

USO AGRÍCOLA DE GLIFOSATO E ESTADO NUTRICIONAL DA POPULAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL: UMA ANÁLISE DE CORRELAÇÃO

Adriane Bruchêz¹, Ângela Rozane Leal de Souza², Alice Munz Fernandes³

Resumo: A incidência de sobrepeso e doenças associadas tem aumentado ao longo dos últimos anos, o que tem sido atribuído à um conjunto complexo de determinantes. Dentre estes incluem-se substâncias experimentalmente obesogênicas de uso corrente, como é o caso dos agrotóxicos, sobretudo do herbicida glifosato. Assim, a pesquisa realizada teve como objetivo identificar se as aplicações de aerossóis de glifosato em áreas cultivadas com soja no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, podem estar associadas às condições nutricionais da população. Para tanto, foram utilizados dados secundários provenientes do Departamento de Defesa Agropecuária do Rio Grande do Sul, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, aplicando análise de correlação de Pearson. Os resultados sugerem que, embora haja correlações entre as variáveis, essas não são estatisticamente significativas ($p \geq 0,05$) indiferentemente do grupo de indivíduos analisado, estado nutricional ou tipo de ingrediente ativo na composição do agrotóxico.

Palavras-chave: estado nutricional; obesidade; política pública; população rural; saúde coletiva.

-
- 1 Graduada e Mestra em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutora em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: adrianebruchz@yahoo.com.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0270-0831>
 - 2 Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ). Mestra em Ciências Contábeis pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Doutora em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: angela.souza@ufrgs.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4172-9928>
 - 3 Graduada e Mestra em Administração pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutora em Agronegócios pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pós-Doutora em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Docente na Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Campus Dom Pedrito. E-mail: alicemunz@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3023-605X>

AGRICULTURAL USE OF GLYPHOSATE AND NUTRITIONAL STATUS OF THE POPULATION IN MUNICIPALITIES OF RIO GRANDE DO SUL: A CORRELATION ANALYSIS

Abstract: The incidence of overweight and associated diseases has increased in recent years, attributed to a complex set of determinants. These include commonly used experimentally obesogenic substances, such as pesticides, especially the herbicide glyphosate. Thus, the research aimed to identify whether the application of glyphosate aerosols in soybean-growing areas in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, may be associated with the nutritional conditions of the population. Secondary data from the Rio Grande do Sul Department of Agricultural Defense, the Brazilian Institute of Geography and Statistics, and the Food and Nutrition Surveillance System were used, applying Pearson's correlation analysis. The results suggest that, although there are correlations between the variables, these are not statistically significant ($p \geq 0.05$) regardless of the individual group analyzed, nutritional status, or type of active ingredient in the pesticide composition.

Keywords: nutritional status; obesity; public policy; rural population; public health.

1 INTRODUÇÃO

A incidência de obesidade atingiu o nível mais alto de todos os tempos, cujo aumento tem sido observado no mundo todo. Logo, emerge a necessidade crescente de compreender todos os fatores que contribuem para a sua expansão com vistas a tratar a obesidade e preveni-la de forma eficaz, bem como as suas comorbidades associadas (Egusquiza; Blumberg, 2020).

A explicação médica predominante continua a ser de que a obesidade corresponde ao resultado de um desequilíbrio entre a ingestão excessiva de calorias e o gasto de energia, ou seja, entre as calorias ingeridas e as calorias gastas. Embora o aumento da prevalência de obesidade seja geralmente atribuído a mudanças na dieta, atividade física e suscetibilidade genética subjacente (Merrill; Birnbaum, 2011), estudos recentes demonstram que este paradigma não pode explicar o aumento do Índice de Massa Corporal (IMC) visto nos últimos anos.

De acordo com o estudo realizado por Brown *et al.* (2016), que analisou os dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) comparando o IMC de adultos dos Estados Unidos entre 1988 e 2006, existem evidências de um aumento de 2,3 kg/m ao longo do período, apesar de ter sido observada a mesma quantidade de ingestão calórica e de gasto de energia.

Embora a literatura científica aponte que a genética está associada à obesidade, tem-se que as variantes genéticas conhecidas podem explicar apenas 2,7% da variação individual no IMC (Locke *et al.*, 2015). Dessa forma, os dois fatores associados à obesidade – genética e balanço energético – não explicam

totalmente os aumentos substanciais na incidência de obesidade observados globalmente (Egusquiza; Blumberg, 2020).

Recentemente um fator ambiental adquiriu atenção e tornou-se uma possibilidade para preencher esse *gap* existente nos estudos sobre saúde coletiva. Trata-se de uma classe de substâncias químicas que podem interferir na ação de hormônios, incluindo os metabólicos (Heindel *et al.*, 2017). Esses compostos, denominados *Endocrine Disrupting Chemicals* (EDCs), derivam de um produto químico exógeno, ou mistura de produtos químicos, que interfere com qualquer aspecto da ação do hormônio (Gore *et al.*, 2015). Evidências apontam que a exposição a EDCs durante períodos críticos – quando os adipócitos estão se diferenciando e o pâncreas, fígado, cérebro e demais órgãos estão se desenvolvendo – tende a induzir efeitos que se manifestam na vida tardiamente (Vandenberg *et al.*, 2012).

Assim, em 2003, Jerry Heindel propôs que existia uma relação entre os EDCs e a obesidade pela primeira vez, resultando de uma suposição originalmente incitada por Baillie-Hamilton no ano anterior. Em essência, a referida suposição pautava-se no fato de que a intensificação do uso de produtos químicos desde a Segunda Guerra Mundial foi responsável pela rápida expansão da obesidade no mesmo período. Desse modo, pondera-se que os EDCs influenciam na obesidade devido a capacidade do sistema endócrino de regular o apetite, a saciedade, o metabolismo e o armazenamento de gordura, o que culminou na realização de múltiplas pesquisas médicas (Heindel, 2003).

Determinados EDCs são capazes de ativar receptores de hormônios nucleares importantes para o desenvolvimento de adipócitos brancos (Hurst *et al.*, 2003), podendo ocasionar o aumento da adipogênese em modelos de cultura de células (Inadera; Shimomura, 2005; Kanayama *et al.*, 2005). Para estes produtos químicos que promovem a diferenciação de adipócitos e o acúmulo de tecido adiposo branco, *in vivo* após a exposição, definiu-se o termo obesogênico (Grün; Blumberg, 2006).

Nesse contexto, o herbicida glifosato (N - (fosfometil) Glicina) merece destaque enquanto produto obesogênico, haja vista sua intensa utilização na produção agrícola brasileira. Outro ponto de preocupação corresponde ao fato de que a exposição a esse produto pode promover herança transgeracional epigenética de doenças no início da idade adulta (Kubsad *et al.*, 2019).

O estudo realizado por Kubsad *et al.* (2019), que atestou essa descoberta, baseou-se na exposição transitória de ratos fêmeas gestantes da geração F0 ao glifosato. Os achados indicaram impactos insignificantes do produto tanto na geração diretamente exposta quanto a existência de patologias na prole da geração F1. Todavia, as descobertas apontaram ainda elevação dramática em patologias na prole F2 e na prole transgeracional F3, dentre as quais incluem-se obesidade, doença da próstata, doença renal, doença ovariana e anormalidades no parto. Portanto, os resultados sugerem que o glifosato pode induzir a

herança transgeracional da obesidade e epimutações da linha germinativa (por exemplo, no esperma).

Ante ao exposto, a pesquisa realizada teve como objetivo identificar se aplicações de aerossóis de glifosato em áreas cultivadas com soja no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, podem estar associadas ao estado nutricional da população. Essa circunscrição justifica-se porque dentre os 309 ingredientes ativos, químicos e bioquímicos identificados no Brasil, o glifosato figura como o que detém o maior volume de comercialização (IBAMA, 2020).

Ademais, em decorrência da tolerância ao glifosato que caracteriza as variedades transgênicas de cultivares agrícolas, sobretudo a soja, sua utilização é intensificada. Nesse sentido, salienta-se que o Estado do Rio Grande do Sul ocupa a terceira posição no *ranking* de maior produtor do grão no país – totalizando 20,34 milhões de toneladas produzidas, distribuídas em 6,84 milhões de hectares cultivados na última safra (2023/2024) (CONAB, 2025) – de modo que os volumes de comercialização de agrotóxicos se expandem em ritmo igualmente acelerado.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa realizada é caracterizada como quantitativa e descritiva, visto que busca descrever ou analisar fenômenos, avaliar programas ou isolar variáveis-chaves. Descreve as situações utilizando critérios quantitativos que constituem dimensões e correlações entre as variáveis observadas, procurando elementos que permitam a comprovação das hipóteses (Dencker; Viá, 2002).

A investigação baseou-se na análise de dados secundários, que consiste no uso de dados existentes para investigar questões de pesquisa diferentes daquelas para as quais os estes foram originalmente coletados. Os dados utilizados são caracterizados como individuais, originados de fontes distintas, como estudos prévios e base de dados, pois possibilitam mensurar associações entre características nos indivíduos da amostra da mesma forma que ocorreria se fosse realizada a coleta primária (Hulley *et al.*, 2008).

Assim, para a pesquisa realizada foram empregadas somente duas variáveis por meio das quais criaram-se dois indicadores, quais sejam: (i) a quantidade de glifosato usada por hectare plantado de lavoura temporária, e; (ii) a prevalência do estado nutricional da população por faixa etária. Os dados referem-se ao período de 2018 e 2019.

Para o indicador de consumo agrícola de glifosato por hectare plantado de lavoura temporária foram utilizados os dados de consumo de glifosato provenientes do Departamento de Defesa Agropecuária do estado do Rio Grande do Sul que se encontram divididos por ingrediente ativo e unidade de medida, quais sejam: glifosato em quilograma, glifosato sal amônio em quilograma, glifosato em litro, glifosato sal de dimetilamina em litro, glifosato sal amônio em litro, glifosato sal isopropilamina e glifosato sal de potássio. Os

dados referentes à área plantada de lavoura temporária para cada município foram obtidos através da pesquisa de Produção Agrícola Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Assim, com vistas a identificar a intensidade de uso de glifosato em relação à área utilizou-se uma medida relativa de uso de glifosato (kg/ha) em detrimento a medida absoluta, que empregaria somente o glifosato (kg), permitindo, portanto, uma análise mais completa. Desse modo, o indicador utilizado é proveniente da divisão do consumo de glifosato pela área plantada em lavoura temporária para cada um dos municípios do Rio Grande do Sul, levando em consideração os dados de 2018 e 2019.

Para o indicador de prevalência do estado nutricional da população por faixa etária os dados foram coletados junto ao Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN). Assim, foi utilizada a prevalência encontrada para cada estado nutricional. Isto é, considerou-se o percentual da população total analisada que se encontra em determinado estado nutricional no período investigado.

O estado nutricional dos indivíduos se classifica de maneira diversa em consonância com a faixa etária. Para as crianças de 0 a 5 anos as medidas são categorizadas da seguinte maneira: magreza acentuada, magreza, eutrofia, risco de sobrepeso, sobrepeso e obesidade. Na faixa etária adolescente, entre 12 e 18 anos, as medidas são categorizadas nos seguintes grupos: magreza acentuada, magreza, eutrofia, sobrepeso, obesidade e obesidade grave. Já para os adultos, entre 18 e 60 anos, as medidas são categorizadas do seguinte modo: baixo peso, adequado ou eutrófico, sobrepeso, obesidade grau I, obesidade grau II e obesidade grau III. E, por fim, para os idosos, acima de 60 anos, as medidas são classificadas como baixo peso, eutrofia e sobrepeso.

O estado nutricional para todas as categorias e faixas etárias foi calculado com base no Índice de Massa Corporal (IMC) dos indivíduos, sendo a coleta dos dados realizada em cada município nas Unidades Básicas de Saúde (UBS) por profissionais habilitados. Os dados foram tabulados com o auxílio de uma planilha eletrônica, e em seguida foi empregada a análise de correlação de Pearson, a qual mensura a intensidade da relação entre variáveis de escala métrica, variando entre -1 e 1. A técnica abrange a análise dos dados amostrais com o objetivo de verificar como duas ou mais variáveis estão relacionadas em uma população (Stevenson, 2001; Larson; Farber, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização da análise dos dados utilizou-se a classificação estabelecida por Santos (2007) como forma de interpretação da correlação, pela qual tem-se o seguinte panorama analítico: valor igual a 1=indica correlação positiva perfeita; entre 0,8 e 0,999=correlação positiva forte; entre 0,5 e 0,799=correlação moderada positiva; entre 0,1 e 0,499=correlação positiva

fraca; entre 0 e 0,099=ínfima correlação positiva; entre 0 e -0,099=ínfima correlação negativa; entre -0,1 e -0,499=correlação negativa fraca; entre - 0,5 e -0,799=correlação moderada negativa; entre -0,8 e -0,999=correlação negativa forte, e; igual a -1=correlação perfeita negativa.

Quanto mais próximo destes extremos, maior será a correlação entre as variáveis, sendo que o sinal negativo da correlação significa que as variáveis alteram em sentido contrário. Nestes casos, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável (Pestana; Gageiro, 2005). Assim, o Quadro 1 apresenta o resultado das correlações evidenciadas no ano de 2018.

Quadro 1 - Correlação entre o consumo de glifosato e o estado nutricional da população (2018)

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R²
crianças	prevalência de magreza acentuada	glifosato kg	-0,077013591	0,0059
		glifosato sal amônio kg	-0,015184083	0,0006
		glifosato litro	-0,04305271	0,0019
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,080413664	0,0065
		glifosato sal amônio litro	-0,06386891	0,0041
		glifosato sal isopropilamina	-0,079669535	0,0063
	prevalência de magreza	glifosato sal de potássio	-0,037901415	0,0014
		glifosato kg	0,01255383	0,0002
		glifosato sal amônio kg	-0,032331855	0,001
		glifosato litro	-0,073769508	0,0054
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,090699801	0,0082
		glifosato sal amônio litro	-0,0749763	0,0056
	prevalência eutrofia	glifosato sal isopropilamina	-0,09462105	0,009
		glifosato sal de potássio	-0,088878153	0,0079
		glifosato kg	-0,014526704	0,0002
		glifosato sal amônio kg	0,139857956	0,0196
		glifosato litro	-0,006432957	4,00E-05
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,018560618	0,0003
	prevalência risco de sobrepeso	glifosato sal amônio litro	0,076712664	0,0059
		glifosato sal isopropilamina	0,082675758	0,0068
		glifosato sal de potássio	-0,03672126	0,0013
		glifosato kg	0,048601072	0,0024
		glifosato sal amônio kg	-0,016710248	0,0003
		glifosato litro	-0,007917676	0,00006
	prevalência de sobrepeso	glifosato sal de dimetilamina litro	0,050075235	0,0025
		glifosato sal amônio litro	0,014168701	0,0002
		glifosato sal isopropilamina	0,031827505	0,001
		glifosato sal de potássio	3,02806E-05	9,00E-10
		glifosato kg	-0,013435341	0,0002
		glifosato sal amônio kg	-0,046489041	0,0022
	prevalência de obesidade	glifosato litro	0,013385882	0,0002
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,030142104	0,0009
		glifosato sal amônio litro	-0,012766839	0,0002
		glifosato sal isopropilamina	0,002957941	0,000009
		glifosato sal de potássio	0,02629985	0,0007
		glifosato kg	0,041553473	0,0017
		glifosato sal amônio kg	-0,094889558	0,009
		glifosato litro	-0,012369212	0,0002
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,028686246	0,0008
		glifosato sal amônio litro	-0,065140715	0,0042
		glifosato sal isopropilamina	-0,079076754	0,0063
		glifosato sal de potássio	-0,010447559	0,0001

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R ²
adolescentes	prevalência magreza acentuada	glifosato kg	0,041672219	0,0017
		glifosato sal amônio kg	0,000554614	3,00E-07
		glifosato litro	-0,053320122	0,0028
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,058683293	0,0034
		glifosato sal amônio litro	-0,056867256	0,0032
		glifosato sal isopropilamina	-0,04888974	0,0024
		glifosato sal de potássio	-0,109218464	0,0119
	prevalência magreza	glifosato kg	-0,037873745	0,0014
		glifosato sal amônio kg	0,088727795	0,0079
		glifosato litro	-0,061877729	0,0038
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,054311024	0,0029
		glifosato sal amônio litro	0,037861223	0,0014
		glifosato sal isopropilamina	0,013935001	0,0002
		glifosato sal de potássio	-0,07461641	0,0056
	prevalência eutrofia	glifosato kg	-0,048286212	0,0023
		glifosato sal amônio kg	-0,034377234	0,0012
		glifosato litro	-0,063338731	0,004
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,022194186	0,0005
		glifosato sal amônio litro	-0,059084427	0,0035
		glifosato sal isopropilamina	-0,075076348	0,0056
		glifosato sal de potássio	-0,071287647	0,0051
	prevalência sobrepeso	glifosato kg	-0,029861157	0,0009
		glifosato sal amônio kg	-0,003903711	2,00E-05
		glifosato litro	0,03571637	0,0013
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,03795954	0,0014
		glifosato sal amônio litro	0,019521598	0,0004
		glifosato sal isopropilamina	0,02268131	0,0005
		glifosato sal de potássio	0,047048762	0,0022
	prevalência obesidade	glifosato kg	0,087610057	0,0077
		glifosato sal amônio kg	0,043496863	0,0019
		glifosato litro	0,045823634	0,0021
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,022742567	0,0005
		glifosato sal amônio litro	0,087278375	0,0076
		glifosato sal isopropilamina	0,116053546	0,0135
		glifosato sal de potássio	0,041582816	0,0017
	prevalência obesidade grave	glifosato kg	0,048057106	0,0023
		glifosato sal amônio kg	-0,001956528	4,00E-06
		glifosato litro	-0,003433611	1,00E-05
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,011846359	0,0001
		glifosato sal amônio litro	0,017858714	0,0003
		glifosato sal isopropilamina	0,028006771	0,0008
		glifosato sal de potássio	0,028464767	0,0008

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R²
adultos	prevalência baixo peso	glifosato kg	-0,013725401	0,0002
		glifosato sal amônio kg	-0,012435783	0,0002
		glifosato litro	-0,007885714	6,00E-05
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,037226901	0,0014
		glifosato sal amônio litro	-0,058536794	0,0034
		glifosato sal isopropilamina	-0,057429782	0,0033
	prevalência eutrofia	glifosato sal de potássio	-0,022339702	0,0005
		glifosato kg	-0,026943844	0,0007
		glifosato sal amônio kg	-0,039747645	0,0016
		glifosato litro	-0,052549455	0,0028
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,12799144	0,0164
		glifosato sal amônio litro	-0,033930158	0,0012
	prevalência sobrepeso	glifosato sal isopropilamina	-0,120358678	0,0145
		glifosato sal de potássio	0,021647894	0,0005
		glifosato kg	-0,124275165	0,0154
		glifosato sal amônio kg	-0,018919796	0,0004
		glifosato litro	-0,167262298	0,028
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,065412274	0,0043
idosos	prevalência obesidade grau I	glifosato sal amônio litro	0,022701793	0,0005
		glifosato sal isopropilamina	-4,38276E-05	2,00E-09
		glifosato sal de potássio	-0,021141324	0,0004
		glifosato kg	0,010595248	0,0001
		glifosato sal amônio kg	0,027544719	0,0008
		glifosato litro	0,068271933	0,0047
	prevalência obesidade grau II	glifosato sal de dimetilamina litro	0,062309246	0,0039
		glifosato sal amônio litro	0,000634193	4,00E-07
		glifosato sal isopropilamina	0,071469847	0,0051
		glifosato sal de potássio	-0,066889288	0,0045
		glifosato kg	0,122865805	0,0151
		glifosato sal amônio kg	0,048272998	0,0023
idosos	prevalência obesidade grau II	glifosato litro	0,10043058	0,0101
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,002174669	5,00E-06
		glifosato sal amônio litro	0,03262246	0,0011
		glifosato sal isopropilamina	0,070794524	0,005
		glifosato sal de potássio	0,006666294	4,00E-05
		glifosato kg	0,039493081	0,0016
idosos	prevalência obesidade grau III	glifosato sal amônio kg	0,031474194	0,001
		glifosato litro	0,143813083	0,0207
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,047758263	0,0023
		glifosato sal amônio litro	0,035494837	0,0013
		glifosato sal isopropilamina	0,103641974	0,0107
		glifosato sal de potássio	0,065733853	0,0043
idosos	prevalência baixo peso	glifosato kg	-0,086680522	0,0075
		glifosato sal amônio kg	-0,03490118	0,0012
		glifosato litro	-0,061627713	0,0038
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,061472792	0,0038
		glifosato sal amônio litro	-0,081061161	0,0066
		glifosato sal isopropilamina	-0,115460616	0,0133
idosos	prevalência eutrofia	glifosato sal de potássio	-0,042391754	0,0018
		glifosato kg	0,015987605	0,0003
		glifosato sal amônio kg	-0,048286259	0,0023
		glifosato litro	0,020577165	0,0004
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,001971133	4,00E-06
		glifosato sal amônio litro	-0,051566024	0,0027
idosos	prevalência eutrofia	glifosato sal isopropilamina	-0,058485533	0,0034
		glifosato sal de potássio	-0,007796069	6,00E-05
		glifosato kg	-0,00666437	4,00E-05
		glifosato sal amônio kg	0,018048348	0,0003
		glifosato litro	-0,038174379	0,0015
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,023850635	0,0006
idosos	prevalência sobrepeso	glifosato sal amônio litro	0,044889223	0,002
		glifosato sal isopropilamina	0,049947403	0,0025
		glifosato sal de potássio	-0,025968262	0,0007

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

De maneira geral, evidencia-se a existência das seguintes associações estatísticas: (i) correlação positiva fraca entre a prevalência de eutrofia e o uso de glifosato sal amônio/kg em crianças (0,14); (ii) correlação negativa fraca entre a prevalência de magreza acentuada e o uso de glifosato sal de potássio/litros em adolescentes (-0,11); (iii) correlação positiva fraca entre prevalência de obesidade e uso de glifosato sal isopropilamina/litros em adolescentes (0,12); (iv) correlação negativa fraca entre prevalência de eutrofia e uso de glifosato sal de dimetilamina/litros em adultos (-0,13); (v) correlação negativa fraca entre prevalência de eutrofia e uso de glifosato sal isopropilamina/litros em adultos (-0,12); (vi) correlação negativa fraca entre prevalência de sobrepeso e uso de glifosato/kg em adultos (-0,12); (vii) correlação negativa fraca entre prevalência de sobrepeso e uso de glifosato/litros em adultos (-0,17); (viii) correlação positiva fraca entre prevalência de obesidade grau II e uso de glifosato/kg em adultos (0,12); (ix) correlação positiva fraca entre prevalência de obesidade grau II e uso de glifosato/litros em adultos (0,10); (x) correlação positiva fraca entre prevalência de obesidade grau III e uso de glifosato/litros em adultos (0,14); (xi) correlação positiva fraca entre prevalência de obesidade grau III e uso de glifosato sal isopropilamina/litros em adultos (0,10); (xii) correlação negativa fraca entre a prevalência de baixo peso e o uso de glifosato sal isopropilamina/litros em idosos (-0,12).

Percebe-se que embora haja correlações entre as variáveis, estas não são significativas, indiferentemente do grupo de indivíduos analisado, estado nutricional ou tipo de ingrediente ativo. Todavia, cabe destaque às correlações apresentadas para os adultos, pois, apesar de fracas, referem-se à correlação entre a prevalência de sobrepeso, obesidade grau II e obesidade grau III e o uso de glifosato em diferentes ingredientes ativos.

Além da correlação entre as variáveis foi possível identificar ainda o coeficiente de determinação (R^2) por meio da análise da linha de tendência. Este consiste em uma medida de ajuste de um modelo estatístico linear generalizado aos valores observados de uma variável aleatória. Varia entre 0 e 1, expresso em termos percentuais, indicando a quantidade da variância dos dados que é explicada pelo modelo linear, sendo que quanto mais próximo de 1, mais explicativo é o modelo, ou seja, melhor ele se ajusta à amostra.

Portanto, percebe-se que o modelo não explica a variância da variável dependente a partir dos regressores (variáveis independentes), pois os maiores valores apresentados são referentes a relação entre a prevalência do sobrepeso e o uso de glifosato/litros em adultos (0,028), e a prevalência de obesidade grau III e o uso de glifosato/litros em adultos (0,0207), em 2018. Dessa forma, pode-se afirmar que o consumo agrícola de glifosato/litros explica 2,8% da variância da prevalência de sobrepeso em adultos, bem como o consumo agrícola de glifosato/litro explica 2,07% da variância da prevalência de obesidade grau III em adultos.

Em seguida empregou-se a análise de correlação de Pearson com os dados referentes a 2019, apresentados no Quadro 2. Percebe-se que ocorre correlação negativa fraca entre as seguintes variáveis: prevalência de sobrepeso e uso de glifosato/litro em adultos (-0,22); prevalência de magreza acentuada e uso de glifosato sal de dimetilamina/litro em crianças (-0,10); prevalência de obesidade e uso de glifosato sal amônio/kg em crianças (-0,13); prevalência de obesidade e uso de glifosato sal de dimetilamina/litro em crianças (-0,11); prevalência de obesidade e uso de glifosato sal amônio/litro em crianças (-0,11); prevalência de obesidade e uso de glifosato sal isopropilamina/litro em crianças (-0,13); prevalência baixo peso e uso de glifosato sal isopropilamina/litro (-0,10) em idosos.

Quadro 2 - Correlação entre o consumo de glifosato e o estado nutricional da população (2019)

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R ²
crianças	prevalência de magreza acentuada	glifosato kg	0,065220749	0,0043
		glifosato sal amônio kg	0,00253702	6,00E-06
		glifosato litro	-0,074489786	0,0055
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,101631543	0,0103
		glifosato sal amônio litro	-0,08396663	0,0071
		glifosato sal isopropilamina	-0,057622924	0,0033
	prevalência de magreza	glifosato sal de potássio	-0,044274579	0,002
		glifosato kg	0,005496914	3,00E-05
		glifosato sal amônio kg	0,001317102	2,00E-06
		glifosato litro	-0,066671273	0,0044
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,053663133	0,0029
		glifosato sal amônio litro	-0,033156163	0,0011
	prevalência eutrofia	glifosato sal isopropilamina	-0,017723131	0,0003
		glifosato sal de potássio	-0,079071321	0,0063
		glifosato kg	-0,018217036	0,0003
		glifosato sal amônio kg	-0,019834282	0,0004
		glifosato litro	-0,03995137	0,0016
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,037138499	0,0014
	prevalência risco de sobrepeso	glifosato sal amônio litro	0,030195622	0,0009
		glifosato sal isopropilamina	0,030195622	0,002
		glifosato sal de potássio	-0,03097735	0,001
		glifosato kg	-0,033001371	0,0011
		glifosato sal amônio kg	0,12528687	0,0157
		glifosato litro	0,044106653	0,0019
	prevalência de sobrepeso	glifosato sal de dimetilamina litro	0,022318372	0,0005
		glifosato sal amônio litro	0,149139324	0,0222
		glifosato sal isopropilamina	0,149139324	0,0086
		glifosato sal de potássio	0,026919702	0,0007
		glifosato kg	0,033981486	0,0012
		glifosato sal amônio kg	0,043820376	0,0019
	prevalência de obesidade	glifosato litro	0,031074048	0,001
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,002829573	8,00E-06
		glifosato sal amônio litro	0,056967675	0,0032
		glifosato sal isopropilamina	0,012817003	0,0002
		glifosato sal de potássio	0,021498787	0,0005
		glifosato kg	0,032060598	0,001

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R²
adolescentes	prevalência magreza acentuada	glifosato kg	0,07917722	0,0063
		glifosato sal amônio kg	0,016314229	0,0003
		glifosato litro	0,065958951	0,0044
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,023073288	0,0005
		glifosato sal amônio litro	-0,050066798	0,0025
		glifosato sal isopropilamina	-0,014563049	0,0002
		glifosato sal de potássio	-0,078832573	0,0062
	prevalência magreza	glifosato kg	0,123455365	0,0152
		glifosato sal amônio kg	-0,005282327	3,00E-05
		glifosato litro	-0,011786724	0,0001
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,032260153	0,001
		glifosato sal amônio litro	0,055127612	0,003
		glifosato sal isopropilamina	0,043210277	0,0019
		glifosato sal de potássio	-0,057095553	0,0033
	prevalência eutrofia	glifosato kg	-0,044785416	0,002
		glifosato sal amônio kg	-0,030356798	0,0009
		glifosato litro	0,012164285	0,0001
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,055259752	0,0031
		glifosato sal amônio litro	-0,041365299	0,0017
		glifosato sal isopropilamina	-0,036695711	0,0013
		glifosato sal de potássio	-0,094658828	0,009
	prevalência sobrepeso	glifosato kg	-0,022858158	0,0005
		glifosato sal amônio kg	0,014182059	0,0002
		glifosato litro	-0,028936508	0,0008
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,003913112	2,00E-05
		glifosato sal amônio litro	-0,023701657	0,0006
		glifosato sal isopropilamina	-0,010514625	0,0001
		glifosato sal de potássio	0,059926485	0,0036
	prevalência obesidade	glifosato kg	0,033901399	0,0011
		glifosato sal amônio kg	0,044385965	0,002
		glifosato litro	0,01179071	0,0001
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,039297451	0,0015
		glifosato sal amônio litro	0,092552844	0,0086
		glifosato sal isopropilamina	0,068346594	0,0047
		glifosato sal de potássio	0,041774754	0,0017
	prevalência obesidade grave	glifosato kg	0,047302384	0,0022
		glifosato sal amônio kg	-0,005999471	4,00E-05
		glifosato litro	-0,019001288	0,0004
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,038709778	0,0015
		glifosato sal amônio litro	0,124100431	0,0154
		glifosato sal isopropilamina	0,036891211	0,0014
		glifosato sal de potássio	0,008061735	6,00E-05

Grupo de indivíduos	Estado nutricional	Tipo de ingrediente ativo	Grau de correlação - estado nutricional x ingrediente ativo	R ²
adultos	prevalência baixo peso	glifosato kg	-0,008241932	7,00E-05
		glifosato sal amônio kg	-0,01238818	0,0002
		glifosato litro	0,042058718	0,0018
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,018156694	0,0003
		glifosato sal amônio litro	-0,046019109	0,0021
		glifosato sal isopropilamina	-0,022333077	0,0005
	prevalência eutrofia	glifosato sal de potássio	-0,020499231	0,0004
		glifosato kg	0,030137148	0,0009
		glifosato sal amônio kg	-0,026277781	0,0007
		glifosato litro	0,00644457	4,00E-05
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,06290981	0,004
		glifosato sal amônio litro	-0,051033548	0,0026
	prevalência sobrepeso	glifosato sal isopropilamina	-0,07007315	0,0049
		glifosato sal de potássio	0,016706365	0,0003
		glifosato kg	-0,062689869	0,0039
		glifosato sal amônio kg	-0,04848527	0,0024
		glifosato litro	-0,220931618	0,0488
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,034098403	0,0012
	prevalência obesidade grau I	glifosato sal amônio litro	0,057297579	0,0033
		glifosato sal isopropilamina	0,036955186	0,0014
		glifosato sal de potássio	-0,043290525	0,0019
		glifosato kg	-0,055249757	0,0031
		glifosato sal amônio kg	0,015145989	0,0002
		glifosato litro	0,006702507	4,00E-05
	prevalência obesidade grau II	glifosato sal de dimetilamina litro	0,038491337	0,0015
		glifosato sal amônio litro	-0,00047253	2,00E-07
		glifosato sal isopropilamina	0,043779941	0,0019
		glifosato sal de potássio	0,038667742	0,0015
		glifosato kg	0,048608604	0,0024
		glifosato sal amônio kg	0,046817951	0,0022
	prevalência obesidade grau III	glifosato litro	0,116671835	0,0136
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,029122278	0,0008
		glifosato sal amônio litro	0,049765098	0,0025
		glifosato sal isopropilamina	0,042282299	0,0018
		glifosato sal de potássio	0,034120197	0,0012
		glifosato kg	0,188881624	0,0357
idosos	prevalência baixo peso	glifosato sal amônio kg	0,090312869	0,0082
		glifosato litro	0,132332798	0,0175
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,038113601	0,0015
		glifosato sal amônio litro	0,129120753	0,0167
		glifosato sal isopropilamina	0,035346503	0,0012
		glifosato sal de potássio	0,094991336	0,009
	prevalência eutrofia	glifosato kg	0,028131923	0,0011
		glifosato sal amônio kg	-0,092943227	0,0086
		glifosato litro	0,081020544	0,0066
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,058037417	0,0034
		glifosato sal amônio litro	0,016333419	0,0003
		glifosato sal isopropilamina	-0,102715835	0,0106
	prevalência sobrepeso	glifosato sal de potássio	0,070617895	0,005
		glifosato kg	0,051008803	0,0008
		glifosato sal amônio kg	-0,0766516	0,0059
		glifosato litro	-0,002159543	5,00E-06
		glifosato sal de dimetilamina litro	0,018941392	0,0004
		glifosato sal amônio litro	-0,015655695	0,0002
	prevalência obesidade grau I	glifosato sal isopropilamina	-0,00708527	5,00E-05
		glifosato sal de potássio	0,015816078	0,0003
		glifosato kg	-0,033174472	0,0016
		glifosato sal amônio kg	0,059386978	0,0035
		glifosato litro	0,030985449	0,001
		glifosato sal de dimetilamina litro	-0,034739133	0,0012
	prevalência obesidade grau II	glifosato sal amônio litro	0,024819299	0,0006
		glifosato sal isopropilamina	0,023049126	0,0005
		glifosato sal de potássio	-0,056572767	0,0032

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Além disso, ocorre correlação positiva fraca entre as seguintes variáveis: prevalência risco de sobrepeso e uso de glifosato sal amônio/kg em crianças (0,13); prevalência risco de sobrepeso e uso de glifosato sal amônio/litro em crianças (0,15); prevalência risco de sobrepeso e uso de glifosato sal isopropilamina/litro em crianças (0,15); prevalência magreza e uso de glifosato/kg em adolescentes (0,12); prevalência obesidade grave e uso de glifosato sal amônio/litro em adolescentes (0,12); prevalência obesidade grau II e uso de glifosato/litro em adultos (0,12); prevalência obesidade grau III e uso de glifosato/kg em adultos (0,19); prevalência obesidade grau iii e uso de glifosato/litro em adultos (0,13), e; prevalência obesidade grau III e uso de glifosato sal amônio/litro em adultos (0,13).

Percebe-se que embora haja correlações entre as variáveis, estas não são significativas, indiferentemente do grupo de indivíduos analisado, estado nutricional ou tipo de ingrediente ativo. É possível identificar ainda que o modelo não explica a variância da variável dependente a partir dos regressores incluídos, pois os maiores valores são referentes à relação entre a prevalência de sobrepeso e uso de glifosato/litros em adultos (0,049), e prevalência de risco de sobrepeso e uso de glifosato sal amônio/litro em crianças (0,0222) no ano de 2019. Dessa forma, pode-se afirmar que o consumo de glifosato/litros explica 4,9% da variância da prevalência de sobrepeso em adultos, bem como o uso de glifosato sal amônio/litro explica 2,22% da variância da prevalência de risco de sobrepeso em crianças.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada apontou que ocorrem correlações fracas entre a prevalência de sobrepeso, obesidade, obesidade grau II e obesidade grau III e o consumo de glifosato em diferentes ingredientes ativos em adultos. Percebe-se que embora haja correlações entre as variáveis, estas não são significativas, indiferentemente do grupo de indivíduos analisado, estado nutricional ou tipo de ingrediente ativo. Além disso, o modelo não explica a variância da variável dependente a partir dos regressores no modelo linear. Isso porque os maiores valores apresentados são referentes a relação entre a prevalência de sobrepeso e uso de glifosato/litros em adultos (0,028), e a prevalência de obesidade grau III e uso de glifosato/litros em adultos (0,0207) em 2018.

Quanto aos dados de 2019 observa-se uma correlação positiva fraca entre o risco de sobrepeso e o uso de glifosato em diferentes ingredientes ativos em crianças, bem como entre prevalência de obesidade grave em adolescentes e uso de glifosato sal amônio/litro, e prevalência de obesidade grau II, e prevalência de obesidade grau III e o uso de glifosato em diferentes ingredientes ativos em adultos. Assim, os achados contrapõem os resultados verificados pelos estudos laboratoriais experimentais realizados em animais.

REFERÊNCIAS

- BAILLIE-HAMILTON, P. F. Chemical toxins: a hypothesis to explain the global obesity epidemic. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 8, n. 2, p. 185–192, 2002.
- BROWN, R. E. *et al.* Secular differences in the association between caloric intake, macronutrient intake, and physical activity with obesity. **Obesity Research & Clinical Practice**, v. 10, n. 3, p. 243–255, 2016.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Último levantamento da safra 2023/2024 estima produção de grãos em 298,41 milhões de toneladas. 12 de setembro de 2024. <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5728-ultimo-levantamento-da-safra-2023-2024-estima-producao-de-graos-em-298-41-milhoes-de-toneladas>
- DENCKER, A. de F. M.; VIÁ, S. C. da. **Pesquisa empírica em Ciências Humanas**: com ênfase em comunicação. 2. ed. São Paulo: Futura, 2002.
- EGUSQUIZA, R. J.; BLUMBERG, B. Environmental obesogens and their impact on susceptibility to obesity: new mechanisms and chemicals. **Endocrinology**, v. 161, n. 3, bqaa024, 2020.
- GORE, A. C. *et al.* EDC-2: The endocrine society's second scientific statement on endocrine-disrupting chemicals. **Endocrine Reviews**, v. 36, n. 6, p. E1–E150, 2015.
- GRÜN, F.; BLUMBERG, B. Environmental obesogens: organotins and endocrine disruption via nuclear receptor signaling. **Endocrinology**, v. 147, Suppl. 6, p. S50–S55, 2006.
- HEINDEL, J. J. Endocrine disruptors and the obesity epidemic. **Toxicological Sciences**, v. 76, n. 2, p. 247–249, 2003.
- HEINDEL, J. J. *et al.* Metabolism Disrupting Chemicals and Metabolic Disorders. **Reproductive Toxicology**, v. 68, p. 3–33, 2017.
- HULLEY, S. B. *et al.* **Delineamento a pesquisa clínica**: uma abordagem epidemiológica. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- HURST, C. H.; WAXMAN, D. J. Activation of PPARalpha and PPARgamma by environmental phthalate monoesters. **Toxicological Sciences**, v. 74, n. 2, p. 297–308, 2003.
- INADERA, H.; SHIMOMURA, A. Environmental chemical tributyltin augments adipocyte differentiation. **Toxicology Letters**, v. 159, n. 3, p. 226–234, 2005.
- KANAYAMA, T. *et al.* Organotin compounds promote adipocyte differentiation as agonists of the peroxisome proliferator-activated receptor gamma/retinoid X receptor pathway. **Molecular Pharmacology**, 67, n. 3, p. 766–774, 2005.

LA MERRILL, M. *et al.* Perinatal exposure of mice to the pesticide DDT impairs energy expenditure and metabolism in adult female offspring. **PloS One**, v. 9, n. 7, e103337, 2014.

LARSON, R.; FARBER, E. **Estatística aplicada**. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2010.

LOCKE, A. E. *et al.* Genetic studies of body mass index yield new insights for obesity biology. **Nature**, v. 518, n. 7538, p. 197–206, 2015.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de dados para Ciências Sociais: a complementaridade do SPSS**. 4. Ed. Lisboa: Silabo, 2005.

SANTOS, C. **Estatística descritiva: manual de autoaprendizagem**. Lisboa: Silabo, 2007.

STEVENSON, W. J. **Estatística aplicada à Administração**. São Paulo: Harbra, 2001.

VANDENBERG, L. N. *et al.* Hormones and endocrine-disrupting chemicals: lowdose effects and nonmonotonic dose responses. **Endocr Rev.**, 33(3):378-455, 2012. doi:10.1210/er.2011-1050