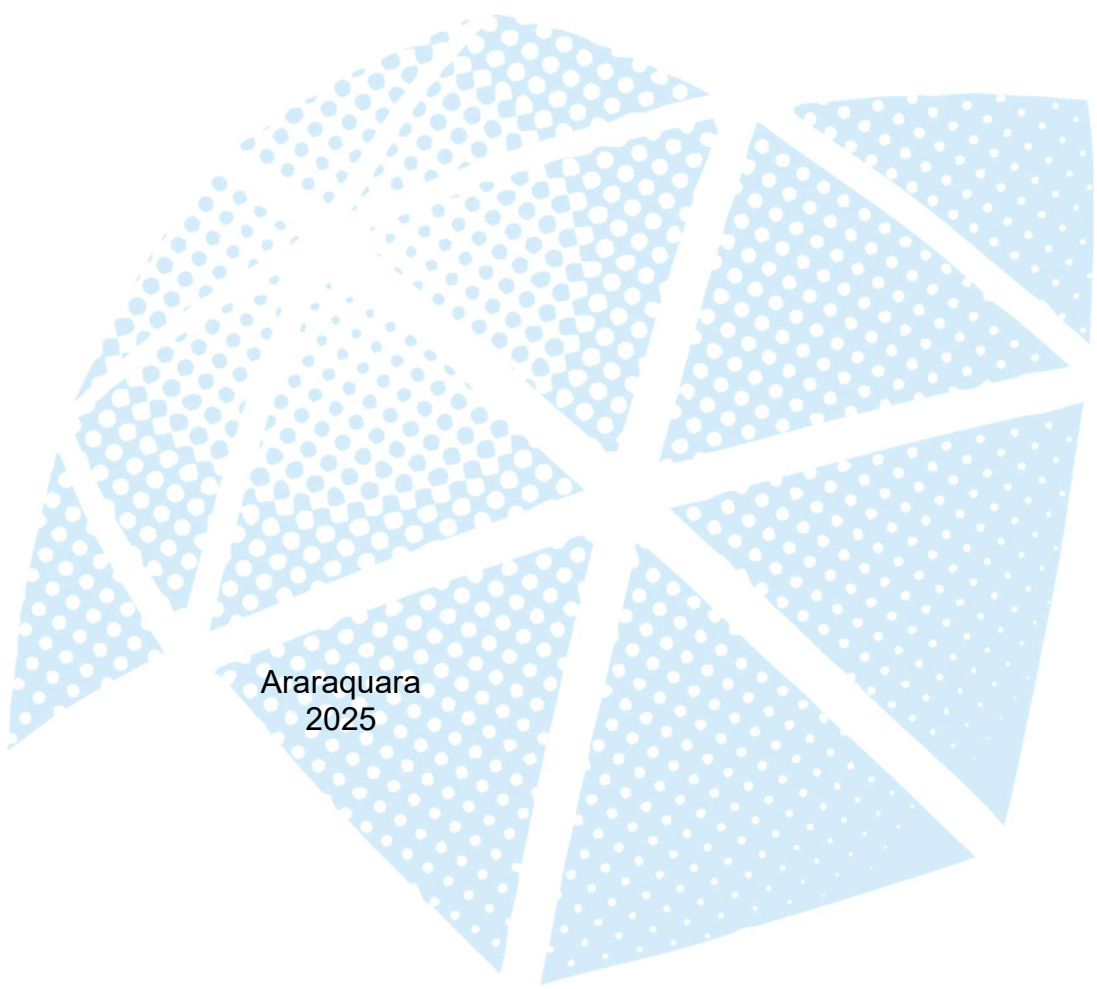


UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Química - Câmpus de Araraquara

Luiz Ribeiro Matheus

**Análise das associações entre os resultados da prova de Química do ENEM
2023 e fatores socioeconômicos utilizando o teste de qui-quadrado**



Araraquara
2025

LUIZ RIBEIRO MATHEUS

**Análise das associações entre os resultados da prova de Química do ENEM
2023 e fatores socioeconômicos utilizando o teste de qui-quadrado**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Instituto de Química,
Araraquara, para obtenção do título de
Licenciado em Química.

Orientador(a): Prof. Dr. Adriano dos
Santos

Coorientador: Dr. Carlos Henrique
Aparecido Alves Moris

Araraquara

2025

M427a Matheus, Luiz Ribeiro

Análise das associações entre os resultados da prova de Química do ENEM 2023 e fatores socioeconômicos utilizando o teste de qui-quadrado / Luiz Ribeiro Matheus. -- Araraquara, 2025

48 p.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Química) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Química, Araraquara

Orientador: Adriano dos Santos

Coorientador: Carlos Henrique Moris

1. ENEM. 2. Avaliação Quantitativa. 3. Educação em Química. I. Título.

LUIZ RIBEIRO MATHEUS

**Análise das associações entre os resultados da prova de Química do ENEM
2023 e fatores socioeconômicos utilizando o teste de qui-quadrado**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Instituto de Química, Araraquara, para obtenção
do título de Licenciado em Química.

Araraquara, 25 de novembro de 2025

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **ADRIANO DOS SANTOS**
Data: 01/12/2025 11:38:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adriano dos Santos

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA MASSI**
Data: 01/12/2025 19:56:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Luciana Massi

Documento assinado digitalmente
 **LEONARDO LIMA E SILVA**
Data: 02/12/2025 23:04:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Mestre Leonardo Lima e Silva

Dedico este trabalho aos meus familiares e a todos aqueles que tive o privilégio de conhecer por intermédio do Instituto de Química de Araraquara.

AGRADECIMENTOS

A todos os meus familiares, pelo apoio e paciência nesta bela caminhada.

Ao Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, e a todos seus docentes e funcionários, que me acolheram e me ajudaram em tudo que foi preciso para meu desenvolvimento e formação profissional.

Ao Professor Dr. Adriano dos Santos e o coorientador Dr. Carlos Henrique Aparecido Alves Moris, por terem aceitado me orientar neste trabalho e por toda o conhecimento compartilhado.

À banca examinadora, composta pela Professora Doutora Luciana Massi e o Mestre Leonardo Lima e Silva, pela disponibilidade e por dedicarem seu tempo à colaboração deste trabalho.

Aos membros suplentes da banca, Mestre João Pedro Molina Gil e Mestre Lucas Bombarda Marques Gomes, pela total disponibilidade.

E a tantas pessoas brilhantes que conheci nessa trajetória no curso de Licenciatura em Química, muitas das quais se tornaram verdadeiros amigos, e que foram o que mais importou para mim, fazendo valer a pena cada segundo desta caminhada.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar as associações entre erros e acertos com indicadores socioeconômicos para os alunos do ensino médio no ensino de Química usando os resultados das provas do ENEM de 2023. Este estudo considera que as condições socioeconômicas e culturais exercem alguma influência sobre a aprendizagem e como os estudantes aprendem os conteúdos escolares. Análise estatística usando testes de qui-quadrado foi aplicada nos microdados anonimizados obtidos do ENEM que contém informações socioeconômicas dos candidatos (como renda familiar e autodeclaração racial), dependência administrativa da escola (federal, estadual, municipal ou privada), e suas respostas em relação à prova. O teste de qui-quadrado foi escolhido por ser adequado à verificação da associação entre variáveis de interesses, permitindo avaliar a relação entre o resultado nas questões e os atributos socioeconômicos dos participantes, fornecendo subsídios para interpretações mais amplas sobre a influência de fatores externos no ensino e na aprendizagem de Química. A linguagem R foi usada para aplicar filtros no banco de dados para selecionar as variáveis de interesse que são as questões de Química e informações de caracterização do aluno. A linguagem R também foi utilizada para realizar o teste de qui-quadrado e para apresentação dos dados. Foram gerados tabelas e gráficos para ilustrar os resultados obtidos e facilitar a interpretação das associações encontradas. Os resultados mostraram desigualdades significativas entre os diferentes grupos analisados. As escolas federais e privadas apresentaram tendência de maiores acertos nas questões de Química, enquanto as instituições estaduais e municipais obtiveram piores resultados. Também foi verificado que fatores como renda familiar e autodeclaração racial influenciaram diretamente as associações observadas.

Palavras-chave: ENEM; avaliação quantitativa; educação em Química.

ABSTRACT

This study aimed to investigate the associations between correct and incorrect responses and socioeconomic indicators among high school students in Chemistry, using data from the 2023 edition of the Brazilian National High School Examination (ENEM). The analysis is based on the premise that socioeconomic and cultural conditions influence students' learning processes and their access to school knowledge. A statistical analysis using the chi-square (χ^2) test was applied to anonymized ENEM microdata, which include candidates' socioeconomic information (such as family income and self-declared race), school administrative dependence (federal, state, municipal, or private), and their responses to the exam questions. The chi-square test was selected because it allows the verification of associations between categorical variables, enabling the assessment of relationships between students' performance on Chemistry items and their socioeconomic characteristics, thus supporting broader interpretations regarding the influence of external factors on the teaching and learning of Chemistry. The R programming language was used to filter the database, select the variables of interest, perform the chi-square tests, and generate tables and graphs to illustrate the associations found. The results revealed significant inequalities among the groups analyzed. Students from federal and private schools showed a tendency toward higher accuracy rates in Chemistry questions, whereas those from state and municipal schools demonstrated lower performance. Additionally, factors such as family income and self-declared race directly influenced the associations observed.

Keywords: ENEM; Chemistry education; quantitative analysis.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
INTRODUÇÃO	7
OBJETIVOS	9
METODOLOGIA	10
RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
Apêndice 1	20
Apêndice 2	28
Apêndice 3	36

APRESENTAÇÃO

Minha primeira experiência com a Química foi no período de jardim de infância. Em um belo dia, não tão belo para mim, umas crianças mais velhas, em torno de 6 anos, estavam jogando futebol durante o recreio e usavam uma pilha como bola. Meus amigos, menores de 6 anos, começaram a gritar que a pilha iria explodir e matar todo mundo e fomos todos desesperados para sala e escondemos debaixo das carteiras. O que tinha ali dentro de uma pilha que poderia fazer tanto estrago?

Ainda moleque, também adorava pegar todos os produtos de limpeza e de cozinha, além de alguns remédios escondidos que roubava de casa e colocava em uma garrafa de plástico e sacudia até começar inchar e explodir. Também adorava brincar com bombinhas de pólvora. E pela curiosidade, abria várias e juntava a pólvora para fazer uma maior. Lembro um dia destas brincadeiras que abri uma espoleta e fui guardar a pólvora em um recipiente. Sem saber o que aconteceu, toda a pólvora dentro do recipiente se incendiou, não explodiu, mas gerou uma grande labareda que queimou toda minha franja de cabelo.

Já no período escolar de primário e fundamental não tive muitas experiências com a química. Mas em casa, com meus brinquedos, a minha curiosidade destruía tudo. Quando ganhava um brinquedo, o que era muito difícil na minha época e geralmente no aniversário e Natal, brincava uns 3 dias e já buscava uma chave de fenda para abrir e entender o que tinha dentro. Se era um carrinho elétrico o brinquedo de vandalismo, este nunca mais voltaria ao seu original. Já arrancava as peças e ia criar meus próprios carrinhos Frankenstein. Esta curiosidade foi marcante e desde este período já sabia que iria trabalhar com Engenharia. Com 12 anos comprei minha primeira revista de eletrônica e a escolha pela Engenharia Elétrica deve ter vindo destas leituras, dos vários carrinhos que bagunçava e de um tio que consertava televisão e eu adorava ficar na oficina dele acompanhado os consertos.

Depois de muitos anos trabalhando com Engenharia, sentia que faltava algo para completar meus conhecimentos de física e matemática. E buscando as oportunidades em Araraquara, descobri o curso de Química da UNESP. Não tive dúvida e decidi estudar Química. Minha opção sempre foi o bacharelado, mas como

trabalho no período da manhã, só me restou estudar à noite no curso de Licenciatura em Química.

Começando o curso, logo apaixonei pela físico-química e é a área que gosto, faço pesquisa e mais tenho facilidade de aprendizagem. Educação e ensino de química nunca estiveram como metas, nem de aprendizado e nem de carreira. Tudo mudou quando fiz História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências e pude estudar o desenvolvimento do conhecimento científico e a importância na Educação em Ciências. Isso despertou em mim a responsabilidade de estar preparado para repassar parte do conhecimento que venho adquirindo, apesar de não saber se tenho esta vocação.

Fiz duas matérias que contribuíram para definir meu tema deste TCC que é avaliação. A primeira é Metodologia e Prática de Ensino de Química, onde aprendemos várias metodologias de ensino críticas e não críticas, e a segunda que é CLAEQ (Currículo, linguagens e avaliação no ensino de química) onde me interessei pelo tema da avaliação.

Entendo que no processo de aprendizagem é necessário que o aluno dedique um tempo sozinho para, e em uma perspectiva bem solitária, rever o conteúdo dado em sala de aula, fixar conceitos e realizar exercícios. Entretanto, este processo só se concretizará porque existe o fantasma da avaliação que o cobrará ao longo e no final de cada disciplina realizada. Na minha experiência de aprendizado e de meus amigos, verifica-se que a avaliação é o que obriga os alunos a estudarem.

O objetivo deste trabalho é investigar o resultado dos alunos do ensino médio público e privado no ensino de Química em uma avaliação de larga escala através de uma análise estatística. Para isto, serão usados microdados do ENEM e aplicada uma análise estatística baseada nas respostas dos alunos para verificar associações usando testes de qui-quadrado (χ^2).

Para orientar este trabalho, procurei o professor Adriano Santos pelo seu interesse e conhecimento no assunto e o Doutor Carlos Henrique Aparecido Alves Moris que me despertou o interesse neste tema. Este trabalho é baseado na tese de dissertação de doutorado do Carlos Henrique Aparecido Alves Moris, incluindo todas as rotinas de programação da linguagem R para obtenção e análise gráfica dos dados.

INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma avaliação nacional de larga escala utilizada para selecionar estudantes que desejam ingressar nas principais universidades públicas do Brasil. Realizado anualmente desde 1998, o exame é de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC). O Inep, em parceria com outras instituições, aplica provas que avaliam objetivos e competências baseadas no currículo prescrito (Junior, 2016).

O ENEM foi criado para avaliar o desempenho escolar dos alunos ao término da educação básica e passou a ser utilizado pelas universidades públicas para selecionar os candidatos que irão ingressar no ensino superior através do Sistema de Seleção Unificada (SISU). Entretanto, verifica-se que a maioria dos alunos que entraram nas universidades estudaram em escolas particulares e pertencem a classes sociais de maior renda (Pires, 2015).

Lima (2023) avaliou o desempenho no ENEM de 2019 dos estudantes do estado de Minas Gerais através de uma análise estatística e verificou-se que os alunos das escolas estaduais apresentaram as menores médias de notas em todas as provas de conhecimento.

Júnior et al. (2023), por meio de uma análise estatística aplicando o teste de qui-quadrado (χ^2) nos dados do ENEM de 2009, investigaram como as práticas de leitura e interesse em divulgação científica e ficção se relacionaram com o desempenho acadêmico nas ciências da natureza. O teste de qui-quadrado (χ^2) foi fundamental para que os autores associassem o interesse e o gênero às áreas de carreira, que são diferentes entre os leitores de ficção e de divulgação científica. Este trabalho ainda confirma a importância da estatística para gerar dados empíricos na área da educação. Importante notar que o teste qui-quadrado pode ser utilizado para verificar se existe dependência ou independência entre duas variáveis qualitativas. Desta forma, esse teste mede a associação estatística entre variáveis categóricas, verificando se a contribuição relacionada a uma variável difere do que seria o esperado por acaso para um certo intervalo de confiança.

Dutra et al. (2023) realizaram uma revisão sistemática da literatura em estudos desenvolvidos nos últimos dez anos com o objetivo de identificar os principais parâmetros que afetam o desempenho dos alunos na prova do ENEM. Os resultados

mostraram que os parâmetros mais importantes estão relacionados com as condições socioeconômicas do aluno, sendo os com maior contribuição a renda familiar, idade, escolaridade dos pais, gênero e étnico-racial.

Assim, avaliar o ENEM nesta perspectiva é importante porque seus resultados podem ser usados para definir metas e melhorias no ensino público por meio de políticas públicas educacionais. O ENEM é a porta de entrada para as melhores universidades públicas do país e todo ano milhões de alunos realizam este exame em busca de uma vaga no ensino superior.

A análise estatística aplicada à comparação do ensino público e privado mostra-se uma ferramenta muito utilizada e consolidada para prover dados estatísticos para professores, gestores e pesquisadores. Além de contribuir para o tema avaliação do ensino médio no Brasil e fornecer dados importantes para os gestores públicos revisarem e implantarem políticas públicas que possam melhorar o ensino no Brasil, essa abordagem também contribui com dados relevantes para as áreas de pesquisa (Lima, 2023).

Neste sentido, o tema central desta pesquisa será usar os dados da prova de Química do ENEM de 2023 e realizar uma análise estatística por meio do teste de qui-quadrado (χ^2) para investigar as associações entre acertos e erros nas questões da área de Química com os indicadores socioeconômicos, como renda familiar e autodeclaração racial, assim como os tipos de instituições cursadas (federal, estadual/municipal e privada) pelos estudantes do ensino médio. Não foi possível realizar a análise dos resultados do ENEM 2024 devido à alteração da organização dos dados com relação ao ENEM 2023, especialmente no provimento de informações relacionadas às respostas das questões e nível socioeconômico.

OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é investigar as associações entre erros e acertos em questões de Química do ENEM 2023 e os indicadores socioeconômicos dos estudantes do ensino médio, assim como o tipo de instituição cursada, utilizando análise estatística por meio do teste de qui-quadrado (χ^2).

Para alcançar este objetivo, os seguintes objetivos específicos foram abordados:

- Avaliar as associações entre as respostas dos candidatos às questões de Química e suas características socioeconômicas e instituições cursadas, utilizando o teste de qui-quadrado (χ^2).
- Avaliar, usando as associações do teste de qui-quadrado (χ^2), quais categorias das variáveis socioeconômicas apresentam maior contribuição estatística para as diferenças nos padrões de acertos e erros em questões de Química.

METODOLOGIA

Neste trabalho será utilizada uma base de dados com alto volume de informações. Para analisar esse volume de dados será aplicada uma metodologia quantitativa usando a estatística inferencial.

A base de dados do ENEM de 2023 que será objeto de estudo neste trabalho foi obtida diretamente no site do governo pelo link: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Nessa base, são obtidos os microdados públicos anonimizados que englobam informações de cada candidato que participou do ENEM. Para cada candidato, são disponibilizadas informações detalhadas sobre cada participante, incluindo dados socioeconômicos e suas respostas em relação às questões da prova, tipo de prova, entre outras. A estrutura dos microdados do ENEM 2024 foi alterada em relação aos microdados do ENEM de 2023 e não foi possível relacionar questões socioeconômicas e as respostas para as questões da prova e, por isso, não foi possível analisar este banco de dados de 2024.

Os microdados obtidos do ENEM apresentam uma base de dados muito grande e foram aplicados filtros para obter apenas as variáveis de interesse para as características dos candidatos e para as questões de Química. Para aplicação dos filtros, desenvolver as ferramentas estatísticas e elaborar os gráficos para análise, foi utilizada a linguagem R por meio da ferramenta do RStudio (Rstudio Team, 2020).

No processo de filtragem, foram selecionadas as questões da prova de Química azul, considerando uma distribuição igual entre as provas azul, amarela, cinza e rosa. Além disso, foram escolhidos alunos na faixa etária menor de 18 anos para investigar apenas alunos aptos para realizar seu 1º exame com acesso à universidade. E foi usado todos os dados de todo território nacional. No final, foram analisadas as repostas de cerca de 150000 alunos.

Ainda no processo de filtragem, foram selecionadas as seguintes variáveis socioeconômicas: renda familiar, autodeclaração étnico-racial, tipo de escola e dependência administrativa, visando investigar possíveis associações com os acertos e erros nas questões da prova. A escolha dessas variáveis indica forte influência de fatores sociais no acesso ao ensino superior brasileiro Junior et al. (2023).

Seguem as variáveis obtidas nos filtros:

- Tipo de escola: pública ou privada

- Dependência administrativa: Federal, Municipal, Estadual e Privada
- Notas da prova de química: 16 questões
- Renda familiar
- Autodeclaração étnico-racial

Para verificar a existência de associações entre as variáveis socioeconômicas selecionadas e os acertos e erros nas questões, foi aplicada o teste de qui-quadrado (χ^2). Este teste permite realizar inferências para avaliar a relação ou a não-relação entre o resultado de uma análise de dados e a distribuição esperada (Dancey; Reidy, 2006).

O teste de qui-quadrado (χ^2) fornece três valores: a distância entre frequência observada e esperada (χ^2), conforme equação 1 (Dancey; Reidy, 2006); resíduos padronizados que indicam a intensidade da associação (valor positivo) ou anti-associação (valor negativo); e o teste de rejeição ou hipótese nula que mede o valor-p com valor esperado de $p < 0,05$.

$\chi^2 = \sum \frac{(\text{freq. observada} - \text{freq. esperada})^2}{\text{freq. esperada}}$	(1)
--	-----

Os resíduos padronizados foram apresentados em forma de gráficos a partir dos cruzamentos de dados entre as variáveis de interesse. Os valores obtidos foram categorizados utilizando uma análise de agrupamento, o que classificou o resultado em muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto.

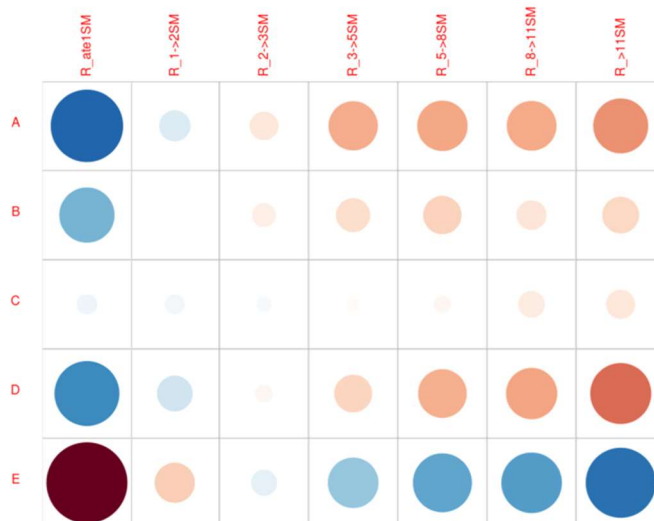
A interpretação foi realizada por meio de escala de cores: uma cor mais azulada demonstra uma associação positiva entre as variáveis, enquanto a avermelhada demonstra uma associação negativa. Uma associação muito negativa não significa que a questão foi zerada, mas indica que a tendência de acertos é muito baixa. O mesmo vale para uma associação muito positiva, que indica uma tendência de muitos acertos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para verificar as associações entre as respostas dos candidatos às questões de Química e suas características socioeconômicas, foram realizadas três análises macro utilizando os microdados e seguindo a metodologia apresentada. A primeira análise foi usada para verificação da associação entre a dependência administrativa da escola e a nota do aluno; a segunda análise, para verificação da associação entre a renda familiar do aluno e a nota do aluno; e a terceira análise para verificação da associação entre a autodeclaração racial do aluno e a nota do aluno. Para cada análise foram usadas todas as questões de química, em um total de 16 questões.

Na Figura 1, é apresentado um exemplo de gráfico mostrando o resultado da questão 93 (repostas A, B, C, D ou E) em função da renda familiar do aluno. A resposta correta é a letra E e verifica-se uma associação positiva em tons fortes de azul para rendas familiares superiores a dois salários-mínimos.

Figura 1 - Exemplo de associação gerada pelo teste de qui-quadrado questão 93



Fonte: elaboração própria.

As análises foram agrupadas em tabelas, e as Tabelas 1, 2 e 3 mostram o resumo deste cruzamento de informações. Para cada tabela, as duas primeiras colunas mostram as questões de química e as respostas corretas. Nas outras colunas são mostrados os resultados para cada uma das associações realizadas em função das variáveis de interesse. As respostas apresentadas foram as que apresentaram

maior associação no teste de teste de qui-quadrado (χ^2) (isto é, maior tendência ou associação mais forte) e as respostas corretas foram destacadas em verde. Em algumas respostas são apresentadas mais de uma letra devido a uma distribuição positiva equivalente. Ressalta-se que, embora as respostas sejam aquelas que apresentam maior associação no teste estatístico, não significa que outras respostas foram fornecidas, sejam elas corretas ou incorretas.

Tabela 1: Análise para as respostas das questões de Química do ENEM 2023 em relação às questões de dependência administrativa da escola e nota do aluno.

Questões de Química		1o análise			
Questão	Resp. Correta	1-FED	2-Estadual	3-Municipal	4-Privada
93	E	E	A/D	A	E
94	A	A/E	C	C	A/E
96	D	D	C	C	D
97	A	A	B	A	A
102	C	A/C	E	E	C
104	B	B	A	A	B
110	B	E	C	D	B
118	C	C	B	A	C
119	C	D	B	B	C
121	A	A	C	B	A
123	E	A	B	B	E
126	C	A/C	D	D	C
129	E	C	A	A	E
130	D	D	A	E	D
131	A	A	C	C	A/E
133	E	A/E	C	B	E

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do ENEM 2023.

Na Tabela 1, observa-se que, na primeira análise, as escolas federais e privadas apresentaram maior associação positiva com as respostas corretas das questões de Química, enquanto as escolas estaduais e municipais apresentaram menor associação positiva, indicando resultado inferior nessas questões.

Tabela 2: Análise para as respostas das questões de Química do ENEM 2023 em relação às questões de renda familiar do aluno e nota do aluno.

Questões de Química			2o Análise						
Questão	Resp. Correta	Até 1S	1S - 2S	2S - 3S	3S - 5S	5S - 8S	8S - 11S	>11S	
93	E	A	A	E	E	E	E	E	
94	A	C	B	E	A/E	A/E	A/E	A/E	
96	D	C	C	B	D	D	D	D	
97	A	B	B	C	A	A	A	A	
102	C	E	B	B	B	C	C	C	
104	B	A	E	E	B	B	B	B	
110	B	A	C	C	E	B	B	B	
118	C	B	B	E	E	C	C	C	
119	C	A	B	B	D	C	C	C	
121	A	C	C	D	A	A	A	A	
123	E	C	B	B	E	E	E	E	
126	C	D	D	A	C	C	C	C	
129	E	A	A	D	D	E	E	E	
130	D	A	A	D	D	D	D	D	
131	A	C	C	A	A	A	A	A	
133	E	B	C	C	A	E	E	E	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do ENEM 2023.

Na Tabela 2, referente à análise por renda familiar, observa-se que os estudantes pertencentes a famílias com renda superior a cinco salários-mínimos apresentaram forte associação positiva com as respostas corretas das questões de Química. Estudantes com renda entre três e cinco salários-mínimos também mostraram associação positiva, embora menos acentuada. Já os alunos das faixas de renda até dois salários-mínimos apresentaram pouca ou nenhuma associação positiva com os acertos, indicando resultado inferior nessas questões.

Tabela 3: Análise para as respostas das questões de Química do ENEM 2023 em relação às questões entre a autodeclaração racial do aluno e nota do aluno.

Questões de Química			3o análise			
Questão	Resp. Correta	Ama+Ind	Branco	Parda	Negra	
93	E	A	E	A	A	
94	A	C	A/E	C	C	
96	D	E	D	C	C	
97	A	A	A	B	B	
104	B					
110	B	A	B	D	D	
118	C	B	C	B	B	
119	C	C	C	A	A	
121	A	B	A	C	C	
123	E	A/E	E	C	C	
126	C	C/A	C	D	D	
129	E	E	E	A	A	
130	D	E	D	A	A	
131	A	E	A	C	C	
133	E	A	E	B	B	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do ENEM 2023.

Na Tabela 3, referente à análise por autodeclaração racial, observa-se que os alunos autodeclarados brancos apresentaram a maior associação positiva com as respostas corretas das questões de Química. Os estudantes autodeclarados amarelos ou indígenas (Ama+Ind) exibiram associação positiva limitada. Já os grupos autodeclarados pardos e negros não apresentaram associação positiva nas questões analisadas, o que indica que seus padrões de resposta não diferiram significativamente do esperado pelo modelo estatístico, sem implicar ausência de acertos.

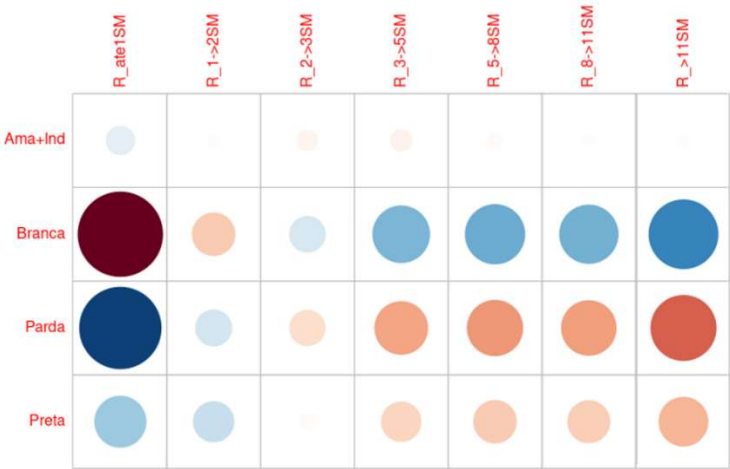
As análises apresentadas mostram que os resultados nas questões de Química estão associados às condições socioeconômicas e estruturais das escolas. As escolas federais e privadas apresentaram maior associação positiva com as respostas corretas, o que pode refletir melhor infraestrutura, maior qualificação docente e maior acesso a materiais e laboratórios — fatores que favorecem o aprendizado da disciplina de Química. Já as escolas estaduais e municipais exibiram menor associação positiva, possivelmente devido a condições estruturais mais limitadas.

Na análise por renda familiar, observa-se que alunos de famílias com maior renda apresentaram associação positiva mais intensa com os acertos. Esse resultado sugere que o nível econômico mais elevado oferece maior acesso a escolas particulares, aulas de reforço, cursos preparatórios e a um ambiente doméstico que possibilita maior dedicação ao estudo. À medida que a renda diminui, reduzem-se também as oportunidades de acesso a uma educação de melhor qualidade, o que se reflete no resultado observado.

A análise por autodeclaração racial mostra diferenças importantes entre os grupos. Os estudantes brancos apresentaram maior associação positiva com as respostas corretas, enquanto os grupos pardo, negro e indígena apresentaram associações menos intensas. Essas diferenças parecem estar relacionadas a fatores sociais, econômicos e educacionais, já que esses grupos estão proporcionalmente mais concentrados em escolas públicas e nas faixas de renda mais baixas. Esses padrões apontam para a influência persistente das desigualdades sociais e raciais no aprendizado escolar, especialmente em áreas que dependem de recursos experimentais, como a Química.

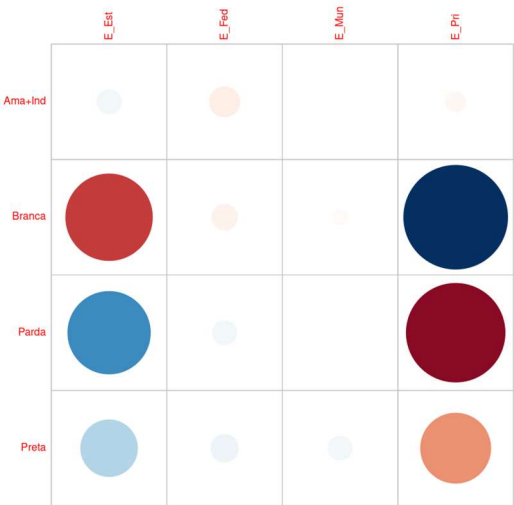
As Figuras 2 e 3 apresentam a associação entre autodeclaração racial, renda familiar e dependência administrativa. Os resultados mostram que estudantes autodeclarados negros se encontram em maior concentração nas faixas de menor renda e estão mais presentes na rede pública de ensino, o que ajuda a explicar a menor associação positiva observada nesse grupo. Trata-se, portanto, de uma tendência estatística que evidencia a interação entre desigualdades raciais, econômicas e estruturais no resultado escolar.

Figura 2 – Associação entre autodeclaração racial do aluno e renda



Fonte: elaboração própria.

Figura 3 – Associação entre autodeclaração racial do aluno e dependência administrativa



Fonte: elaboração própria.

CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi investigar as associações entre erros e acertos em questões de Química do ENEM 2023 e os indicadores socioeconômicos dos estudantes do ensino médio, utilizando análise estatística por meio do teste de qui-quadrado (χ^2). Verificou-se que a análise estatística usando esse teste mostra-se uma ferramenta eficiente para a verificação e análise de tendências e para o trabalho com dados de avaliações de larga escala e análise de currículo, utilizando os recortes desejados.

As escolas federais e privadas apresentaram maior associação positiva com as respostas corretas, o que sugere que condições mais favoráveis, como melhor infraestrutura, corpo docente mais estável e acesso ampliado a materiais didáticos e práticas laboratoriais, exercem influência significativa no aprendizado de conteúdos químicos. As escolas estaduais e municipais exibiram associações positivas menos expressivas, possivelmente refletindo limitações estruturais e pedagógicas que dificultam a formação sólida dos estudantes.

A renda familiar também se mostrou um determinante importante: faixas mais altas de renda apresentaram associações positivas mais intensas com os acertos, enquanto estudantes de famílias de baixa renda exibiram associações fracas ou ausentes. Esse padrão reforça que a disponibilidade de recursos educacionais adicionais, como escolas privadas, reforço escolar, ambientes mais propícios ao estudo e maior estabilidade socioeconômica, contribui para o melhor resultado nas avaliações.

A análise por autodeclaração racial revelou diferenças significativas entre os grupos. Estudantes brancos apresentaram maior associação positiva com as respostas corretas, ao passo que os grupos pardo, negro e indígena mostraram associações menos intensas ou inexistentes. Essas diferenças não podem ser interpretadas como características individuais, mas sim como reflexo das desigualdades estruturais que afetam de forma desproporcional esses grupos, os quais estão mais concentrados nas faixas de menor renda e predominantemente matriculados em escolas públicas. A interação entre autodeclaração racial, renda e tipo de escola, evidenciada nas análises conjuntas, demonstra que desigualdades

sociais e raciais continuam a exercer influência marcante sobre as oportunidades educacionais e, conseqüentemente, sobre o resultado escolar.

Considerando o ENEM como avaliação de larga escala do ensino médio e baseado na BNCC, verifica-se uma forte tendência que o ensino médio público no Brasil apresenta grande dificuldade em ensinar o conteúdo de Química proposto e que a classe de baixa renda é a mais afetada.

Os resultados deste trabalho podem contribuir para uma compreensão sobre o ensino de Química nas escolas públicas e sobre a necessidade de melhorar as condições de ensino. A aplicação do teste de qui-quadrado (χ^2) mostrou que o uso de métodos estatísticos ajuda e complementam na identificação de padrões e diferenças em estudos na área de educação. Espera-se que este tipo de estudo ajude professores, pesquisadores e gestores a entenderem em maior profundidade os fatores que influenciam o aprendizado, de forma a fornecerem incentivos e novas ações públicas para reduzir as desigualdades educacionais no ensino médio.

Além disso, este estudo também pode ajudar na formação de futuros professores de Química. Quando o licenciando olha para os dados reais do ENEM e entende como fatores sociais e raciais interferem no resultado escolar dos alunos, ele passa a enxergar melhor a realidade das escolas públicas e os desafios do ensino de Química no âmbito nacional. Com isso, esse tipo de trabalho pode contribuir para que o professor em formação desenvolva uma prática mais consciente, sensível às diferenças dos estudantes e voltada para melhorar as condições de aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DANCEY, C. P., & REIDY, J. Medidas de Associação. In: VIALI, Iorí. **Estatística sem matemática para psicologia: usando o SPSS para Windows**. Porto Alegre: ArtMed, cap. 8, p. 267-299, 2006.

DUTRA, J. F.; FIRMINO JÚNIOR, J. B.; FERNANDES, D. Y. de S. Fatores que podem interferir no desempenho de estudantes no ENEM: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, [S. l.], v. 31, p. 323–351, 2023.

JUNIOR, J. L. Avaliação em larga escala como eixo da pesquisa realizada pela escola e pela pós-graduação: sobre as necessárias revisões e as urgentes prospecções. In: CARVALHO, M. O. C.; CARVALHO, W. L. P.; JUNIOR, J. L. **Formação de professores, questões sociocientíficas e avaliação em larga escala**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 253-275, 2016.

JÚNIOR, Carlos Sérgio Leonardo *et al.* **Uma relação estatística das práticas de leitura de divulgação científica e ficção com o interesse e o desempenho em ciências**. Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências... Campina Grande: Realize Editora, 2023.

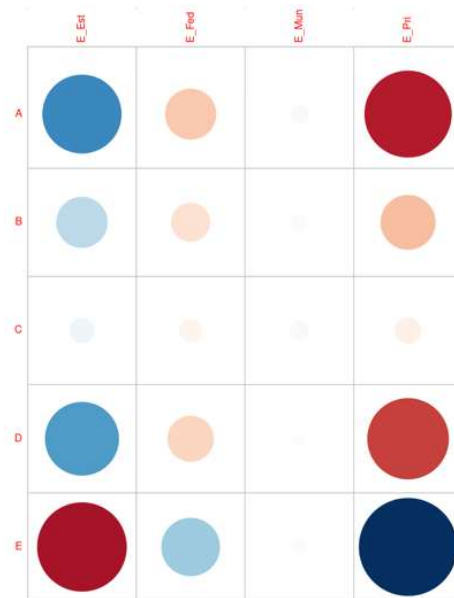
LIMA, Cayo César Viana e Brighenti, Carla Regina Guimarães. **Desempenho de estudantes de Minas Gerais no Exame Nacional do Ensino Médio considerando variáveis socioeconômicas**. *Educ. Pesqui.* [online]. 2023, vol.49, e253303. Epub 19-Maio-2023. ISSN 1678-4634.

PIRES, A. **Renda familiar e escolaridade dos pais: reflexões a partir dos microdados do ENEM 2012 do Estado de São Paulo**. *Educ. Temat. Digit.*, Campinas, v. 17, n. 3, p. 523-541, 2015.

RSTUDIO TEAM. **RStudio**: Integrated Development for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>. 2020.

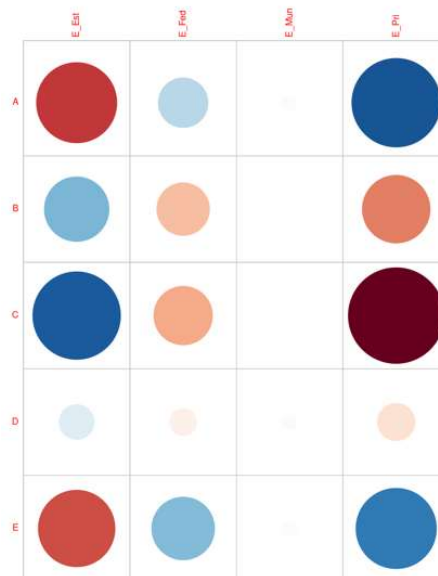
Apêndice 1

Figura 4 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 93



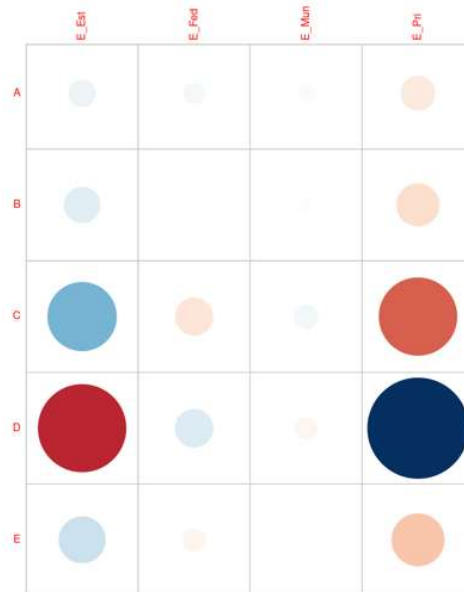
Fonte: elaboração própria.

Figura 5 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 94



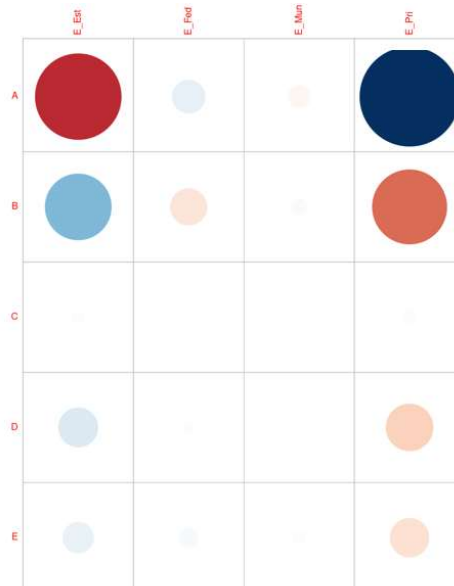
Fonte: elaboração própria.

Figura 6 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 96



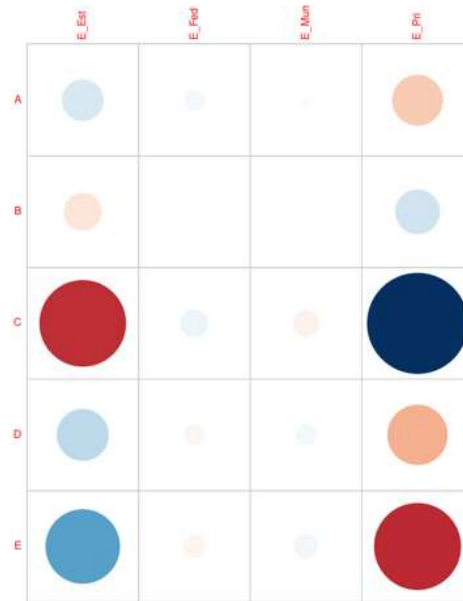
Fonte: elaboração própria.

Figura 7 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 97



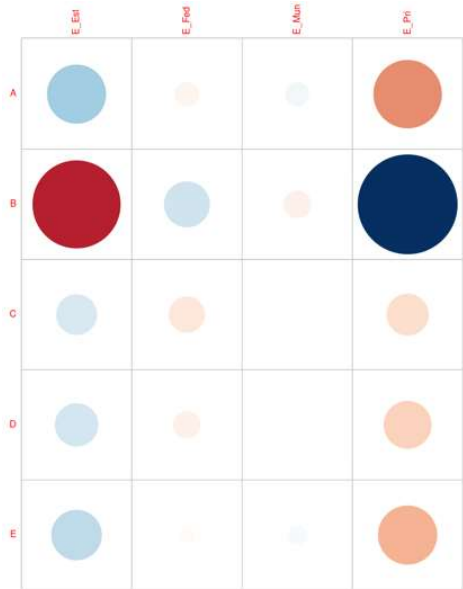
Fonte: elaboração própria.

Figura 8 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 102



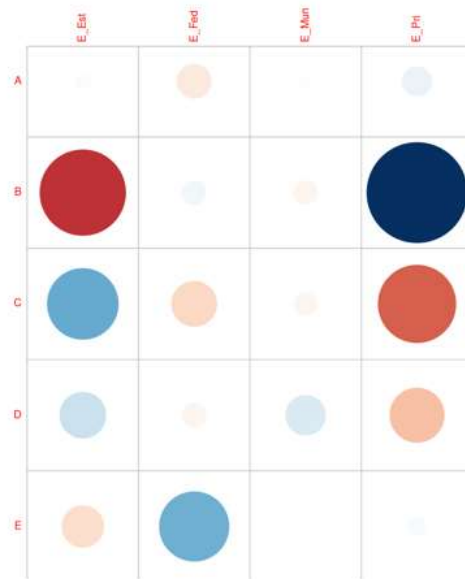
Fonte: elaboração própria.

Figura 9 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 104



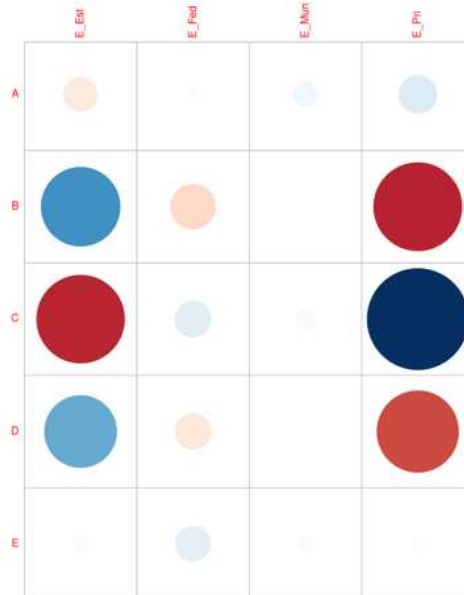
Fonte: elaboração própria.

Figura 10 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 110



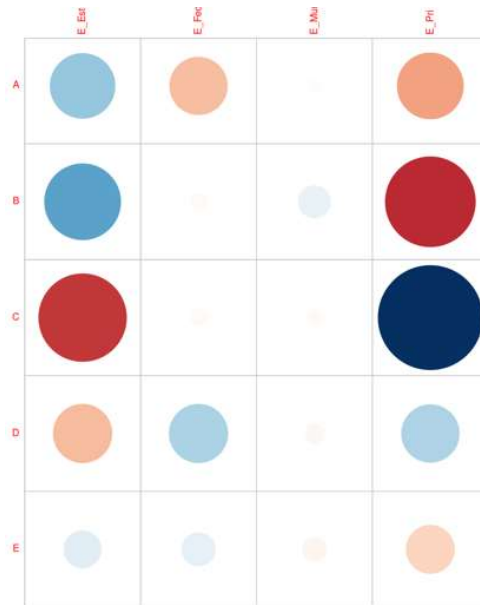
Fonte: elaboração própria.

Figura 11 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 118



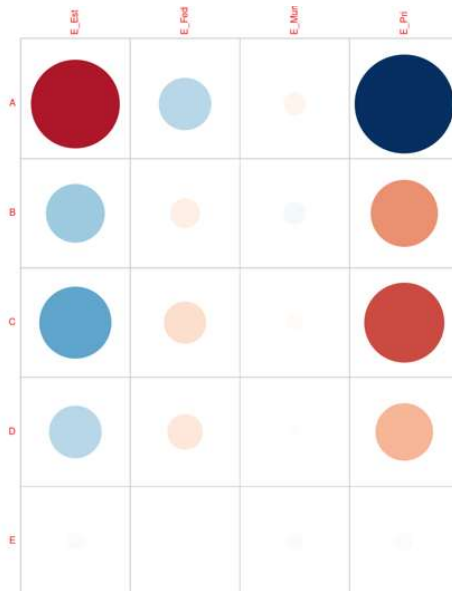
Fonte: elaboração própria.

Figura 12 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 119



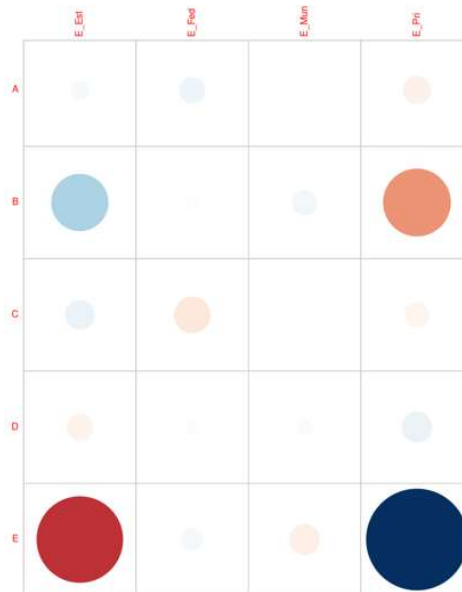
Fonte: elaboração própria.

Figura 13 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 121



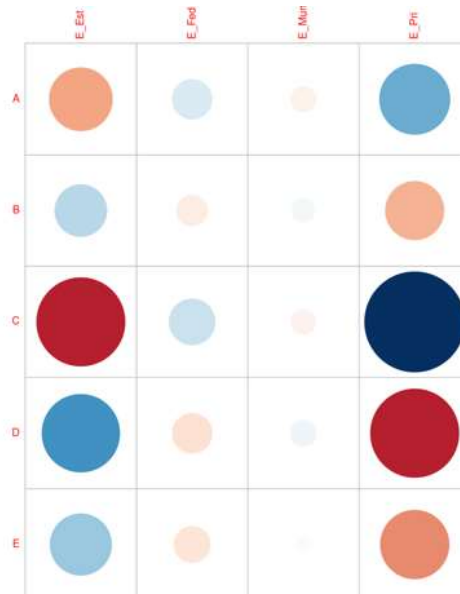
Fonte: elaboração própria.

Figura 14 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 123



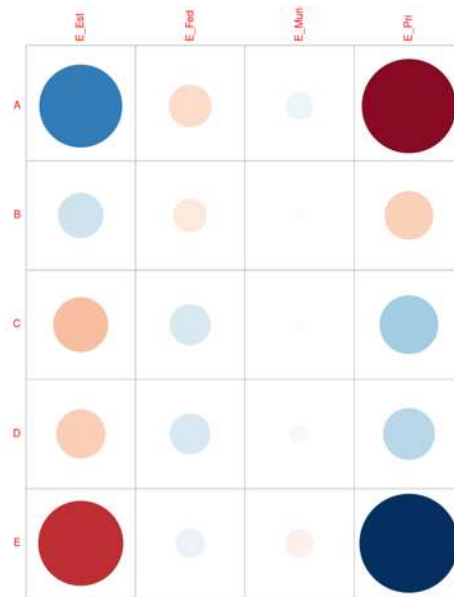
Fonte: elaboração própria.

Figura 15 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 126



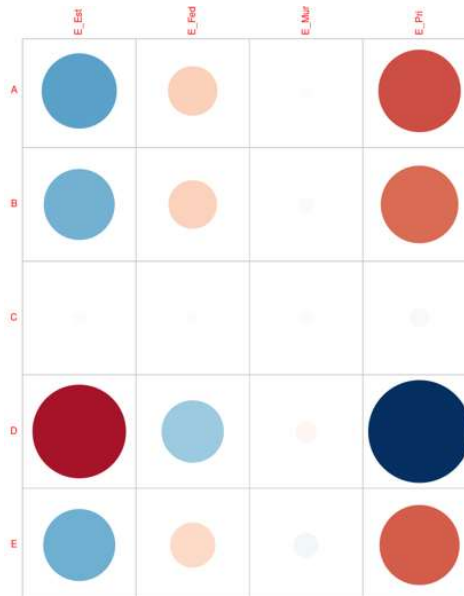
Fonte: elaboração própria.

Figura 16 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 129



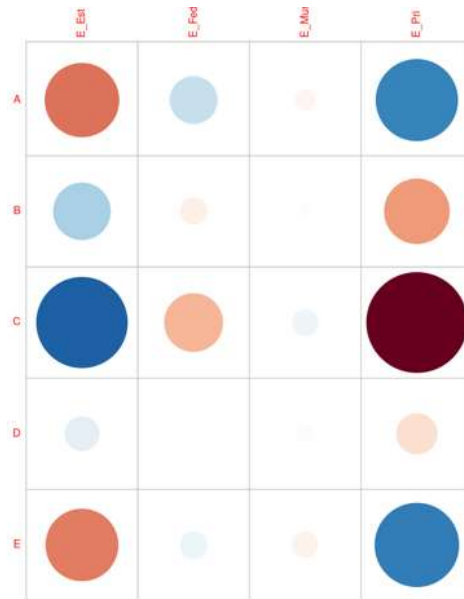
Fonte: elaboração própria.

Figura 17 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 130



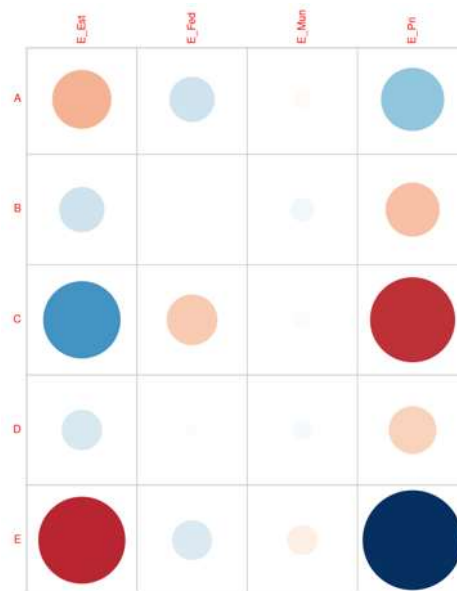
Fonte: elaboração própria.

Figura 18 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 131



Fonte: elaboração própria.

Figura 19 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 133



Fonte: elaboração própria.

Apêndice 2

Figura 20- Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 93



Fonte: elaboração própria.

Figura 21 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 94



Fonte: elaboração própria.

Figura 22 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 96



Fonte: elaboração própria.

Figura 23 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 97



Fonte: elaboração própria.

Figura 24 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 102



Fonte: elaboração própria.

Figura 25 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 104



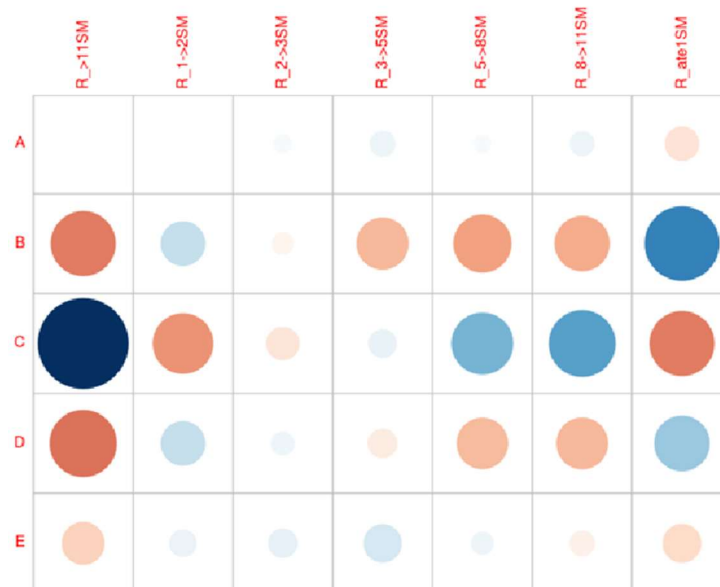
Fonte: elaboração própria.

Figura 26 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 110



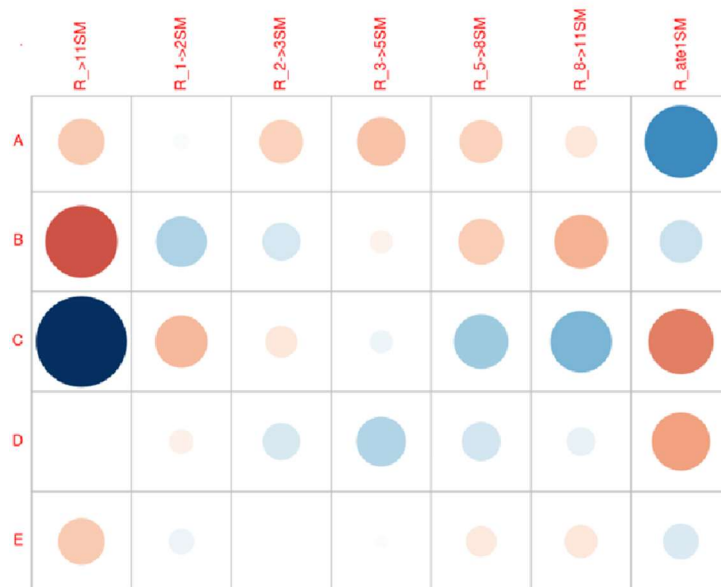
Fonte: elaboração própria.

Figura 27 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 118



Fonte: elaboração própria.

Figura 28 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 119



Fonte: elaboração própria.

Figura 29 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 121



Fonte: elaboração própria.

Figura 30 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 123



Fonte: elaboração própria.

Figura 31 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 126



Fonte: elaboração própria.

Figura 32 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 129



Fonte: elaboração própria.

Figura 33 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 130



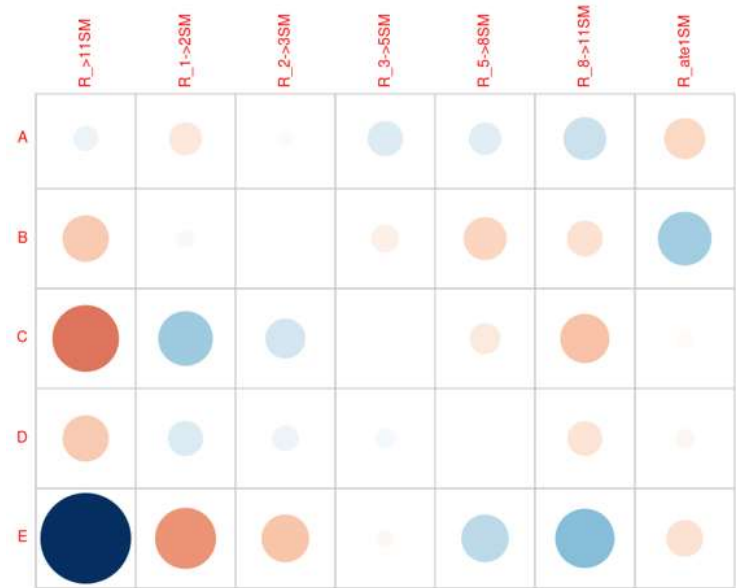
Fonte: elaboração própria.

Figura 34 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 131



Fonte: elaboração própria.

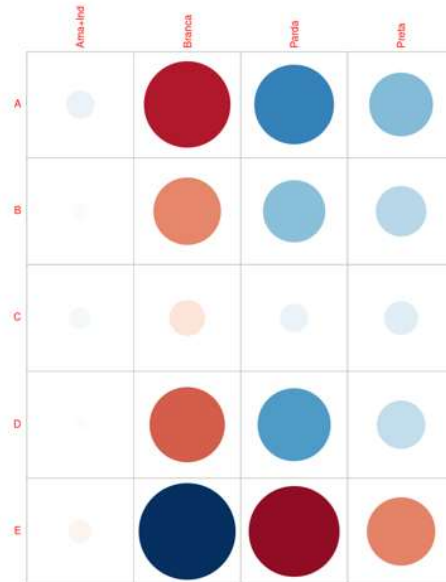
Figura 35 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 133



Fonte: elaboração própria.

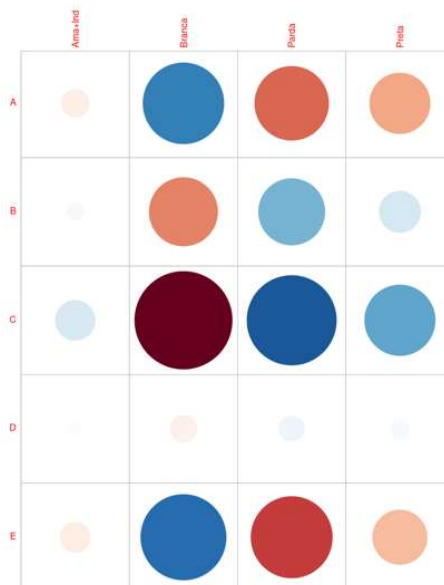
Apêndice 3

Figura 36 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 93



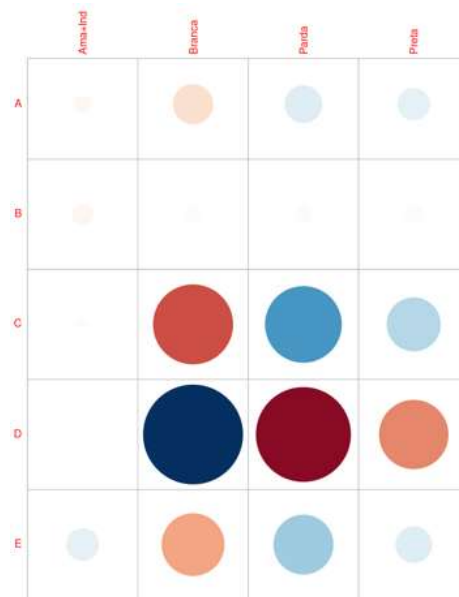
Fonte: elaboração própria.

Figura 37 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 94



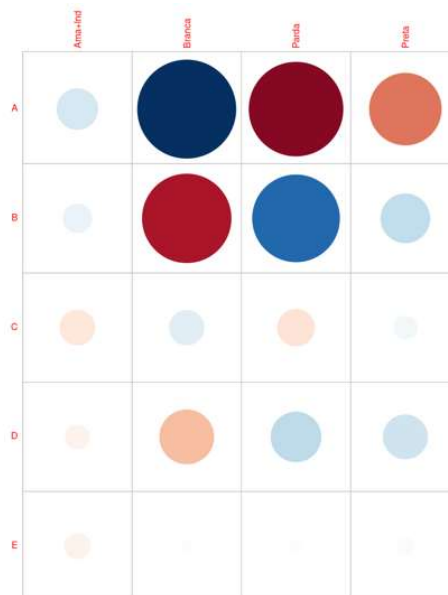
Fonte: elaboração própria.

Figura 38 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 96



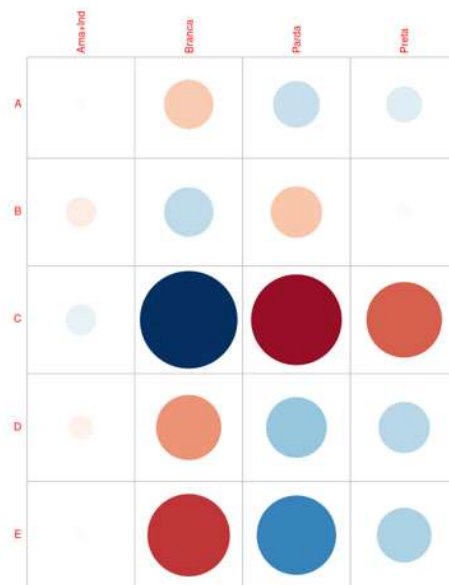
Fonte: elaboração própria.

Figura 39 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 97



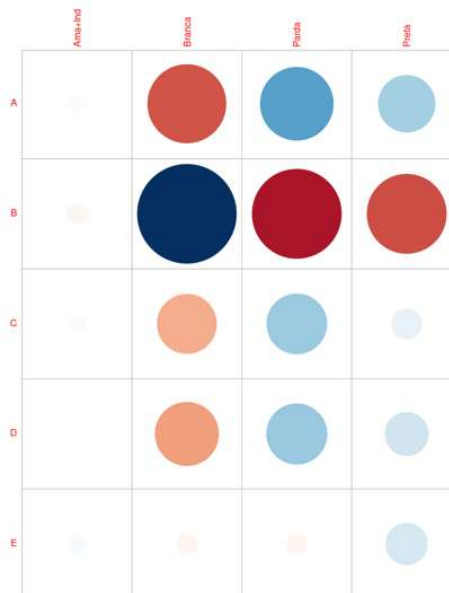
Fonte: elaboração própria.

Figura 40 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 102



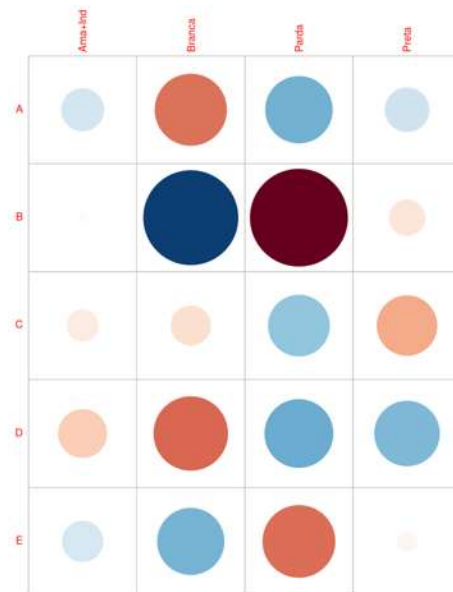
Fonte: elaboração própria.

Figura 41 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 104



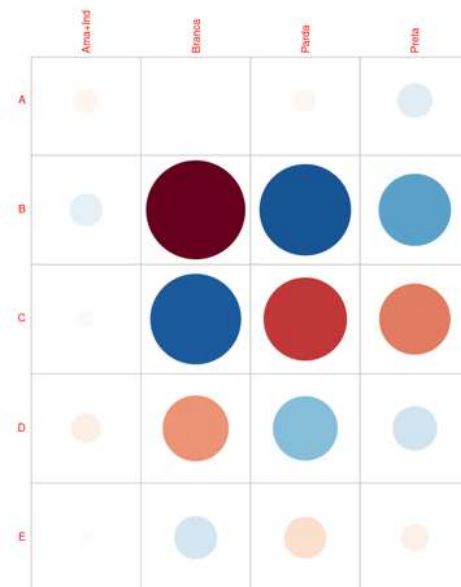
Fonte: elaboração própria.

Figura 42 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 110



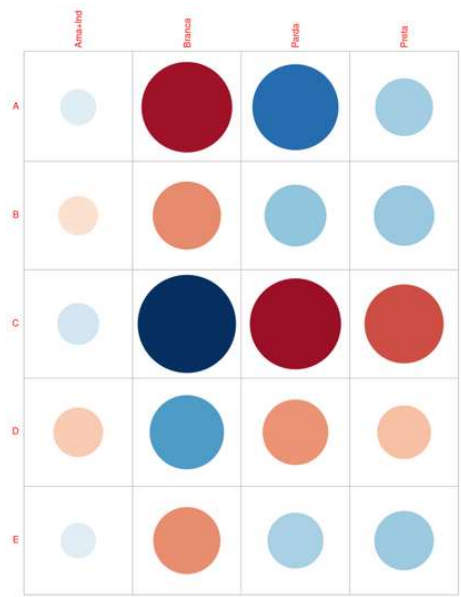
Fonte: elaboração própria.

Figura 43 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 118



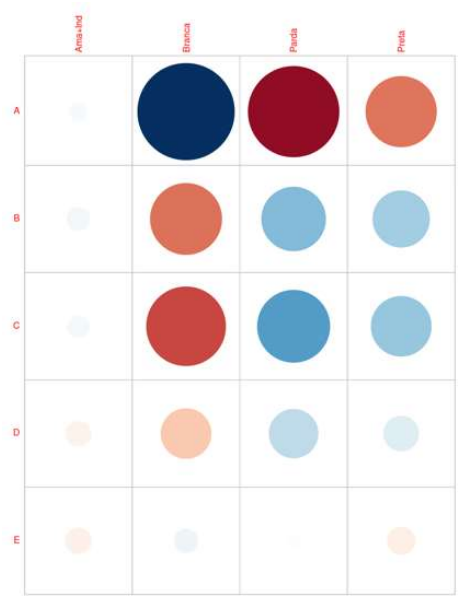
Fonte: elaboração própria.

Figura 44 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 119



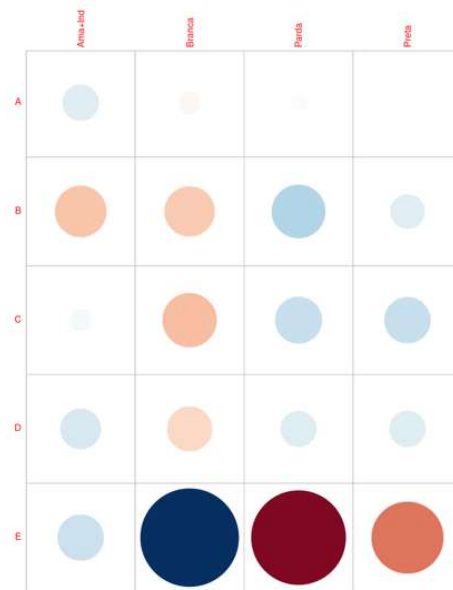
Fonte: elaboração própria.

Figura 45 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 121



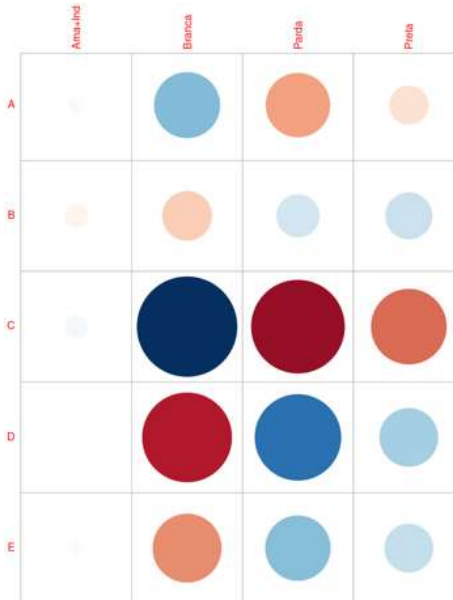
Fonte: elaboração própria.

Figura 46 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 123



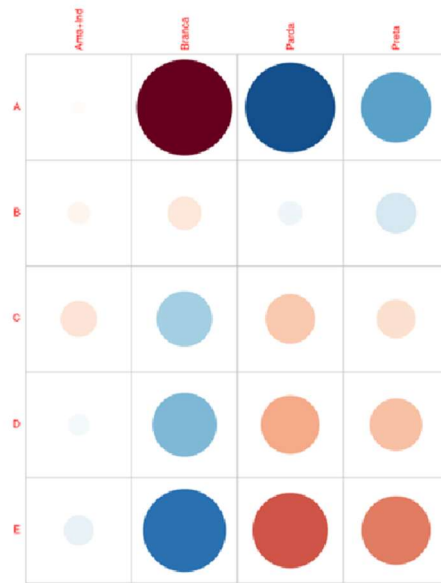
Fonte: elaboração própria.

Figura 47 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 126



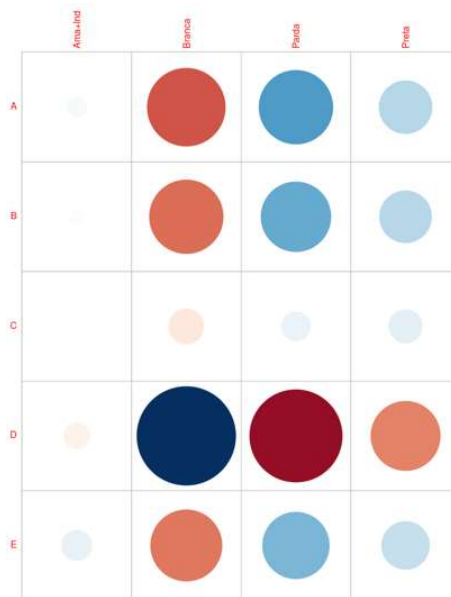
Fonte: elaboração própria.

Figura 48 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 129



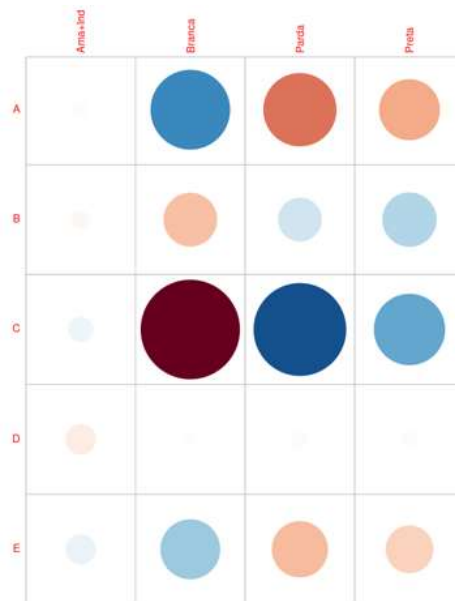
Fonte: elaboração própria.

Figura 49 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 130



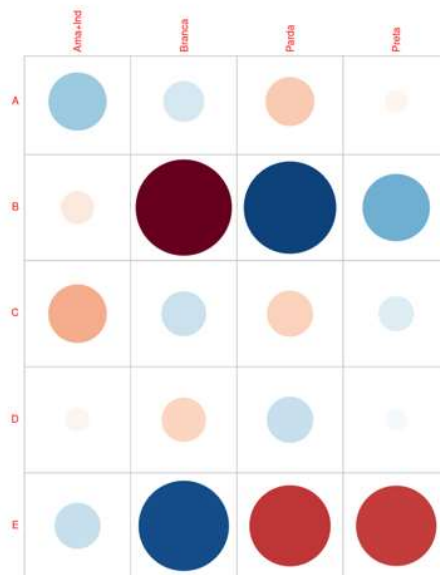
Fonte: elaboração própria.

Figura 50 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 131



Fonte: elaboração própria.

Figura 51 - Associação gerada pelo teste de qui-quadrado para questão 133



Fonte: elaboração própria.