’elia et al. (2019) and Barth-Jaeggi et al. (2020) compared iodine intake between rural and urban populations. D’elia et al. found that 38.1% of the rural population had levels below 100 mcg / L (insufficient intake) when compared to the urban population, which had 26.6% of insufficient intake, but with no statistical difference. Barth-jaeggi et al. observed inadequate iodine intake and this deficiency was more prevalent in urban than in rural areas (66.8% versus 58.7%, $p = 0.001$).

DISCUSSIONS

Most studies have assessed the nutritional status of iodine using the urinary iodine concentration, which is a sensitive indicator for assessing micronutrient levels in the body, since a large part of the absorbed dietary iodine is excreted in the urine (about 90%). In addition, the assessment of urinary iodine is based on a low-cost, low-invasive technique that is easy to apply (WHO, 2020).

Studies have shown insufficient iodine intake by the rural population (Biassoni et al., 1998; Barth-Jaeggi et al., 2020); however, the study by D'elia et al. (2019) presents a possible explanation for this fact, as it was observed that the kitchen salt in rural residences had lower iodine concentrations than in urban ones. In addition, 30.9% of rural households had no iodized salt; in urban homes, this percentage was lower (9.8%). Therefore, the authors suggested that the possible reasons were "deterioration of iodized salt before reaching users, reduced access, less use, lack of awareness, costs, lack of use of iodized salt in food preparation by local producers, street vendors, and the food industry" (Biassoni et al., 1998).

The amount of iodine in the iodized salt can change if it is stored incorrectly, such as in places with high humidity or high temperatures, in addition to presenting losses in the cooking process (Rana; Raghuvanshi et al., 2014).

Deepika et al., (2019) when assessing the use of iodized salt in rural communities and its associated factors in the Prakasam district located in the Indian state of Andhra Pradesh, described the importance of implementing education strategies for the population on the correct use and storage of iodized salt, in addition to monitoring iodine deficiency and removing non-iodized salt from the market.

The causes of iodine deficiency, in general, have been related to insufficient intake and inadequate storage of iodized salt and the consumption of food grown in soils with low iodine availability (Brasil, 2007). The American continent has the lowest prevalence of iodine deficiency (10.6%), while in Europe, it is 52.4%. This low prevalence in the countries of the Americas is related to the high consumption of iodized salt. In contrast, European countries have low consumption: approximately 25% of the population uses iodized salt (Zimmermann, Jooste, Pandav 2008; Andersson et al., 2010).

However, the literature has shown that other factors such as water, soil, place of residence and even the use of pesticides can interfere with the nutritional status of iodine. For example, the use of pesticides that may be related to the inhibition of iodine absorption (Brasil, 2007;

Kongtip et al., 2019). Furthermore, Simescu et al. (2014) found a relationship between the use of certain pesticides and the possible causes of goiter and nodules in the thyroid gland.

It is worth mentioning that some studies also found excess iodine, high levels of this nutrient, according to the World Health Organization (2007), can cause autoimmune hyperthyroidism, which highlights the importance of monitoring the nutritional status of iodine.

CONCLUSION

A low concentration of urinary iodine was observed in some studies, indicating low iodine intake and deficiency in the adult population living in rural areas of different regions. There was also a need for constant monitoring of the nutritional status of iodine in the population, especially in rural areas, to avoid the appearance of disorders related to the inadequate iodine's nutritional status. Furthermore, it is necessary to address the factors associated with iodine deficiency, such as concerning the use of pesticides, as they can inhibit iodine absorption.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES, Brazil), Research Support Foundation of the State of Minas Gerais (FAPEMIG, Brazil) and the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, Brazil).

REFERENCES

ANDERSSON, M. et al. Epidemiology of iodine deficiency: salt iodisation and iodine status. **Best practice & research Clinical endocrinology & metabolism**. United Kingdom, v. 24, n. 1, p. 1-11, 2010.

BARTH-JAEGGI, T. et al. Nutritional status of Tajik children and women: Transition towards a double burden of malnutrition. **Maternal & Child Nutrition**. United Kingdom, v. 16, n. 2, p. 12886, 2020.

BIASSONI, P. et al. Influence of dietary habits on thyroid status of a nomadic people, the Bororo shepherds, roaming a central African region affected by severe iodine deficiency. **European journal of endocrinology**. United Kingdom, v. 138, n. 6, p. 681-685, 1998.

BRASIL- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual Técnico e Operacional do Pró-Iodo**. Brasília: Ministério da Saúde; 2008. Available in: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_operacional_proiodo.pdf. Acesso: 18 out. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Coordenação-Geral da Política de Alimentação e Nutrição – CGPAN. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. 2007. Available in: http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/68def_iodo.html . Acesso: 18 out. 2022.

D'ELIA, L. et al. Sodium, Potassium and Iodine Intake, in a National Adult Population Sample of the Republic of Moldova. **Nutrients**. Switzerland, v. 11, n. 12, p. 2896, 2019.

DEEPIKA, P. S. et al. A cross sectional study on proper use of iodized salt in communities of rural areas and its relevant factors in Prakasam district, Andhra Pradesh, India. **International Journal of Community Medicine and Public Health**. Ahmedabad, v. 6, n. 3, 2019.

HAMMER, G. D.; MCPHEE, S. J. **Fisiopatologia da Doença**. McGraw Hill Brasil, 7º ed, 2015.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE CONTROL OF IODINE DEFICIENCY DISORDERS (ICCIDD). ICCIDD – 25 years old! 2011. Available in: https://www.ign.org/cm_data/IDD-NL-2011-1.pdf. Access in: 28 dec. 2020.

KONGTIP, P. et al. Thyroid Hormones in Conventional and Organic Farmers in Thailand. **International journal of environmental research and public health**. Switzerland, v. 16, n. 15, p. 2704, 2019.

MACEDO, M. S. et al. Deficiência de iodo e fatores associados em lactentes e pré-escolares de um município do semiárido de Minas Gerais, Brasil, 2008. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, p. 346-356, 2008.

MOHER, D. et al. The PRISMA Group. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement, 2009. Available in: www.prisma-statement.org. Access in: 18 out. 2022.

MOURAD O, et al. Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic reviews*. v.5, p. 1-10, 2016.

NAKATSUKA, H. et al. Iodine intake by adult residents of a farming area in Iwate Prefecture, Japan, and the accuracy of estimated iodine intake calculated using the Standard Tables of Food Composition in Japan. **Environmental health and preventive medicine**. Japan, v. 21, n. 6, p. 523-530, 2016.

RANA, R; RAGHUVANSHI, R S. Effect of different cooking methods on iodine losses. **Journal of food science and technology**. United Kingdom, v. 50, n. 6, p. 1212-1216, 2013.

SANTOS I.S, ALMEIDA J.C. Pesquisa Nacional para Avaliação do Impacto da Iodação do Sal (PNAISAL). 2016. Disponível em http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_operacional_proiodo.pdf. Acesso em: 18 out. 2022.

SIMESCU, M. et al. Multiple pesticides exposure of greenhouse workers and thyroid parameters. **International Journal of Sustainable Development and Planning**. United Kingdom, v. 9, n. 1, p. 15-28, 2014.

STIPANUK, M. H.; CAUDILL, M. A. C. Biochemical, Physiological, and Molecular Aspects of Human Nutrition. Elsevier health sciences, 2013.

TENG, W. et al. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China. **New England Journal of Medicine**. United States, v. 354, n. 26, p. 2783-2793, 2006.

THE JOANNA BRIGGS INSTITUTE. The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Review. Checklist for Analytical Cross Sectional Studies. p. 5, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). United Nations Children's Fund. International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control programmes: report of a joint WHO/UNICEF/ICCIDD Consultation. Geneva: World Health Organization; 1992. 30p.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 3^o ed. 2007. Available in: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43781>. Access in: 28 dec. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Micronutrient deficiencies 2010. Available in: <http://www.who.int/nutrition/topics/idd/>. Access in: 16 oct. 2020.

YANG, F. et al. Chronic iodine excess does not increase the incidence of hyperthyroidism: a prospective community-based epidemiological survey in China. **European journal of endocrinology**. United Kingdom, v. 156, n. 4, p. 403-408, 2007.

ZIMMERMANN, M. B; JOOSTE, P. L; PANDAV, C. S. Iodine-deficiency disorders. **The Lancet**. London, v. 372, n. 9645, p. 1251-1262, 2008.

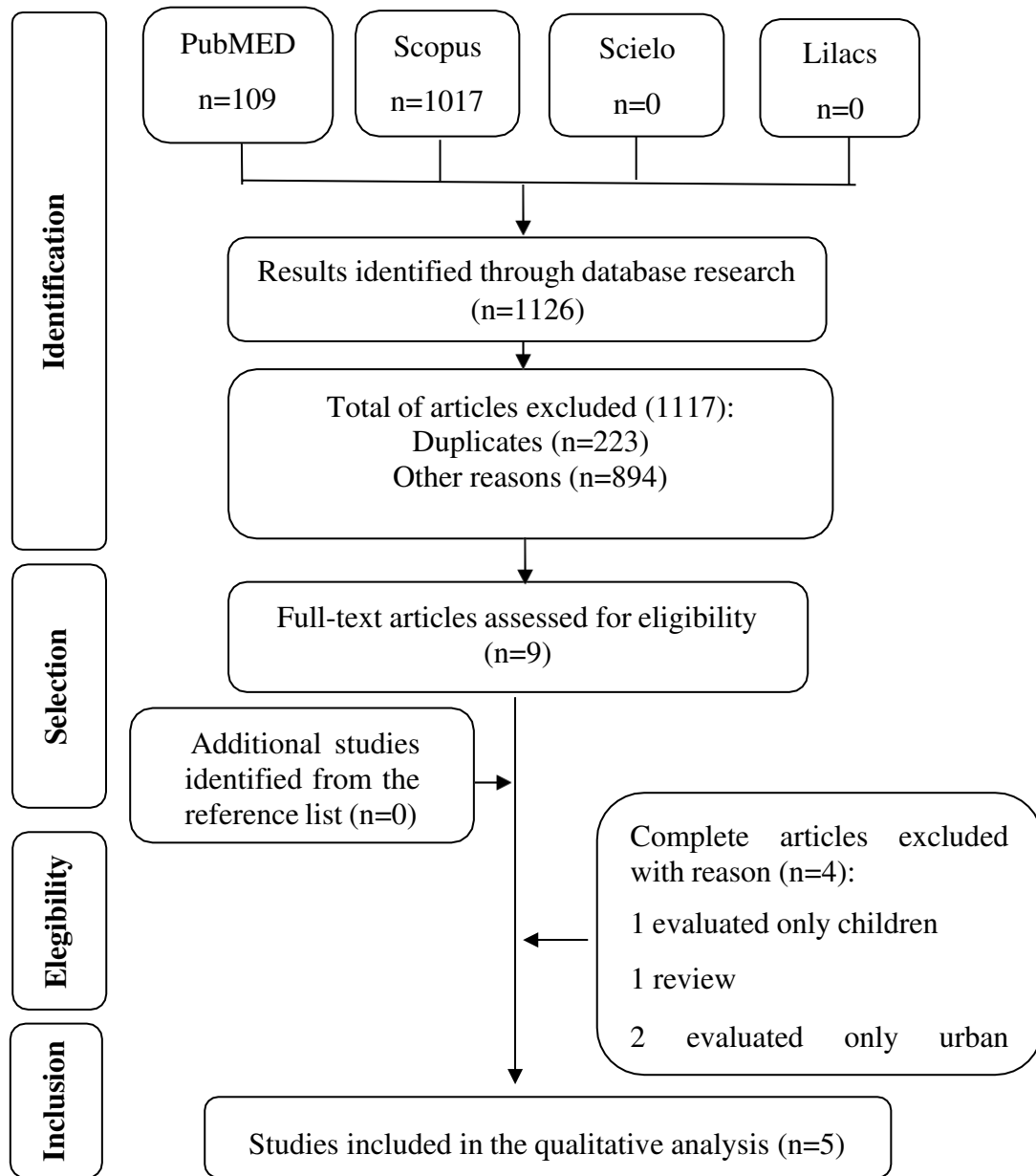


Figure 1 Flowchart for selecting articles for systematic review.

Table 1: Study bias risk analysis.

| Analytical cross-sectional studies | Criteria | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | - | - | - |
| Biassoni et al. (1998) | Y | Y | Y | Y | Y | N | Y | Y | - | - | - |
| Nakatsuka et al. (2016) | Y | Y | Y | Y | N | N | Y | Y | - | - | - |
| D'elia et al. (2019) | Y | Y | Y | Y | Y | N | N | Y | - | - | - |
| Barth-jaeggi et al. (2019) | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | - | - | - |
| Analytical cohort study | 1* | 2* | 3* | 4* | 5* | 6* | 7* | 8* | 9* | 10* | 11* |
| Yang et al. (2007) | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y | Y |

Legend: Y = Yes, N = No, U = Unclear, NA = Not applicable

1 Criteria for inclusion in the sample clearly defined;

2 Study subjects and the setting described in detail;

3 Exposure measured in a valid and reliable way;

4 Objective and standard criteria for measurement;

5 Confounding factors identified;

6 Strategies to deal with confounding factors;

7 Outcomes measured in a valid and reliable way;

8 Appropriate statistical analysis.

1* The two groups similar and recruited from the same population;

2* The exposures measured similarly to assign people;

3* To both exposed and unexposed groups;

4* The exposure measured in a valid and reliable way;

5* Confounding factors identified;

6* Strategies to deal with confounding factors stated;

7* The groups/participants free of the outcome at the start of the study (or at the moment of exposure);

8* The outcomes measured in a valid and reliable way;

9* The follow up time reported and sufficient to be long enough for outcomes to occur;

10* Follow up complete, and if not, were the reasons to loss to follow up described and explored;

11* Strategies to address incomplete follow up utilized;

12* Appropriate statistical analysis used;

Table 2. Studies that investigated the urinary iodine concentration (UIC) in the adult population of rural areas.

| Author (year) | Locality | Population | Nutritional status of iodine | Main results |
|----------------------------|--|---|--|---|
| Biassoni et al. (1998) | Western Sudan, Africa | n = 202 individuals | Urinary iodine concentrations | The median Urinary iodine concentrations of rural villagers 0.19 $\mu\text{mol} / \text{L}$ and bororo 0.27 $\mu\text{mol} / \text{L}$. Urinary iodine concentrations indicated moderate deficiency for adults. |
| Yang et al. (2007) | Panshan, Zhang Wu and Huanghua (Chinese rural communities) | n = 3,018 school subjects (> 13 years) and adults | Urinary iodine concentrations | Median iodine: 88, 214 and 634 μg , indicating mild deficiency in Panshan, more than adequate in Zhangwu and excess in Huanghua, respectively. |
| Nakatsuka et al. (2016) | Iwate, Japan | n = 90 individuals | Tables of Food Composition in Japan e análise de consumo alimentar | Averages of 336 and 279 $\mu\text{g} / \text{day}$ |
| D'elia et al. (2019) | Republic of Moldova, Eastern Europe | n = 858 individuals | Urinary iodine concentrations | Average in rural area: 225 mcg Average in the urban area: 224 mcg ($p > 0.05$). |
| Barth-jaeggi et al. (2019) | Tajikistan, Central Asia | n = 2,145 women and n = 2,149 children | Urinary iodine concentrations | Inadequate iodine status being more frequent among women in urban areas than in rural areas (66.8% vs 58.7%, $p = 0.001$). |

6.2 Artigo Original 1. Condições sociodemográficas e exposição aos agrotóxicos de agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil

Original Article 1. Sociodemographic conditions and exposure to pesticides of family farmers in a region of the Zona da Mata of Minas Gerais – Brazil

Jersica Martins Bittencourt¹, Sílvia Oliveira Lopes², Edna Miranda Mayer³, Dayane de Castro Morais⁴, Sylvia do Carmo Castro Franceschini⁵ e Silvia Eloiza Priore⁶

¹ Mestre em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, jersica.cunha@ufv.br

² Doutoranda em Ciência da Nutrição – Universidade Federal de Viçosa, silvia.lopes@ufv.br

³ Mestranda em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, edna.mayer@ufv.br

⁴ Pós-doutoranda em Ciência da Nutrição – Universidade Federal de Viçosa dayanecm@yahoo.com.br

⁵ Professora da Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, sylvia@ufv.br

⁶ Professora e coordenadora da Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, sepriore@ufv.br

Artigo a ser submetido na revista “European Journal of Nutrition” (Fator de Impacto: 5.291).

RESUMO

Introdução: Os agrotóxicos são produtos químicos usados nas produções agrícolas com intuito de eliminar pragas e doenças das plantações, podendo provocar efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Os agricultores estão expostos diretamente a essas substâncias em função da aplicação e manipulação, sendo estes um risco para a saúde dos mesmos. **Objetivos:** Avaliar a associação das condições sociodemográficas e a exposição aos agrotóxicos de agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais – Brasil. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal com 306 indivíduos agricultores familiares residentes na Zona da Mata de MG - Brasil. Foi realizado a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por telefone e mediante ao aceite dos voluntários, obteve-se informações utilizando-se questionário semiestruturado também por telefone das condições sociodemográficas e de uso de agrotóxicos. Foi coletado sangue dos voluntários no domicílio ou em um local apropriado previamente combinado, seguido as normas de prevenção da COVID-19, com intuito de quantificar os marcadores de intoxicação aguda (colinesterases totais - ChEs) e crônica (acetilcolinesterase - AChE) por agrotóxicos. A análise de dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.0. Inicialmente foi conduzido o teste *Kolmogorov Smirnov*, em seguida o teste de *qui-quadrado de Pearson* ou *Exato de Fisher* para as variáveis categóricas e a magnitude da associação foi avaliada pela

Odds Ratio (OR). A análise de correlação de *Spearman* foi utilizada entre variáveis contínuas referente ao tempo de exposição aos agrotóxicos e aos níveis de ChEs e AChE. Foi realizado teste de postos *Mann-Whitney* e de médias *Teste t Student*. Para todas estas análises foi adotado um α de 5%. **Resultados:** Verificou-se que 40,5% (n=124) da população deste estudo possui baixa escolaridade (0 - 4 anos de estudo), 78,4% (n=240) e 62,4% (n=91), tem renda familiar entre 1 a 3 salários mínimos e a mediana de renda *per capita* foi de R\$ 550,00 (mínimo=0,00 e máximo=12.000,00). Em relação ao uso de agrotóxicos, 43,8% (n=135) utilizam esses produtos, dentre estes 74,1% (n=100) usam esses produtos a mais de dez anos, 88,1% (n=119) não usam Equipamento de Proteção Individual completo (EPI), 57,0% (n=77) não seguem a bula, 68,9% (n=93) não respeitam o período de reentrada nas lavouras, 76,3% (n=103) estão expostos aos agrotóxicos através da aplicação por tempo ≥ 4 horas por dia, 50,3% (n=68) usam mais de três tipos de agrotóxicos, sendo a classe mais utilizada a dos herbicidas. O tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* ($r=0,125$ $p=0,029$), as colinesterases negativamente com escolaridade ($r=-0,148$ $p=0,009$) e a acetilcolinesterase positivamente com a idade ($r=0,220$ $p < 0,0001$). Verificou-se que o sexo está associado ao uso de agrotóxicos ($P < 0,0001$) sendo que ser do sexo masculino tem de 39,45 vezes mais chances de usar esses produtos. **Conclusão:** Constatou-se fatores que podem levar a consequências negativas para a saúde dos agricultores familiares referente ao uso dos agrotóxicos, a exemplo do uso incorreto de EPI, as correlações entre as ChEs e escolaridade, o fato da utilização de agrotóxicos estar relacionada a maiores médias AChE, o que evidencia a necessidade de incentivar o cultivo de sistemas alimentares de base agroecológica, que não coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Agricultores. Acetilcolinesterase. Colinesterases totais.

ABSTRACT

Introduction: Pesticides are chemical products used in agricultural production in order to eliminate pests and diseases from crops, which can cause harmful effects to human health and the environment. Farmers are directly exposed to these substances due to application and handling, which pose a risk to their health. **Objectives:** To evaluate the association of sociodemographic conditions and exposure to pesticides in family farmers in a region of the Zona da Mata of Minas Gerais - Brazil. **Methodology:** This is a cross-sectional study with 306 individual family farmers living in the Zona da Mata of MG - Brazil. **Methodology:** The Free and Informed Consent Term was read by telephone and upon the acceptance of the volunteers, information was obtained using a semi-structured questionnaire also by telephone on the

sociodemographic conditions and the use of pesticides. Blood was collected from the volunteers at home or in an appropriate place previously agreed, following the guidelines for the prevention of COVID-19, in order to quantify the markers of acute (total cholinesterase - ChEs) and chronic (acetylcholinesterase - AChE) intoxication by pesticides. Data analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 23.0. Initially, the Kolmogorov Smirnov test was conducted, then Pearson's chi-square test or Fisher's exact test for categorical variables and the magnitude of the association was evaluated by the Odds Ratio (OR). Spearman's correlation analysis was used between continuous variables regarding the time of exposure to pesticides and the levels of ChEs and AChE. Mann-Whitney rank test and average Student t test were performed. For all these analyses, an α of 5% was adopted. **Results:** It was found that 40.5% (n=124) of the population in this study has low schooling (0 - 4 years of study), 78.4% (n=240) and 62.4% (n=91) , has a family income between 1 and 3 minimum wages and the median per capita income was R\$ 550.00 (minimum=0.00 and maximum=12,000.00. Regarding the use of pesticides, 43.8% (n=135) use these products, among these 74.1% (n=100) use these products for more than ten years, 88.1% (n=119) do not use complete Personal Protective Equipment (PPE), 57.0 % (n=77) do not follow the directions, 68.9% (n=93) do not respect the period of re-entry into the fields, 76.3% (n=103) are exposed to pesticides through application for ≥ 4 hours per day, 50.3% (n=68) use more than three types of pesticides, the most used class being herbicides. The time of pesticide use was positively correlated with the values of per capita income ($r=0.125$ $p=0.029$), negative cholinesterases with schooling ($r=-0.148$ $p=0.009$) and positive acetylcholinesterase ally with age ($r=0.220$ $p<0.0001$). It was found that gender is associated with the use of pesticides ($P<0.0001$) and being male is 39.45 times more likely to use these products. **Conclusion:** Factors that can lead to negative consequences for the health of family farmers regarding the use of pesticides were found, such as the incorrect use of PPE, the correlations between ChEs and schooling, the fact that the use of pesticides is related to greater average AChE, which highlights the need to encourage the cultivation of agroecologically based food systems, which do not put human health and the environment at risk.

Keywords: Pesticides. Farmers. Acetylcholinesterase. Total cholinesterases.

INTRODUÇÃO

O Censo Agropecuário de 2017 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostrou que 77% dos estabelecimentos agrícolas do Brasil é composto pela agricultura familiar, além disso, esse tipo de agricultura tem predominância no sudeste do Brasil. Localizada nesta região, está a Microrregião Geográfica Imediata de Viçosa, que compõem a Zona da Mata de Minas Gerais (MG)¹ e possui como característica a produção pecuária e a agricultura, sendo um dos seus principais cultivos o café, cultura que é comum o uso de agrotóxicos (TEIXEIRA; SANTOS 2007; MARTINS, 2012; IBGE, 2017a; IBGE, 2017b).

Os agrotóxicos são produtos químicos usados nas produções agrícolas com intuito de eliminar pragas e doenças das plantações (BRASIL, 1989). Estes podem ser classificados de diversas formas, como por exemplo de acordo com sua função, como é o caso das classes herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros (ALMEIDA *et al.*, 1985).

A literatura tem mostrado os efeitos nocivos desses produtos para a saúde humana e meio ambiente, a exemplo de doenças graves como câncer e das intoxicações agudas e crônicas. Segundo Instituto Nacional do Câncer (INCA). A população está exposta aos agrotóxicos de diversas formas, seja no consumo de alimentos, na água e até mesmo através do ar (INCA, 2019).

O herbicida glifosato por exemplo, de uso comum no cultivo do café, vem sendo relacionado a danos ao meio ambiente e à saúde humana, apesar disso, ainda se cogita o aumento da sua dosagem e a criação de novas formulações, colocando em risco a saúde de agricultores que estão expostos diretamente a essas substâncias ao aplicar esses produtos em suas produções agrícolas (INCA, 2019; TEIXEIRA; SANTOS 2007; ZAVARIZ *et al.*, 2020). Além disso, as legislações que regulamentam o uso de agrotóxicos são enfraquecidas, pela fiscalização deficiente e liberação contínua desses produtos (LOPES *et al.*, 2018).

Cabe mencionar os riscos da exposição de agricultores com baixa escolaridade que provavelmente possuem dificuldades de ler e interpretar as bulas e por consequência são ainda mais vulneráveis a intoxicação (ABREU; ALONZO 2016; MIGUEL *et al.*, 2018).

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar a associação das condições sociodemográficas e a exposição aos agrotóxicos de agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais – Brasil.

¹ A Zona da Mata de Minas Gerais ocupa área correspondente a 6,09% da superfície do estado de Minas Gerais - Brasil, com população de 2.029.168 habitantes, distribuída por 142 municípios, dos quais 70,23% com menos de 10.000 habitantes e baixo índice de urbanização (NETTO, DINIZ 2006).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal com agricultores familiares. Foi realizado cálculo amostral no programa OpenEpi®, considerou-se para o tamanho da amostra (n), o total da população de agricultores residentes na Região Geográfica Rural Imediata de Viçosa - MG até o ano de 2020 (n=19.103), que compõem a Zona da Mata de MG (IBGE, 2017b).

Devido à dificuldade de acesso as áreas rurais, foi necessário o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER-MG) e os municípios dessa região que foi possível essa parceria foram: Cajuri, Canaã, Coimbra, Ervália, Paula Cândido, Pedra do Anta, São Miguel do Anta, Teixeiras e Viçosa. Ao fazer o convite para participação oito municípios aceitaram participar.

Como resultado, chegou-se a 306 indivíduos (20 a 59 anos), distribuídos proporcionalmente por sexo e pela população rural dos municípios que aceitaram participar da pesquisa. Foi realizado sorteio entre os agricultores, sendo sorteado um residente por domicílio para participar do estudo.

Foi realizada a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que em função da pandemia da COVID-19 foi feito por telefone e mediante o aceite dos voluntários, obteve-se informações sociodemográficas e uso de agrotóxicos, ambos também por ligação telefônica. Além disso, foi realizada coleta de sangue no domicílio ou em um local apropriado previamente combinado, seguido as normas de prevenção da COVID-19, para realizar a quantificação dos marcadores de intoxicação aguda (colinesterases totais - ChEs) e crônica (acetilcolinesterase - AChE) por agrotóxicos, considerados marcadores de intoxicação por agrotóxicos quando encontradas em níveis reduzidos, sendo coletado 4 mL de sangue, por um funcionário capacitado do laboratório contratado, armazenado em recipiente próprio, conservado em refrigeração entre 2 a 8 °C até o momento das análises. (PERES et al., 2005; WHO, 2007; CARVALHO; PEREZ; WARD, 2013; CEQUINEL; RODRIGO, 2018).

O projeto maior ao qual deriva este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV – MG), com número de CAAE é 18180819.7.0000.5153.

Os dados foram tabulados no Microsoft Office Excel®, sendo a digitação em dupla para posterior validação. A análise dos dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.0. O teste *Kolmogorov Smirnov* foi aplicado para verificar o padrão de distribuição das variáveis estudadas. Foi realizada a análise descritiva dos dados, medidas de tendência central (médias e medianas) e de dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo).

Para verificar a relação entre o uso de agrotóxicos, as condições sociodemográficas, de renda e as alterações nas enzimas ChEs e AChE foi utilizado o teste de *qui-quadrado de Pearson* ou *Exato de Fisher* e a magnitude da associação foi avaliada pela *Odds Ratio (OR)*. A análise de correlação de *Spearman* foi utilizada entre variáveis contínuas referente ao tempo de exposição aos agrotóxicos e aos níveis ChEs e AChE. Foi realizado teste de postos *Mann-Whitney* e de médias *Teste t Student* para avaliar o uso de agrotóxicos e os marcadores de intoxicação. As análises de correlação foram feitas pelo teste de *Spearman* para avaliar as condições sociodemográficas, de renda, tempo de uso de agrotóxicos e níveis ChEs e AChE.

Para todas estas análises foi adotado um α de 5%.

RESULTADOS

Participaram do estudo 306 agricultores familiares, sendo 52% (n=159) do sexo masculino, com média de idade de 43,5 (DP=9,1) anos.

Sobre a caracterização sociodemográfica (Tabela 1), verificou-se que 1,3% (n= 4) eram analfabetos e a maioria 39,2% (n= 120) tinham de 1 a 4 anos de estudos (até o 4º ano), 78,4% (n= 240) eram casados, 62,4% (n= 191) possuem renda familiar entre 1 a 3 salários mínimos e a mediana de renda *per capita* foi de R\$ 550,00 (mínimo=0,00 e máximo=12.000,00).

Tabela 1. Caracterização sociodemográfica dos agricultores familiares participantes da pesquisa. 2021-2022.

| Variáveis | N | % |
|-----------------------------|-----|------|
| Escolaridade | | |
| 0 anos | 4 | 1,3 |
| 1 a 4 anos | 120 | 39,2 |
| 5 a 8 anos | 85 | 27,8 |
| Ensino médio incompleto | 21 | 6,9 |
| Ensino médio completo | 70 | 22,9 |
| Superior completo | 6 | 1,9 |
| Estado Civil | | |
| Solteiro | 37 | 12 |
| Casado ou em união estável | 240 | 78,4 |
| Divorciado | 24 | 7,9 |
| Viúvo | 5 | 1,7 |
| Renda per capita* | | |
| < 1 salário mínimo | 81 | 26,5 |
| 1 a 3 salários mínimos | 191 | 62,4 |
| Acima de 3 salários mínimos | 34 | 11,1 |

*Salário mínimo vigente: R\$ 1212,00.

Em relação aos agrotóxicos, a tabela 2 mostra a forma de uso desses produtos pelos agricultores.

Tabela 2. Caracterização quanto ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Total | % |
|--|--------------|--------------|
| Uso atual de agrotóxicos* | | |
| Sim | 135 | 43,8% |
| Não | 171 | 56,2% |
| Tempo de utilização de agrotóxicos | | |
| > 10 anos | 35 | 25,9% |
| ≤10 anos | 100 | 74,1% |
| Uso de EPI completo auto relatado | | |
| Sim | 16 | 11,9% |
| Não | 119 | 88,1% |
| Sintomas após pulverização auto relatados | | |
| Sim | 30 | 22,2% |
| Não | 105 | 77,8% |
| Lavagem de roupas após aplicação | | |
| Juntas | 17 | 12,6% |
| Separadas | 118 | 87,4% |
| Segue a bula | | |
| Sim | 58 | 43,0% |
| Não | 77 | 57,0% |
| Respeito ao período de reentrada nas lavouras | | |
| Sim | 42 | 31,1% |
| Não | 93 | 68,9% |
| Destino das embalagens | | |
| Devolve | 95 | 70,4% |
| Guarda | 16 | 11,8% |
| Outro** | 24 | 17,8% |

Continuação tabela 2

| | | |
|---|-----|--------------|
| Terrenos onde aplica | | |
| Próprio | 97 | 71,9% |
| Terceiros | 38 | 28,1% |
| Orientação sobre o uso de agrotóxicos | | |
| Sim | 100 | 74,0% |
| Não | 35 | 26,0% |
| Tempo gasto na pulverização | | |
| ≤ 3 horas por dia | 32 | 23,7% |
| ≥ 4 horas por dia | 103 | 76,3% |
| Lavagem do pulverizador | | |
| Na lavoura | 82 | 60,7% |
| Em casa | 53 | 39,2% |
| Uso de mais de 3 tipos de agrotóxicos nas lavouras | | |
| Sim | 68 | 50,3% |
| Não | 67 | 49,7% |

*N total=306; **Joga no lixo comum, enterra ou queima; EPI: Equipamento de Proteção Individual.

Observa-se que dos agricultores familiares entrevistados, 43,8% (n=135) usam agrotóxicos, dentre estes 74,1% (n=100) utilizam esses produtos a mais de dez anos, 88,1% (n=119) não usam Equipamento de Proteção Individual completo (EPI), 87,4% (n=118) lavam as roupas separadas após pulverização, 57,0% (n=77) não seguem a bula, 68,9% (n=93) não respeitam o período de reentrada nas lavouras, 70,4% (n=95) devolvem as embalagens, 71,9% (n=97) aplicam em terrenos próprios, 74,0% (n=100) receberam orientação sobre o uso, 76,3% estão expostos ≥ 4 horas por dia aos agrotóxicos e 60,7% (n=82) lavam o pulverizador na lavoura.

Não foi encontrada associação da presença de sintomas, variáveis sociodemográficas (escolaridade, estado civil e renda *per capita*) com utilização de agrotóxicos, com o uso desses produtos por mais de 10 anos, uso de mais de três tipos agrotóxicos nas lavouras e a exposição a essas substâncias por mais de quatro horas/dia, uso de EPI, seguir ou não a bula, terrenos onde aplica, reentrada nas lavouras, lavagem de roupas e do pulverizador. No entanto, verificou-se que o sexo está associado ao uso de agrotóxicos ($p < 0,0001$), a exposição por mais de 4 horas ($p < 0,0001$) e ao uso a mais de 10 anos desses produtos (0,007), sendo que ser do sexo masculino tem de 39,45 vezes mais chances de usar esses produtos.

Dentre os agricultores que utilizam agrotóxicos, 93% (n=126) acreditam que estes interferem na saúde, além disso, 22,2% (n=30) relatam sintomas após aplicação desses produtos, sendo os mais frequentes auto relatados foram dor de cabeça (5,1%; n=7), irritação no nariz (2,9; n=4), vômitos (1,4%; n=2), tontura (1,4%; n=2) e irritação na pele (0,7%; n=1).

Em relação às orientações para utilização de agrotóxicos, 31,1% (n=42) relatam ter recebido da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais, 15,5% (n=21) do local onde compra o produto, 13,3% (n=18) de agrônomos ou técnicos agrícolas, 8,1% (n=11) de familiares e amigos, e 5,9% (n=8) de cursos de capacitação, ou seja, 65,8% (n=89) receberam orientação técnica.

O gráfico 1 mostra as culturas mais frequentemente cultivadas que utilizam agrotóxicos e o gráfico 2 traz informações sobre as classes dos agrotóxicos utilizados. Destaca-se que um mesmo agricultor apresentou ter diversos tipos de plantações e usar várias classes de agrotóxicos em um mesmo alimento.

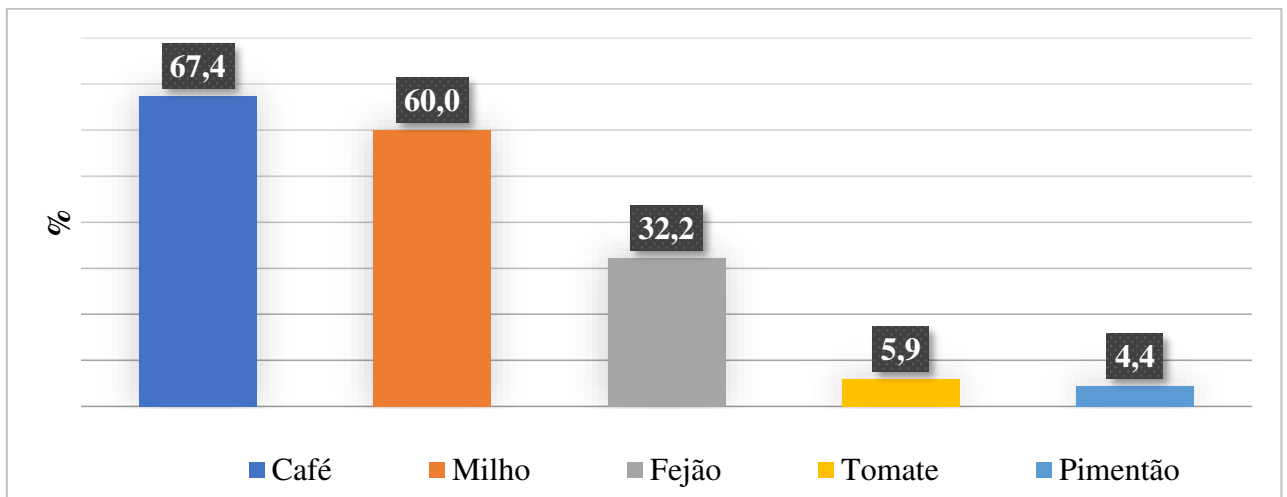


Gráfico 1. Principais culturas em que os agricultores familiares pulverizam agrotóxicos. 2021-2022. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

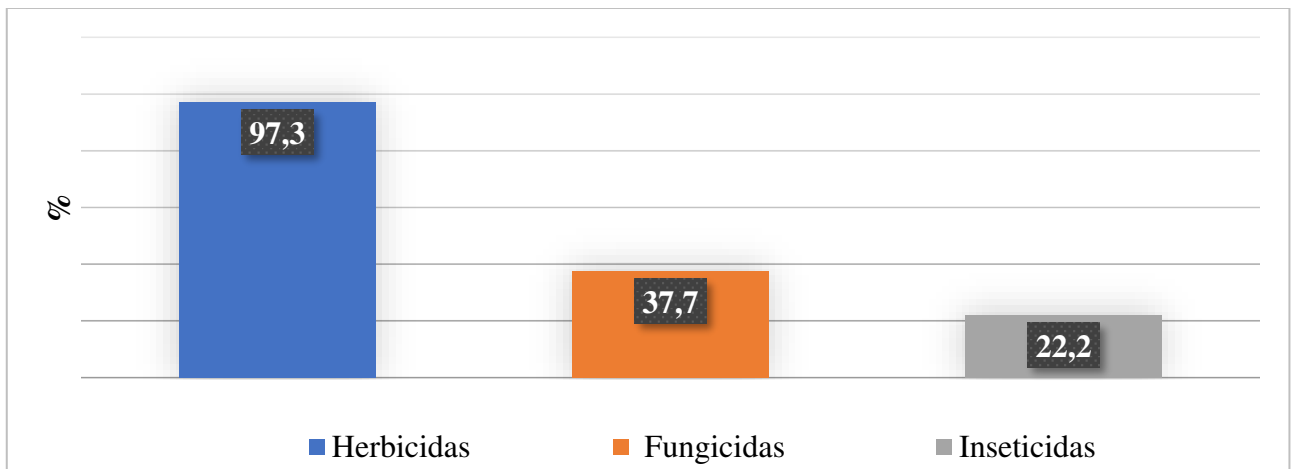


Gráfico 2. Classe de agrotóxicos que os agricultores familiares utilizam. 2021-2022. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Entre os agricultores que utilizam os agrotóxicos nas plantações de café, milho e feijão, a classe mais usada foi o herbicida, seguidos de fungicidas e inseticidas. Ao avaliar os tipos de agrotóxicos utilizados 50,3% (n=68) usam mais de 3 tipos, 23,7% (n=32) 2 tipos e 26% (n=35) 1 tipo.

O agrotóxico com maior percentual de utilização é o herbicida Roundup 85,9% (n=116), como mostra a quadro 1:

Quadro 1. Agrotóxicos mais utilizados pelos agricultores familiares, segundo a classe toxicológica. 2021-2022.

| Nome Comercial | Classe do Agrotóxico | Classe Toxicológica | Ingrediente Ativo | Porcentagem de utilização (N) |
|----------------|----------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Roundup | Herbicida | Categoria 5- Produto improvável de causar dano agudo | Glifosato | 85,9% (116) |
| Impact | Fungicida | Categoria 5- Produto improvável de causar dano agudo | Flutriafol | 12,5% (17) |
| Flex | Herbicida | Categoria 2 - Produto Altamente Tóxico | Fomesafem | 11,1% (15) |
| Fusilade | Herbicida | Categoria 5- Produto improvável de causar dano agudo | Fluazifope-p-butílico | 9,6% (13) |
| DMA | Herbicida | Categoria 4 - Produto Pouco Tóxico | 2,4-D | 7,4% (10) |
| Premier | Herbicida | Categoria 5- Produto improvável de causar dano agudo | Imidacloprido; Triadimenol | 7,4% (10) |
| Atrazina | Herbicida | Categoria 4 - Produto Pouco Tóxico | Atrazina | 4,4% (6) |

Fonte: BRASIL 2003; BRASIL 2019a; BRASIL 2019b.

Em relação a categoria do agrotóxico, não encontrou-se associação com os sintomas após pulverização e as alterações nos níveis de AChE e ChEs ($p>0,05$).

Não foi encontrada correlação entre o tempo de exposição aos agrotóxicos e os marcadores bioquímicos de intoxicação por estes produtos (tabela 3), porém 3,92% ($n=12$) dos agricultores avaliados apresentaram níveis reduzidos dessas enzimas. O número de compostos utilizados e as condições sociodemográficas (escolaridade, estado civil e renda per capita) também não tiveram associação com esses marcadores. No entanto, os agricultores que utilizam agrotóxicos apresentaram maiores médias de AChE ($p=0,01$) (tabela 4).

Tabela 3: Variáveis bioquímicas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Tempo de uso de agrotóxicos (anos) | |
|-------------------------------|------------------------------------|-------|
| | r | p |
| Colinesterases (delta ph/h) * | 0,021 | 0,807 |
| Acetilcolinesterase (U/L) ** | 0,076 | 0,381 |

*Correlação de Spearman;

Tabela 4: Variáveis bioquímicas em relação ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Uso de agrotóxicos | | P |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| | Sim | Não | |
| Colinesterases (delta ph/h) * | 0,73 (0,56-0,90) | 0,76 (0,55-93,0) | 0,066 ¹ |
| Acetilcolinesterase (U/L) ** | 8246 (1633) | 7736 (1796) | 0,010² |

* Mediana (Mínimo – Máximo); ** Média e Desvio Padrão; ¹Teste Mann-Whitney; ² teste t Student.

O tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* ($r=0,125$ $p=0,029$), as colinesterases negativamente com escolaridade ($r=-0,148$ $p=0,009$) e a acetilcolinesterase positivamente com a idade ($r=0,220$ $p<0,0001$), como mostra a tabela 5:

Tabela 5: Variáveis sociodemográficas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos, níveis de colinesterases e acetilcolinesterases dos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Tempo de uso de agrotóxicos (anos) | | Colinesterases | | Acetilcolinesterases | |
|---------------------------|--|--------------|----------------|---------------|----------------------|-------------------|
| | r | p | r | p | r | p |
| | Escolaridade (anos)* | 0,048 | 0,402 | -0,148 | 0,009 | 0,013 |
| Idade* | -0,036 | 0,535 | 0,069 | 0,227 | 0,220 | <0,0001 |
| Renda <i>per capita</i> * | 0,125 | 0,029 | -0,104 | 0,070 | -0,108 | 0,058 |

*Correlação de Spearman;

DISCUSSÃO

Observou-se neste estudo vários fatores negativos referente a utilização de agrotóxicos que podem comprometer a saúde dos agricultores familiares, como o fato da maioria utilizar esses produtos a mais de dez anos (74,1%; n=100), não usarem EPI (87,4%; n=118), não seguirem a bula (57,0%; n=77), não respeitarem o período de reentrada nas lavouras (8,9%; n=93) e de estarem expostos por tempo ≥ 4 horas por dia (76,6%; n=103).

Similarmente ao encontrado por Miguel *et al* (2018) em seu estudo, ao avaliar agricultores quanto ao uso de agrotóxicos verificaram que grande parte usava EPI incorretamente, não receberam orientação técnica, não respeitavam o período de carência, faziam uso de agrotóxicos considerados extremamente tóxicos, muitos possuíam baixa renda familiar e analfabetismo. Destaca-se que o uso incorreto de EPI pode gerar ainda mais consequências para a saúde do aplicador (NETO *et al.*, 2019).

Apesar de não ter sido encontrado correlação neste estudo entre o tempo de exposição aos agrotóxicos e os marcadores bioquímicos a AChE e ChEs, 3,92% (n=12) de todos os agricultores avaliados apresentaram níveis reduzidos dessas enzimas indicando possível intoxicação desses agricultores por agrotóxicos (PERES *et al.*, 2005). O fato dos agricultores que utilizam agrotóxicos terem apresentado maiores médias de AChE em relação aos que não usam, ainda não há evidências na literatura que expliquem essa relação, porém esse resultado mostra que de alguma forma esses produtos podem alterar os níveis dessa enzima, tornando-se necessários mais estudos para investigar essa associação.

Ressalta-se que outras doenças como as hepáticas podem também causar alterações nos níveis dessas enzimas, não podendo avalia-las de forma isolada para diagnosticar intoxicação por agrotóxicos (ARAÚJO *et al.*, 2007).

Busato *et al* (2019) também evidenciou práticas incorretas do uso de agrotóxicos por agricultores familiares, bem como intoxicações agudas e crônicas provocadas por esses produtos, porém as crônicas foram menos notadas pelos agricultores. Os autores destacam que a falta de informação sobre o uso correto de agrotóxicos piora situações de contaminação e que o acesso a orientações pode contribuir para práticas de cultivo mais sustentáveis.

O nosso estudo mostrou elevado percentual de utilização dos herbicidas (97,3%), destacando-se o glifosato (85,9%), considerado mais usado e vendido no mundo (MORAES, 2019). O uso de herbicidas também está relacionado com a toxicidade para o homem e espécies de plantas e animais, além de ter sido associado a casos de intoxicação registrados em aplicadores e manipuladores desses produtos (OLIVEIRA, 2011).

Outros herbicidas que o seu uso foi identificado nesse estudo, foram a Atrazina e o Flex. A Atrazina é proibida na União Europeia desde 2004, devido aos efeitos deletérios que seu uso pode causar, como Parkinson, câncer de ovário e próstata e infertilidade, mas que continua sendo utilizado livremente no Brasil (LOMBARDI, 2017; INCA, 2022). Já o Flex, com o princípio ativo Fomesafem, é considerado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) altamente tóxico, além de ser fatal quando ingerido, inalado e/ou em entrar em contato com a pele (BRASIL, 2019b).

Ressalta-se que a natureza está sofrendo as consequências do uso desses produtos, a exemplo a contaminação das águas por agrotóxicos, evidenciada através da utilização de peixes como bioindicadores mostrando que “*a água não está para peixe*” (PIRES, 2020). Além disso, o uso em excesso de agrotóxicos da classe herbicidas foi relacionado a probabilidade de atingirem ambientes aquáticos e alterarem o equilíbrio ecológico, o que é preocupante, pois são a classe de agrotóxicos mais vendidos no Brasil, usado para controle de plantas daninhas e otimização da produção agrícola (GAAIED *et al.*, 2020).

Além das questões já mencionadas nesse estudo sobre a exposição aos agrotóxicos, o fato do sexo masculino apresentar mais chances de usar agrotóxicos, levanta um alerta sobre alterações endócrinas relacionadas aos hormônios sexuais, pois o uso desses produtos por homens tem sido relacionado com a elevação dos níveis de testosterona, redução do hormônio luteinizante (LH), e a globulina transportadora de hormônio sexual (SHBG) foi associada com os níveis de butirilcolinesterase (BChE), enzima que também demonstra a intoxicação por agrotóxicos (PERES *et al.*, 2005; CARVALHO; PEREZ; WARD, 2013; CREMONESE, 2014; CEQUINEL; RODRIGO, 2018).

Outro aspecto importante é a destinação das embalagens, 29,6% dos agricultores destinam incorretamente às mesmas, alguns guardam, queimam, enterram ou jogam em lixo comum, práticas que ameaçam à saúde humana e ao meio ambiente. A Lei Nº 9.974 de 06 de junho de 2000 preconiza que as embalagens devem ser devolvidas em locais destinados a esse fim. Os municípios também devem fazer a sua parte oferecendo pontos de coleta e conscientizando os agricultores. Todavia, as informações sobre o descarte correto ficam descritas no rótulo e/ou bulas, porém ressalta-se que 40,5% (n=124) da população deste estudo possui baixa escolaridade (0 - 4 anos de estudo), o que dificulta a leitura para que o descarte correto seja feito. Além disso, a escolaridade e a renda correlacionaram-se negativamente com AChE, bem como, o tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* e as acetilcolinesterases de forma positiva com a idade, o que reflete os riscos de intoxicação desses agricultores (BRASIL,2000; BERNARDI; HERMES; BOFF, 2018).

Diante do exposto até então, percebe-se diversas consequências em relação ao uso de agrotóxicos e mesmo assim apesar da maioria dos participantes (93%), estarem cientes que os agrotóxicos interferem na saúde, mesmo assim 43,8% (n=135) continuam a utilizar.

Grande parte dos agricultores utilizam os agrotóxicos nas plantações de café, milho e feijão, alimentos consumidos no cotidiano da população. No entanto, vale a pena mencionar, que o uso de agrotóxicos desrespeita também os princípios da segurança alimentar e da soberania alimentar, no que tange a produção de alimentos culturalmente saudáveis (CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2004)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) incentiva aos governos, sistemas de produção capazes de prover alimentos saudáveis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2004). Tornando-se evidente buscar outras formas de cultivos alternativos, como os de base agroecológica, que busca a interação benéfica entre o homem e a natureza, com vistas a garantir a soberania alimentar e a segurança alimentar e nutricional (FRAGA *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

Dentre os agricultores que utilizam agrotóxicos um percentual elevado possui baixa escolaridade, o que pode dificultar a compreensão das bulas e consequentemente a conscientização sobre uso de agrotóxicos. A escolaridade e a renda correlacionaram-se negativamente com AChE, bem como, o tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* e as e a acetilcolinesterase positivamente com a idade, o que reflete os riscos de intoxicação desses agricultores.

Constatou-se diversos fatores que podem levar a consequências negativas para a saúde dos agricultores familiares referente ao uso dos agrotóxicos, dentre elas o longo período de utilização desses produtos, o uso incorreto de EPI, o fato de a maioria não respeitar o período de reentrada nas lavouras, não ter o hábito de seguir a bula a utilização de produtos considerados altamente tóxicos.

Além disso, a utilização de agrotóxicos foi relacionada a maiores médias de AChE e o fato de ser do sexo masculino apresentou maiores chances de usar agrotóxicos, o que levanta um alerta sobre alterações endócrinas relacionadas aos hormônios sexuais masculinos.

Diante deste cenário, fica evidente a necessidade de incentivar o cultivo de sistemas alimentares de base agroecológica, que não coloquem em risco a saúde humana e o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia - UFV, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Brasil), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER-MG).

REFERÊNCIAS

ABREU, P. H. B.; ALONZO, H. G. A. O agricultor familiar e o uso (in)seguro de agrotóxicos no município de Lavras/MG. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 41, n. 6, p.1-12, 2016.

ARAÚJO, A. J. et al. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 115-130, 2007.

ALMEIDA, W. D., F. J.; MAGALHÃES, C. M.; JUNGER, C. M. Agrotóxicos. **Cadernos de saúde pública**, 1, 220-249, 1985.

BERNARDI, A. C. A.; HERMES, R; BOFF, V. A. Manejo e destino das embalagens de agrotóxicos. **Revista Perspectiva**, v. 42, n. 159, p. 15-28, 2018.

BRASIL. ATO Nº 58, de 27 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, DF, agosto de 2019a.

BRASIL - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 296, de 29 de julho de 2019 (Publicada no DOU nº 146, de 31 de julho de 2019) dispõe sobre as informações toxicológicas para rótulos e bulas de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira. 2019b.

BRASIL. Lei no 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera 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. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, junho de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Brasília, DF, 2003. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 14 maio de 2022.

BUSATO, M. A. et al. Uso e manuseio de agrotóxicos na produção de alimentos da agricultura familiar e sua relação com a saúde e o meio ambiente. **HOLOS**, v. 1, p. 1-9, 2019.

CEQUINEL, J. C.; RODRIGO, LCP. Material técnico intoxicações agudas por agrotóxicos atendimento inicial do paciente intoxicado. Manual Técnico de Atendimento Ao Paciente Intoxicado, v. 1, n. 2, p. 24-120, 2018.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL – CONSEA. Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional. 2004.

Disponível em:
https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/Seguranca_Alimentar_II/textos_referencia_2_conferencia_seguranca_alimentar.pdf. Acesso em 01 de junho de 2022.

CREMONESE, C. Exposição a agrotóxicos e distúrbios reprodutivos: estudo em trabalhadores rurais, seus familiares e jovens do município de Farroupilha - RS. 2014. 225 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

FRAGA, L. K, et al. Sistemas agroalimentares sustentáveis e saudáveis: reflexões a partir da perspectiva agroecológica. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. Edição Especial 1 (SOBER), p. 120-142, 2022.

GAAIED, S. et al. 2, 4-Dichlorophenoxyacetic acid herbicide effects on zebrafish larvae: development, neurotransmission and behavior as sensitive endpoints. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 4, p. 3686-3696, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. In: CENSO agropecuário. Agricultura familiar. 2017a. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101773_cap11.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. In: CENSO agropecuário. Agricultura familiar. 2017b. Agricultura familiar. Disponível em https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. O recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017. 2017b. Disponível em https://ia600603.us.archive.org/2/items/RegiesGeogrrficasBrasil2017/Regi%C3%B5es%20geogr%C3%A1ficas_Brasil%202017.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER - INCA. Agrotóxico. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 17 de outubro de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER - INCA. Agrotóxico. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em: 30 abril de 2022.

LOMBARDI, Larissa Mies. Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia. FFLCH-USP, 2017.

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. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/agrotoxicos-no-brasil-mobile.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2022.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

MARTINS, M. C. **An analysis of the implementation of integrated cattle farming forest (IAFP) in Viçosa Microregion of Minas Gerais**. 2012. 225 f. Dissertação (Mestrado em Instituições sociais e desenvolvimento; Cultura, processos sociais e conhecimento). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

MIGUEL, E. S. **Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores familiares**. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

MORAES, R. F. Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília: Rio de Janeiro: Ipea. 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf. Acesso em: 30 de abril de 2022.

NETTO, M. M.; DINIZ, A. M. A. A formação geohistórica da Zona da Mata de Minas Gerais. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 12, p. 21 – 34. 2006.

NETO, V. S. S. et al. **Recomendações técnicas para o uso racional e seguro de agrotóxicos em membros da agricultura familiar**. 2019. 21 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB. 2019.

OLIVEIRA, J. R.S. Comportamento dos Herbicidas no Ambiente. In: OLIVEIRA JR., R.S.; BRIGHENTI, M. A. *Biologia e manejo de plantas daninhas*. Curitiba, Omnipax , 2011 b. p. 265 - 304.

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 1-11, 2005.

PIRES, Leticia Gamarano. **A água não está para peixe: etnohidrologia e os indicadores de qualidade da água**. 2020. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.

TEIXEIRA, M. G.; SANTOS, F. F. Análise do uso de agrotóxicos na cultura de café no município de Guaranésia, MG, e possíveis danos ecológicos. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). *Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health*. Geneva: WHO; 2004. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/156482650402500310>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

ZAVARIZ, A. et al. A utilização de glifosato no cultivo de café, um estudo epistemológico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 36046-36058, 2020

Artigo original 2. Alterações endócrinas, concentração urinária de iodo, estado nutricional e uso de agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil

Original Article 2. Endocrine changes, Urinary Iodine, Nutritional Status with Use by Relatives of a Region of the Zona da Mata of Minas Gerais – Brasil

Jersica Martins Bittencourt¹, Sílvia Oliveira Lopes², Edna Miranda Mayer³, Francilene Maria Azevedo⁴, Dayane de Castro Moraes⁵, Sylvia do Carmo Castro Franceschini⁶ e Silvia Eloiza Priore⁷

¹ Mestre em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, jersica.cunha@ufv.br

² Doutoranda em Ciência da Nutrição – Universidade Federal de Viçosa, silvia.lopes@ufv.br

³ Mestranda em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, edna.mayer@ufv.br

⁴ Doutoranda em Ciência da Nutrição – Universidade Federal de Viçosa, francilene.azevedoufv@gmail.com

⁵ Pós-doutoranda em Ciência da Nutrição – Universidade Federal de Viçosa dayanecm@yahoo.com.br

⁶ Professora da Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, sylvia@ufv.br

⁷ Professora e coordenadora da Pós-Graduação em Agroecologia – Universidade Federal de Viçosa, sepriore@ufv.br

Artigo a ser submetido na revista “Nutrition” (Fator de Impacto: 4.893).

RESUMO

Introdução: Pelo fato de a utilização de agrotóxicos estar relacionada com danos à saúde e ao meio ambiente, geralmente causa diversas controvérsias. A literatura ainda tem poucos estudos que avaliam a contaminação por agrotóxicos e as alterações endócrinas associadas com a utilização desses produtos. **Objetivos:** Verificar a associação das alterações endócrinas, concentração urinária de iodo, estado nutricional com uso de agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal 306 indivíduos (20 a 59 anos) agricultores familiares residentes na Zona da Mata de Minas Gerais - Brasil, sendo o número de avaliados obtido através de cálculo amostral. Foi realizado sorteio entre os agricultores destas localidades e convidado para participar do estudo um residente por domicílio. Foi realizada a leitura do Termo de Consentimento Livre por telefone e mediante o aceite dos voluntários, obteve-se informações com o uso questionário semiestruturado por telefone das condições sociodemográficas, uso de agrotóxicos, doenças endócrinas e medidas antropométricas (peso e altura) estas auto relatadas. Foi coletado sangue no domicílio ou em um local apropriado previamente combinado, seguido as normas de prevenção da COVID-19, para realizar a quantificação da tiroxina livre (T4L), hormônio tireoestimulante (TSH), triiodotironina (T3), colinesterases totais (ChEs) e acetilcolinesterase (AChE), bem como, urina para avaliar a concentração urinária de iodo. A análise dos dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences*

(SPSS), versão 23.0. Inicialmente foi conduzido o teste *Kolmogorov Smirnov*, para verificar o padrão de normalidade das variáveis, o teste de *qui-quadrado de Pearson* ou *Exato de Fisher* para as variáveis categóricas e a magnitude da associação foi avaliada pela *Odds Ratio (OR)*. As análises de correlação foram feitas pelo teste de *Spearman*. Foi realizada a análise multivariada por meio da regressão logística múltipla, teste de postos *Mann-Whitney* e de médias *Teste t Student*. Para todas estas análises foi adotado um α de 5%. **Resultados:** Participaram do estudo 306 agricultores familiares, sendo 52% (n=159) do sexo masculino, com média de idade de 43,5 (DP=9,1) anos. Em relação ao uso de agrotóxicos 43,8% (n=135) usam agrotóxicos, dentre os que utilizam a média de tempo de exposição é de 15,6 (DP=9,5) anos. Ao classificar a concentração urinária de iodo 48% apresentou excesso de iodo. Ao avaliar o uso atual e progresso de agrotóxicos com o não uso desses produtos, observou-se que a exposição atual e progressa aos agrotóxicos está associada ao excesso de iodo (OR=1,730; IC 95% 1,100 – 2,721; p=0,017). Verificou-se também que 40,6% (n= 124) agricultores apresentam excesso de peso. O modelo múltiplo final mostrou que as alterações endócrinas estão relacionadas com a idade (OR=1,064; IC 95% 1,014 -1,115; p=0,01), uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos (OR=3,553; IC 95% 1,536 – 8,220; p<0,01) e sexo feminino (OR=2,785; IC 95% 1,174 – 6,607; p=0,02), sendo que estas variáveis aumentam as chances de alterações endócrinas. **Conclusão:** Evidenciou-se a predominância do uso de agrotóxicos, de excesso de iodo, além do uso atual e progresso de agrotóxicos estar associado ao excesso de iodo urinário. Além disso, verificou-se que as alterações endócrinas estão relacionadas com as variáveis idade, uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos e sexo feminino. Ademais, é necessário desestimular o uso de agrotóxicos, pois existem outros tipos de agricultura alternativa, como as de base agroecológica que não utilizam esses produtos e que são capazes de produzir alimentos saudáveis sem causar riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Agricultores. Alterações endócrinas.

ABSTRACT

Introduction: Because the use of pesticides is related to damage to health and the environment, it usually causes several controversies. The literature still has few studies that evaluate the contamination by pesticides and the endocrine alterations associated with the use of these products. **Objectives:** To verify the association of endocrine alterations, urinary iodine concentration, nutritional status with the use of pesticides by family farmers in a region of the Zona da Mata of Minas Gerais - Brazil. **Methodology:** This is a cross-sectional study of 306 individuals (20 to 59 years old) family farmers residing in the Zona da Mata of Minas Gerais - Brazil, and the number of evaluated individuals was obtained through sample

calculation. A lottery was carried out among the farmers of these locations and one resident per household was invited to participate in the study. The Free Consent Term was read by telephone and, upon acceptance by the volunteers, information was obtained using a semi-structured telephone questionnaire on sociodemographic conditions, use of pesticides, endocrine diseases and anthropometric measurements (weight and height), which were self-reported. Blood was collected at home or at an appropriate location previously agreed, following the guidelines for the prevention of COVID-19, to perform the quantification of free thyroxine (T4L), thyroid stimulating hormone (TSH), triiodothyronine (T3), total cholinesterases (ChEs) and acetylcholinesterase (AChE), as well as urine to assess urinary iodine concentration. Data analysis was performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 23.0. Initially, the Kolmogorov Smirnov test was conducted to verify the normality pattern of the variables, Pearson's chi-square test or Fisher's exact test for categorical variables and the magnitude of the association was evaluated by the Odds Ratio (OR). Correlations were performed using the Spearman test. Multivariate analysis was performed using multiple logistic regression, Mann-Whitney rank test, and average Student t test. For all these analyses, an α of 5% was adopted. **Results:** 306 family farmers participated in the study, being 52% (n=159) male, with a mean age of 43.5 (SD=9.1) years. Regarding the use of pesticides, 43.8% (n=135) use pesticides, among those who use the average exposure time is 15.6 (SD=9.5) years. When classifying the urinary concentration of iodine, 48% showed excess iodine. When evaluating the current and past use of pesticides with the non-use of these products, it was observed that current and past exposure to pesticides is associated with excess iodine (OR=1,730; 95% CI 1,100 – 2,721; p=0,017). It was also found that 40.6% (n=124) farmers are overweight. The final multiple model showed that endocrine changes are related to age variables (OR=1,064; 95% CI 1,014 -1,115; p=0.01), pesticide use for ≥ 10 years (OR=3,553; CI 95 % 1,536 – 8,220; p< 0.01) and female sex (OR=2,785; 95% CI 1,174 – 6,607; p=0.02), and these endocrine variables increase the chances of final changes. **Conclusion:** The predominance of the use of pesticides and excess iodine was evidenced, in addition to the current and previous use of pesticides being associated with excess urinary iodine. In addition, it was found that endocrine changes are related to the variables age, use of pesticides for ≥ 10 years and female gender. In addition, it is necessary to discourage the use of pesticides, as there are other types of alternative agriculture, such as those based on agroecology that do not use these products and are capable of producing healthy food without causing risks to human health and the environment. .

Keywords: Pesticides. Farmers. Endocrine changes.

INTRODUÇÃO

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Censo Agropecuário - 2017), mostram que os estabelecimentos rurais ocupam 351,2 milhões de hectares no Brasil, com crescimento entre 2006 a 2017 e destes 77% predominam os de a agricultura familiar. Além disso, em comparação o censo de 2006 houve aumento de 20% no uso de agrotóxicos nas propriedades rurais (IBGE, 2017a; IBGE, 2017b).

O uso de agrotóxicos foi introduzido na agricultura inicialmente nos Estados Unidos na década de 50 através da “Revolução Verde” e disseminado no Brasil em 1960, desencadeando desde então, o uso maciço desses produtos químicos pelo mundo, com intuito de repelir seres causadores de danos nas plantações agrícolas (BRASIL, 1989; SIQUEIRA *et al.*, 2013; SERRA *et al.*, 2016). No entanto, esses produtos não repelem apenas estes seres, podem matar os predadores naturais dos mesmos, bem como, prejudicar a fauna e a flora, além de gerar resistência de pragas e doenças, culminando na dependência dos agricultores ao uso de agrotóxicos e estes interferem na saúde humana (MEYER *et al.*, 2003; FILHO; CARDOSO; REGO 2020).

Infelizmente o uso desses produtos não é uma realidade apenas da agricultura em larga escala, a sua utilização foi difundida também na agricultura familiar (SAVOLDI; CUNHA, 2010).

O uso de agrotóxicos tem causado diversas controvérsias, pelo fato de sua utilização estar relacionada com danos à saúde e ao meio ambiente. A exemplo das alterações endócrinas, que levaram os agrotóxicos a serem considerados possíveis disruptores endócrinos, devido a sua capacidade de atuar desregulando o sistema endócrino, conseqüentemente afetar o funcionamento de hormônios e causar distúrbios endócrinos como problemas tireoidianos e outras doenças (MEYER *et al.*, 2003; TEIXEIRA; SANTOS 2007). Além disso, seu uso também tem sido relacionado a obesidade, que pode levar a outras enfermidades, dentre elas, as endócrinas (OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Percebe-se a necessidade de criação de estratégias que desestimulem o uso desses produtos, além disso, devido as conseqüências do uso de agrotóxicos são importantes pesquisas que avaliam a relação dessas substâncias com a saúde (SILVA; CONFORTI, 2013).

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é verificar a associação das alterações endócrinas, concentração urinária de iodo, estado nutricional e uso agrotóxicos por agricultores familiares de uma região da Zona da Mata de Minas Gerais – Brasil¹.

¹ A Zona da Mata de Minas Gerais ocupa área correspondente a 6,09% da superfície do estado de Minas Gerais - Brasil, com população de 2.029.168 habitantes, distribuída por 142 municípios, dos quais 70,23% com menos de 10.000 habitantes e baixo índice de urbanização (NETTO, DINIZ 2006).

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal com agricultores familiares. Foi realizado cálculo amostral no programa OpenEpi®, considerou-se para o tamanho da amostra (n), o total da população rural residentes na Região Geográfica Rural Imediata de Viçosa - MG até o ano de 2020 (n=19.103), que compõem a Zona da Mata de MG.

Devido à dificuldade de acesso as áreas rurais, foi necessário o apoio da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER-MG) e os municípios dessa região que foi possível essa parceria foram: Cajuri, Canaã, Coimbra, Ervália, Paula Cândido, Pedra do Anta, São Miguel do Anta, Teixeiras e Viçosa, porém ao fazer o convite para os representantes desses municípios, um município não desejou participar restando as outras 8 cidades, as quais seus representantes manifestaram aceite em participar do estudo.

Além disso, foi feita coleta de sangue para verificar a quantificação dos marcadores de alteração tireoidiana sendo estes a tiroxina livre (T4L), hormônio tireoestimulante (TSH), triiodotironina (T3), bem como, as dos marcadores de intoxicação aguda (colinesterases totais ChEs) e crônica (acetilcolinesterase - AChE) por agrotóxicos, sendo coletado 12 mL de sangue, por um funcionário capacitado de um laboratório contratado, armazenado em recipiente próprio, conservado em refrigeração entre 2 a 8 °C até o momento das análises. (PERES et al., 2005; WHO, 2007; CARVALHO; PEREZ; WARD, 2013; CEQUINEL; RODRIGO, 2018).

Como resultado, chegou-se a 306 indivíduos (20 a 59 anos), distribuídos proporcionalmente por sexo e pela população rural dos municípios que aceitaram participar da pesquisa. Foi realizado sorteio entre os agricultores, sendo sorteado um residente por domicílio para participar do estudo.

Foi feita a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que em função da pandemia da COVID-19 foi feito por telefone e mediante o aceite dos voluntários, também por ligação telefônica obteve-se informações doenças endócrinas auto relatadas e medidas antropométricas (peso e altura). Após foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), classificados de acordo com os pontos de corte estabelecidos para adultos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998).

O iodo urinário é um indicador de possíveis alterações tireoidianas, foi coletado 50 mL de urina para determinar a excreção urinária de iodo, que foi classificado de acordo com pontos de corte estabelecidos para adultos pela *World Health Organization* (WHO, 2007).

O projeto maior ao qual deriva este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV – MG), com número de CAAE é 18180819.7.0000.5153.

Os dados foram tabulados no Microsoft Office Excel®, sendo a digitação em dupla para posterior validação. A análise dos dados foi feita no *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.0. O teste *Kolmogorov Smirnov* foi aplicado para verificar o padrão de distribuição das variáveis estudadas. Foi realizada a análise descritiva dos dados, medidas de tendência central (médias e medianas) e de dispersão (desvio padrão, mínimo e máximo).

Para avaliar o uso de agrotóxicos e as alterações nas ChEs, AChE, T3, T4L, TSH, CIU e estado nutricional, foi utilizado o teste de *qui-quadrado de Pearson* ou *Exato de Fisher* e a magnitude da associação foi avaliada pela *Odds Ratio (OR)*. A análise de correlação de *Spearman* foi utilizada para as variáveis contínuas referente aos marcadores bioquímicos, antropométricos com o tempo de exposição aos agrotóxicos. Foi realizado o teste de postos *Mann-Whitney*, teste de comparação de médias *t-Student* e análise multivariada utilizando-se regressão logística múltipla com intuito de avaliar quais são as características bioquímicas, nutricionais e de uso de agrotóxicos relacionadas ao desenvolvimento de alterações endócrinas em agricultores familiares. Considerou-se alterações endócrinas a junção das doenças auto relacionadas (diabetes) e as alterações dos exames bioquímicos (T3, T4 e TSH).

As variáveis que apresentarem associação estatística na análise univariada ($p < 0,20$) foram selecionadas para a análise multivariada e permaneceram no modelo final as variáveis com $p < 0,05$. Para a investigação dos fatores relacionados às alterações endócrinas foi realizada a análise multivariada por meio da regressão logística múltipla. A cada etapa, as variáveis que não alterarem as razões de chance e os intervalos de confiança de modo significativo serão descartadas até a obtenção de um modelo final. A regressão logística múltipla foi executada pelo método Backward e a qualidade do ajuste do modelo final foi analisada pelo teste Hosmer&Lemeshow.

Para todas estas análises foi adotado um α de 5%.

RESULTADOS

Participaram do estudo 306 agricultores familiares, sendo 52% (n=159) do sexo masculino, com média de idade de 43,5 (DP±9,1) anos. Em relação ao uso de agrotóxicos 43,8% (n=135) usam agrotóxicos dentre os que usam a média de tempo de exposição foi 15,6 (DP±9,5) anos.

Os agricultores realizaram exames de sangue e urina (100%; n=306) e, apresentaram alterações de forma geral na CIU (68,0%; n=188), TSH (5,5%; n=17), AChE (3,9%; n=12), ChEs (0,3%; n=1), T4 (0,6%; n=2), e T3 (0,3%; n=1).

Ao classificar a concentração urinária de iodo a maioria apresentou excesso de iodo (48%) (gráfico 1).

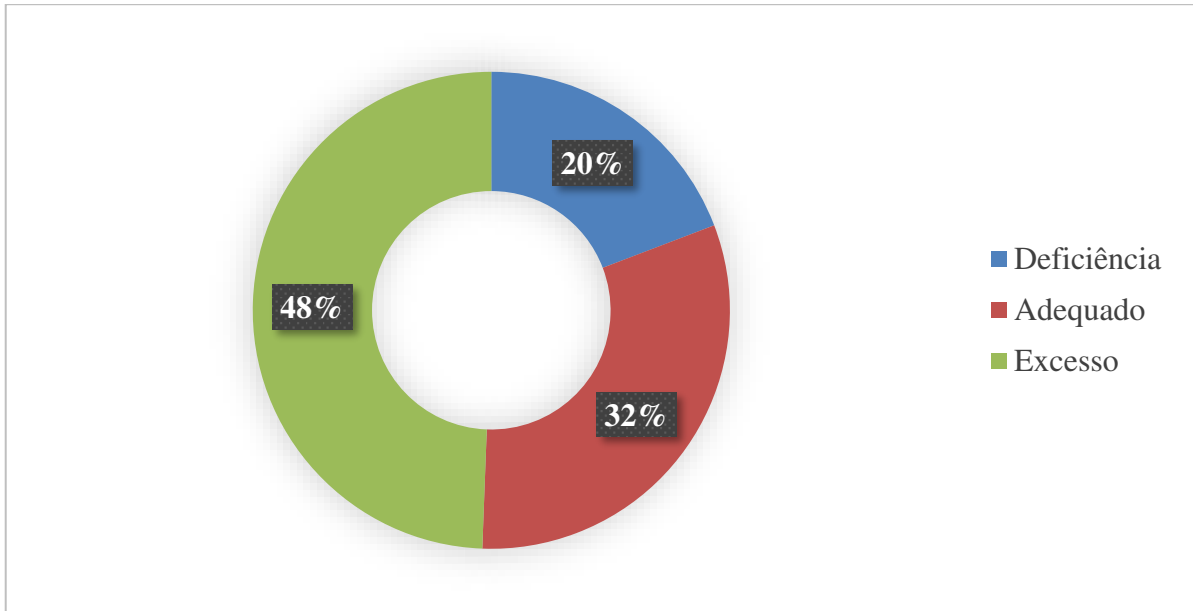


Gráfico 1: Concentração urinária de iodo dos agricultores familiares. 2021-2022. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Embora a maioria dos agricultores apresentaram excesso de peso (51,6%; n=146) (gráfico 2), a única doença endócrina relatada pelos agricultores foi o diabetes (3,9%; n=12) e nenhum relatou outras doenças como a de cushing, de addison, acromegalia e distúrbios da puberdade.

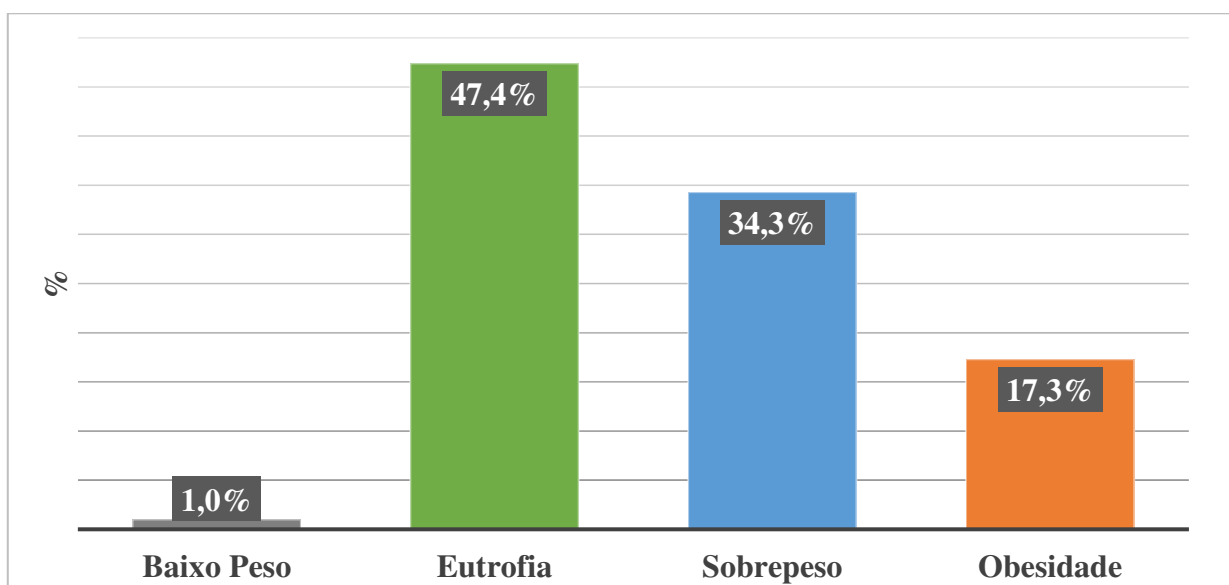


Gráfico 2: Estado nutricional dos agricultores familiares. 2021-2022. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Ao avaliar a relação das doenças endócrinas auto relatadas com o uso de agrotóxicos, não foi encontrada associação ($p=0,82$). No entanto, observou-se que a exposição atual e/ou pregressa aos agrotóxicos está associada ao excesso de iodo urinário ($OR=1,730$; $IC\ 95\% 1,100 - 2,721$; $p=0,017$) (tabela 1).

Tabela 1: Alterações antropométricas e bioquímicas em relação ao uso atual e /ou pregresso e não uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Agrotóxicos | | P | OR (IC95%) *** |
|----------------------------------|--------------------------------------|--|---------------|-----------------------|
| | Uso atual e/ou pregresso N (%) | Não Uso e/ou nunca utilizou N (%) | | |
| Excesso de Peso | | | | |
| Sim | 72 (49,3) | 88 (55,0) | 0,320* | 0,796 (0,508- 1,248) |
| Não | 74 (50,7) | 72 (45,0) | | |
| Colinesterases | | | | |
| Alterado | 0 (0,0) | 1 (0,6) | 1,000* | 0,994 (0,982 – 1,006) |
| Normal | 146 (100,0) | 159 (99,4) | | |
| Acetilcolinesterase | | | | |
| Alterado | 10 (6,8) | 17 (10,6) | 0,245* | 0,619 (0,274 – 1,398) |
| Normal | 136 (93,2) | 143 (89,4) | | |
| Tiroxina Livre | | | | |
| Alterado | 3 (2,1) | 3 (1,9) | 1,000** | 1,098 (0,218 – 5,527) |
| Normal | 143 (97,9) | 157 (98,1) | | |
| Triiodotironina | | | | |
| Alterado | 0 (0,0) | 1 (0,6) | 1,000** | 0,994 (0,982 – 1,006) |
| Normal | 146 (100,0) | 159 (99,4) | | |
| Hormônio Tireoestimulante | | | | |
| Alterado | 5 (3,4) | 12 (7,5) | 0,120* | 0,437 (0,150 – 1,273) |
| Normal | 141 (96,6) | 148 (92,5) | | |
| Iodo urinário em excesso | | | | |
| Sim | 65 (44,5) | 93 (58,1) | 0,017* | 1730 (1,100 – 2,721) |
| Não | 81 (55,5) | 67 (41,9) | | |

* Qui-quadrado de Pearson; **Teste Exato de Fisher; ***Odds Ratio (Intervalo de Confiança de 95%).

Os agricultores que utilizam agrotóxicos apresentaram maiores médias de AChE ($p=0,010$), mas não foram encontradas relação com as demais variáveis antropométricas e bioquímicas (tabela 2).

Tabela 2: Variáveis antropométricas e bioquímicas em relação ao uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Uso de agrotóxicos | | P |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| | Mediana (Mín – Máx) | | |
| | Média (\pm DP) | | |
| | Sim | Não | |
| Índice de Massa Corporal* | 24,8 (18,4-51,50) | 25,4 (17,8-43,4) | 0,091 ¹ |
| Colinesterases* | 0,73 (0,56-0,90) | 0,76 (0,55-93,0) | 0,066 ¹ |
| Acetilcolinesterase** | 8246 (1633) | 7736 (1796) | 0,010² |
| Tiroxina Livre* | 0,84 (0,52-1,44) | 0,83 (0,43-1,22) | 0,623 ¹ |
| Triiodotironina** | 1,18 (0,21) | 1,19 (0,21) | 0,554 ² |
| Hormonio Tireoestimulante* | 1,98 (0,21-15,9) | 2,12 (0,57-47,38) | 0,530 ¹ |
| Iodo urinário* | 197,21 (40,6-3649,07) | 197,45 (40,6-1733,4) | 0,623 ¹ |

* Mediana (Mínimo – Máximo); ** Média e Desvio Padrão; ¹Teste Mann-Whitney; ² Teste t Student.

Não foi encontrada correlação entre tempo de uso dos agrotóxicos e as demais variáveis bioquímicas e antropométricas (tabela 3).

Tabela 3: Variáveis antropométricas e bioquímicas em relação ao tempo de uso de agrotóxicos pelos agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis | Tempo de uso de agrotóxicos (anos) | |
|----------------------------|------------------------------------|-------|
| | r | p |
| Índice de Massa Corporal* | -0,028 | 0,745 |
| Colinesterases* | 0,021 | 0,807 |
| Acetilcolinesterase* | 0,076 | 0,381 |
| Tiroxina Livre* | 0,090 | 0,299 |
| Triiodotironina * | -0,40 | 0,647 |
| Hormônio Tireoestimulante* | -0,101 | 0,243 |
| Iodo urinário* | 0,061 | 0,486 |

*Correlação de Spearman;

Foi realizada análise de regressão logística para verificar se a idade, sexo, IMC (Kg/m^2), os níveis de iodo urinário, colinesterases e acetilcolinesterases, bem como, uso e tempo de utilização dos agrotóxicos, são previsores de alterações endócrinas. Considerou-se alterações endócrinas a junção das doenças auto relatadas (diabetes) e as alterações dos exames bioquímicos (T3, T4 e TSH). Na análise univariada as variáveis IMC, iodo urinário, colinesterases, acetilcolinesterases e uso de agrotóxicos apresentarem valor de $p > 0,20$, não sendo incluídas na análise múltipla (tabela 4).

Tabela 4: Regressão logística binária das variáveis relacionadas ao desenvolvimento de doenças endócrinas em agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis explicativas | OR* | IC 95%** | Valor p |
|--|-------|----------------|------------------|
| Idade | 1,066 | 1,010 – 1,125 | 0,02 |
| Sexo | 3,970 | 1,140 – 13,827 | 0,03 |
| Índice de Massa Corporal | 1,056 | 0,972 – 1,148 | 0,19 |
| Iodo urinário | 1,000 | 0,998 – 1,002 | 0,91 |
| Colinesterases | 0,230 | 0,002 – 24,180 | 0,53 |
| Acetilcolinesterases | 1,000 | 1,000 - 1,000 | 0,53 |
| Uso de agrotóxicos | 0,507 | 0,150 – 1,721 | 0,27 |
| Tempo \geq 10 anos de uso de agrotóxicos | 7,540 | 1,684 – 33,753 | <0,001 |

*OR=Odds Ratio; IC= Intervalo de Confiança de 95%**.

O modelo múltiplo final mostrou que as alterações endócrinas estão relacionadas com as variáveis idade, uso de agrotóxicos e sexo, sendo que o aumento da idade (OR=1,066), uso de agrotóxicos por tempo \geq 10 anos (OR=1,053) e ao sexo feminino (OR=1,053) aumenta a chances da ocorrência de alterações endócrinas (tabela 5).

Tabela 5: Regressão logística múltipla das variáveis relacionadas ao desenvolvimento de doenças endócrinas em agricultores familiares. 2021-2022.

| Variáveis explicativas* | OR** | IC 95%*** | Valor p |
|--|-------|----------------|-------------|
| Idade | 1,066 | 1,014 - 1,120 | 0,01 |
| Sexo | 2,785 | 1,174 – 6,607 | 0,02 |
| Tempo \geq 10 anos de uso de agrotóxicos | 1,053 | 1,535 – 29,273 | 0,01 |

*Ajustado por sexo; **OR=Odds Ratio; ***IC= Intervalo de Confiança de 95%.

Ao avaliar a qualidade do ajuste do modelo final o teste de Hosmer&Lemeshow mostrou que o modelo final está bem ajustado ($p=0,54$).

DISCUSSÕES

Observou-se um percentual elevado de agricultores familiares utilizando agrotóxicos (43,8%; n=135) por um longo período de tempo. Estes dados mostram que está cada vez mais comum o uso desses produtos pela agricultura familiar, incentivados muitas vezes, pelos programas governamentais, isenções fiscais, crédito rural e até mesmo pela facilidade de produção como a desnecessidade de capina manual (MARTINS, 2000; SAMPAIO *et al.*, 2020; CUNHA; SOARES, 2020)

No entanto, muitas vezes esse uso ocorre de forma insegura, como a abstenção do uso de EPI, descarte incorreto das embalagens e sem respeitar o período de tempo para reentrada na lavoura após pulverização, fatores que podem contribuir ainda mais para o aparecimento de doenças (Miguel *et al.*, 2018). “*A precariedade dos usos de EPIs pelos trabalhadores rurais brasileiros se tornou um problema de saúde pública. Especialmente em pequenas propriedades produtoras*” (PEREIRA *et al.*, 2020).

Existem legislações que regulamentam o uso de agrotóxicos, a exemplo da Norma Regulamentadora 06 que dispõe sobre a utilização de EPI, porém percebe-se diante a estudos as fragilidades dessas legislações, somados a falsa sensação de segurança do uso desses produtos, grau de escolaridade reduzidos dos agricultores, falta de informação, fiscalização deficiente e incentivos fiscais, tornando essa exposição cada vez mais ameaçadora a saúde dos agricultores familiares, sendo necessário ações estratégicas governamentais voltadas para estas questões (BRASIL, 1978; LOPES *et al.*, 2018; CUNHA; SOARES 2020; PEREIRA *et al.*, 2020).

No que se refere a saúde dos agricultores familiares avaliados neste estudo, foi observado que 48% apresentou excesso de iodo urinário, além disso, observou-se uso atual e pregresso de agrotóxicos esteve associado ao excesso de iodo urinário, porém vale a pena mencionar que outros fatores como uso de sal iodado e local de moradia podem influenciar a CIU (BRASIL, 2007).

Contudo, esses resultados chamam atenção para o uso cauteloso do sal iodado, que é utilizado amplamente como forma preventiva aos distúrbios por deficiência de iodo (BRASIL, 2008). Segundo a *World Health Organization* (2007), os níveis elevados de iodo podem causar hipertireoidismo e tireoide auto-imune, o que alerta para o surgimento de futuras alterações endócrinas tireoidianas nesta população.

Além disso, o modelo múltiplo final mostrou que as alterações endócrinas estão relacionadas com as variáveis idade, uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos e sexo feminino, sendo que estas variáveis aumentam as chances de alterações endócrinas. A relação das

doenças endócrinas com a idade já era esperada, pois esta é consolidada pela literatura, com o tempo de uso de agrotóxicos tem sido encontrada relações similares em alguns estudos (OTTAVIANO, 2003; GOLDNET *et al.*, 2013; SHRESTHA *et al.*, 2018; KONGTIP *et al.*, 2019; CALIXTO *et al.*, 2021).

Calixto *et al.* (2021) ao avaliar a exposição indireta de mulheres que não aplicam agrotóxicos mas vivem com parceiros que aplicam, encontraram que até mesmo o tempo de uso de agrotóxicos indireto está relacionado a consequências para a saúde, dentre elas as alterações endócrinas tireoidianas. O estudo de Kongtip *et al.* (2019) por exemplo, examinaram como a exposição aos agrotóxicos agem nos hormônios tireoidianos do sistema endócrino, avaliando o TSH, T3, triiodotironina livre (T3L), a tiroxina, T3 e o T4L, comparando os agricultores convencionais e agricultores orgânicos. Os níveis de TSH, T3L, T3 e T4L dos agricultores convencionais foram maiores que os de agricultores orgânicos. Os herbicidas paraquat, acetoclor, atrazina, glifosato, diuron, alacloro, propanil e butacloro tiveram uma relação entre a quantidade aplicada e aumento dos níveis de hormônio tireoidiano. Esses achados sugerem que a exposição aos agrotóxicos pode afetar o desenvolvimento de doenças metabólicas, alterando o sistema endócrino tireoidiano através do eixo hipotálamo-hipófise-tireóide (HTP) (KONGTIP *et al.*, 2019).

Verificou-se também que muitos agricultores apresentaram excesso de peso (40,3%), sabe-se que a obesidade tem causa multifatorial e está relacionada com elevado consumo de alimentos industrializados, calóricos, com alto teor de açúcares, gorduras, bem como sedentarismo (WANNMACHER, 2016). Ressalta-se que a obesidade pode estar relacionada a outras doenças, dentre elas as endócrinas, a exemplo o diabetes (JÚNIOR, 2014).

Apesar de não ter sido encontrado associação do estado nutricional com uso de agrotóxicos, Araújo (2021) observou maior probabilidade dos agricultores familiares adultos que usam agrotóxicos terem excesso de peso.

Oliveira *et al.* (2021) encontrou em sua revisão correlação positiva do uso de agrotóxicos aumento de peso e glicemia sanguínea, evidenciando risco de desenvolver diabetes e o efeito obesogênico dos agrotóxicos. O que pode estar relacionado com a capacidade desses produtos de acumularem no tecido adiposo (MENCK; COSSELLA; OLIVEIRA, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2021).

Além disso, cabe mencionar a pesquisa do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec) encontrou “*presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos ultraprocessados*”, alimentos relacionados a obesidade (WANNMACHER, 2016)

Este cenário, demonstra as consequências do uso de agrotóxico para a saúde dos agricultores familiares, que estão expostos diretamente a esses produtos de forma laboral, seja

por meio da manipulação e/ou aplicação nas plantações (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2019).

Torna-se evidente que o uso de agrotóxicos precisa ser desestimulado, existem na atualidade outros sistemas de produção agrícola como as de base agroecológica, que não dependem desses produtos e são capazes de prover alimentos mais saudáveis e que não colocam em risco a saúde humana e o meio ambiente, corroborando e respeitando os princípios da segurança alimentar e nutricional e soberania alimentar (FRAGA *et al.*, 2022).

CONCLUSÃO

Evidenciou-se a predominância do uso de agrotóxicos, de excesso de iodo, além do uso atual e progresso de agrotóxicos estar associado ao excesso de iodo urinário, o que chama a atenção para o possível surgimento de alterações endócrinas tireoidianas no futuro, porém vale a pena mencionar que outros fatores como uso de sal iodado e local de moradia podem influenciar a CIU.

Além disso, verificou-se que as alterações endócrinas estão relacionadas com as variáveis idade, uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos e sexo feminino, sendo que estas variáveis aumentam as chances de alterações endócrinas.

Ademais, é necessário desestimular o uso de agrotóxicos, pois existem outros tipos de agricultura alternativa, como as de base agroecológica que não utilizam esses produtos e que são capazes de produzir alimentos saudáveis sem causar riscos à saúde humana e ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal de Viçosa (UFV), ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia - UFV, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG, Brasil), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado Minas Gerais (EMATER-MG).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. A. L. **Associação entre exposição a agrotóxicos e excesso de peso em agricultores da Serra Gaúcha**. 68 f. (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

BOASQUEVISQUE, P. C. R. et al. Correlação entre níveis de iodo na urina e alterações anatomopatológicas em tireoide. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 9, p. 727-732, 2013.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro: IBGE; 2013.

BRASIL. Lei 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, jul. 1989.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Iodo é indispensável para o funcionamento do organismo. 2014. **Blog Saúde**. Disponível em: <http://www.blog.saude.gov.br/index.php/promocao-da-saude/31550-iodo-e-indispensavel-para-o-funcionamento-do-organismo>. Acesso em 26 de maio de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Cadernos de atenção básica. 20087. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/deficiencia-de-iodo/>. Acesso em 16 de setembro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual técnico e operacional pró-iodo. 2008. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_tecnico_operacional_proiodo.pdf. Acesso em 31 de maio de 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE n. 3.214, de 08 de junho de 1978. Norma Regulamentadora 6 - Equipamento de Proteção Individual. Brasília: MTE, 1978.

CARVALHO, G. A.; PEREZ, C. L. S.; WARD, L. S. Utilização dos testes de função tireoidiana na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 57, n. 3, p. 193-204, 2013.

CALIXTO, F. A. et al. Tempo de exposição indireta aos agrotóxicos e avaliação bioquímica, antropométrica e composição corporal de mulheres rurais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 385-394, 2021.

CUNHA, L. N.; SOARES, W. L. Os incentivos fiscais aos agrotóxicos como política contrária à saúde e ao meio ambiente. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, 2020.

CEQUINEL, J. C.; RODRIGO, LCP. Material técnico intoxicações agudas por agrotóxicos atendimento inicial do paciente intoxicado. Manual Técnico de Atendimento Ao Paciente Intoxicado, v. 1, n. 2, p. 24-120, 2018.

FILHO, A. C. R. P; CARDOSO, S. R. S; REGO, J. V. Agricultura familiar e agrotóxico: dialogando com a realidade em comunidades campesinas de Miguel Alves (pi). **Cadernos Cajuína**, v. 5, n. 3, p. 145-161, 2020.

FRAGA, L. K, et al. Sistemas agroalimentares sustentáveis e saudáveis: reflexões a partir da perspectiva agroecológica. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n. Edição Especial 1 (SOBER), p. 120-142, 2022.

GOLDNER, W. S. et al. Hypothyroidism and pesticide use among male private pesticide applicators in the agricultural health study. **Journal of occupational and environmental medicine/American College of Occupational and Environmental Medicine**, v. 55, n. 10, p. 1171, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CENSO agropecuário 2017a. Agricultura familiar. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101773_cap11.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. O recorte das Regiões Geográficas Imediatas e Intermediárias de 2017. 2017c. Disponível em https://ia600603.us.archive.org/2/items/RegiesGeogrfficasBrasil2017/Regi%C3%B5es%20geogr%C3%A1ficas_Brasil%202017.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO NACIONAL DO CANCER - INCA. Agrotóxico. 2019. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>. Acesso em 30 abril de 2022.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. CENSO agropecuário 2017b. In: IBGE. Disponível em https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf. Acesso em 25 de maio de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). Pesquisa detecta agrotóxicos em ultraprocessados de origem animal. 2022. Disponível em: <https://idec.org.br/release/pesquisa-detecta-agrotoxicos-em-ultraprocessados-de-origem-animal>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

JÚNIOR, A. J. S. Adipocinas: a relação endócrina entre obesidade e diabetes tipo II. 2014. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v.11. n.63. p.135-144.

KONGTIP, P. et al. Thyroid Hormones in Conventional and Organic Farmers in Thailand. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 15, p. 2704, 2019.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em debate**, v. 42, p. 518-534, 2018.

MARTINS, P. R. **Trajatórias tecnológicas e meio ambiente: a indústria de agroquímicos/transgênicos no Brasil**. 2000. 325 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Campinas, 2000.

MEYER, A., et al. Os agrotóxicos e sua ação como desregulares endócrinos. In: PERES, F;

MOREIRA, J. C. *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 101-118.

MIGUEL, E. S. **Uso de agrotóxicos na produção de alimentos e condições de saúde e nutrição de agricultores familiares**. 2018. 142 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2018.

NETTO, M. M.; DINIZ, A. M. A. A formação geohistórica da Zona da Mata de Minas Gerais. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 12, p. 21 – 34. 2006.

OLIVEIRA, K. C. S. et al. Exposição a agrotóxicos e aumento de obesidade: uma revisão da literatura. **Revista Multidisciplinar Em Saúde**, v. 2, n. 3, 2021.

OTTAVIANO, E. J. D. Sistema endócrino na 3ª idade. **Revista das Faculdades de Educação, Ciências e Letras e Psicologia Padre Anchieta**, v.9, 2003.

PEREIRA, L. N. et al. condições de segurança do trabalho no manuseio de agrotóxicos em pequenas propriedades de agricultura familiar. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 7, p. 349-364, 2020.

PERES, F. et al. Desafios ao estudo da contaminação humana e ambiental por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 10, p. 1-11, 2005.

SAMPAIO, S. R. et al. Agrotóxicos, sementes crioulas e soberania alimentar: uma reflexão sobre sua relação com os agricultores de Castro Alves/BA. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 2, 2020.

SAVOLDI, A; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, p. 25-45, 2010.

SERRA, L. S. et al. Revolução Verde: reflexões acerca da questão dos agrotóxicos. **Revista Científica do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB**, v. 1, n. 4, p. 1-24, 2016.

SHRESTHA, S. et al. Incident thyroid disease in female spouses of private pesticide applicators. **Environment international**, v. 118, p. 282-292, 2018.

SILVA, M; CONFORTI, V. Disruptores Endócrinos. *Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, 2013.

SIQUEIRA, D. F. et al. Análise da exposição de trabalhadores rurais a agrotóxicos. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 26, n. 2, p. 182-191, 2013.

TEIXEIRA, M. G.; SANTOS, F. F. Análise do uso de agrotóxicos na cultura de café no município de Guaranésia, MG, e possíveis danos ecológicos. In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil. 2007.

WANNMACHER, L. Obesidade como fator de risco para morbidade e mortalidade: evidências sobre o manejo com medidas não medicamentosas. *Organização Pan-Americana da Saúde/Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS) no Brasil*, v. 1, n. 7, p. 1-10, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization, 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). ONIS, M.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C.; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*, 2007.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou fatores relacionados ao uso inadequado de agrotóxicos, dentre eles o longo período de utilização desses produtos, o uso incorreto de EPI, o fato de a maioria não respeitar o período de reentrada nas lavouras, não ter o hábito de seguir a bula a utilização de produtos considerados altamente tóxicos, o que coloca em risco a saúde de agricultores familiares.

Verificou-se elevado percentual de agricultores familiares apresentando excesso de peso e de iodo urinário. O uso atual e pregresso de agrotóxicos esteve associado ao excesso de iodo urinário, o que chama a atenção para o surgimento de alterações endócrinas tireoidianas no futuro.

A escolaridade e a renda correlacionaram-se negativamente com AChE, bem como, o tempo de uso de agrotóxicos se correlacionou positivamente com os valores de renda *per capita* e as a acetilcolinesterase positivamente com a idade, refletindo os riscos de intoxicação desses agricultores.

A utilização de agrotóxicos foi relacionada a maiores médias de AChE e o fato de ser do sexo masculino apresentou maiores chances de usar agrotóxicos, o que levanta um alerta sobre alterações endócrinas relacionadas aos hormônios sexuais masculinos.

Além disso, verificou-se que as alterações endócrinas estão relacionadas com as variáveis idade, uso de agrotóxicos por tempo ≥ 10 anos e sexo feminino, sendo que estas variáveis aumentam as chances de alterações endócrinas.

Ademais, torna-se necessário mudar o modo de se produzir, a literatura mostra que existem outros tipos de agricultura alternativa, de base agroecológica, que não coloca em risco a saúde humana e o meio ambiente.

APÊNDICE 1. Identificação e Elegibilidade

| Identificação e Elegibilidade | |
|--------------------------------------|------------|
| Data da entrevista: | Visita n°: |
| | |
| Nome: | |
| | |
| Endereço: | |
| | |
| Telefone: | |
| | |
| Data de Nascimento: | Idade: |
| | |
| Estado civil: | |
| | |
| Escolaridade completa: | |
| | |

APÊNDICE 2. Questionário de caracterização socioeconômica e demográfica

| Caracterização socioeconômica e demográfica |
|--|
| Quantas pessoas moram com você? |
| R: |
| |
| Qual a renda total da família? |
| R: |
| |
| O imóvel onde produz é próprio? () Sim () Não |
| Se não, ele é: () Cedido () Alugado () Arrendado () Outro? |

APÊNDICE 3. Avaliação da utilização de agrotóxico

| Avaliação da utilização de agrotóxico |
|--|
| O senhor(a) utiliza algum tipo de agrotóxico/remédio/veneno? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| <input type="checkbox"/> Já utilizou |
| <input type="checkbox"/> Nunca usou |
| Tipo de exposição ao agrotóxico/remédio/veneno atual? |
| R: |
| Água que usa para a lavoura é a mesma para o domicílio? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| Na aplicação dos agrotóxico/remédio/veneno o senhor(a) costuma utilizar OU utilizava Equipamento de Proteção Individual? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| Na aplicação dos agrotóxico/remédio/veneno quais Equipamentos de Proteção Individual você utiliza OU utilizava? |
| R: |
| Quanto tempo você espera ou esperava para voltar na lavoura depois que aplicou o agrotóxico/remédio/veneno? |
| R: |
| Qual o tempo de duração da aplicação atualmente (horas por dia)? |
| R: |
| Quais terrenos onde aplica ou aplicava? |
| R: |
| Segue ou seguia o que está escrito na embalagem (bula)? |
| <input type="checkbox"/> Não |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Às vezes |
| Respeita o período de reentrada/segurança? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| <input type="checkbox"/> Às vezes |
| Qual o destino das embalagens de agrotóxico/remédio/veneno que utiliza ou utilizava? |
| R: |
| Onde lava ou lavava o pulverizador após a aplicação do agrotóxico/remédio/veneno? |
| R: |

| |
|--|
| |
| Acha que o agrotóxico/remédio/veneno interfere na saúde? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| |
| Utiliza ou utilizava algum produto/remédio/agrotóxico a base de Iodo? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| <input type="checkbox"/> Não Sabe |
| |
| Sentiu algum sintoma em algum dia de aplicações? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| |
| Quais Sintomas no dia da aplicação? |
| R: |
| |
| A quantos anos aplica os agrotóxico/remédio/veneno? |
| R: |
| |
| Já recebeu orientação sobre o uso de agrotóxico/remédio/veneno? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| |
| Recebeu orientação de quem? |
| R: |
| |
| Onde são ou eram lavadas as roupas após a pulverização do agrotóxico/remédio/veneno? |
| R: |
| |
| Lava ou lavava todas as roupas juntas? |
| <input type="checkbox"/> Sim |
| <input type="checkbox"/> Não |
| |
| Em quais cultura aplica agrotóxico/remédio/veneno? |
| R: |
| |
| Quais a agrotóxico/remédio/veneno utiliza? |
| R: |
| |

APÊNDICE 4. Avaliação de distúrbios endócrinos

| Doenças endócrinas | |
|--|--|
| O senhor(a) possui ou já teve: | |
| Hipotiroidismo? | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Hipertiroidismo? | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Bócio? | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Nódulos ou câncer na Glândula Tireóide? | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Diabetes? | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Doenças de Cushing (acúmulo excessivo de gordura no tronco, uma face grande e redonda e pele fina - superprodução pelas glândulas adrenais.) | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Doença de Addison (deficiência de hormônios adrenais) | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Acromegalia (gigantismo de crianças) | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Distúrbios da puberdade? (desenvolvimento de pelos pubianos antes da idade adequada) | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Distúrbios de crescimento? (baixa estatura de crianças) | <input type="checkbox"/> SIM ou <input type="checkbox"/> NÃO |
| Peso (Kg) | |
| Altura (m) | |
| IMC (Kg/m ²) | |

ANEXO 1. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE****IDENTIFICAÇÃO DO ENTREVISTADO (VOLUNTARIO)****Nome:** _____ **Telefone:** _____**Endereço:** _____

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Alterações endócrinas tireoidianas, ingestão de iodo, fatores nutricionais, de saúde associadas ao uso de agrotóxicos por agricultores familiares da região geográfica imediata de Viçosa – MG”. É uma pesquisa executada pela estudante de mestrado em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa, Jersica Martins Bittencourt e tem como objetivo analisar os fatores associados a alterações endócrinas da Tireoide, deficiência de iodo, exposição aos agrotóxicos na população adulta no meio rural. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: entrevista onde serão perguntadas informações quanto a questões socioeconômicas e demográficas, condições de saúde e exposição aos agrotóxicos via telefone. Em conjunto com essas avaliações será realizada a coleta de sangue para avaliação de possível contaminação por agrotóxico, assim como estado nutricional de iodo. Esta coleta de sangue somente será realizada se respeitar todas as condições higiênico-sanitárias e de segurança necessárias para manipulação do sangue, garantindo proteção ao voluntário, e ao pesquisador, principalmente pelo uso de materiais estéreis e descartáveis. O voluntário será informado, que se sentir constrangido(a) ou intimidado em responder alguma pergunta, ou submeter às avaliações em qualquer uma das etapas deste estudo, não será obrigado a responder ou participar e nem há necessidade de justificativa. Além disso, a qualquer momento, poderá solicitar novas informações sobre a pesquisa ou retirar o consentimento e interromper a participação. É garantido que a participação ou recusa não causará problema ou perda de benefícios já conquistados, pois a identidade será mantida em sigilo e o nome não será divulgado. Depois de obtidas todas as informações, o voluntário receberá todos os resultados e esclarecimento sobre a situação de saúde, além de orientação nutricional e encaminhamento a outros profissionais de saúde do município, caso necessário. Nesta pesquisa não há nenhuma remuneração financeira pela participação. Não será realizado nenhum tipo de intervenção que possa causar danos à saúde. O(A) Sr.(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Seu nome ou o material que indique sua participação não serão liberados sem sua permissão. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Avaliação Nutricional (Departamento de Nutrição e Saúde/ UFV) e a outra será fornecida ao Sr.(a). Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos após o término da pesquisa. Depois desse tempo, os mesmos serão destruídos. Por tudo isso, concordo em participar desse estudo e autorizo que os resultados do questionário assim como as avaliações do estado nutricional, as dosagens de sanguíneas fiquem disponíveis para equipe envolvida na pesquisa e poderão ser publicados com a finalidade de divulgação das informações científicas, desde que o sigilo de meu nome seja garantido. Esse consentimento solicitado pela pesquisadora deve-se ao fato de que a Resolução do Conselho Nacional de Saúde 466/2012, do Ministério da Saúde, exige essa autorização dos entrevistados antes de iniciar a pesquisa. Em caso de procedimentos ou irregularidades de natureza ética posso buscar auxílio junto ao Comitê de Ética em Pesquisa

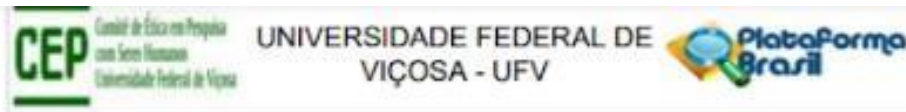
com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa- CEP/UFV no seguinte endereço e contatos:

Eu, fui informado(a) dos objetivos da pesquisa “**Alterações Endócrinas Tireoidianas e estado nutricional de iodo associados ao uso de Agrotóxicos por Agricultores Familiares da Microrregião De Viçosa-Mg**” de maneira clara e detalhada, e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer minhas dúvidas.

Em caso de dúvidas, posso entrar em contato com a responsável pela pesquisa, Profa. Silvia Eloíza Priore pelo telefone: (31) 3216-5226 e por e-mail: sepriore@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar: **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa- campus UFV. Edifício Arthur Bernardes, piso inferior, telefone 3612-2316. E-mail: cep@ufv.br site: www.cep.ufv.br**

ANEXO 2. Parecer do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: FATORES ASSOCIADOS À DEFICIÊNCIA DE IODO EM AGRICULTORES FAMILIARES DA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Pesquisador: Sílvia Eloiza Pricore

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 18180819.7.0000.5153

Instituição Proponente: Departamento de Nutrição e Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.564.517

Apresentação do Projeto:

Conforme resumo apresentado no formulário online da Plataforma (CAAE: 18180819.7.0000.5153, com Emenda submetida em 12/03/2021 versão 3).

Trata-se de pedido de emenda sob a seguinte justificativa: "Segundo as "Orientações para procedimentos em pesquisa com qualquer etapa em ambiente virtual", publicado pelo Ministério da Saúde via Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, de 24 de fevereiro de 2021. Solicitamos esta Emenda uma vez que a etapa de aplicação do questionário do projeto aprovado (Número do Parecer: 3.666.890) intitulado "FATORES ASSOCIADOS À DEFICIÊNCIA DE IODO EM AGRICULTORES FAMILIARES DA ZONA DA DE MINAS GERAIS" sofrerá modificação, ela seria aplicada presencialmente, porém devido a pandemia pelo Sars-CoV-2 (COVID 19) será via telefone, buscando minimizar o contato dos pesquisadores com os voluntários.

O contato inicial com os participantes sorteados para aplicação do questionário será via telefone, por intermédio da instituição parceira do projeto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER), uma vez que eles possuem o cadastro dos voluntários. Este acesso dos pesquisadores ao telefone dos voluntários, será posterior a uma ligação realizada por eles (EMATER), a fim de que os voluntários permitam a disponibilização do número e interesse em conhecer os objetivos do projeto. Após este aceite feito por intermédio da EMATER, os pesquisadores ligaram e realizaram a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, será

Endereço: Universidade Federal de Viçosa, Avenida PH Rolfs s/n, Edifício Arthur Bernardes
Bairro: Campus Universitário **CEP:** 36.570-977
UF: MG **Município:** VICOSA
Telefone: (31)3612-2316 **E-mail:** cep@ufv.br

ANEXO 3. Submissão artigo 2.

Submission Confirmation



Thank you for your submission

Submitted to Ciência & Saúde Coletiva

Manuscript ID CSC-2022-1695

Title Nutritional Status of Iodine in the Adult Population of Rural Areas: Systematic Review

Authors Bittencourt, Jersica
Mayer, Edna
Pinto, Carina
Freitas, Gilberto
Priore, Silvia

Date Submitted 21-Oct-2022
