

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**QUEICIANNE PANIAGO COLETA**

**POTENCIAIS EFEITOS DO USO DE PESTICIDAS NA PRODUÇÃO DE MEL NO  
ESTADO DE RONDÔNIA**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2022**

**QUEICIANNE PANIAGO COLETA**

**POTENCIAIS EFEITOS DO USO DE PESTICIDAS NA PRODUÇÃO DE MEL NO  
ESTADO DE RONDÔNIA**

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

Orientador: Eugênio Eduardo de Oliveira

Coorientador: Carlos Dias Maciel

**VIÇOSA – MINAS GERAIS  
2022**

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

T

C694p  
2022

Coleta, Queicianne Paniago, 1987-  
Potenciais efeitos do uso de pesticidas na produção de mel  
no Estado de Rondônia / Queicianne Paniago Coleta. – Viçosa,  
MG, 2022.  
1 dissertação eletrônica (34 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Eugênio Eduardo de Oliveira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Entomologia, 2022.

Referências bibliográficas: f. 28-32.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.382>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Mel - Rondônia. 2. Pesticidas - Efeitos colaterais.  
I. Oliveira, Eugênio Eduardo de, 1979-. II. Universidade Federal  
de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de  
Pós-Graduação em Defesa Sanitária Vegetal. III. Título.

CDD 22. ed. 638.159


**QUEICIANNE PANIAGO COLETA**

**POTENCIAIS EFEITOS DO USO DE PESTICIDAS NA PRODUÇÃO DE MEL NO  
ESTADO DE RONDÔNIA**

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


APROVADA: 13 de dezembro de 2022.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 QUEICIANNE PANIAGO COLETA  
Data: 21/06/2023 18:00:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Queicianne Paniago Coleta  
Autora

Documento assinado digitalmente  
 EUGENIO EDUARDO DE OLIVEIRA  
Data: 22/06/2023 09:54:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Eugênio Eduardo de Oliveira  
Orientador

À minha amada avó-mãe (*in memoriam*),  
minha maior incentivadora, a qual perdi  
durante esse período de pesquisa.

## AGRADECIMENTOS

Ao autor e consumidor da minha fé: Cristo Jesus. Pela ardente esperança de vida eterna.

Agradeço ao Prof. Dr. Eugênio Eduardo de Oliveira, orientador deste trabalho, que com maestria inigualável conseguiu conectar o seu robusto conhecimento técnico a uma orientação de trato simples e respeitoso. Agradeço especialmente por ter pegado em minhas mãos e me feito caminhar após um período de luto doloroso pelo qual passei. Eu estive disposta a abandonar essa jornada por um momento e, de forma bastante sensível, ele deu tempo à minha dor para, só então, após a cicatrização, me conduzir ao fim. Eu não merecia. Fui ensinada até mesmo com a sua conduta correta e generosa.

Igualmente, dispenso toda a deferência e gratidão ao coorientador deste trabalho, Prof. Carlos Dias Maciel, pelo tempo e atenção dispendidos, especialmente quando apontava o caminho a ser percorrido com as análises estatísticas.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Programa de Pós-Graduação em nível de mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal e todos os professores, Técnicos e Administrativos que possibilitaram esta formação. É um verdadeiro privilégio dar mais este passo em minha vida profissional nesta renomada instituição, cujos docentes são tão distintos em notório saber e em capacidade científica.

À Agência Idaron, instituição da qual me orgulho em estar vinculada profissionalmente, por ter estimulado essa formação profissional e me permitido desejar e fazer acontecer esta pós-graduação.

Ao meu esposo Fábio Régis de Souza, companheiro de vida, pelo cuidado, apoio e amor incondicionais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

COLETA, Queicianne, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2022. **Potenciais efeitos do uso de pesticidas na produção de mel no Estado de Rondônia.** Orientador: Eugênio Eduardo de Oliveira. Coorientador: Carlos Dias Maciel.

A produção de mel em nível local e global tem enfrentado crises nas últimas décadas associadas ao declínio das populações de abelhas em virtude da mortalidade frequente de colônias. No Estado de Rondônia, queixas são registradas por apicultores relatando mortalidade de abelhas associadas ao uso de agrotóxicos em áreas adjacentes aos apiários. O objetivo da presente pesquisa é avaliar os potenciais efeitos dos agrotóxicos Acetamiprido, Imidacloprid, Thiametoxan, Fipronil e Glifosato na produção de mel no Estado de Rondônia, no período compreendido entre 2017 e 2020. Para tanto, o estudo avaliou a interação entre a comercialização desses ingredientes ativos com a produção de mel por meio da tabulação de dados da Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado e dos resultados da Pesquisa da Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Com isso, a pesquisa determinou o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) utilizando-se o software estatístico RStudio versão 2022.07.01. Dos 52 municípios existentes no Estado de Rondônia, a análise observou correlações negativas em 26 municípios com o uso de Acetamiprido, em 27 municípios com o uso de Imidacloprid, em 23 municípios com o uso de Thiametoxan, em 25 municípios com o uso de Fipronil e em 25 com o uso de Glifosato. Contudo, o estudo sugere que possa não existir causalidade entre as variáveis analisadas para esses casos e, por isso, são necessárias novas pesquisas que priorizem o mapeamento dos apiários, o levantamento sistemáticos dos dados de produção e a análise de resíduos quando da verificação da mortalidade das abelhas.

Palavras-chave: Efeitos. Produção. Mel. Pesticidas. Rondônia.

## ABSTRACT

COLETA, Queicianne, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2022.  
**Potential effects of pesticide use on honey production in the State of Rondônia.**  
Adviser: Eugênio Eduardo de Oliveira. Co-adviser: Carlos Dias Maciel.

Honey production at the local and global level has faced crises in recent decades associated with the decline of bee populations due to frequent colony mortality. In the State of Rondônia, complaints are recorded by beekeepers reporting bee mortality associated with the use of pesticides in areas adjacent to apiaries. The aim of this research is to evaluate the potential effects of pesticides Acetamipride, Imidacloprid, Thiametoxan, Fipronil and Glyphosate on honey production in the State of Rondônia, between 2017 and 2020. To this end, the study evaluated the interaction between the commercialization of these active ingredients with honey production through the tabulation of data from the State Agrosilvopastoral Sanitary Defense Agency and the results of the Municipal Livestock Survey of the Brazilian Institute of Geography and Statistics. With this, the research determined Pearson's correlation coefficient ( $r$ ) using the statistical software RStudio version 2022.07.01. Of the 52 municipalities in the State of Rondônia, the analysis observed negative correlations in 26 municipalities with the use of Acetamipride, in 27 municipalities with the use of Imidacloprid, in 23 municipalities with the use of Thiamethoxan, in 25 municipalities with the use of Fipronil and in 25 with the use of Glyphosate. However, the study suggests that there may be no causality between the variables analyzed for these cases and, therefore, further research is needed to prioritize the mapping of apiaries, the systematic survey of production data and the analysis of residues when checking bee mortality.

Keywords: Effects. Production. Honey. Pesticide. Rondonia.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1 Acetamiprido, Imidacloprid, Thiametoxan e Neonicotinoides (A+B+C)</b> .....	<b>14</b>
<b>3.2 Fipronil (D)</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3 Glifosato (E)</b> .....	<b>17</b>
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>28</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em crescente expansão, a produção de mel ocupa importante papel no mundo inteiro. De acordo com a *Food and Agriculture Organization* (FAO, 2020) a estimativa de produção mundial é de 1.770.199 toneladas do produto, sendo a China ocupante da primeira posição no ranking global de produção de mel com aproximadamente 458 mil toneladas. Inserido nisso, de acordo com o último Censo Agropecuário realizado, o Brasil possui cerca de 101 mil apicultores (IBGE, 2017), sendo o décimo maior produtor de mel do mundo com produção de 51 mil toneladas (FAO, 2020), quantidade 10% superior a obtida no ano anterior.

No que se refere a projeção do Brasil no mercado internacional, tem-se que as exportações de mel tiveram um aumento de 18 toneladas em 1999 para 46 mil toneladas em 2020, equivalente a 90% da produção nacional (FAO, 2020). A receita gerada com exportação perfaz a quantia de US\$660 mil nos últimos cinco anos (AGROSTAT/MAPA, 2021). Historicamente, a valorização e aumento da produção de mel no Brasil deu-se na década de 2000, em virtude da necessidade de aumentar o volume de exportações e melhorar o posicionamento competitivo no mercado internacional. Concomitantemente, foram constatados problemas de ordem sanitária nos apiários de alguns dos principais países exportadores, China e Argentina. Em decorrência disso, a apicultura brasileira foi fomentada com o propósito de aprimoramento técnico do sistema de trato com as abelhas, no processo de produção e no controle da qualidade do mel produzido.

Dentro desse contexto de franca ascensão, o ano de 2006 foi marcado por embargos do mel brasileiro no mercado internacional. A Federação Europeia de Comércio de produtos do agronegócio, emitiu recomendação de proibição da importação do mel do Brasil pois no ano anterior uma delegação detectou falhas no sistema de monitoramento de resíduos no mel brasileiro, que já haviam sido anteriormente apontadas por outra missão em 2003 (IEA, 2006). O fim da restrição deu-se apenas em 2008 com o compromisso firmado da adoção de Boas Práticas e o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP/APPCC) nos entrepostos e casas de mel no país, o que marca um período de ressalvas do comércio internacional, que passa a olhar com atenção para a produção de mel do Brasil.

Localmente, a Região Norte é a menor produtora de mel do país, mas possui grande potencial produtivo, já que dispõe de um vasto e complexo sistema de matas nativas em ambientes silvestres, ideais para instalação de colmeias. De forma peculiar, o Estado de Rondônia, embora inserido no contexto desse bioma amazônico, vê o seu ecossistema sofrendo alterações com a expansão da fronteira de produção agrícola e crescimento das áreas cultivadas, o que pode tornar a apicultura estadual altamente dependente de sistemas produtivos agrícolas.

Sabe-se que a produção de mel em nível local ou global tem enfrentado crises na última década associadas ao declínio das populações de abelhas em virtude da mortalidade frequente de colônias. Relatos dessas mortalidades têm sido registradas nos Estados Unidos (VANENGELDORP *et al.*, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011) e em alguns países europeus (LAURENT *et al.*, 2015). Os sintomas desse fenômeno guardam correspondência entre si: em todos os casos as colônias entram em colapso com características similares e não têm causa determinada nas primeiras ocorrências. A esta síndrome deu-se o nome de “*Colony Collapse Disorder*” ou Distúrbio do Colapso das Colônias, cuja característica peculiar é a rápida perda de abelhas operárias, evidenciada pelo enfraquecimento ou morte da colônia. Insta salientar que os principais fatores que têm sido associados à síndrome são estresses causados por patógenos, manejo inadequado das colônias, má nutrição e o uso de agrotóxicos (VANENGELSDORP *et al.*, 2009).

Estudos recentes têm demonstrado o aumento dos índices de contaminação de abelhas durante as atividades de forrageamento, processo pelo qual as abelhas coletam pólen, néctar, água, resina e até argila ou barro para a manutenção da colônia. Sendo por meio dessa atividade que as abelhas aumentam as chances de exposição a diferentes substâncias químicas, de modo que os agrotóxicos têm se destacado como principais agentes tóxicos que mais causam efeitos negativos ao ciclo de vida das abelhas, contribuindo para o declínio das colônias (DICKS *et al.*, 2016) e conseqüente diminuição na produção de mel.

Pesquisas apontam os inseticidas do grupo químico denominado neonicotinoides como grande ameaça à produção de mel em virtude da toxicidade, frequência e concentração em que são detectados em colmeias de abelhas (SANCHEZ-BAYO & GOKA, 2016), além de sua persistência no ambiente (BONMATIN *et al.*, 2015). E, dentro do grupo químico neonicotinoides, encontram-se vários inseticidas sistêmicos, dentre eles os ingredientes ativos Imidacloprid,

Thiametoxan e Acetamiprido. Por serem inseticidas sistêmicos, ao serem aplicados em qualquer parte da planta são translocados via floema para a parte aérea, chegando até flores, pólen e néctar (BONMATIN *et al.*, 2015), de maneira que insetos que não são alvos, como as abelhas, podem ser expostos a eles (SANCHEZ-BAYO & GOKA, 2016). Recentemente, vários estudos demonstraram o papel do Imacloprid e do Thiametoxan em declínio de abelhas (RUNDOLF *et al.*, 2015; WILLIAMS *et al.*, 2015; WOODCOK *et al.*, 2016; SANCHES-BAYO & GOKA, 2016; TSVETKOV *et al.*, 2017), afetando diretamente a produção de mel.

Estudos conduzidos por Orsi, Zaluski e Lunardi (2017) demonstraram ocorrer anormalidades motoras em abelhas expostas a doses abaixo da letal de Fipronil e Imidacloprid. Esses resultados indicam que baixas doses desses agrotóxicos podem comprometer funções vitais para a manutenção das colônias, induzindo efeitos no sistema nervoso que levam a alterações na orientação e conseqüentemente no comportamento. Essas alterações podem comprometer a orientação das abelhas para a localização e coleta de recursos para a colônia.

Somado a isso, bioensaios de laboratório demonstraram que o herbicida glifosato afeta o comportamento das abelhas e sua habilidade de navegação (BALBUENA *et al.*, 2015; HERBERT *et al.*, 2014), podendo causar impactos na capacidade de forrageamento, coleta de alimento e retorno para a colônia. No mesmo sentido, pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC têm submetido, de forma controlada e com doses abaixo da letal, as colmeias a herbicidas a base do ingrediente ativo Glifosato, avaliando seus efeitos. Estes estudos a campo concluíram que houve uma redução na população total das colmeias, além da ausência frequente de rainhas e morte das crias na fase de pupa, sendo detectadas, inclusive, colmeias irrecuperáveis (FAITA *et al.*, 2018).

Tendo em vista este cenário, considerando sobretudo as recorrentes queixas da cadeia produtiva de apicultura no Estado de Rondônia relatando mortalidades de abelhas e comumente associando-as ao uso de alguns ingredientes ativos agrotóxicos em áreas próximas às instalações das colmeias, afetando assim produção de mel, urge a necessidade de, sem prejuízo de outros estudos correlatos, traçar uma investigação que aponte primariamente para a correlação entre o uso de agrotóxicos e a produção de mel.

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar os potenciais efeitos dos agrotóxicos Acetamiprido, Imidacloprid, Thiametoxan, Fipronil e Glifosato na produção de mel no Estado de Rondônia entre os anos de 2017 a 2020.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Durante o período de outubro de 2021 a maio de 2022 foram analisados os dados constantes no sistema Siafro de emissão de receituário agrônômico da Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastori do Estado de Rondônia (SIAFRO, 2021) e os resultados da Série Histórica da Pesquisa da Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

De todos os dados de pesticidas levantados e gerados pelo Siafro (data da aquisição, nome e localidade da revenda, dados do produtor adquirente, localidade de aplicação, dados do profissional que prescreveu a receita, produto comercial e ingrediente ativo adquirido, cultura a ser aplicado o produto, praga a ser controlada, quantidade de produto adquirido, tamanho da área, entre outros), para fins desta pesquisa, foram estabelecidos filtros que retornassem tão somente os seguintes dados: volume de comercialização dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid, Thiametoxan, Fipronil e Glifosato com localidade de aplicação situada nos 52 municípios existentes no Estado de Rondônia, no período de 2017 a 2020. Dados referentes ao ano de 2021 foram desprezados, em virtude de não se possuir informações publicadas acerca da produção de mel na Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE, com os quais os dados de pesticidas pudessem ser correlacionados.

Para obter informações acerca da produção de mel no Estado de Rondônia, foi acessado o bando de dados do IBGE, no módulo de Pesquisa da Pecuária Municipal, por onde foi gerada uma série histórica que registra a produção de mel nos municípios de Rondônia desde 1974. Dados de produção de mel anteriores a 2017 foram desprezados em virtude de não se possuir informações consistentes acerca dos pesticidas que pudessem ser correlacionadas do sistema Siafro anteriores a 2017.

Tabuladas estas informações, a estatística foi realizada utilizando-se o software estatístico RStudio versão 2022.07.1. Determinou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ), que varia de -1 a 1, para quantificar o grau de relacionamento entre as duas variáveis avaliadas (venda de ingredientes ativos agrotóxicos e produção de mel).

Nesse intervalo, os valores foram distribuídos em histogramas, sendo o eixo das ordenadas com distribuição da seguinte forma: considerado 0 (zero) para inexistência de correlação, 0,30 a 0,75 para moderada correlação e de 0,75 a 1 forte

correlação. De igual modo, para as correlações negativas, quanto mais próximo a -1, maior a interação. O eixo das abscissas foi reservado para indicar a quantidade de municípios cuja análise de correlação representa a faixa do coeficiente descrito no eixo x.

Ao se fazer a análise proposta, os dados de consumo dos ingredientes ativos utilizados foram revisados sistematicamente e compilados em somatório anual para verificação da interação com os dados de produção de mel. O principal problema encontrado foi na análise de correlação. Os dados disponíveis compreendem apenas a quatro amostras de cada uma das variáveis (correspondente aos anos de 2017 a 2020) e, nesse contexto, a análise fica sujeita a resultados espúrios que podem ser causados por: possíveis dados registrados errados, dados pouco expressivos e facilmente resultados de ruídos com pouco significado estatístico.

A análise procurou compensar os poucos dados disponíveis fazendo a análise considerando todos os 52 municípios do Estado de Rondônia.

Todos os produtos comerciais que continham as moléculas aqui descritas, de forma simples ou compostas, foram considerados, ainda que não fossem o ingrediente ativo principal ou equivalente ácido e estivessem em mistura com outros ingredientes ativos ou substâncias inertes nos produtos formulados. E, para fins desse estudo, considerou-se as unidades de medida quilograma e litro como equivalentes.

### 3 RESULTADOS

Há uma preocupação crescente de que os agroquímicos estejam criando estresse fisiológico nas abelhas e, conseqüentemente, aumentando a mortalidade nas colônias. Embora não existam estudos específicos dos efeitos diretos de pesticidas na produção de mel, sabe-se que a perda de espécies melíferas pelo uso de agrotóxicos ameaça as colônias de polinizadores interferindo reflexamente em toda a cadeia produtiva do mel.

A fim de entender a dinâmica desse acontecimento no Estado de Rondônia, o presente estudo demonstra, por meio de histogramas, a frequência (número de municípios) em que cada intervalo dos coeficientes de correlação ocorre. Sendo que estes coeficientes de correlação representam a interação existente entre venda de pesticidas e a produção de mel, nos 52 municípios do Estado de Rondônia, entre os anos 2017 e 2020. Os ingredientes ativos analisados são: Acetamiprido (A), Imidacloprid (B), Thiametoxan (C), estes Neonicotinoides juntos (A+B+C), Fipronil (D) e Glifosato (E). E os coeficientes encontrados na análise de correlação de cada município podem ser consultados no APÊNDICE A.

#### 3.1 Acetamiprido (A), Imidacloprid (B), Thiametoxan (C) e Neonicotinoides (A+B+C)

A figura 1 demonstra o número de ocorrências dos coeficientes de correlação entre a comercialização dos ingredientes ativos Acetamiprido (A), Imidacloprid (B), Thiametoxan (C), Neonicotinoides juntos (A+B+C, analisados em somatório de vendas) e a produção de mel no período de 2017 a 2020, nos municípios do Estado de Rondônia.

Observa-se que em metade das ocorrências, cerca de 26 municípios, a correlação entre a venda de Acetamiprido e a produção de mel foi negativa ( $r < 0$ ). Na outra metade dos municípios (24), a correlação positiva ( $r > 0$ ) entre as variáveis. Em dois municípios não houve interação entre elas ( $r = 0$ ).

Da análise do Imidacloprid, tem-se que houve maior número de ocorrências com correlação negativa ( $r < 0$ ) menor que zero (27 municípios). A correlação entre as variáveis foi positiva ( $r > 0$ ) em 22 municípios e em 03 municípios não houve interação ( $r = 0$ ).

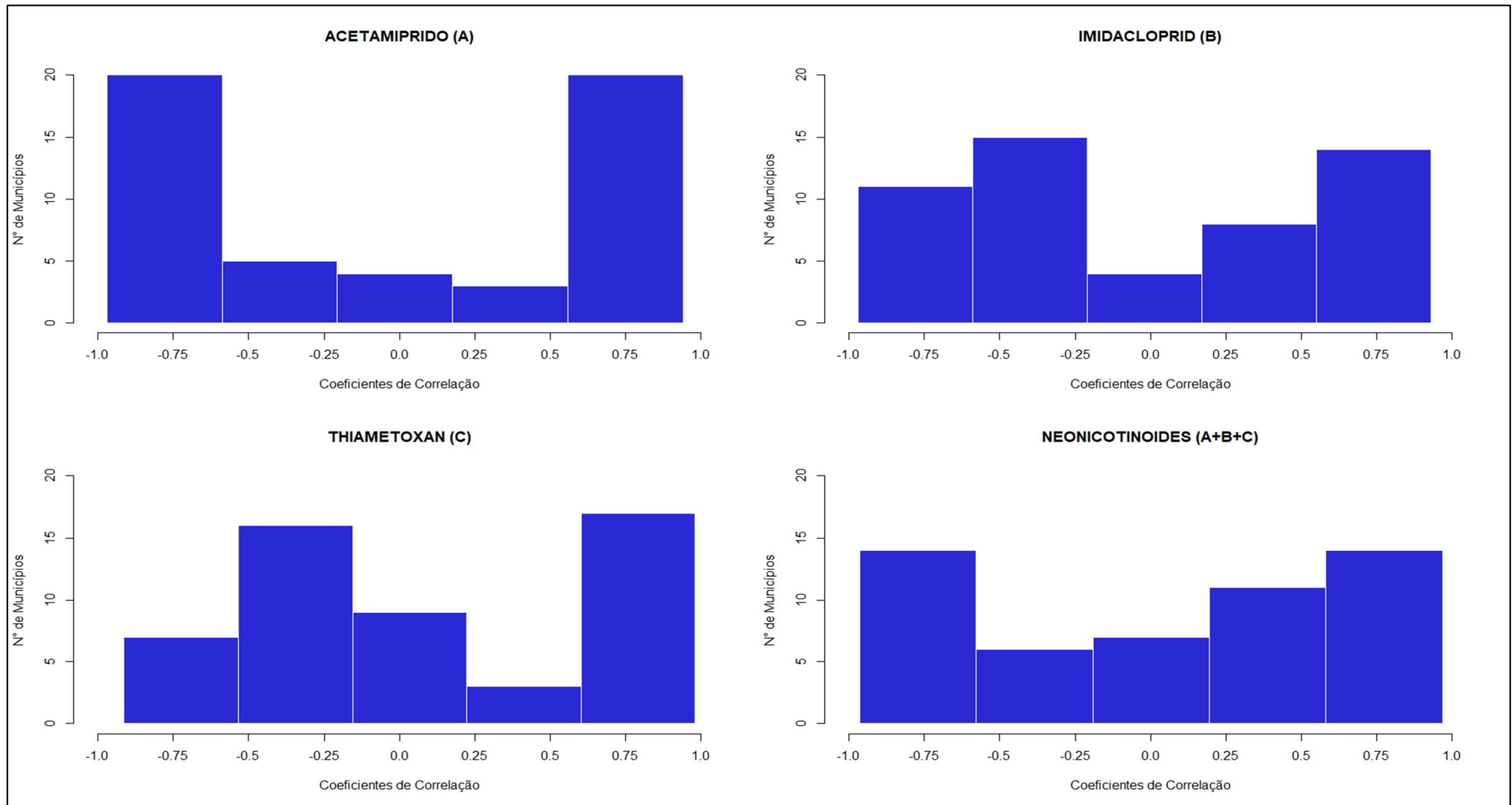


Figura 1 – Histogramas dos coeficientes de correlação de Pearson entre a venda de neonicotinoides e a produção de mel nos municípios de Rondônia, entre os anos de 2017 e 2020

Para o Thiametoxan, constata-se maior número de ocorrências com correlação positiva ( $r>0$ ) maior que zero em 27 municípios. Houve correlação negativa ( $r<0$ ) em 23 municípios e não houve interação ( $r=0$ ) em 02 municípios.

Quando esses ingredientes ativos são analisados em conjunto (representando o somatório das vendas de A+B+C no período), observa-se maior número de ocorrências, cerca de 29 municípios, com correlação positiva ( $r>0$ ). Verifica-se que em 02 municípios o ingrediente ativo não interagiu com a produção de mel ( $r=0$ ) e em 21 municípios essa interação foi negativa ( $r<0$ ).

### 3.2 Fipronil (D)

A figura 2 demonstra o histograma de correlação entre a comercialização do ingrediente ativo Fipronil e a produção de mel no período de 2017 a 2020, nos municípios do Estado de Rondônia.

Observam-se maior número de ocorrências com correlação menor que zero ( $r<0$ ), em 25 municípios do Estado de Rondônia. Verifica-se que em 06 municípios o ingrediente ativo não interagiu com a produção de mel ( $r=0$ ) e em 21 municípios essa interação foi positiva ( $r>0$ ).

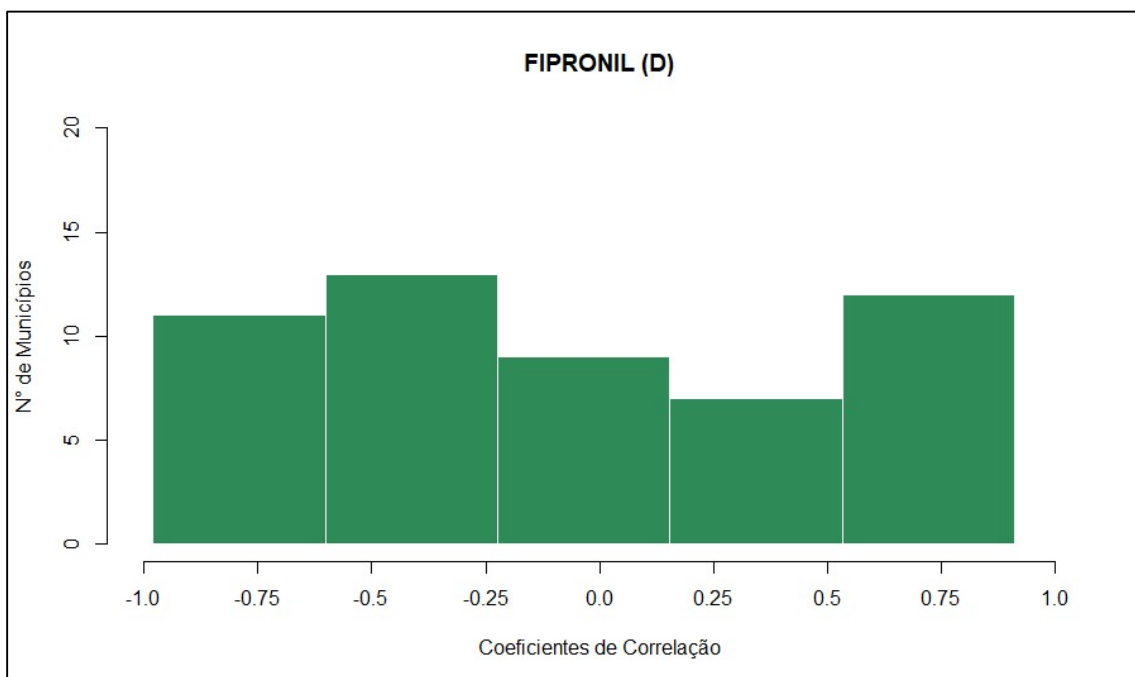


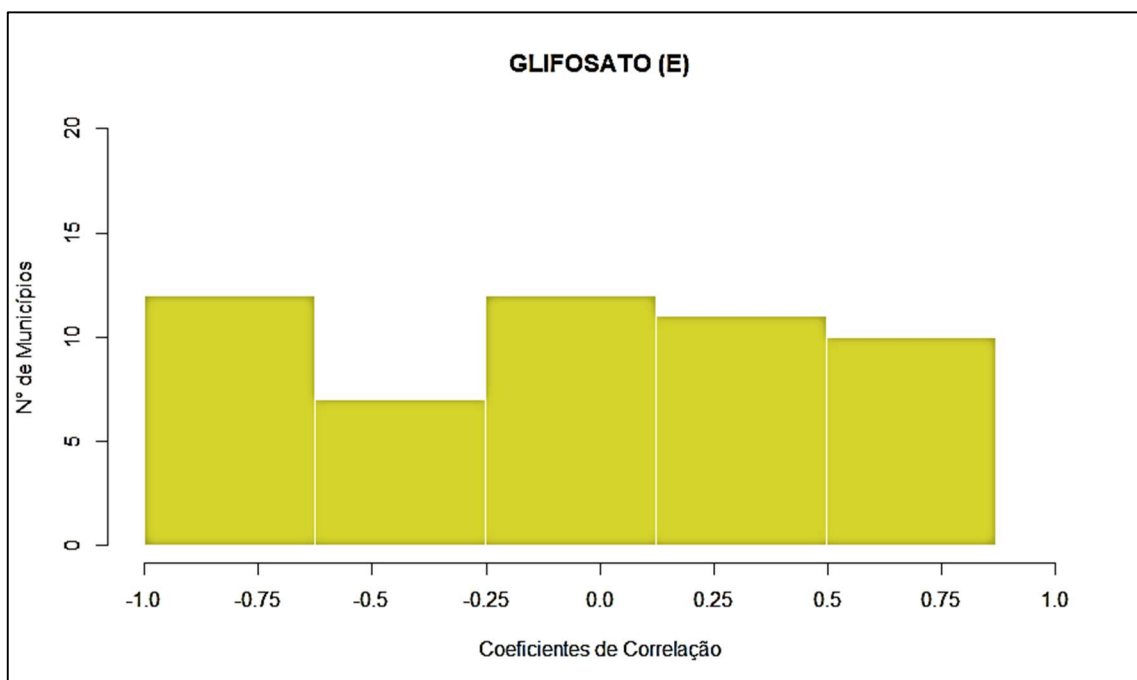
Figura 2 – Histograma dos coeficientes de correlação de Pearson entre a venda de Fipronil e a produção de mel em Rondônia, entre os anos de 2017 e 2020

### 3.3 Glifosato (E)

A figura 3 demonstra a frequência de ocorrência dos coeficientes de correlação entre a comercialização do ingrediente ativo Fipronil e a produção de mel no período de 2017 a 2020, nos municípios do Estado de Rondônia.

Observam-se 25 ocorrências de correlação negativa ( $r < 0$ ) e 25 ocorrências de correlação positiva ( $r > 0$ ). Em 02 municípios não foi verificada interação entre as variáveis ( $r = 0$ ).

Figura 3 – Histograma dos coeficientes de correlação de Pearson entre a venda de Glifosato e a produção de mel em Rondônia, entre os anos de 2017 e 2020



## 4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pela metodologia aplicada neste estudo demonstraram que, de maneira geral, não se pode inferir que a comercialização dos pesticidas analisados tenha interferido negativamente na produção de mel no Estado de Rondônia, no período avaliado.

Resultados apresentados em outros trabalhos sugerem que a exposição a Acetamiprido tende a afetar adversamente as abelhas forrageiras e estas, posteriormente, podem afetar a saúde de sua colônia através da coleta de pólen e néctar contaminados (DELKASH-ROUDSARI *et al.*, 2020).

No mesmo sentido, diversos estudos apontam que o contato com o ingrediente ativo Imidacloprid, mesmo em concentrações abaixo da dose letal, causa diminuição significativa na capacidade de movimento das abelhas, afetando a aptidão de forrageamento (DIVELY *et al.*, 2017; CHEN; TZENG; YANG, 2021).

Henry *et al.* (2016) demonstraram que o Thiametoxan reduziu as taxas de retorno das abelhas forrageiras às colmeias, levantando a possibilidade de que este ingrediente ativo prejudique a navegação e a habilidade de voo. Semelhantemente, Tosi, Burgo e Nieh (2017) descobriram que, além de afetar a capacidade de navegação, esse ingrediente ativo reduz a capacidade física das abelhas de voar. O voo é essencial para a saúde e o condicionamento físico da colônia, porque as abelhas voam para coletar comida e água. Esse último estudo determinou que a exposição aguda ao Thiametoxan causa excitação (hiperatividade), enquanto a exposição crônica produz depressão (hipoatividade, redução da capacidade de voo). A hiperatividade a curto prazo pode levar à exaustão muscular ou a longo prazo ao esgotamento energético.

Dentro do grupo dos neonicotinoides, o Imidacloprid, a Clotianidina (não estudado aqui) e o Thiametoxam foram, inclusive, banidos na Europa devido ao risco que representam aos polinizadores (GROOT *et al.*, 2021).

Outros trabalhos mostraram que as abelhas intoxicadas por ingestão ou contato com Fipronil, mesmo em doses abaixo da considerada letal, apresentaram atividade motora prejudicada. Essas alterações podem ser explicadas por sua ação neurotóxica. Nesse sentido, estudos conduzidos por Colin *et al.* (2004), confirmados por Lunardi, Zaluski e Orsi (2017), descobriram que doses abaixo da letal deste ingrediente ativo reduzem a atividade de forrageamento das abelhas. Esses

resultados indicam que baixas doses desses agrotóxicos podem comprometer funções vitais para a manutenção das colônias, induzindo efeitos no sistema nervoso que levam a alterações na orientação e conseqüentemente no comportamento. Essas alterações podem comprometer a orientação das abelhas para a localização e coleta de recursos para a colônia, prejudicando a produção de mel.

Além disso, diversas pesquisas recentes têm demonstrado que, em regra, o Glifosato provoca intoxicação de abelhas – mesmo de forma crônica, em doses abaixo do nível letal, numa demonstração aproximada daquilo que acontece a campo –, alterando a microbiota intestinal, ocasionando estresse oxidativo e reduzindo a vida útil das abelhas (BLOT *et al.*, 2019; CASTELLI *et al.*, 2021; DELKASH-ROUDSARI *et al.*, 2020; FAITA *et al.*, 2018; MOTTA *et al.*, 2020; PAL *et al.*, 2022; VÁZQUEZ *et al.*, 2020), contribuindo para o declínio global de polinizadores.

Com a robustez destes dados de que já dispõe a comunidade científica, era de se esperar que, de maneira geral, a produção de mel fosse afetada negativamente com o aumento da comercialização dos ingredientes ativos analisados por meio de correlações negativas fortes ( $r < -0,75$ ). O que se verifica, no entanto, é que dos 52 municípios existentes no Estado de Rondônia, a análise estatística demonstrou correlação negativa forte em 12 municípios com o uso de Acetamiprido, em 8 municípios com o uso do Imidacloprid, em 3 municípios com o uso do Thiametoxan, em 8 municípios no somatório geral destes neonicotinoides, em 8 municípios com o uso do Fipronil e em 8 municípios com o uso do Glifosato. No comparativo dos resultados entre ingredientes ativos, verifica-se que não existe correspondência entre os municípios que apresentaram correlações fortes que pudesse indicar causalidade entre as variáveis, inferindo que possam existir variáveis de confusão que não foram consideradas para efeitos desse estudo.

De forma diametralmente oposta, houve ocorrências não desprezíveis apontando para a existência de correlação positiva forte ( $r > 0,75$ ) em 10 municípios no caso do Acetamiprido, em 6 municípios no caso do Imidacloprid, em 9 municípios no caso Thiametoxan, em 8 municípios no somatório geral destes neonicotinoides, em 4 municípios no caso do Fipronil e em 7 municípios no caso do Glifosato.

Com o intuito de se entender as correlações positivas fortes buscou-se realizar uma análise sistemática de quais municípios compõe esse conjunto de localidades em que o aumento da venda dos ingredientes ativos se correlacionou fortemente com o aumento da produção de mel e, para validar a relevância dessa informação, foi

averiguado se eles estão entre os 15 municípios que mais comercializaram cada ingrediente ativo (tabelas 1 e 2) e entre os 10 municípios com maior produção de mel (Tabela 3), concomitantemente.

Tabela 1 - Volume de produtos agrotóxicos comercializados nos 15 municípios com maior expressão de venda dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid, Timetoxan, no período 2017 – 2020, Estado de Rondônia - Brasil

<b>Município</b>	<b>Tiametoxan (I)</b>	<b>Município</b>	<b>Acetamiprido (I)</b>	<b>Município</b>	<b>Imidacloprid (I)</b>
Cerejeiras	52586,10	Cerejeiras	29563,45	Cerejeiras	125553,70
Vilhena	34240,60	Corumbiara	20213,15	Pimenteiras	106530,00
Chupinguaia	29797,00	Chupinguaia	16929,24	Cabixi	85421,10
Pimenteiras	19160,10	São Miguel	8066,35	Corumbiara	75649,17
Corumbiara	17372,45	Vilhena	7898,83	Chupinguaia	71455,91
Alta Floresta	16138,85	Porto Velho	7808,53	São Miguel	59272,27
Cabixi	15706,50	Alto Paraíso	6799,89	Vilhena	44974,37
São Miguel	15030,60	Rio Crespo	6335,90	Colorado	42112,80
Porto Velho	14618,65	Cabixi	5119,00	Alto Paraíso	39823,13
Rio Crespo	14285,85	Pimenteiras	5045,00	Porto Velho	30372,69
Alto Paraíso	13506,75	S. Franciso	4520,10	Rio Crespo	28238,53
Cujubim	13274,80	Seringueiras	4327,50	Seringueiras	25322,28
Ariquemes	11526,20	Ariquemes	3573,60	Cujubim	20061,84
Colorado	10630,80	Itapuã	3306,00	Ariquemes	19795,66
Alto Alegre	9927,80	Parecis	2716,00	São Franciso	14429,91

Tabela 2- Volume de produtos agrotóxicos comercializados nos 15 municípios com maior expressão de venda dos ingredientes ativos do grupo químico Neonicotinoides (Acetamiprido+Imidacloprid+Timetoxan), Fipronil e Glifosato, no período 2017 – 2020, Estado de Rondônia - Brasil

<b>Município</b>	<b>Neonicotinoides (l)</b>	<b>Município</b>	<b>Fipronil (l)</b>	<b>Município</b>	<b>Glifosato (l)</b>
Cerejeiras	207703,22	Vilhena	7422	Cerejeiras	1927141,00
Pimenteiras	130735,05	Corumbiara	5564	Corumbiara	1002032,00
Chupinguaia	118182,15	Cerejeiras	5180	Vilhena	684770,40
Corumbiara	113234,77	Rio Crespo	3056	São Miguel	592684,30
Cabixi	106246,6	Porto Velho	3017	Porto Velho	572092,30
Vilhena	87113,80	Alto Paraíso	2812	Cabixi	455655,00
São Miguel	82369,22	Pimenteiras	2526	Pimenteiras	448190,60
Alto Paraíso	60129,77	São Miguel	2075	Alto Paraíso	401657,00
Colorado	54550,50	Ariquemes	1647	Chupinguaia	391782,00
Porto Velho	52799,87	Cabixi	1568	Rio Crespo	379210,00
Rio Crespo	48860,28	Cacoal	1472	Cacoal	349417,00
Cujubim	35466,29	Cujubim	1224	Ariquemes	325630,00
Ariquemes	34895,46	Rolim de Moura	1153	Seringueiras	274575,00
Seringueiras	34398,38	Machadinho	1124	Nova Brasilândia	235796,00
Alta Floresta	27796,86	Castanheiras	1090	P. Médici	217148,00

Nota: O grupo químico descrito como "Neonicotinoides" refere-se ao somatório dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid e Thiametoxan.

Tabela 3 - Produção de mel no período 2017 – 2020, municípios de Rondônia  
(continua)

<b>Município</b>	<b>Produção de Mel (kg)</b>
Alta Floresta	8849
Alto Alegre	28838
Alto Paraíso	3976
Alvorada	3969
Ariquemes	4421
Buritis	788
Cabixi	2581
Cacaulândia	2660
Cacoal	35119
Campo Novo	1121
Candeias	0
Castanheiras	2746
Cerejeiras	13572
Chupinguaia	1229
Colorado	12466
Corumbiara	3428
Costa Marques	317
Cujubim	2546
Espigão	16141
Gov. Jorge Teixeira	1252
Guajará-Mirim	826
Itapuã	4394
Jaru	9433
Ji-Paraná	1602
Machadinho	2021
Ministro Andreazza	1834
Mirante da Serra	7614
Montenegro	254
Nova Brasilândia	17919
Nova Mamoré	1977
Nova União	4262
Novo Horizonte	12575
Ouro Preto	3228
Parecis	2192
Pimenta Bueno	14229
Pimenteiras	7151
Porto Velho	16159
Presidente Médici	611
Primavera	1103
Rio Crespo	3419
Rolim de Moura	44373

Tabela 3 - Produção de mel no período 2017 – 2020, município de Rondônia  
(conclusão)

<b>Município</b>	<b>Produção de Mel (kg)</b>
Santa Luzia	2359
São Felipe	3955
São Francisco	712
São Miguel	2990
Seringueiras	2156
Teixeirópolis	0
Theobroma	4871
Urupá	744
Vale do Anari	3981
Vale do Paraíso	3581
Vilhena	30194

No caso do Acetamiprido, verifica-se que os municípios de Ariquemes, Parecis e São Francisco do Guaporé compõem esse conjunto de municípios com correlação positiva forte e estão inseridos entre os que mais comercializaram esse ingrediente ativo, no período avaliado. Contudo, nenhum deles figura entre os 10 maiores produtores de mel.

No caso do Imidacloprid, os municípios de São Francisco do Guaporé e São Miguel do Guaporé compõem esse conjunto de municípios com correlação positiva forte e estão inseridos entre os que mais comercializaram o ingrediente ativo Imidacloprid no período avaliado. Contudo, nenhum deles se encontra entre os 10 maiores produtores de mel do Estado de Rondônia.

No caso do Thiametoxan, o município Chupinguaia apresenta correlação positiva forte e está inseridos entre os que mais comercializaram o ingrediente ativo Thiametoxan no período avaliado. Contudo, ele não se encontra entre os 10 maiores produtores de mel do Estado de Rondônia.

No somatório desses neonicotinoides, verifica-se que os municípios de Ariquemes, São Miguel do Guaporé e Rio Crespo compõem esse conjunto de municípios com correlação positiva forte e estão inseridos entre os que mais comercializaram os ingredientes ativos neonicotinoides avaliados em somatório no período. Contudo, nenhum deles se encontra entre os 10 maiores produtores de mel do Estado de Rondônia.

No caso do Fipronil, verifica-se que os municípios Ariquemes e Cujubim compõem esse conjunto de municípios com correlação positiva forte e estão inseridos entre os que mais comercializaram o ingrediente ativo Fipronil no período avaliado.

Contudo, nenhum deles se encontra entre os 10 maiores produtores de mel do Estado de Rondônia.

No caso no Glifosato, os municípios de Alto Paraíso, Cabixi e Vilhena compõem esse conjunto de municípios com correlação positiva forte e também estão inseridos entre os que mais comercializaram o ingrediente ativo Glifosato no período avaliado. Contudo, apenas o município de Vilhena se encontra entre os 10 maiores produtores de mel do Estado de Rondônia.

Sendo assim, a análise destas constatações de correlação positiva forte devem, portanto, ser interpretadas como aleatórias já que, em regra, os municípios em que elas se apresentaram não têm expressividade em produção de mel e em comercialização dos ingredientes ativos avaliados ao mesmo tempo.

Ante todo o discutido, convém salientar que, embora não se possa inferir que a produção de mel no Estado de Rondônia tenha sido afetada negativamente pela comercialização dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid, Thiametoxan, Fipronil e Glifosato entre os anos de 2017 e 2020, também não se pode, de imediato, descartar tais efeitos sem outros estudos conclusivos que envolva o mapeamento e acompanhamento sistemático dos apiários, com coleta de amostra de resíduos em mel e diretamente nas abelhas.

Para além disso, não se pode refutar a ação negativa destes pesticidas para as abelhas, fundamentalmente considerando o clamor da cadeia produtiva no Estado e as notificações extraoficiais que relatam mortalidade de colmeias inteiras, ficando evidenciada a necessidade de se dispensar atenção ao problema primário da mortalidade.

Para operacionalização destes novos estudos, faz-se necessário o mapeamento dos apiários existentes no Estado, com levantamento sistemático de dados de produção e identificação de pontos de aplicação de defensivos no entorno das colmeias, bem como a criação de mecanismos de notificação de mortalidade de abelhas ao Órgão de Defesa Sanitária Estadual com consequente e imediato acionamento de equipe de emergência para atendimento e coleta de amostra e análise de resíduos.

Sugere-se, com isso, que esforços de entidades públicas e privadas, mediante mobilização de produtores envolvidos com a cadeia produtiva, sejam envidados para a criação um banco de dados preditivo robusto e intencional, a fim de que novas

pesquisas possam apontar para os ingredientes ativos causadores do problema e associá-los convenientemente aos efeitos na produção de mel.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pela metodologia aplicada neste estudo demonstraram que, de maneira geral, não se pode inferir que a comercialização dos pesticidas analisados tenha interferido negativamente na produção de mel no Estado de Rondônia, no período avaliado.

A pesquisa indica que o aumento da venda de pesticidas diminuiu a produção de mel no Estado de Rondônia no período de 2017 a 2020 por meio de correlações negativas fortes, da seguinte forma: em 12 municípios com a venda de Acetamiprido, em 8 municípios com a venda de Imidacloprid, em 3 municípios com a venda de Thiametoxan, em 8 municípios no somatório desses Neonicotinoides juntos, em 8 municípios com a venda de Fipronil e em 8 municípios com venda de Glifosato. Ainda assim, o estudo sugere que possa não existir causalidade entre as variáveis analisadas para esses casos, tendo em vista, essencialmente, o curto período estudado e a possibilidade de existirem outras variáveis de confusão não analisadas aqui.

Dada a problemática de mortalidade de abelhas vivenciada por apicultores no Estado de Rondônia, faz-se mister que as investigações das possíveis causas associadas a agrotóxicos sejam realizadas por meio de análise de resíduo das abelhas afetadas e que os apiários sejam mapeados sistematicamente a fim de que a cadeia produtiva consiga vislumbrar os mecanismos que apontem para as perdas reflexas na produção de mel.

## REFERÊNCIAS

- AGROSTAT: Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>. Acesso em: 20 jun. 2022.
- BALBUENA, María Sol *et al.* Effects of sublethal doses of glyphosate on honeybee navigation. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge/UK, v. 218 (17), p. 2799-2805. 2015. DOI: <https://doi-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1242/jeb.117291>. Disponível em <https://journalsbiologists.ez8.periodicos.capes.gov.br/jeb/article/218/17/2799/14136/Effects-of-sublethal-doses-of-glyphosate-on>. Acesso em: 20 maio 2022.
- BLOT, Nicolas *et al.* Glyphosate, but not its metabolite AMPA, alters the honeybee gut microbiota. **PLoS ONE**, San Francisco/US, v.14 (4), p. e0215466, abr. 2019. DOI: <http://dx-doi.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1371/journal.pone.0215466>. Disponível em: <https://go-gale.ez8.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?p=AONE&u=capes&id=GALE|A582576212&v=2.1&it=r>. Acesso em: 21 abr. 2022.
- BONMATIN, Jean-Marc. *et al.* Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environmental Science Pollut**, Cambridge/UK, v. 22 (1), p. 35-67, jan. 2015. DOI: <https://doi-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11356-014-3332-7>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez8.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11356-014-3332-7#citeas>. Acesso em: 17 jul. 2022.
- CASTELLI, Loreley *et al.* Impact of Chronic Exposure to Sublethal Doses of Glyphosate on Honey Bee Immunity. **Gut Microbiota and Infection by Pathogens. Microorganisms**, Basel/CH, v. 9 (4), p. 845, abr. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms9040845>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2607/9/4/845>. Acesso em: 21 abr. 2022.
- CHEN, Yun-Ru; TZENG, David; YANG, En-Cheng. Chronic Effects of Imidacloprid on Honey Bee Worker Development-Molecular Pathway Perspectives. **International Journal of Molecular Sciences**, Basel/CH, v. 22, p. 11835, out. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms222111835>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/21/11835>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- COLIN, Marc Edouard *et al.* A method to quantify and analyze the foraging activity of honey bees: Relevance to the sublethal effects induced by systemic insecticides. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 47, p. 387- 395, set. 2004. DOI: <https://doi-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00244-004-3052-y>. Disponível em: <https://link-springer-com.ez8.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s00244-004-3052-y#citeas>. Acesso em: 22 abr. 2022.
- DELKASH-ROUDSARI, Sahar *et al.* Assessment of lethal and sublethal effects of imidacloprid, ethion, and glyphosate on aversive conditioning, motility, and lifespan in honey bees (*Apis mellifera* L.). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Amsterdã/NL, v. 204, p. 111108, ago. 2020. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.111108.

Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez8.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscador-primo.html>. Acesso em: 03 set. 2022

DICKS, Lynv *et al.* Ten policies for pollinators. **Science**, v. 354 (6315), p. 975-976, nov. 2016. DOI: 10.1126/science.aai9226. Disponível em: <https://www-science-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1126/science.aai9226>. Acesso em: 07 set. 2022.

DIVELY, Galen P. *et al.* Correction: Assessment of Chronic Sublethal Effects of Imidacloprid on Honey Bee Colony Health. **PLoS ONE**, San Francisco/ US, vol. 12, n. 7, p. e0181297, jul. 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0181297 Disponível em: <https://go-gale.ez8.periodicos.capes.gov.br/ps/i.do?p=AONE&u=capes&id=GALE|A497893498&v=2.1&it=r>. Acesso em: 20 out. 2022.

FAITA, Márcia Regina *et al.* Changes in hypopharyngeal glands of nurse bees (*Apis mellifera*) induced by pollen-containing sublethal doses of the herbicide Roundup. **Chemosphere**, v. 211, p. 566–572, ago. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.07.189>. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez8.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0045653518314553>. Acesso em: 20 out. 2022.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rendimento e Produção de Mel natural no mundo. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 12 set. 2022.

GROOT, Grecia Stefanía de. Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina, **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 306, p. 107203, fev. 2021, DOI: <https://doi-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.agee.2020.107203> .Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez8.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0167880920303893?via%3Dihub>. Acesso em: 20 out. 2022

HENRY, M. *et al.* Reconciling laboratory and field assessments of neonicotinoid toxicity to honeybees. **Proceedings of the Royal Society. B, Biological sciences**, Londres/UK, v. 282 (1819), p. 20152110-20152110, nov. 2016. DOI: <http://doi.org/10.1098/rspb.2015.2110>. Disponível em: <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez8.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscador-primo.html>. Acesso em: 11 set. 2022.

HERBERT, Lucila T. *et al.* Effects of field-realistic doses of glyphosate on honeybee appetitive behaviour. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge/UK, v. 217, p. 3457-3464, out. 2014. DOI: <https://doi-org.ez8.periodicos.capes.gov.br/10.1242/jeb.109520>. Disponível em: <https://journals-biologists.ez8.periodicos.capes.gov.br/jeb/article/217/19/3457/12504/Effects-of-field-realistic-doses-of-glyphosate-on>. Acesso em 10 ago. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=31709&t=series-historicas>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html?edicao=31709&t=series-historicas>. Acesso em: 21 jan. 2022.

IEA – INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Portal do Governo de Estado de São Paulo. Mel: Câmbio E Embargo Europeu Podem Prejudicar Exportações em 2006. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo/SP, v. 1, n. 4, abr. 2006. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5209>. Acesso em 12 set. 2022.

LAURENT, Marion *et al.* A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014. **Relatório EPILOBEE**. abr. 2015. Disponível em: [http://www.euroconsulting.be/upload/news/documents/20150505060346\\_bee-report\\_2012\\_2014\\_en.pdf](http://www.euroconsulting.be/upload/news/documents/20150505060346_bee-report_2012_2014_en.pdf). Acesso em: 25 nov.2022.

LUNARDI, Juliana Sartori; ZALUSKI, Rodrigo; ORSI, Ricardo de Oliveira. Evaluation of Motor Changes and Toxicity of Insecticides Fipronil and Imidacloprid in Africanized Honey Bees (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, Feira de Santana, Brasil, v. 64, n. 1, p. 50–56, 2017. DOI: 10.13102/sociobiology.v64i1.1190. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/1190>. Acesso em: 26 out. 2022.

MOTTA, Eric Stabb *et al.* Oral or Topical Exposure to Glyphosate in Herbicide Formulation Impacts the Gut Microbiota and Survival Rates of Honey Bees. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 86, p. e01150-20, set. 2020. DOI: 10.1128/AEM.01150-20. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7480383/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

PAL, Elisa *et al.* Toxicity of the Pesticides Imidacloprid, Difenconazole and Glyphosate Alone and in Binary and Ternary Mixtures to Winter Honey Bees: Effects on Survival and Antioxidative Defenses. **Toxics**, Basel/CH, v. 10, p. 104, fev. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics10030104>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2305-6304/10/3/104>. Acesso em: 10 set. 2022.

RUNDOLF, Maj *et al.* Seed coating with a neonicotinoid insecticide negatively affects wild bees. **Nature**, London/UK, v. 521, n. 7550, p. 77-80, maio. 2015. DOI: 10.1038/nature14420. Disponível em: [https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html](https://www.periodicos-capes.gov.br/ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html). Acesso em: 02 fev. 2022.

SANCHES-BAYO, Francisco; GOKA, Koichi. Impacts of pesticides on honey bees. Beekeep. *In*: SANCHES-BAYO, Francisco; GOKA, Koichi. **Beekeeping and Bee Conservation: Advances in Research**. Rijeka/HR: IntechOpen, cap. 4, p. 77- 95, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/105772/62487>. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Um->

QDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA77&dq=Impacts+of+pesticides+on+honey+bees.+Beekeeping+and+Bee+Conservation:+Advances+in+Research&ots. Acesso em: 10 out. 2022.

SIAFRO: Sistema de Fiscalização do Comércio de Agrotóxicos no Estado de Rondônia. Versão 2.0: Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia, 2021. Disponível em: <http://siafro.idaron.ro.gov.br/>. Acesso em 21 jan. 2022.

TOSI, Simone; BRUGIO, Giovanni; NIEH, James. A common neonicotinoid pesticide, thiamethoxam, impairs honey bee flight ability. **Scientific Reports**, Londres/UK, v. 7, p. 1201, abr. 2017. DOI: DOI:10.1038/s41598-017-01361-8. Disponível em: [https://www-periodicos-capes.gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html](https://www-periodicos-capes.gov.br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html). Acesso em: 15 ago. 2022.

TSVETKOV, Nicolai *et al.* Chronic exposure to neonicotinoids reduces honey bee health near corn crops. **Science**, Washington, DC/US, v. 356, n. 6345, p. 1395-1397, jun. 2017. DOI: 10.1126/science.aam7470. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28663503/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

VANENGELSDORP, D.; UNDERWOOD, R.; CARON, D.; HAYES JR, J. An estimate of managed colony losses in the winter of 2006– 2007: a report commissioned by the Apiary Inspectors of America. **American Bee Journal**, Philadelphia/US, v.147, p.599-603, mar. 2007. Disponível em: <https://www-periodicos-capes.gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/buscaador-primo.html>. Acesso em: 03 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. A survey of honey bee colony losses in the U.S., fall 2007 to spring 2008. **Plos One**, San Francisco/US, v.3, n. 12, p.e4071, dez. 2008. DOI: 10.1371/journal.pone.0004071. Disponível em <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0004071>. Acesso em: 03 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. A survey of honey bee colony losses in the United States, fall 2008 to spring 2009. **Journal of Apicultural Research**, v. 49, p. 7-14, abril. 2010. DOI: 10.3896/IBRA.1.49.1.03. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/A-survey-of-honey-bee-colony-losses-in-the-United-vanEngelsdorp-Hayes/35b8a405b85073f4cbe2f2e5325057abf3c7392d>. Acesso em: 03 jun. 2022.

\_\_\_\_\_. A survey of managed honey bee colony losses in the USA, fall 2009 to winter 2010. **Journal of Apicultural Research**, v.50, p.1-10, jan. 2011. DOI: 10.3896/IBRA.1.50.1.01. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235257056\\_A\\_survey\\_of\\_managed\\_honey\\_bee\\_colony\\_losses\\_in\\_the\\_USA\\_fall\\_2009\\_to\\_winter\\_2010](https://www.researchgate.net/publication/235257056_A_survey_of_managed_honey_bee_colony_losses_in_the_USA_fall_2009_to_winter_2010). Acesso em: 03. jun. 2022.

\_\_\_\_\_. Colony collapse disorder: a descriptive study. **Plos One**, San Francisco/ US, v.4, p. e6481, ago. 2009. DOI: 10.1371/ journal.pone.0006481. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0006481>. Acesso em: 03 jun. 2022.

VÁSQUEZ, Diego *et al.* Chronic exposure to glyphosate induces transcriptional changes in honey bee larva: A toxicogenomic study. **Environmental Pollution**, v. 261, p. 114148, jun. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114148>.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749119367090>. Acesso em: 10 out. 2022.

WILLIAMS, Geoffrey *et al.* Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. **Scientific Reports**, Londres/ UK, v. 5, p. 14621, out. 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1038/srep14621>. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/srep14621#citeas>. Acesso em: 03 mar. 2022.

WOODCOCK, Ben Alex *et al.* Impacts of neonicotinoid use on long-term population changes in wild bees in England. **Nature Communication**, Londres/UK, v.7, p.

12459, ago. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms12459>. Disponível em:

<https://www.nature.com/articles/ncomms12459>. Acesso em: 08 ago. 2022.

**APÊNDICE A – Tabela dos Coeficientes de Correlação entre Venda de Agrotóxicos e Produção de Mel**

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre a produção de mel e a venda dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid, Timetoxan, Acetamiprido+Imidacloprid+Tiametoxan, Fipronil e Glifosato no período 2017 – 2020, nos municípios do Estado de Rondônia - Brasil

(continua)

Município	Aceta	Imida	Tiameto	Neonicoti	Fipronil	Glifosato
Alta Floresta	0,62	-0,35	0,62	0,62	0,65	0,80
Alto Alegre	0,93	0,51	-0,65	0,11	0,91	0,47
Alto Paraíso	0,64	0,65	0,05	0,67	0,20	0,85
Alvorada	-0,60	0,61	0,08	0,49	-0,05	0,22
Ariquemes	0,82	0,81	0,73	0,86	0,77	0,59
Buritis	0,06	0,51	0,67	0,65	0,68	-0,82
Cabixi	-0,87	0,00	0,03	-0,08	-0,70	0,82
Cacaulândia	-0,60	0,45	0,81	0,68	-0,57	-0,68
Cacoal	0,87	-0,57	-0,42	0,35	-0,58	-0,54
C. Novo	-0,24	-0,93	0,98	-0,64	-0,59	-0,91
Candeias	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Castanheiras	-0,77	0,90	0,07	-0,51	-0,37	-0,34
Cerejeiras	-0,80	-0,82	0,64	-0,94	-0,89	0,28
Chupinguaia	-0,96	0,47	0,94	0,52	-0,81	-0,15
Colorado	-0,84	-0,70	-0,27	-0,75	0,74	-0,16
Corumbiara	-0,84	-0,36	-0,46	-0,70	-0,90	-0,35
C. Marques	-0,17	-0,22	-0,22	-0,44	0,33	-0,51
Cujubim	0,75	-0,36	-0,32	0,03	0,77	0,47
Espigão	-0,78	-0,25	-0,21	-0,83	-0,28	0,03
J. Teixeira	0,75	-0,88	0,87	0,64	0,00	-0,02
G. Mirim	0,77	0,64	-0,78	0,65	0,59	0,87
Itapuã	-0,58	-0,75	0,61	-0,72	-0,91	-0,76
Jaru	0,56	-0,18	0,67	0,57	-0,98	-0,07
Ji-Paraná	0,63	0,55	-0,32	0,47	0,20	0,37
Machadinho	-0,70	-0,87	-0,48	-0,83	-0,75	-0,88
M. Andreazza	-0,88	-0,61	-0,63	-0,85	0,53	0,40
M. da Serra	0,57	0,19	0,26	0,47	0,01	-0,78
Montenegro	-0,58	-0,96	-0,33	-0,77	-0,25	-0,99
N. Brasilândia	-0,67	-0,40	-0,72	-0,65	-0,29	-0,89
N. Mamoré	-0,73	-0,97	0,64	-0,87	-0,61	-0,91
Nova União	-0,65	-0,52	-0,23	-0,97	0,00	-1,00
N. Horizonte	0,78	0,37	0,08	0,40	0,63	0,20
Ouro Preto	0,66	0,57	-0,55	0,12	0,81	0,74
Parecis	0,94	0,93	-0,48	0,97	0,64	-0,53
P. Bueno	0,68	0,68	0,96	0,97	0,53	0,64
Pimenteiras	0,55	-0,37	0,31	-0,27	0,32	0,08
Porto Velho	-0,75	-0,36	0,69	-0,44	-0,42	-0,56
P. Médici	-0,62	-0,57	0,76	-0,59	-0,53	-0,56

Tabela 5 - Coeficientes de correlação de Pearson entre a produção de mel e a venda dos ingredientes ativos Acetamiprido, Imidacloprid, Tiametoxan, Acetamiprido+Imidacloprid+Tiametoxan, Fipronil e Glifosato no período 2017 – 2020, nos municípios do Estado de Rondônia - Brasil

(conclusão)

Município	Aceta	Imida	Thiameto	Neonicoti	Fipronil	Glifosato
Primavera	-0,97	0,73	0,97	0,92	-0,45	-0,70
Rio Crespo	-0,60	-0,86	-0,91	0,91	-0,47	-0,66
R. Moura	0,88	0,25	0,96	0,51	-0,25	-0,20
Santa Luzia	-0,55	-0,47	-0,17	-0,44	-0,77	-0,19
São Felipe	-0,55	0,87	0,57	0,57	-0,51	0,29
S. Franciso	0,87	0,85	-0,52	0,93	0,62	0,80
São Miguel	0,67	0,89	-0,51	0,90	0,65	0,01
Seringueiras	-0,95	0,24	-0,47	0,04	-0,89	0,23
Teixeirópolis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Theobroma	-0,92	-0,62	0,07	-0,72	-0,92	0,01
Urupá	0,41	0,68	0,83	0,94	0,00	0,77
Vale Anari	0,57	-0,30	0,04	0,52	0,48	0,45
V. Paraíso	0,56	-0,28	-0,82	0,54	0,00	0,32
Vilhena	0,68	-0,39	-0,53	-0,20	0,11	0,76