



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>

ISSN: 2595-1661

Revista JRG de
Estudos Acadêmicos

Identificação de Possíveis Relações entre o Uso de Agrotóxicos e os Problemas de Saúde Reportados por Municípios de Santa Tereza do Oeste – PR

Identification of Possible Relationships Between the Use of Pesticides and Health Problems Reported by Residents of Santa Tereza do Oeste – PR

DOI: 10.55892/jrg.v7i14.1011

ARK: 57118/JRG.v7i14.1011

Recebido: 30/03/2024 | Aceito: 14/04/2024 | Publicado *on-line*: 15/04/2024

Kelly Chapla¹

<https://lattes.cnpq.br/5977440276620782>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, PR, Brasil

E-mail: kelly_chapla@yahoo.com

Prof. Dr. Jefferson Gustavo Martins²

<https://orcid.org/0000-0003-0480-6573>

<http://lattes.cnpq.br/2102993901875277>

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, PR, Brasil

E-mail: martinsjg@hotmail.com

Profa. Dra. Ana Tereza Bittencourt Guimarães³

<https://orcid.org/0000-0002-3633-6484>

<http://lattes.cnpq.br/7043053823250811>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, PR, Brasil.

E-mail: anatbguimaraes@gmail.com

Peter Kille⁴

<https://orcid.org/0000-0001-6023-5221>

School of Biosciences – Cardiff University.

E-mail: kille@cardiff.ac.uk

Nuno Gonçalo de Carvalho Ferreira⁵

<https://Orcid.org/0000-0002-3749-3836>

Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR).

E-mail: nuno.ferreira@ciimar.up.pt



¹Graduada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Mestranda no Programa de Pós Graduação em Tecnologias em Biociências (PPGBIO) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus Toledo*, PR (Brasil).

² Graduado em Informática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e em Programa Especial de Formação Pedagógica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR; Mestre(a) em Engenharia de Produção, Área de Concentração em Inteligência Aplicada, pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutor em Informática pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pós-Doutor em Ciências Exatas e da Terra pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). *Professor da UTFPR desde 2003, tendo sido aprovado à classe Titular em 2019. Como tal compõe diferentes órgãos colegiados; é responsável pela Divisão de Propriedade Intelectual (DIPIN-TD) e pelo Núcleo de Inovação (NIT) do *Campus Toledo*, PR (Brasil).

³ Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Paraná; Mestra em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná; Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). *Professora adjunta de bioestatística na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR (Brasil), pesquisadora produtividade pelo edital CNPq 09-2020, professora do Mestrado e Doutorado em Biociências e Saúde, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR (Brasil).

⁴ Graduado Bioquímica e Doutor em Bioquímica pela Universidade Cardiff, Reino Unido. *Diretor de Tecnologia, Diretor de Bioiniciativas e Professor do departamento de Biociências da Universidade Cardiff, Reino Unido.

⁵ Graduado em Biologia, Mestre em Toxicologia e Ecotoxicologia e PhD em Ecotoxicologia e Toxicologia Ambiental pela Universidade de Aveiro, Portugal. Pesquisador do Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental - Universidade do Porto, Portugal. Pesquisador Associado da Escola de Biociências da Universidade Cardiff, Reino Unido. O projeto foi apoiado através do Global Challenge Research Fund atribuído pelo Higher Education Funding Council for Wales (HEFCW). Nuno G. C. Ferreira foi apoiado pela FCT (Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia) através do contrato 2021.02111.CEECIND (DOI:10.54499/2021.02111.CEECIND/CP1665/CT0003).



Resumo

Os agrotóxicos são empregados para controle de doenças e de pragas e têm gerado problemas ambientais e também relacionados à saúde pública. Ao contrário os problemas de saúde agudos, os problemas crônicos são decorrentes da exposição a agrotóxicos por longos períodos de tempo, possuem sintomas mais sutis e são mais difíceis de serem diagnosticados. A partir do exposto, o presente estudo emprega técnicas de mineração de dados, por meio da ferramenta computacional WEKA (*Waikato Environment for Knowledge Analysis*), na tentativa de identificar possíveis relações entre o uso de agrotóxicos e problemas de saúde reportados pelos municípios de Santa Tereza do Oeste - PR, Brasil. A base de dados utilizada foi construída por meio da aplicação do questionário *Self-Reporting Questionnaire 20 Items* (SRQ-20), o qual é reconhecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) para avaliação de desordens psiquiátricas. Em geral, os resultados gerais corroboram com aqueles produzidos por outros estudos relacionados ao tema, ao mesmo tempo em que os resultados individuais de cada técnica de mineração de dados empregadas convergem entre si. Dentre outros, identificou-se a relação do contato com agrotóxicos com problemas de fadiga, neurológicos e gastrointestinais. Além disso, com base na análise dos resultados obtidos, surgiu um questionamento quanto à forma como o SRQ-20 é utilizado avaliando apenas o fator quantitativo e não qualitativo das respostas fornecidas.

Palavras-chave: Exposição a Agrotóxicos. Impactos na Saúde e Ambiente. População Rural e Urbana. Agricultura

Abstract

Pesticides are used to control diseases and pests and have generated environmental and public health problems. Unlike acute health problems, chronic problems result from exposure to pesticides for long periods of time, have more subtle symptoms and are more difficult to diagnose. Based on the above, the present study employs data mining techniques, using the computational tool WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis), in an attempt to identify possible relationships between the use of pesticides and health problems reported by the citizens of Santa Tereza do Oeste - PR, Brazil. The database used was constructed through the application of the Self-Reporting Questionnaire 20 Items (SRQ-20), which is recognized by the World Health Organization (WHO) for assessing psychiatric disorders. In general, the general results corroborate those produced by other studies related to the subject, while the individual results of each employed data mining technique converge with each other. Among others, the relationship between contact with pesticides and fatigue, neurological and gastrointestinal problems was identified. In addition, based on the analysis of the results obtained, a question arose as to how the SRQ-20 is used, evaluating only the quantitative and not the qualitative factor of the answers provided.

Keywords: *Exposure to Pesticides. Health and Environmental Impacts. Rural and Urban Population. Agriculture*



1. Introdução

A utilização contínua de agrotóxicos objetiva a melhoria dos resultados de produção, mas em contrapartida gera maior resistência das pragas e desencadeia um ciclo que se repete continuamente^{1; 2}. Ademais, a intoxicação decorrente destes produtos pode ser considerada um problema de saúde pública mundial. Publicações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da Organização Internacional do Trabalho (OIT) constataram que os agrotóxicos promovem anualmente cerca de 70 mil casos de intoxicações em trabalhadores de países em desenvolvimento, mas também se supõem uma possível subnotificação^{5;6}.

O Brasil foi identificado como o país que mais gastou com agrotóxicos em termos de volume total, com valores que chegam a US\$ 10 bilhões, enquanto que o estado do Paraná (PR) está nas primeiras posições como consumidor de agrotóxicos do Brasil em decorrência da vocação agrícola^{3; 4}. Como consequência, casos de intoxicação ocorrem com frequência e resíduos de agrotóxicos em alimentos, água e solo foram revelados por estudos da Superintendência de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA) e da Secretaria de Saúde do Estado do Paraná (SESA)^{3;7}.

Diante do exposto, o presente trabalho apresenta um estudo de caso com uma amostra da população do município de Santa Tereza do Oeste - PR, com vistas a identificar possíveis relações entre o uso de agrotóxicos e os relatos dos municípios quanto a problemas de saúde. O trabalho está organizado em 5 seções. Nesta seção são apresentados os objetivos e a motivação do trabalho. A segunda seção apresenta a metodologia empregada, enquanto que as Seções 3 e 4 compreendem os resultados e sua discussão. As considerações finais são apresentadas na Seção 5.

2. Metodologia

Neste trabalho foi aplicado o processo de Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (*Knowledge Discovery in Databases - KDD*), o qual possui as seguintes etapas: seleção de dados, pré-processamento, transformação, mineração de dados e interpretação. Os dados selecionados e utilizados são apresentados na Tabela 1 e representam um recorte da base original. Durante as entrevistas dos municípios de Santa Tereza do Oeste-PR, estes forneciam “sim” ou “não” como resposta a cada questão. A base foi construída pelo projeto desenvolvido pela Universidade CARDIFF em parceria com Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), o qual foi aprovado junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) segundo o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAEE) N. 07558819.0.0000.8142 e Parecer N. 3.414.975, de 26 de junho de 2019.

Tabela 1. Questões avaliadas relativas a SQR-20 e Saúde (doenças).

Grupo	ID	Questões abordadas
SRQ-20	Q_01	Você tem dores de cabeça frequentes?
	Q_02	Você tem falta de apetite?
	Q_03	Você dorme mal?
	Q_04	Você se assusta com facilidade?
	Q_05	Você tem tremores musculares?
	Q_06	Você se sente nervoso, tenso ou preocupado?
	Q_07	Você tem má digestão?
	Q_08	Você sente que suas ideias ficam embaralhadas de vez em quando?
	Q_09	Você tem se sentido triste ultimamente?
	Q_10	Você tem chorado mais do que de costume?
	Q_11	Você encontra dificuldade para realizar com satisfação suas atividades diárias?



	Q_12	Você tem dificuldade para tomar decisões?
	Q_13	Você acha que seu trabalho é penoso e lhe causa sofrimento?
	Q_14	Você se acha incapaz de desempenhar um papel útil na sua vida?
	Q_15	Você tem perdido o interesse pelas coisas?
	Q_16	Você se sente uma pessoa sem valor?
	Q_17	Alguma vez você pensou em acabar com sua vida?
	Q_18	Você se sente cansado o tempo todo?
	Q_19	Você sente alguma coisa desagradável no estômago?
	Q_20	Você se cansa com facilidade?
Doenças	Q_21	Teve contato com agrotóxicos?
	Q_22	Você tem problemas ortopédicos?
	Q_23	Você tem dores musculares?
	Q_24	Você tem fadiga?
	Q_25	Você tem doença respiratória?
	Q_26	Você tem doença cardiovascular?
	Q_27	Você tem alterações endócrinas?
	Q_28	Você tem doença hepática?
	Q_29	Você tem doença renal urinária?
	Q_30	Você tem problemas neurológicos?
	Q_31	Você tem problemas gastrointestinais?
	Q_32	Você tem problemas de pele?
	Q_33	Tabagista
	Q_34	Faz consumo de Álcool

Fonte: A Autora.

As coletas de dados ocorreram em 2019 e 2021 e foram baseados no Protocolo de Avaliação das Intoxicações Crônicas por Agrotóxicos da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná e no Questionário de Autoavaliação (*Self-Reporting Questionnaire*, SRQ-20). Na Tabela 1 é possível identificar os itens do SQR-20 (Q_01 à Q_20) e outros 14 itens relacionados a relatos de Doenças (Q_21 à Q_34) que também foram incluídas nas entrevistas. Estes dados permitem identificar possíveis Transtornos Mentais Comuns ou Morbidades Psiquiátricas Menores⁸, além de questões físicas.

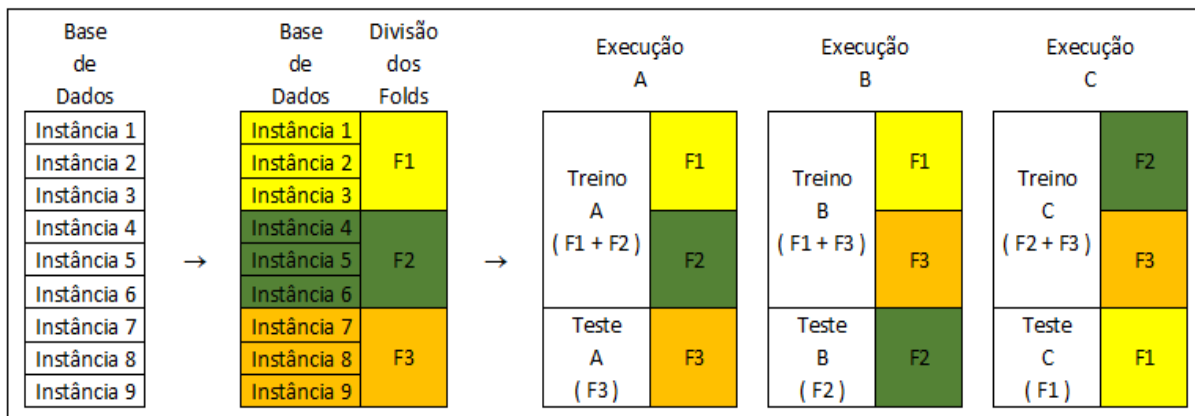
Proposto por Harding⁹ como colaboração para a OMS e validado em diversos países, o SQR-20 pode sofrer alterações na ordem ou formato das perguntas para se adequar a realidades culturais diferentes. No Brasil, o questionário foi validado por Mari e Willians¹⁰, sendo que o participante com 7 ou mais respostas “Sim” teria maior probabilidade de ter um transtorno mental. Desta forma, as instâncias do conjunto de dados que atendiam tal condição foram identificadas e rotuladas como classe “Sim”, enquanto os demais foram atribuídos e rotulados à classe “Não”.

Nas atividades de pré-processamento e transformação padronizou-se os valores dos campos e a conversão do formato original de arquivo CSV (*Comma-Separated Values*) para o ARFF (*Attribute-Relation File Format*), exigidos pela ferramenta computacional *Waikato Environment for Knowledge Analysis* (WEKA). Para a mineração de dados empregou-se Regras de Associação (Apriori) e Regras de Decisão (J48)^{11; 12}. Para o algoritmo Apriori foram empregados todos os 179 indivíduos em um conjunto único, a quantidade máxima de três milhões de regras e o valor 0.5 como ponto de corte (valor mínimo) para as métricas suporte e confiança de cada regra gerada. A maior proporção de instâncias pertencentes à classe “Não” em relação à classe “Sim” afetou os resultados do Apriori, com a geração de pouquíssimas (ou nenhuma) regras para a segunda classe. A partir disto, tais experimentos foram repetidos considerando apenas o subconjunto de instâncias pertencentes à classe “Sim”, sendo que os exemplos dos resultados apresentados na seção seguinte podem ser produtos de uma ou de ambas as execuções.



Para o algoritmo J48, os elementos foram divididos em 3 *fold*s, com subconjuntos com 60, 60 e 59 elementos. Realizou-se então a validação cruzada com três execuções, sendo que em cada uma delas um *fold* era usado para teste e os outros dois para treinamento, conforme Figura 1. A partir dos resultados foi construída uma Matriz de Confusão 2x2 (Figura 2). TP (True Positive) compreende as amostras positivas classificadas como positivas. FN (False Negative) compreende as amostras positivas classificadas como negativas. TN (True Negative) compreende as amostras negativas classificadas como negativas. FP (False Positive) compreende as amostras negativas classificadas como positivas. Essa representação é útil ao analisar a frequência de erros cometidos em cada classe ou par de classes em termos de erros Tipo I (FP) e Tipo II (FN). TP, FN, TN e FP são expressos em valores absolutos e permitem a derivação de taxas em percentuais, facilitando a avaliação dos classificadores¹³.

Figura 1. Definição dos conjuntos de Treinamento e Teste utilizados nos experimentos.



Fonte: A autora.

Figura 2. Matriz de Confusão 2X2.

		Classe Sugerida pelo Classificador	
		Positiva	Negativa
Classe Real	Positiva	Verdadeiro Positivo	Falso Negativo
	Negativa	Falso Positivo	Verdadeiro Negativo

Fonte: MARTINS et al. 2021.



Os resultados compreenderam a média e o desvio padrão (σ) das taxas obtidas para as três execuções, sendo estas (Equações 1-4): acurácia, precisão, *recall* e F1 score. Acurácia (Equação 1) contabiliza as instâncias que foram classificadas corretamente, isto é, quantos indivíduos rotulados como “sim” e “não” verdadeiramente foram classificadas como “sim” e “não”, respectivamente. Precisão (Equação 2) avalia quantas instâncias classificadas como “sim” pertenciam à classe “sim”, sendo uma boa medida para casos em que o custo do FP é alto, o que para este caso seria classificar “não” como “sim”. Recall (Equação 3) calcula quantas instâncias classificadas como “sim” eram realmente “sim”, sendo uma métrica a ser utilizada para selecionar o melhor modelo quando há um alto custo ao se classificar os indivíduos rotulados com “sim” como “não”. Por fim, o F1 Score (Equação 4) é útil quando se busca um equilíbrio entre precisão e recall, inclusive quando há uma distribuição de classes desigual.

$$\text{Acurácia} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Precisão} = \frac{TP}{TP + FP} \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{F1 - Score} = 2 * \frac{\text{Precisão} \times \text{Recall}}{\text{Precisão} + \text{Recall}} \quad (4)$$

3. Resultados

Os resultados obtidos com a utilização dos algoritmos Apriori e J48 serão descritos a seguir.

Regras de Associação com algoritmo Apriori

Os Quadros 4, 5 e 6 apresentam algumas das regras geradas ao se considerar os itens da Tabela 1 para SQR-20 (Q_01 à Q_20) e Doenças (Q_21 à Q_34), de forma separada e em conjunto. As regras produzidas considerando o grupo de SQR-20 são apresentadas no Quadro 4 e permitiram identificar o uso em maior frequência dos atributos e também a associação entre os atributos Q_18 (Você se sente cansado o tempo todo?), Q_08 (Você sente que suas ideias ficam embaralhadas de vez em quando?), Q_24 (Você se assusta com facilidade?) e Q_06 (Você se sente nervoso, tenso ou preocupado?). Desta forma, destaca-se a importância do atributo Q_18 e Q_08 devido à frequência com que cada um aparece nas regras geradas, de forma individual e principalmente em conjunto com a indicação de que possuem algum tipo de relação.



Quadro 4. Resultados obtidos pelo algoritmo Apriori para grupo SQR-20.

Q_04=nao Q_05=nao Q_06=nao Q_09=nao Q_13=nao Q_15=nao Q_16=nao
 Q_18=nao Q_19=nao 32 ==> classe=nao 32 conf:(1)
 Q_10=nao Q_20=sim 38 ==> classe=nao 19 conf:(0.5)
 Q_01=sim Q_02=sim Q_03=sim Q_06=sim Q_08=sim Q_18=sim Q_20=sim 3 ==>
 classe=sim 3 conf:(1)
 Q_01=sim Q_02=sim Q_03=sim Q_06=sim Q_08=sim Q_16=nao Q_18=sim 3 ==>
 classe=sim 3 conf:(1)

Fonte: A autora.

Quadro 5. Resultados obtidos pelo algoritmo Apriori para grupo Doenças.

Q_25=nao Q_27=nao Q_29=nao Q_30=nao Q_34=sim 25 ==> classe=nao 23
 conf:(0.92)
 fadiga=nao Q_26=sim Q_27=nao Q_29=nao Q_31=nao 23 ==> classe=nao 21
 conf:(0.91)
 Q_21=sim Q_22=nao fadiga=nao Q_30=nao 30 ==> classe=nao 27 conf:(0.9)
 Q_21=sim Q_22=sim Q_23=sim Q_24=sim Q_25=sim Q_26=sim Q_28=sim
 Q_29=sim Q_30=sim Q_31=sim Q_34=nao 1 ==> classe=sim 1 conf:(1)
 Q_21=sim Q_22=sim Q_23=sim Q_24=sim Q_25=sim Q_26=sim Q_27=nao
 Q_28=sim Q_29=sim Q_30=sim Q_31=sim Q_34=nao 1 ==> classe=sim 1 conf:(1)

Fonte: A autora.

Quadro 6. Resultados obtidos pelo algoritmo Apriori.

Q_02=nao Q_05=nao Q_07=nao Q_14=nao Q_15=nao Q_19=nao Q_26=nao
 Q_28=nao 53 ==> classe=nao 52 conf:(0.98)
 Q_03=nao Q_05=nao Q_07=nao Q_10=nao Q_15=nao Q_16=nao Q_24=nao
 Q_28=nao Q_29=nao 50 ==> classe=nao 49 conf:(0.98)
 Q_02=nao Q_05=nao Q_06=sim Q_10=nao Q_16=nao Q_18=nao 48 ==>
 classe=nao 47 conf:(0.98)
 Q_01=sim Q_04=sim Q_06=sim Q_18=sim 7 ==> classe=sim 7 conf:(1)
 Q_01=sim Q_03=sim Q_06=sim Q_18=sim 9 ==> classe=sim 9 conf:(1)
 Q_03=sim Q_06=sim Q_08=sim Q_09=sim Q_15=sim Q_17=sim Q_18=sim 7 ==>
 classe=sim 7 conf:(1)
 Q_03=sim Q_06=sim Q_08=sim Q_09=sim Q_10=sim Q_17=sim Q_18=sim 7 ==>
 classe=sim 7 conf:(1)

Fonte: A autora.

Tomando o contexto de Doenças, regras como as ilustradas no Quadro 5 permitiram a identificação de associações entre problemas ortopédicos (Q_22) com dor muscular (Q_23) e fadiga (Q_22). Para alguns casos em que houve contato com agrotóxicos (Q_21), também houve ocorrências de problemas ortopédicos e dor muscular. Identificou-se ainda relações entre problemas ortopédicos com fadiga, doenças cardiovasculares (Q_26) e problemas neurológicos (Q_30). Houve ainda a associação entre doenças cardiovasculares e problemas de pele (Q_32), bem como entre dor muscular, problemas neurológicos e problemas gastrointestinais (Q_31). Por fim, as regras demonstraram haver relações do contato com agrotóxicos com problemas ortopédicos, dor muscular, fadiga, doença respiratória, doenças cardiovasculares, doença hepática, doença renal urinária, problemas neurológicos e problemas gastrointestinais.

Ao se tomar todos os atributos da Tabela 1, foram geradas regras tais como as do Quadro 6. Verificou-se relações de sintomas dores (Q_01) de cabeça e cansaço



(Q_18), problemas ortopédicos (Q_22), neurológicos (Q_30), gastrointestinais (Q_31) e dores musculares (Q_23). Também foram identificadas relações entre o item relacionado “você dorme mal” (Q_03) com problemas psicológicos (nervosismo, tensão, preocupação, ideias embaralhadas, tristeza, choro, cansaço e pensamentos de suicídio - Q_06, Q_08, Q_09, Q_10 e Q_17).

Destaca-se que, como esperado, as instâncias pertencentes à classe “Não” apresentam “não” como resposta a maior parte de seus atributos, mas que o mesmo ocorreu para aquelas pertencentes à classe “Sim”. Além disso, principalmente para a classe “Sim”, as regras produzidas possuem alto valor para a confiança, mas baixíssimos valores para suporte. Tal fato demonstra que há poucas ocorrências na base de dados que atendam tais regras e também caracteriza a dificuldade de distinção entre ambas as classes. Ao mesmo tempo, tem-se como a hipótese de que o mais importante seria considerar uma análise qualitativa e identificar as perguntas que tiveram respostas “Sim”, ao invés da quantitativa com todas as respostas contabilizadas e a aplicação do limiar conforme a proposta corrente do SQR-20.

Árvores de Decisão com algoritmo J48

As regras apresentadas no Quadro 7 para o grupo de Atributos SQR-20 representam a Árvore de Decisão de uma das três execuções realizadas. A título de exemplo, uma regra gerada com o uso dos atributos Q_09 (não) e Q_18 (não) apresentou 67 acertos e apenas 2 erros. Houveram 10 acertos e 2 erros a partir de uma regra gerada com o uso dos atributos Q_09 (sim), Q_08 (não), Q_19 (não) e Q_05 (não). Em ambos os casos, os erros se referem a instâncias pertencentes à classe “sim” que foram classificadas como “não”. Também houveram instâncias pertencentes à classe “não” classificadas como “sim”, tal como ilustra a regra gerada a partir apenas dos atributos Q_09 (sim) e Q_08 (sim) que produziu 24 acertos e 1 erro.

Quadro 7. Árvore de Decisão (regras) gerada pelo Algoritmo J48.

Q_09 = NA: nao (3.0)
Q_09 = nao
Q_18 = NA: nao (0.0)
Q_18 = nao: nao (67.0/2.0)
Q_18 = sim
Q_08 = NA: sim (0.0)
Q_08 = nao: nao (3.0)
Q_08 = sim: sim (8.0)
Q_09 = sim
Q_08 = NA: sim (0.0)
Q_08 = nao
Q_19 = NA: nao (0.0)
Q_19 = nao
Q_05 = NA: nao (0.0)
Q_05 = nao: nao (10.0/2.0)
Q_05 = sim: sim (2.0)
Q_19 = sim: sim (3.0)
Q_08 = sim: sim (24.0/1.0)

Fonte: A autora.



Ao realizar uma análise sob a perspectiva dos atributos envolvidos na geração das regras, identificou-se dois atributos em comum (28 e 41) nas regras produzidas em todas as execuções, corroborando com o questionamento sobre o uso de uma simples contagem de respostas e a importância/peso de cada uma das perguntas. Além disso, ao se avaliar a relevância dos atributos, observou-se o 41 figura nos primeiros níveis em duas das três execuções. Os atributos Q_03, Q_04, Q_06, Q_07, Q_08, Q_10, Q_13, Q_14, Q_16 e Q_20 só apareceram em uma das três execuções.

A partir da matriz de confusão geradas contabilizando acertos e erros das três execuções, calculou-se a média e o desvio padrão (σ) para as métricas (Tabela 2). A acurácia atingiu 82,1% ($\sigma=2,1$) e as demais métricas obtiveram valores próximos, o que indica que a taxas gerais de erros são semelhantes para ambas as classes (“sim” e “não”), sendo que as instâncias com valores NA em seus atributos estão compreendidos entre as classes.

Tabela 2. Taxas obtidas pelo Algoritmo J48.

Acurácia		Precisão		Recall		F-Measure	
%	σ	%	σ	%	σ	%	σ
82,1	2,1	73,7	0,7	71,4	8,7	72,0	5,1

Fonte: A autora, 2023

Ao se considerar o grupo de Atributos Doenças, seguindo os mesmos procedimentos anteriores, chegou-se à definição de Árvores de Decisão (regras) como as apresentadas no Quadro 8 e taxas da Tabela 3. A título de exemplo, uma regra gerada com o uso do atributo relacionado a problemas neurológicos (Q_30 - não) apresentou 74 acertos e 17 erros. Nesse caso, os erros se referem a instâncias pertencentes à classe “sim” que foram classificadas como “não”. Também houveram 27 acertos e 9 erros a partir de uma regra gerada o atributo relativo a dor muscular (Q_23), indicando que instâncias pertencentes à classe “não” foram classificadas como “sim”.

Quadro 8. Árvore de Decisão (regras) gerada pelo Algoritmo J48 para o grupo Doenças.

Q_30 = NA: nao (11.0/3.0)
Q_30 = nao: nao (74.0/17.0)
Q_30 = sim
Q_23 = NA: sim (0.0)
Q_23 = nao: nao (7.0/1.0)
 Q_23 = sim: sim (27.0/9.0)

Fonte: A autora.

Tabela 3. Taxas obtidas pelo Algoritmo J48 para o grupo Doenças.

Acurácia		Precisão		Recall		F-Measure	
%	σ	%	σ	%	σ	%	σ
69,2	7,3	53,8	12,2	43,2	9,5	47,8	10,7

Fonte: A autora.

Não foram identificados atributos comuns entre às 3 execuções. O atributo relacionado a problemas neurológicos (Q_30) apareceu no topo da árvore de decisão em duas execuções, enquanto dor muscular (Q_23) apareceu no topo da árvore na outra execução. Os atributos Q_21 (Teve contato com agrotóxicos) e Q_24 (Você tem



fadiga?) estavam presentes em um par de execuções, enquanto que o Q_30 (Você tem problemas neurológicos?) foi comum em outro par. A acurácia atingiu 69,2% ($\sigma=7,3$) e as demais métricas obtiveram valores inferiores a 54%, inclusive com valores mais elevados para o desvio padrão, o que indica que tal recorte por si só não tem capacidade de diferenciar as classes “sim” e “não”.

As regras geradas levantam questionamentos quanto às relações das doenças listadas na base de dados e os problemas de saúde ocasionados em função da exposição a agrotóxicos. Embora os problemas ortopédicos não estejam diretamente ligados a intoxicação, estes podem ser consequências do acúmulo de algum componente químico no corpo dos indivíduos durante tempo prolongados de exposição. Em contrapartida, na execução A e B, o atributo problemas neurológicos apareceu no topo da árvore. Já na execução C, no topo da árvore apareceu o atributo problemas gastrointestinais, indicando que ambos os problemas de saúde estão diretamente relacionados com a exposição a agrotóxicos.

No terceiro conjunto de experimentos, com todos os atributos da Tabela 1, produziu-se regras como as apresentadas no Quadro 9 e as taxas da Tabela 4. A acurácia atingiu 82,1% ($\sigma=2,7$) e as demais métricas obtiveram valores próximos, o que indica que as taxas gerais de erros são semelhantes para ambas as classes (“sim” e “não”).

Quadro 9. Árvore de Decisão (regras) gerada pelo Algoritmo J48.

```

Q_09 = NA: nao (3.0)
Q_09 = nao
| Q_18 = NA: nao (0.0)
| Q_18 = nao: nao (67.0/2.0)
| Q_18 = sim
| | Q_08 = NA: sim (0.0)
| | Q_08 = nao: nao (3.0)
| | Q_08 = sim: sim (8.0)
Q_09 = sim
| Q_08 = NA: sim (0.0)
| Q_08 = nao
| | Q_19 = NA: nao (0.0)
| | Q_19 = nao
| | | Q_05 = NA: nao (0.0)
| | | Q_05 = nao
| | | | Q_21 = NA: sim (2.0)
| | | | Q_21 = nao: nao (1.0)
| | | | Q_21 = sim: nao (7.0)
| | | Q_05 = sim: sim (2.0)
| | Q_19 = sim: sim (3.0)
| Q_08 = sim: sim (24.0/1.0)
    
```

Fonte: A autora.

Tabela 4. Taxas obtidas pelo Algoritmo J48.

Acurácia		Precisão		Recall		F-Measure	
%	σ	%	σ	%	σ	%	σ
82,1	2,7	73,0	1,4	73,1	10,5	72,4	6,2

Fonte: A autora.



No Quadro 9 tem-se uma regra gerada a partir dos atributos Q_09 (não) e Q_18 (não) apresentou 67 acertos e apenas 2 erros. Houveram 24 acertos e 1 erro a partir de uma regra gerada com o uso dos atributos Q_09 (sim) e Q_08 (sim). Observou-se também que cada um dos atributos Q_01 (Você tem dores de cabeça frequentes?), Q_09 (Você tem se sentido triste ultimamente?) e Q_18 (Você se sente cansado o tempo todo?) apareceu no topo da árvore (nó inicial) de uma execução. Ressalta-se que Q_18 apareceu nas três execuções, enquanto Q_09 e Q_01 aparecem em duas execuções sendo uma delas em comum.

4. Discussão

Os efeitos dos agrotóxicos dependem das características e tempo de exposição ao produto, sendo que sua presença tem sido detectada em amostras de sangue humano, urina e leite materno^{14;15,16}. Em seu contexto global, a base de dados utilizada envolveu estudos sobre o emprego dos produtos Organoclorados, Glifosato e Ácido Aminometilfosfônico (AMPA, principal metabólito do Glifosato). Mais especificamente, foram realizadas análises de amostras de solo e também houve questionamento aos participantes quanto ao contato com tais produtos, sendo que este segundo é tratado neste artigo. Destaca-se que vários distúrbios e doenças podem ser decorrentes do contato com o produto glifosato, derivado do aminoácido glicina, que facilmente se insere numa variedade de vias metabólicas¹⁷.

Corroborando com os achados deste estudo, outros demonstraram que a longo prazo poderão causar distúrbios osteomusculares, respiratórios, mentais, cognitivos (dificuldade de concentração, esquecimento, confusão mental e ideação suicida), neurológicos, psicológicos, endócrinos, intoxicação, gastrointestinais; câncer, doenças dos sistemas musculoesquelético, circulatório, da pele, câimbra, cansaço, fraqueza e fadiga muscular, Alzheimer, Parkinson, asma, bronquite, disfunções na reprodução e anomalias congênitas; cefaleia, visão turva e vertigem^{17;18;19;20;21}.

Com base nos resultados obtidos pelo algoritmo Apriori, identificou-se problemas ortopédicos associados a dor muscular, fadiga, doenças cardiovasculares e problemas neurológicos. Além disso, houveram relações entre doenças cardiovasculares e problemas de pele, bem como entre dor muscular, problemas neurológicos e problemas gastrointestinais. Ainda, verificou-se que houve relação entre contato com agrotóxicos, doença respiratória, doenças cardiovasculares, doença hepática e doença renal urinária. Diferentes estudos relacionados aos efeitos da intoxicação (aguda ou crônica) corroboram com as relações identificadas no presente trabalho, dentre eles destacam-se^{22;23;24;25;26;27;28}.

Por meio do algoritmo J48 e as Árvores de Decisão, verificou-se que foram geradas regras com os atributos referentes a problemas neurológicos e alterações endócrinas, problemas neurológicos e fadiga. Assim como relações existentes para os sintomas dores de cabeça com cansaço, problemas ortopédicos, neurológicos, gastrointestinais e dores musculares. Ainda, quando a resposta foi positiva para a pergunta “você dorme mal”, houve associação com problemas psicológicos (nervosismo, tensão, preocupação, ideias embaralhadas, tristeza, choro, cansaço e pensamentos de suicídio). Diferentes pesquisas corroboram com tais achados e constataram a ocorrência de ideação suicida em agricultores expostos constantemente a agentes químicos, além de apresentarem transtornos mentais, danos ao DNA e aos mecanismos de defesa das células, náuseas, dor de cabeça, anomalias no tecido hematopoiético e fígado, alteração nos níveis hormonais, depressão, mialgia, ansiedade e irritabilidade^{29;30;31}.



Diversos estudos indicam a associação entre intoxicação aguda por agrotóxicos e distúrbios psiquiátricos. Entretanto, existe ainda uma lacuna na literatura quanto à associação entre distúrbios psiquiátricos e a exposição crônica, isto é, a exposição prolongada e cumulativa a baixas doses de agrotóxicos^{32;33}.

5. Conclusão

Um conjunto diverso de estudos indicam a influência de substâncias químicas no desenvolvimento de problemas de saúde. Porém, há dificuldades em se relacionar o diagnóstico de intoxicações por agrotóxicos a problemas psiquiátricos. A complexidade para isso está na ocorrência de sintomas “sutis” e possível falta de sensibilidade no diagnóstico por profissionais de saúde.

Os resultados das análises dos dados referentes à saúde indicam a existência de relação quanto ao uso de agrotóxicos e os problemas de saúde relatados por municípios de Santa Tereza do Oeste - PR. Foram verificadas dentre as relações existentes que os sintomas dores de cabeça estão associados com cansaço, problemas ortopédicos, neurológicos, gastrointestinais e dores musculares. Ainda, quando a resposta foi positiva para a pergunta “você dorme mal”, houve associação com problemas psicológicos (nervosismo, tensão, preocupação, ideias embaralhadas, tristeza, choro, cansaço e pensamentos de suicídio). Dentre outros, identificou-se problemas de fadiga, neurológicos e gastrointestinais, os quais foram elencados nas regras de associação ou nas árvores de decisão. Foram identificadas, ainda, relações entre a exposição de agrotóxicos e sofrimento mental e distúrbios psiquiátricos na amostra entrevistada, revelando inclusive o pensamento de suicídio.

Os algoritmos empregados apresentaram resultados que corroboram entre si quanto aos atributos utilizados e na associação entre eles. Enfatiza-se que é válido questionar a forma como o SQR-20 considera potencial de problemas de saúde, pois a quantidade de respostas “sim” possivelmente não seja um indicativo de transtorno mental comum, tornando-se mais importante levar em consideração quais as perguntas tiveram “sim” como resposta, para obter mais assertividade no diagnóstico.

Diante da relevância do tema dos agrotóxicos e do contingente da população que está exposta, sugere-se a ampliação dos estudos nesta área. Dentre as possibilidades estão a ampliação da base de dados, a análise qualitativa do SQR-20 e análises individualizadas dos participantes com o intuito de caracterizar de forma mais detalhada seus perfis.

Referências

1 NEVES, P. D. M.; BELLINI, M. **Intoxicações por agrotóxicos na mesorregião norte central paranaense, Brasil – 2002 a 2011**. Ciênc. Saúde Colet. 2013; 18(11):3147- 3156.

2 FIOCRUZ - Revista Galileu. **Entenda por que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo**. Acesso em: 27 Junho 2021. Disponível em: <https://renastonline.ensp.fiocruz.br/recursos/entenda-brasil-maior-consumidor-agrotoxicos-mundo>. 2018.

3 SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX). **Dados de Intoxicação**. 2017. Acesso em: 13 Junho 2022. Disponível em: <https://sinitox.iciict.fiocruz.br/dados-nacionais>.



4 PARANÁ. Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. Superintendência de Atenção à Saúde. **Guia da Atenção às Populações Expostas aos Agrotóxicos.** – 1 ed. – Curitiba: SESA, 2018. 72 p.

5 FAO. **Ranking da FAO mostra que uso de defensivos no Brasil é menor que em diversos países da Europa.** Publicado em 26/06/2019. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ranking-da-fao-mostra-que-uso-de-defensivos-no-brasil-emenor-que-em-diversos-paises-da-europa#:~:text=Nesse%20ranking%2C%20est%3%A3o%20na%20frente,Gr%3%A9cia%20\(0%2C30\).](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/ranking-da-fao-mostra-que-uso-de-defensivos-no-brasil-emenor-que-em-diversos-paises-da-europa#:~:text=Nesse%20ranking%2C%20est%3%A3o%20na%20frente,Gr%3%A9cia%20(0%2C30).)

6 FARIA, N.; FASSA, A. U.; FACHINI, L. A. **Intoxicação por Agrotóxicos no Brasil: Os sistemas oficiais de Informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos.** *Ciência e Saúde Coletiva*, 2007; 12 (001): 25-38.

7 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso de Agrotóxicos no Estado do Paraná.** Safra 1998/1999. ISBN 85 2400847-4. Rio de Janeiro, 2001.

8 WHO World Health Organization. **Division of Mental Health. A users guide to the self-reporting questionnaire (SRQ-20).** Geneva/Switzerland: WHO, 1994.

9 HARDING, T. W.; ARANGO, M. V.; BALTAZAR, J.; CLIMENT, C. E.; IBRAHIM, H. H. A.; IGNACIO, L. L.; MURTHY, R. S.; WIG, N. N. **Mental disorders in primary health care: a study of their frequency and diagnosis in four development countries.** *Psychological Medicine*, v. 10, n. 2, p. 231-241, May 1980.

10 MARI, J.; WILLIAMS, P.A. (1986) **Validity study of a psychiatric screening questionnaire (SRQ-20) in primary care in the city of Sao Paulo.** *British Journal of Psychiatry*, 148, 23-26.doi:10.1192/bjp.148.1.23

11 AGRAWAL, R.; SRIKANT, R. **Fast Algorithms for Mining Association Rules.** In *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases. VLDB '94.* San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., pp. 487–499. 1994.

12 CERVANTES, J.; LAMONT, F. G.; LÓPEZ-CHAU, A.; MAZAHUA, L. R.; RUÍZ, J. S. **Data selection based on decision tree for svm classification on large data sets.** *Applied Soft Computing* 37: 787–798. 2015.

13 MARTINS, J. G.; , L. E. S.; , D.; BARISON, A.; OLIVEIRA, G. A. R.; LIÃO, L. M.; **A Database for Automatic Classification of Gender in Araucaria angustifolia Plants.** *Soft Computing* 25, 5503–5517 (2021).

14 BELO, M. S. S. P.; PIGNATI, W.; DORES, E. G. de C.; MOREIRA, J. C.; PERES, F. **Uso de agrotóxicos na produção de soja do estado de Mato Grosso: um estudo preliminar de riscos ocupacionais e ambientais.** *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, v. 37, n. 125, p.78-88, jan./jun. 2012. DOI: 10.1590/S0303-76572012000100011.

15 CARNEIRO, F. F.; AUGUSTO, L. G. S.; RIGOTTO, R. M.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. (Orgs.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos**



agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

16 PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. **Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde.** *Ciência & Saúde & Coletiva*, v. 12, n. 1, p. 105-114, jan./mar. 2012. DOI: 10.1590/S1413-81232007000100014.

17 MEFTAUL, I. Md., VENKATESWARLU, K., DHARMARAJAN, R., ANNAMALAI, P., ASADUZZAMAN, M., PARVEN, A., & MEGHARAJ, M. **Controversies over human health and ecological impacts of glyphosate: Is it to be banned in modern agriculture?** *Environmental Pollution*, 2020. 263, 1–72.

18 MOSTAFALOU, Sara; ABDOLLAHI, Mohammad. **Pesticides: an update of human exposure and toxicity.** *Arch Toxicol.* feb. 2017, v. 91, n. 2, p. 549-599.

19 NASCIMENTO, D. Z., MARQUES, G. M., & TREVISOL, D. J. **O desafio das agências reguladoras ao redor do mundo no uso do glifosato.** *Saúde e Sociedade*, 2019. 28(4), 297–298.

20 OLIVEIRA, L. B. **AVALIAÇÃO DA PREVALÊNCIA DE SINTOMAS GASTROINTESTINAIS E CARDIOVASCULARES EM TRABALHADORES RURAIS EXPOSTOS E NÃO EXPOSTOS À AGROTÓXICOS NO VALE DE CUNCAS, BARRO-CE.** Texto apresentado ao Programa de Mestrado em Saúde Coletiva da Universidade Católica de Santos para obtenção do grau de Mestre em Saúde Coletiva. SANTOS – SP, 2017.

21 SIMAS, José Martim Marques. **Saúde e trabalho na bananicultura em uma região do Vale do Ribeira.** 2020. 160 f. Tese (Doutorado Interdisciplinar em Ciências da Saúde) - Instituto de Saúde e Sociedade, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2020.

22 ARMSTRONG, L. E., & GUO, G. L. **Understanding environmental contaminants' direct effects on non-alcoholic fatty liver disease progression.** *Current Environmental Health Reports*, 6(3), 95–104. 2019.

23 BRONDANI VF, SCHIMIT MD, PUHL GS, BURIOL D, RAMBO CAM, GAMA DM. **Agrotóxicos e saúde de trabalhadores rurais: tendências da produção científica no Brasil.** *Res Soc Dev.* 2020;9(9):1-16. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8258>.

24 MESA, Y. P. L. **The decision-making process of synthetic pesticide use in agricultural communities in Colombia: A grounded theory approach.** *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 2020. 38(2), 1–7.

25 PORTIER, C. J. **A comprehensive analysis of the animal carcinogenicity data for glyphosate from chronic exposure rodent carcinogenicity studies.** *Environmental Health*, 19(1), 1-18. 2020.



- 26 NEVES, P. D. M., MENDONÇA, M. R., BELLINI, M., & PÔSSAS, I. B. **Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: Análise dos registros nos sistemas oficiais de informação.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 2020. 25(7), 2743–2754.
- 27 NAGARAJU, R., JOSHI, A. K. R., VAMADEVA, S. G., & RAJINI, P. S. **Deregulation of hepatic lipid metabolism associated with insulin resistance in rats subjected to chronic monocrotophos exposure.** *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 2020. 34(8), 1–9.
- 28 RAMAI, D., Tai, W., RIVERA, M., FACCIORUSSO, A., TARTAGLIA, N., PACILLI, M., AMBROSI, A., COTSOGLOU, C., & SACCO, R. (2021). **Natural progression of nonalcoholic steatohepatitis to hepatocellular carcinoma.** *Biomedicines*, 9(2), 1-16.
- 29 BUTINOF, M.; FERNANDEZ, A. R.; STIMOLO, I. M.; ANTIERI, J. M.; BLANCOANA, M.; MACHADO, L. A.; FRANCHINI, G; DÍAZ, P. M. **Pesticide exposure and health conditions of terrestrial pesticide applicators in Córdoba Province, Argentina.** *Cad. Saúde Pública*, 31 (3), Mar, 2015.
- 30 DELLA VECHIA, J. F.; CRUZ, C.; SILVA, A. F.; CERVEIRAJR, W. R.; GARLICH, N. **Macrophyte bioassay applications for monitoring pesticides in the aquatic environment.** *Planta Daninha*, v. 34, n. 3, p. 587-603, 2016.
- 31 LOPES, C. V. A., & ALBUQUERQUE, G. S. C. **Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos.** *Cadernos de Saúde Pública*, 37(2), 1-14. 2021.
- 32 FARIA NMX, FASSA ACG, MEUCCI RD. **Association between pesticide exposure and suicide rates in Brazil.** *Neurotoxicology* 2014; 45:355-362.
- 33 GONZAGA, C. W. P.; BALDO, M. P; CALDEIRA, A. P. **Exposição a agrotóxicos ou práticas agroecológicas: ideação suicida entre camponeses do semiárido no Brasil.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 26(9):4243-4252. 2021.