



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
BIOMEDICINA

MARESSA NATIELLY MARINHO DE LIMA
NIELI RODRIGUES MACHADO

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MUTAGÊNICA DO RESVERATROL PELO TESTE DE
ALLIUM CEPA

GOIÂNIA
2026

MARESSA NATIELLY MARINHO DE LIMA
NIELI RODRIGUES MACHADO

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE MUTAGÊNICA DO RESVERATROL PELO TESTE DE
ALLIUM CEPA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
de título de Bacharel em Biomedicina pela
Escola de Ciências Médicas e da Vida.

**Orientador: Profº Dr. Paulo Roberto de
Melo Reis.**

GOIÂNIA
2026

RESUMO

O resveratrol é um composto fenólico de origem vegetal amplamente estudado devido às suas propriedades biológicas, incluindo efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios e anticancerígenos. Apesar dos benefícios relatados, a avaliação de sua segurança biológica é essencial, especialmente quanto ao seu potencial genotóxico e mutagênico. O presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade mutagênica do resveratrol por meio do sistema-teste com *Allium cepa*, reconhecido como um modelo eficiente, sensível e de baixo custo para análise de alterações citogenéticas. O experimento foi conduzido com bulbos de *Allium cepa* expostos a duas concentrações de resveratrol (5 mg/dL e 10 mg/dL), além de grupos controle negativo (água destilada) e controle positivo (colchicina). Após o período de exposição, foram analisados o índice mitótico e a frequência de micronúcleos, indicadores de citotoxicidade e genotoxicidade, respectivamente. Os resultados demonstraram que o controle positivo apresentou aumento significativo na frequência de micronúcleos e redução do índice mitótico, confirmando a eficácia do modelo experimental. Em contrapartida, os grupos tratados com resveratrol não apresentaram aumento na formação de micronúcleos e mantiveram índices mitóticos elevados, semelhantes ao controle negativo. As análises estatísticas indicaram ausência de diferenças significativas entre os grupos tratados e o controle negativo, evidenciando que os efeitos observados foram restritos ao controle positivo. Dessa forma, conclui-se que o resveratrol, nas concentrações avaliadas, não apresentou atividade mutagênica nem citotóxica, podendo ainda sugerir um possível efeito protetor sobre o material genético celular.

Palavras-chave: Resveratrol, *Allium cepa*, Mutagenicidade, Genotoxicidade, Índice Mitótico.

ABSTRACT

Resveratrol is a phenolic compound of plant origin widely studied due to its biological properties, including antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer effects. Despite the reported benefits, evaluating its biological safety is essential, especially regarding its genotoxic and mutagenic potential. This study aimed to evaluate the mutagenic activity of resveratrol using the *Allium cepa* test system, recognized as an efficient, sensitive, and low-cost model for the analysis of cytogenetic alterations. The experiment was conducted with *Allium cepa* bulbs exposed to two concentrations of resveratrol (5 mg/dL and 10 mg/dL), in addition to negative control (distilled water) and positive control (colchicine) groups. After the exposure period, the mitotic index and micronucleus frequency, indicators of cytotoxicity and genotoxicity, respectively, were analyzed. The results demonstrated that the positive control showed a significant increase in micronucleus frequency and a reduction in the mitotic index, confirming the effectiveness of the experimental model. In contrast, the groups treated with resveratrol did not show an increase in micronucleus formation and maintained high mitotic indices, similar to the negative control. Statistical analyses did not indicate significant differences between the treated groups and the negative control, demonstrating that the observed effects were restricted to the positive control. Therefore, it is concluded that resveratrol, at the concentrations evaluated, did not show mutagenic or cytotoxic activity, and may even suggest a possible protective effect on cellular genetic material.

Keywords: Resveratrol, *Allium cepa*, Mutagenicity, Genotoxicity, Mitotic Index.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 OBJETIVOS	09
2.1 Objetivo geral	09
2.2 Objetivos específicos	09
3 MATERIAIS E MÉTODOS	10
4 RESULTADOS	13
5 DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÃO	23
7 REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A descoberta de um composto fenólico, identificado como resveratrol, ocorreu em 1940 (TAKAOKA, 1940). Entretanto, o interesse real em estudá-lo surgiu em 1992, quando foi postulado para explicar alguns efeitos protetores do vinho tinto (RENAUD, 1992). A partir deste momento, relações com diversas doenças e supostos mecanismos de ação foram atribuídos ao resveratrol ao longo dos anos.

O resveratrol é uma fitoalexina polifenol de origem vegetal, pertencente à família estilbenoide e encontrado nas uvas, amendoins, plantas medicinais e processados como o vinho. Vários fungos, incluindo *Botryosphaeria*, *Penicillium*, *Cephalosporium*, *Aspergillus*, *Geotrichum*, *Mucor* e *Alternaria*, também são importantes fontes de resveratrol. As concentrações destes fenólicos podem variar, dependendo da espécie da planta (AGGARWAL et al., 2004; SHI et al., 2012; THUC et al., 2012).

O resveratrol, da classe dos polifenóis não flavonoides tem despertado interesse devido a seus efeitos à saúde. Diversos trabalhos têm mostrado a capacidade do resveratrol em diminuir os níveis de lipídeos no soro sanguíneo e a agregação plaquetária, aumentar o colesterol HDL, diminuir o LDL-c e prevenir a obstrução das artérias. Dentre suas principais características, o resveratrol tem sido amplamente explorado por sua ação anticancerígena, anti-inflamatória, cardioprotetora, neuroprotetora e efeitos antidiabéticos indicada por diversos estudos (KIM et al., 2007; THUC et al., 2012).

O estudo do resveratrol pode ser aprofundado por meio de metodologias que avaliam sua segurança e impacto biológico em nível celular. Nesse contexto, o teste de *Allium cepa* surge como ferramenta relevante devido aos seus diversos parâmetros de análise.

O teste com *Allium cepa* tem se mostrado uma ferramenta eficiente na detecção de efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos de agentes químicos e ambientais, sendo amplamente aceito por sua sensibilidade e praticidade. Além disso, apresenta vantagens como o baixo custo, facilidade de cultivo e a possibilidade de analisar efeitos cromossômicos diretos. (GALLO et al., 2020).

A eficácia e a confiabilidade nos resultados se devem ao fato de ser um modelo *in vivo* onde raízes de cebola crescem em contato direto com a substância de interesse, prevendo os danos ao DNA (BELCAVELLO et al., 2012). Além disso, o teste avalia o índice mitótico (IM)

que é um excelente parâmetro de identificação de alterações citogenotóxicas e cromossômicas (LEME; MARIN MORALES, 2009; LESSA; SILVA; CARIELLO, 2017).

Os ensaios de genotoxicidade estão entre os ensaios pré-clínicos requeridos no processo de desenvolvimento de um novo medicamento e são responsáveis por detectar o potencial de causar mutações gênicas e/ou cromossômicas do mesmo (OUEDRAOGO et al., 2012; SPONCHIADO et al., 2016).

Diante dos possíveis benefícios do resveratrol para a saúde humana, o presente estudo avaliará a atividade mutagênica do composto resveratrol, isoladamente e em diferentes concentrações, por meio do teste de *Allium cepa*.

2 OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a atividade mutagênica do Resveratrol utilizando o teste *Allium cepa*.

2.2. Objetivos Específicos

1. Avaliar a genotoxicidade do resveratrol pelo teste do *Allium cepa*;
2. Avaliar a mutagenicidade do resveratrol no teste de *Allium cepa*;
3. Investigar a relação dose-resposta do resveratrol no sistema teste de *Allium cepa*.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo experimental foi desenvolvido no Laboratório de Estudos Experimentais e Biotecnológicos (LEB), da pró-reitoria de pós-graduação e pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás), em ambiente controlado, com infraestrutura adequada para a condução de ensaios citogenéticos.

As soluções foram preparadas por diluição em água destilada, em quantidade suficiente para atingir os volumes experimentais estabelecidos, sendo homogeneizadas imediatamente após o preparo, de modo que todo o conteúdo sólido se dissolvesse em água. Todo o procedimento foi realizado à temperatura ambiente, sob condições controladas.

O bioensaio com *Allium cepa* foi conduzido conforme o protocolo descrito por Alam et al. (2019), com adaptações pontuais. Este modelo experimental é amplamente reconhecido e utilizado para a avaliação de efeitos citotóxicos e genotóxicos, sendo considerado uma ferramenta sensível, de baixo custo e elevada reprodutibilidade na detecção de alterações cromossômicas induzidas por diferentes agentes químicos. Bulbos de *Allium cepa*, íntegros e de tamanho uniforme, foram inicialmente submetidos à germinação em água destilada, mantidos à temperatura ambiente por 120 horas (cinco dias), até o desenvolvimento adequado das raízes. Durante esse período, a água destilada foi renovada diariamente, visando à manutenção das condições experimentais adequadas.

No quinto dia experimental, as raízes foram expostas às soluções de Resveratrol, nas concentrações de 5 mg/dL; 10 mg/dL sendo simultaneamente estabelecidos os grupos controle negativo (água destilada) e controle positivo (solução de colchicina), conforme preconizado no protocolo de referência. Para cada grupo experimental, foram utilizados cinco bulbos, dos quais foram coletadas cinco raízes por bulbo após o período de exposição. As soluções de resveratrol foram preparadas a partir de um produto comercial contendo 500 mg de princípio ativo, com ajuste prévio da massa do produto em função do teor de princípio ativo, a fim de assegurar a obtenção precisa das concentrações finais propostas.

Cada concentração foi testada em triplicata, com cinco bulbos por grupo de exposição. Os bulbos permaneceram, então, por 48 horas à temperatura ambiente. Após a exposição, as raízes foram cortadas e fixadas em solução de Carnoy (etanol; ácido acético 3:1) por 24 horas, seguido de armazenamento em álcool 70% refrigerado até o uso.

As raízes coletadas foram submetidas aos tratamentos de fixação, hidrólise e coloração, utilizando-se orceína acética a 2%, conforme metodologia adaptada de Alam (2018), para o ensaio *Allium cepa*. As lâminas foram preparadas pelo método de esmagamento (squash) e analisadas em microscópio óptico comum, ao aumento de 400x e quando necessário em 1.000x.

Foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Índice mitótico (IM), como indicador de citotoxicidade;
- Aberrações cromossômicas, incluindo pontes cromossômicas, fragmentos, cromossomos retardatários e anáfases multipolares;
- Alterações nucleares, tais como micronúcleos e núcleos binucleados.

Os dados obtidos nos grupos tratados foram comparados aos respectivos controles negativo e positivo, permitindo a avaliação do potencial citotóxico e genotóxico/mutagênico das soluções aquosas de resveratrol. Para a análise estatística do índice mitótico (IM) e das alterações combinadas (genotóxicas e mutagênicas), foram utilizados os valores obtidos a partir das réplicas experimentais dos grupos controle negativo, controle positivo e tratamento das soluções de resveratrol.

Os achados do estudo foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade das variâncias. Em seguida, as comparações entre os grupos experimentais foram realizadas por análise de variância de uma via (ANOVA one-way), seguida do pós-teste de Tukey para comparações múltiplas entre os tratamentos. Os resultados foram expressos em média $\pm$ erro-padrão (EP), considerando nível de significância de 5% ($p < 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software “Biostat” para análise de dados biológicos.

Foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial (IA), como recurso auxiliar durante a elaboração deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), especialmente na organização textual e no auxílio à redação da introdução em língua inglesa. Além disso as tabelas apresentadas foram elaboradas com auxílio do software BioEstat, utilizado para análise e representação dos dados obtidos.

Ressalta-se que todas as etapas de interpretação, análise crítica e validação das informações permaneceram sob responsabilidade exclusiva das autoras.

4 RESULTADOS

Os dados obtidos durante a experimentação foram organizados em planilha do Excel, na qual foram estabelecidos os seguintes campos: interfase, prófase, metáfase, anáfase, telófase, C-Mitose, aberrações e anormalidades cromossômicas. Esses dados foram agrupados e analisados considerando quatro grupos experimentais: controle negativo, controle positivo, teste com resveratrol 5 mg/dL e com resveratrol 10 mg/dL. A variável de genotoxicidade avaliada foi a frequência de micronúcleos, extraída diretamente do campo “anormalidades”. Como medida complementar de citotoxicidade e proliferação celular, calculou-se o índice mitótico (%), determinado pela razão entre o número de células em prófase, metáfase, anáfase e telófase e o total de células analisadas, multiplicada por 100. Adicionalmente, foram calculadas a média, o desvio-padrão (DP) e erro-padrão da média (EP).

Tabela 1 – Análise de micronúcleos e índice mitótico nos grupos controle negativo, controle positivo, teste resveratrol 5 mg/dL e teste resveratrol 10 mg/dL.

Grupo	n	Micronúcleos (média $\pm$ EP)	DP	Índice mitótico (%) (média $\pm$ EP)	DP
Controle negativo	10	0.00 $\pm$ 0.00	0.00	91.70 $\pm$ 5.98	18.91
Controle positivo	10	48.40 $\pm$ 13.98	44.22	73.09 $\pm$ 2.45	7.74
Resveratrol 5 mg/dL	12	0.00 $\pm$ 0.00	0.00	98.43 $\pm$ 0.19	0.66
Resveratrol 10 mg/dL	14	0.00 $\pm$ 0.00	0.00	95.73 $\pm$ 1.02	3.81

As comparações totais entre os tratamentos foram realizadas por análise de variância de uma via (ANOVA one-way), seguida do pós-teste de Tukey que estão demonstrados na Tabela 2. As letras acima das colunas indicam agrupamentos estatísticos: grupos com a mesma letra não diferem entre si ($p \geq 0,05$).

Tabela 2 – Resultado total das análises de variância.

Parâmetro avaliado	Teste aplicado	F	p
Micronúcleos	ANOVA one-way	14.583	< 0,001
Índice mitótico	ANOVA one-way	14.827	< 0,001

A análise de variância (ANOVA one-way) demonstrou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos experimentais tanto para a frequência de micronúcleos ($F = 14,583$; $p < 0,001$) quanto para o índice mitótico ($F = 14,827$; $p < 0,001$), indicando que os tratamentos influenciaram significativamente os parâmetros genotóxicos e citotóxicos avaliados, ou seja, evidenciando alterações na frequência de micronúcleos, associadas a danos genéticos, e no índice mitótico, refletindo impacto sobre a proliferação celular.

As comparações múltiplas pelo teste de Tukey demonstradas na Tabela 3, evidenciaram que o controle positivo diferiu significativamente dos demais grupos para ambas as variáveis analisadas. Os resultados indicam que apenas o controle positivo apresentou efeitos genotóxicos e citotóxicos, enquanto o resveratrol manteve parâmetros celulares semelhantes ao controle negativo, sugerindo ausência de toxicidade e possível efeito protetor.

Tabela 3 – Síntese interpretativa do pós-teste de Tukey.

Parâmetro avaliado	Contrastes com diferença significativa pelo teste de Tukey	Interpretação
Micronúcleos	Controle positivo vs. controle negativo; controle positivo vs. resveratrol 5 mg/dL; controle positivo vs. resveratrol 10 mg/dL	Somente o controle positivo diferiu dos demais; os grupos negativos e tratados com resveratrol permaneceram estatisticamente equivalentes.
Índice mitótico	Controle positivo vs. controle negativo; controle positivo vs. resveratrol 5 mg/dL; controle positivo vs. resveratrol 10 mg/dL	O controle positivo apresentou redução significativa do índice mitótico, enquanto os grupos com resveratrol preservaram a atividade proliferativa em nível semelhante ao controle negativo.

A análise da frequência média de micronúcleos evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais (ANOVA one-way, $p < 0,001$). O controle positivo apresentou aumento expressivo na formação de micronúcleos, diferindo significativamente do controle negativo e dos grupos tratados com resveratrol, conforme indicado pelo pós-teste de Tukey, os dados estão representados no gráfico 1.

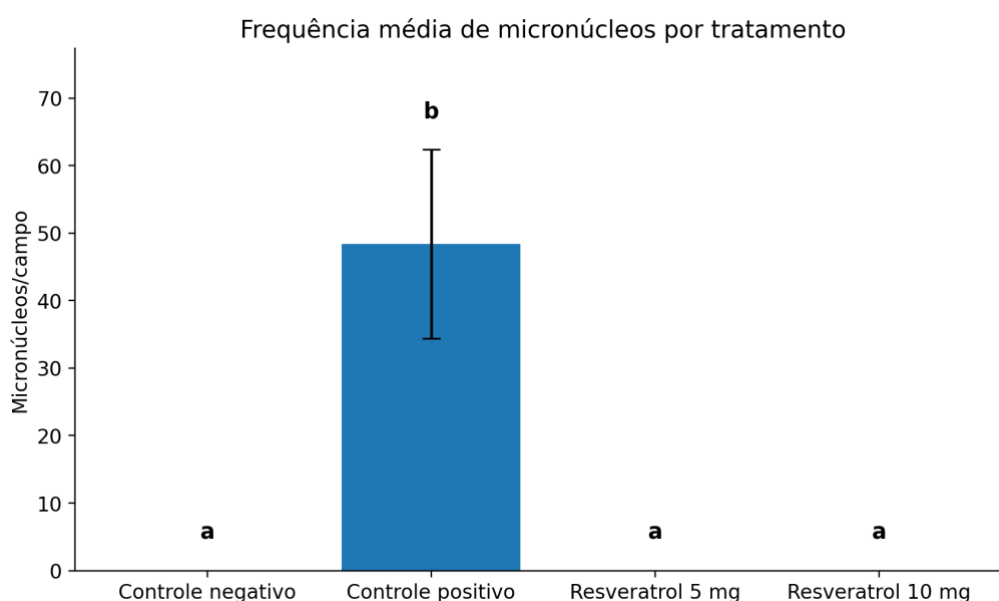


Gráfico 1 – Frequência média de micronúcleos por tratamento. Barras representam média $\pm$ EP. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os resultados do gráfico 1 confirmam a indução de dano genético no grupo controle positivo, uma vez que os micronúcleos são marcadores clássicos de instabilidade cromossômica, associados a eventos clastogênicos e/ou aneugênicos. Em contraste, os grupos tratados com resveratrol (5 mg/dL e 10 mg/dL) apresentaram valores basais, estatisticamente indistinguíveis do controle negativo, indicando ausência de genotoxicidade e sugerindo efeito antigenotóxico do composto.

A análise da distribuição dos dados (Gráfico 2), apresentou elevada dispersão intragrupo no controle positivo, em contraste com a homogeneidade observada nos demais grupos. Apesar da variabilidade, o controle positivo manteve valores consistentemente superiores, caracterizando um padrão estatisticamente distinto.

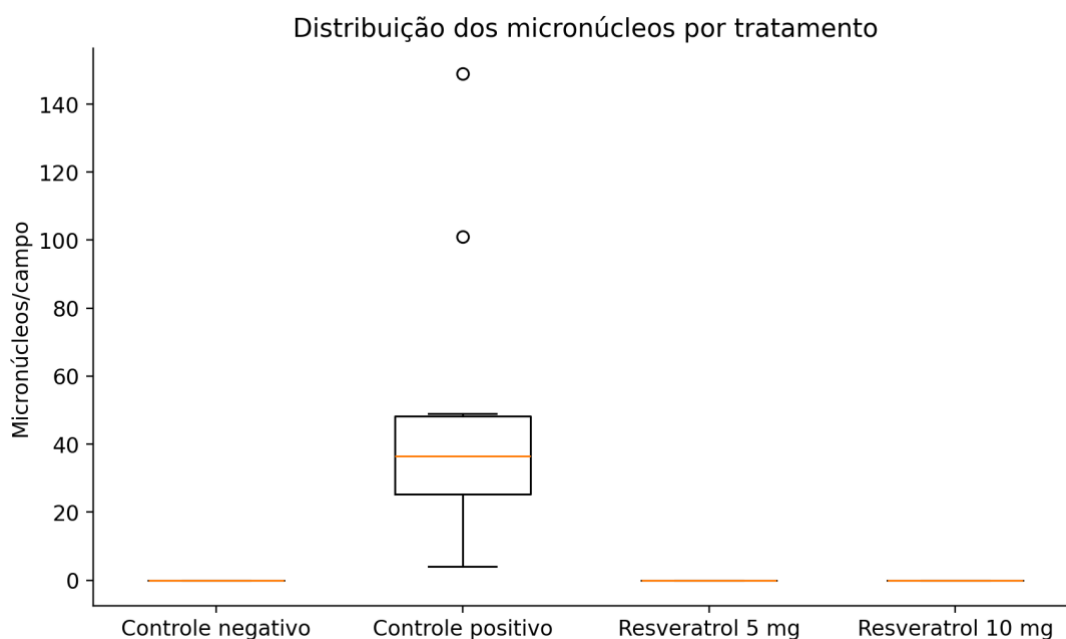


Gráfico 2 – Distribuição dos valores de micronúcleos por tratamento, evidenciando dispersão intragrupo e contraste entre o controle positivo e os demais grupos.

Em relação à distribuição de micronúcleos, a interpretação dos resultados das concentrações do resveratrol e controles mostram que há heterogeneidade da resposta ao agente genotóxico. No entanto, esta variabilidade é provável de ocorrer em sistemas biológicos expostos a compostos indutores de dano ao DNA. Contudo como observado a separação clara entre o controle positivo e os demais grupos submetidos confirma o efeito genotóxico induzido (controle positivo). Em contraste, a ausência de variabilidade nos grupos tratados com resveratrol quando comparados ao controle negativo não apresentam diferença estatística, confirmam que as concentrações do resveratrol não apresentam efeito mutagênico e nem cromossômico.

O gráfico 3 demonstra que o índice mitótico (IM) revelou disparidades estatisticamente significativas entre os grupos experimentais (ANOVA one-way, $p < 0,001$). O controle positivo exibiu uma redução substancial na cinética mitótica, ao passo que os grupos submetidos ao tratamento com resveratrol preservaram índices de proliferação elevados, assemelhando-se ao controle negativo.

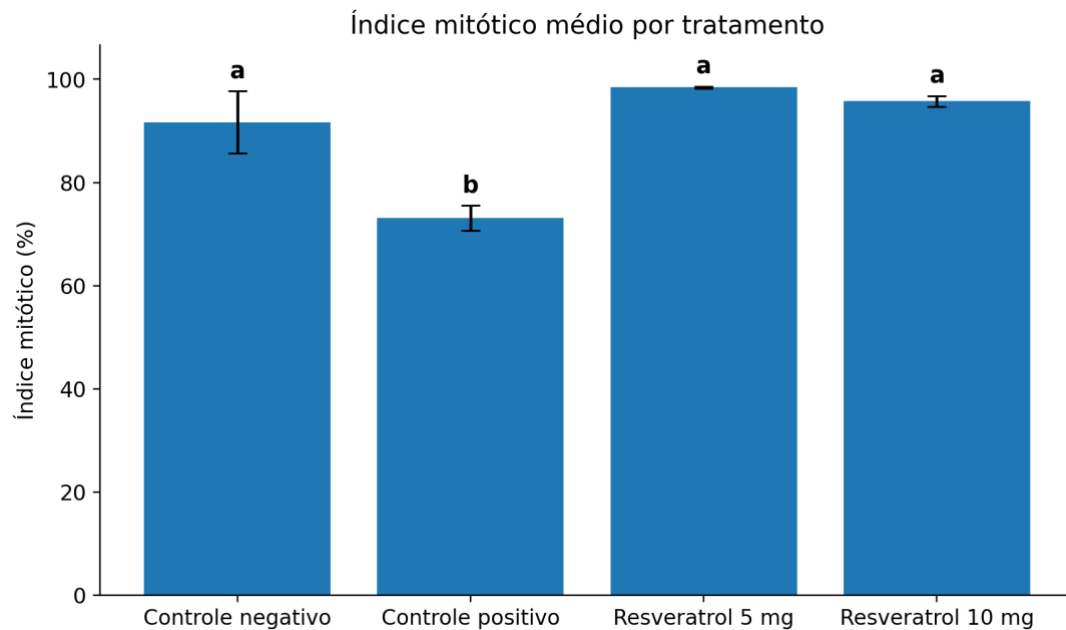


Gráfico 3 – Índice mitótico médio por tratamento. Os grupos tratados com resveratrol apresentam padrão semelhante ao controle negativo, enquanto o controle positivo apresentou redução estatisticamente significativa.

O decréscimo do IM no controle positivo é indicativo de citotoxicidade, sugerindo uma interferência deletéria no ciclo celular e um potencial bloqueio da progressão mitótica. Inversamente, a manutenção de elevados índices proliferativos nos grupos tratados com resveratrol demonstra a ausência de citotoxicidade intrínseca do composto.

A interpretação dos dados indica que o controle positivo apresentou dano genotóxico concomitante à inibição da proliferação celular. Os grupos tratados com resveratrol mantiveram parâmetros homeostáticos equivalentes ao controle negativo.

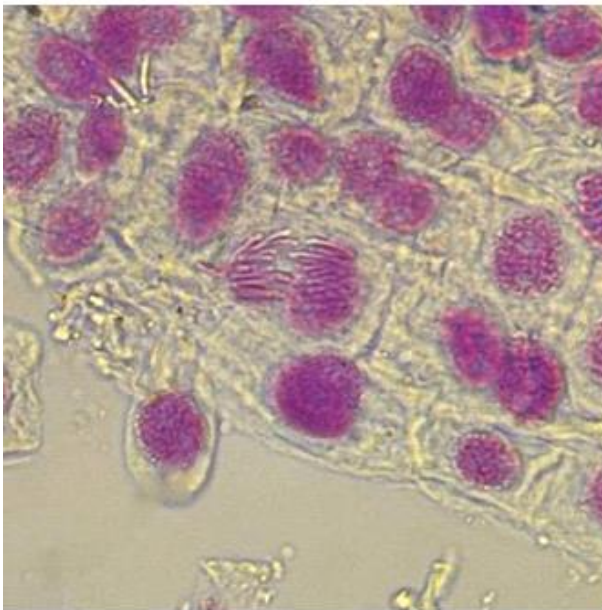
4.1 Avaliação microscópica das alterações cromossômicas

Figura 1 – Presença de micronúcleo em célula meristemática de *Allium cepa* em anáfase no controle positivo (1.000X).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Figura 2 – Anáfase com ponte cromossômica observada em células meristemáticas de *Allium cepa* no controle positivo (400X).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

Figura 3 – Presença de micronúcleo em célula meristemática de *Allium cepa* em prófase no controle positivo (400X).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que o controle positivo promoveu aumento significativo na frequência de micronúcleos e redução do índice mitótico, evidenciando efeito genotóxico e citotóxico.

O aumento expressivo de micronúcleos observado no controle positivo confirma a eficácia do agente indutor de dano genético utilizado no experimento. Os micronúcleos são amplamente reconhecidos como biomarcadores de instabilidade cromossômica, resultantes de eventos clastogênicos (quebra cromossômica) ou aneugênicos (perda ou ganho de cromossomos), sendo frequentemente empregados em ensaios de genotoxicidade (FENECH, 2000). Dessa forma, os resultados validam o modelo experimental adotado.

A redução significativa do índice mitótico no controle positivo indica a ocorrência de citotoxicidade, refletindo interferência no ciclo celular e possível bloqueio da progressão mitótica. Esse efeito pode estar relacionado à ativação dos mecanismos de reparo dos danos ao DNA, como pontos de checagem do ciclo celular, que interrompem a divisão celular ou induzem apoptose (BONASSI et al., 2011).

Os grupos submetidos ao tratamento com resveratrol (5 mg/dL e 10 mg/dL) não demonstraram elevação na frequência de micronúcleos, mantendo resultados semelhantes aos observados no controle negativo. Esse achado sugere que o composto não apresentou potencial genotóxico nas condições experimentais avaliadas. Os elevados índices mitóticos registrados nesses grupos indicam ausência de efeito citotóxico, evidenciando a preservação da atividade proliferativa das células.

Esses achados estão em concordância com Baur & Sinclair (2006), que descrevem o resveratrol como um composto com propriedades antioxidantes e potencial efeito antigenotóxico, atuando na neutralização de espécies reativas de oxigênio e na proteção contra danos ao DNA. A ausência de micronúcleos nos grupos tratados reforça a hipótese de que o resveratrol pode atuar como agente protetor contra alterações cromossômicas.

De fato, apesar das evidências disponíveis, ainda persistem lacunas relevantes acerca do comportamento do resveratrol em diferentes sistemas biológicos, especialmente no que se refere à sua atuação em modelos vegetais amplamente utilizados como bioindicadores de genotoxicidade, os quais ainda são menos explorados quando comparados a sistemas animais e celulares *in vitro* (FISKESJÖ, 1985; LEME; MARIN-MORALES, 2009). Ademais, a variabilidade dose-dependente e os efeitos paradoxais descritos na literatura — nos quais o resveratrol pode atuar tanto como agente antioxidante quanto pró-oxidante, dependendo da concentração e do contexto celular — reforçam a necessidade de investigações experimentais adicionais (BISHAYEE, 2009; ATHAR et al., 2007). Embora o resveratrol apresente efeitos biológicos relevantes, sua atividade está diretamente relacionada à dose empregada e ao tipo celular analisado, o que evidencia a complexidade de seus mecanismos de ação e a importância de abordagens experimentais diversificadas para sua melhor compreensão (PERVAIZ, 2003; DELMAS et al., 2011).

A avaliação da atividade mutagênica de compostos bioativos é importante para assegurar a segurança do uso, principalmente quando são utilizados em suplementos, medicamentos e produtos cosméticos. Nesse cenário, o teste com *Allium cepa* se destaca como uma metodologia eficaz, econômica e altamente sensível para a análise de mudanças citogenéticas e genotóxicas. Fiskesjö (1985) caracteriza o teste de *Allium cepa* como um relevante bioindicador de toxicidade ambiental e mutagenicidade, possibilitando a observação de mudanças como pontes cromossômicas, micronúcleos, cromossomos ausentes e diminuição do índice mitótico, aspectos essenciais para a análise de danos celulares. Leme e Marin-Morales (2009) reforçam que esse teste apresenta alta confiabilidade na detecção de efeitos citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos, sendo amplamente utilizado no monitoramento ambiental e na avaliação da segurança biológica de diferentes substâncias químicas.

Pesquisas anteriores indicam que o resveratrol pode apresentar efeitos variados conforme a concentração empregada e a duração da exposição celular. Juan et al. (2010) afirmam que o composto pode exercer efeito protetor contra danos oxidativos ao DNA em baixas concentrações, enquanto em concentrações elevadas pode

provocar alterações celulares associadas à citotoxicidade. De forma semelhante, Baur e Sinclair (2006) destacam que o resveratrol atua como agente antioxidante e quimiopreventivo, contribuindo para a proteção celular contra estresse oxidativo. Athar et al. (2007) também relatam que, embora o composto apresente propriedades citoprotetoras e anticarcinogênicas, doses elevadas podem induzir apoptose e interferências no ciclo celular. Além disso, de la Lastra e Villegas (2007) reforçam que seus efeitos biológicos dependem diretamente da dose, do tempo de exposição e do modelo experimental utilizado. Dessa forma, o uso do teste de *Allium cepa* para avaliar a atividade mutagênica do resveratrol torna-se relevante para compreender sua segurança biológica e seus possíveis impactos sobre a divisão celular, contribuindo para futuras aplicações terapêuticas e biotecnológicas.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram avaliar os efeitos citogenéticos do resveratrol por meio do teste de *Allium cepa*, demonstrando que o composto não apresentou efeitos genotóxicos nem citotóxicos nas condições experimentais analisadas. A ausência de alterações significativas nos parâmetros avaliados indica que as concentrações testadas não comprometeram a divisão celular nem a integridade do material genético, evidenciando um perfil biológico compatível com a segurança celular.

Além disso, observou-se que o resveratrol apresentou possível potencial efeito protetor frente aos danos cromossômicos, sugerindo uma ação antígeno-tóxica no modelo vegetal utilizado. Esse efeito pode estar relacionado às propriedades antioxidantes amplamente descritas na literatura, associadas à capacidade de neutralização de espécies reativas de oxigênio, à modulação de mecanismos de reparo do DNA e à regulação do ciclo celular.

Os achados da pesquisa corroboram estudos descritos na literatura que destacam o potencial do resveratrol como agente bioativo com propriedades antioxidantes e protetoras, reforçando sua relevância em pesquisas voltadas à prevenção de danos celulares e genéticos. Entretanto, considerando as limitações inerentes ao modelo experimental empregado, recomenda-se a realização de estudos complementares utilizando diferentes sistemas biológicos e metodologias, a fim de ampliar o conhecimento acerca dos mecanismos de ação e da segurança do composto.

Ademais, o teste de *Allium cepa* demonstrou ser uma ferramenta eficiente, sensível e adequada para a avaliação dos efeitos citogenéticos do resveratrol. Sua capacidade de detectar tanto efeitos citotóxicos quanto antígeno-tóxicos reforça sua aplicabilidade em estudos de triagem toxicológica e genotoxicológica, constituindo um método amplamente reconhecido para análises preliminares de substâncias de interesse biológico.

Dessa forma, os achados deste trabalho contribuem para a ampliação do conhecimento científico acerca das propriedades biológicas do resveratrol e fornecem subsídios para futuras pesquisas que visem aprofundar a compreensão de seus mecanismos de ação e de suas possíveis aplicações na área da saúde e da biotecnologia.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Luane Aparecida et al. Efeitos da suplementação de resveratrol na saúde humana: uma revisão integrativa. *Visão Acadêmica*, Curitiba, v. 3, p. 74–79, 2018.
- ANNAJI, Manjusha et al. Resveratrol-loaded nanomedicines for cancer applications. *Cancer Reports*, Hoboken, v. 4, n. 3, p. e1353, 2021.
- ATHAR, M. et al. Resveratrol: a review of preclinical studies for human cancer prevention. *Toxicology and Applied Pharmacology*, San Diego, v. 224, n. 3, p. 274–283, 2007.
- BAGATINI, M. D.; SILVA, A. C. F.; TEDESCO, S. B. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 444–447, 2007.
- BAUR, J. A.; SINCLAIR, D. A. Therapeutic potential of resveratrol: the in vivo evidence. *Nature Reviews Drug Discovery*, Londres, v. 5, n. 6, p. 493–506, 2006.
- BEZERRA, M. C. et al. Mutagenicidade das águas do açude da UEPB em teste *Allium cepa*. *BIOFARM - Journal of Biology & Pharmacy*, Campina Grande, v. 1, n. 1, 2013.
- BONASSI, S. et al. Increased micronucleus frequency in peripheral blood lymphocytes predicts the risk of cancer in humans. *Carcinogenesis*, Oxford, v. 32, n. 1, p. 1–6, 2011.
- BREUSS, Johannes M.; ATANASOV, Atanas G.; UHRIN, Pavel. Resveratrol and its effects on the vascular system. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel, v. 20, n. 7, p. 1523, 2019.
- BRITO, Fernanda Maranhão Lages de. Resveratrol e suas implicações para a saúde. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.
- CABRA, R. C. et al. Benefícios do resveratrol: uma revisão narrativa. *Revista Científica da UNIFENAS*, Alfenas, v. 6, n. 2, 2020.
- CARMO, L. R. do; LEAL, L. S.; RIBEIRO, L. R. *Allium cepa* e teste do micronúcleo como bioindicadores de citogenotoxicidade em extratos aquosos de plantas medicinais. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v. 6, n. 10, p. 82419–82430, 2020.
- CIPLAK, Baris et al. Does resveratrol reduce cisplatin-induced ovarian damage? *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo, v. 69, n. 8, p. e20230314, 2023.
- DE LA LASTRA, C. Alarcón; VILLEGAS, I. Resveratrol as an antioxidant and pro-oxidant agent: mechanisms and clinical implications. *Biochemical Society Transactions*, Londres, v. 35, n. 5, p. 1156–1160, 2007.

FISKESJÖ, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring. *Hereditas*, Lund, v. 102, p. 99–112, 1985.

FREIRE, Thamires Batello et al. Impact of ferulic acid and resveratrol on the effectiveness and safety of sunscreen. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, São Paulo, v. 59, p. e23357, 2023.

GALINIAK, Sabina; AEBISHER, David; BARTUSIK-AEBISHER, Dorota. Health benefits of resveratrol administration. *Acta Biochimica Polonica*, Varsóvia, 2019.

GALLO, C. M. et al. Avaliação da atividade mutagênica e antimutagênica da *Chamomilla recutita* em teste de *Allium cepa*. *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema, v. 5, n. 3, p. 1720–1728, 2020.

GÜRSOY, Görkem Tural; TUNCER, Mehmet Cudi; ÖZDEMİR, İlhan. Resveratrol and temozolomide induce apoptosis and suppress proliferation in glioblastoma cells via the apoptotic signaling pathway. *Acta Cirúrgica Brasileira*, São Paulo, v. 40, p. e405525, 2025.

LEME, D. E. M. et al. In vitro control of uropathogenic microorganisms with the ethanolic extract from the leaves of *Cochlospermum regium* (Schrank) Pilger. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Londres, v. 2017, p. 4687154, 2017.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: a review on its application. *Mutation Research*, Amsterdam, v. 682, n. 1, p. 71–81, 2009.

LI, Huige et al. Resveratrol and vascular function. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel, v. 20, n. 9, p. 2155, 2019.

LI, Yue et al. Resveratrol alleviates diabetic periodontitis-induced alveolar osteocyte ferroptosis possibly via regulation of SLC7A11/GPX4. *Nutrients*, Basel, v. 15, n. 9, p. 2115, 2023.

LI, Z. et al. Resveratrol attenuates heat-stress-impaired immune and inflammatory responses of broilers by modulating Toll-Like Receptor-4 signaling pathway. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 25, n. 2, p. eRBCA-2022-1668, 2023.

LIU, Lilong et al. Resveratrol as a cardioprotective adjuvant for 5-fluorouracil in the treatment of gastric cancer cells. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, v. 57, p. e13537, 2024.

MARQUES, B. D. Efeitos neuroprotetores do resveratrol: uma revisão da literatura. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

MOREIRA, Daniel Medeiros et al. Comparison of the effects of alcoholic and non-alcoholic red wine on flow-mediated dilation and brachial artery vasodilation.

International Journal of Cardiovascular Sciences, Rio de Janeiro, v. 38, p. e20240240, 2025.

NUNES, Sandra et al. Resveratrol and inflammatory bowel disease: the evidence so far. *Nutrition Research Reviews*, Cambridge, v. 31, n. 1, p. 85–97, 2018.

RAUF, Abdur et al. Resveratrol as an anti-cancer agent: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Londres, v. 58, n. 9, p. 1428–1447, 2018.

REN, Boxu et al. Resveratrol for cancer therapy: challenges and future perspectives. *Cancer Letters*, Amsterdã, v. 515, p. 63–72, 2021.

SHAITO, Abdullah et al. Potential adverse effects of resveratrol: a literature review. *International Journal of Molecular Sciences*, Basel, v. 21, n. 6, p. 2084, 2020.