

**LARISSA SILVA MATIOLLI**

**AVALIAÇÃO DA CITOTOXICIDADE E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DE PLANTAS CONDIMENTARES**

**ASSIS**

**2014**

**LARISSA SILVA MATIOLLI**

**AVALIAÇÃO DA CITOTOXICIDADE E ATIVIDADE  
ANTIOXIDANTE DE PLANTAS CONDIMENTARES.**

Relatório apresentado à Faculdade de Ciências e Letras de Assis – UNESP – Universidade Estadual Paulista para o Exame Geral de Qualificação, como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em Biociências. (Área do conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica.)

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Regildo Márcio Gonçalves da Silva

ASSIS

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca do Instituto Educacional de Assis – I E D A

M433a      Matioli, Larissa Silva  
Avaliação da citotoxicidade e atividade antioxidante de plantas condimentares /  
Larissa Silva Matioli. Assis, 2014  
44 f. il.  
Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências e Letras  
de Assis – Universidade Estadual Paulista  
Orientador: Dr. Regildo Márcio Gonçalves da Silva  
1. Plantas condimentares. 2. Antioxidante. 3. Citotoxicidade.  
I. Título.

CDD 633.88

## SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 1 - Avaliação da Citotoxicidade e Atividade Antioxidante de Plantas</b>	
<b>Condimentares.....</b>	<b>22</b>
1.1 Introdução	23
1.2 Materiais e métodos	25
1.3 Resultados	30
1.4 Discussão	35
1.5 Conclusões	36
1.6 Referências.....	37
<b>Considerações Finais.....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 1.....</b>	<b>43</b>

*“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa  
que a fez tão importante”.*

Pequeno Príncipe  
Antoine de Sain-Exupéry

Dedico este trabalho aos meu amados pais Fátima e Osmar, marido Fernando e filhas Anne e Amália, que mesmo sem entenderam foram minhas maiores incentivadoras, à família, amigos e ao meu orientador, pela, força, confiança, oportunidade, companheirismo e amizade.

## AGRADECIMENTOS

Acima de tudo a Deus, por mandar sua divina providência em cada dia da minha vida.

À minha família, minha fortaleza, pai, mãe, irmão, marido, filhas, sogro e sogra, avós, tios, primos, cunhada, cunhados, Márcia, que me ampararam, socorreram, incentivaram, em todos os momentos em que precisei, com paciência e otimismo.

Ao meu amigo e orientador Dr<sup>o</sup> Regildo Márcio Gonçalves da Silva, que me deu a oportunidade de estar na pós-graduação, por ter confiado em mim e acima de tudo ter me orientado com tanta generosidade.

Aos amigos Vanessa e Aninha, que comigo dividiram tantos momentos de alegria dentro e fora do curso e sempre me ajudaram e incentivaram, também à todos os outros amigos do Fitolab, Amábile, Pamela, Kamile, Patrícia e Gustavo, que me ajudaram mesmo antes do ingresso na pós-graduação.

Às amigas de trabalho Ana Rita, Rita, Erlânia, Simone, Elisa, Allyana e Gisele, por sua ajuda nos momentos que precisei.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biociências pelo aprendizado que nos foi passado, em especial pelos professores que tanto lutaram para que esse programa fosse concretizado e aos professores que aceitaram contribuir para o meu trabalho participando das bancas examinadoras.

Aos meus pacientes que em tantos momentos me ausentei para realização do trabalho e foram de sincera compreensão.

À todos que contribuíram de alguma forma e me ajudaram nessa caminhada, que não foi fácil, mas que muito me acrescentou pessoal e profissionalmente.

Muito obrigada.

Matiolli, Larissa Silva. **AValiação DA CITOTOXICIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PLANTAS CONDIMENTARES**. 2014. 43f. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2014.

## RESUMO

Plantas condimentares definem espécies vegetais utilizadas para acrescentar odor ou sabor aos alimentos e está presentes na culinária humana por milhares de anos. Além do emprego na alimentação, destacam-se por apresentarem benefícios curativos e terapêuticos, apresentando atividade antiinflamatória, analgésica, antitumoral, antimicrobiana e antioxidante. Para assegurar os benefícios atribuídos a essas plantas, tornou-se importante o estudo da citotoxicidade das mesmas, considerando o risco iminente à saúde decorrente da utilização errônea e/ou abusiva de determinadas plantas condimentares, que podem ser potenciais causadores de alterações no DNA. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial citotóxico e antioxidante de *Cinnamomum zeylanicum* Breyn (Canela), *Origanum vulgare* L. (Orégano), *Petroselinum sativum* L. (Salsa), *Piper nigrum* L. (Pimenta do Reino), *Zingiber officinale* Roscoe (Gengibre) e *Ocimum basilicum* L. (Manjericão), por meio do bioensaio com *Allium cepa*, concluindo que nenhuma apresentou atividade citotóxica nas concentrações avaliadas. E pelos testes de DPPH, efeito quelante de  $Fe^{2+}$ , teste FRAP, fenóis totais e flavonóides, foi demonstrado que as plantas condimentares avaliadas podem ser utilizadas como fonte de antioxidantes naturais, fenóis totais e flavonoides .

Palavras Chave: plantas condimentares; antioxidante; citotoxicidade.

Matiolli, Larissa Silva. **Avaliação da citotoxicidade e atividade antioxidante de plantas condimentares**. 2014. 43f. Dissertação (Mestrado em Biociências) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Assis, 2014.

#### **ABSTRACT**

Plants condiments define the species used to add odor or flavor to food and is present in human food for thousands of years. Than employment in food, stand out because they have healing and therapeutic benefits, with antiinflammatory, analgesic, antitumor, antimicrobial and antioxidant. To ensure the benefits attributed to these plants, it became important to study the cytotoxicity of the same, considering the likely health risk due to erroneous and / or misuse of certain condiments plants, which may potentially cause alterations in DNA. Given the above, the present work aimed to evaluate the cytotoxic and antioxidant potential of *Cinnamomum zeylanicum* Breyn (Cinnamon), *Origanum vulgare* (Oregano), *Petroselinum sativum* L. (Salsa), *Piper nigrum* L. (Black Pepper) *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) and *Ocimum basilicum* L. (Basil), through bioassay with *Allium cepa*, concluding that showed no cytotoxicity at the concentrations evaluated. And the DPPH test, Fe<sup>2+</sup> + chelating effect, FRAP test, total phenols and flavonoids has been shown that the tested plant condiments can be used as a source of natural antioxidants, flavonoid and phenolic compounds.

Key Words: season plants; antioxidant; cytotoxicity.

## 1- INTRODUÇÃO

Plantas aromáticas, condimentares e especiarias, definem espécies vegetais que são utilizadas na culinária mundial para acrescentar odor ou sabor aos alimentos (SRINIVASAN, 2004). Podem ser consumidas frescas, cozidas ou desidratadas (MORALES, 1995). Essas ervas têm estado presentes na cultura humana por milhares de anos e representaram um papel importante no desenvolvimento da economia de muitos países, que patrocinavam expedições para conquistas de locais onde elas crescessem (SHERMAN e BILLING, 1999), demonstrando assim que o comércio de plantas condimentares foi um dos primeiros a serem registrados na história (OIYE e MUROKI, 2002).

As principais plantas condimentares utilizadas em preparações de receitas da culinária brasileira são: Erva doce (*Pimpinella anisum* L.), Endro (*Anethum graveolens* L.), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), Hortelã (*Mentha spp*), Manjericão (*Ocimum spp*), Manjerona (*Origanum majorana* L.), Orégano (*Origanum vulgare* L.), Tomilho (*Thymus sp*); Pimenta (*Capsicum sp*), Erva cidreira (*Lippia alba*) e o Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) (COUTO, 2006), sendo que a mais utilizada é o orégano, originária da Europa e Ásia, e apresenta grande adaptação em várias regiões do país (LENZ, 2005).

Além do emprego destas plantas na alimentação, elas se destacam por apresentar benefícios curativos e terapêuticos (LORENZETTI et al, 2008). Estudos indicam que plantas condimentares exercem influências benéficas sobre distúrbios gastrintestinais (PLATEL e SRINIVASAN, 2001), promovendo o aumento da secreção de bile e atividade de enzimas envolvidas na digestão. Por exemplo: a pimenta vermelha (*Capsicum annun*), o coentro (*Coriandrum sativum*) e o gengibre (*Z. officinale*)

aceleram o processo digestivo em ratos (PLATEL e SRINIVASAN, 2001). O açafreão-da-terra (*Curcuma longa*) possui atividade antiinflamatória, sendo utilizado no tratamento de reumatismo e o gengibre (*Z. officinale*), que exerce atividade nociceptiva e analgésica sobre a artrite (MUELLER et al., 2010).

Dentro deste contexto, experimentos têm demonstrado atividade antiinflamatória de princípios ativos de plantas condimentares como curcumina, capsaicina, eugenol, piperina, linalol, cuminaldeído e zingerone, que apresentaram ação inibitória da inflamação com a ingestão de uma única dose (SRINIVASAN, 2004). Além desta atividade, pesquisas demonstraram o potencial antitumoral destes compostos, por meio do controle da divisão e proliferação celular (SUHR, 2002). Outra evidência desta ação se deve à baixa incidência de câncer de cólon em países da Ásia onde há um significativo consumo destes compostos pela população (KAEFER e MILNER, 2008).

Ainda sobre a atividade farmacológica e preventiva das plantas condimentares, destaca-se a atividade antimicrobiana, estudada desde o século XIX (ERTÜRK, 2006). Atualmente, estudos demonstram que extratos etanólicos destas plantas causam inibição tanto de bactérias quanto de fungos, sendo que esta atividade está relacionada aos compostos fenólicos (SHAN et al., 2007). O alho (*Allium sativum*), por exemplo, é capaz de eliminar *Staphylococcus epidermidis* e *Salmonella typhi* (ARORA e KAUR, 1999). Entre os compostos ativos destacam-se terpenóides e alcalóides liberados por plantas condimentares (KAEFER e MILNER, 2008).

Outro aspecto importante das plantas condimentares é a capacidade antioxidante, principalmente pela presença de compostos fenólicos (HINNEBURG et al., 2005), como a capsaicina e curcumina, capazes de aumentar a atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase, catalase, glutatona peroxidase e glutatona

transferase (SRINIVASAN, 2004) e inibir a oxidação da lipoproteína de baixa densidade em humanos (NAIDU e THIPPESWAMY, 2002).

Diante do exposto, o estudo da citotoxicidade de plantas condimentares torna-se importante para assegurar a utilização e os benefícios atribuídos às diferentes espécies vegetais utilizadas como condimentos. Isso se deve ao fato de muitas das plantas utilizadas por um grande número de pessoas, apesar de possuírem propriedades farmacológicas, também podem causar alterações no DNA (VARANDA, 2006).

Sendo que, apenas 15 a 17% das plantas medicinais têm sido estudada cientificamente para avaliação de suas qualidades, segurança e eficácia. (SIMÕES et al., 2001; TEIXEIRA et al., 2003; CALIXTO, 2005; SOARES et al., 2006).

No que diz respeito aos danos no material genético, toda alteração no DNA ou RNA, que pode afetar qualitativamente ou quantitativamente o gene, é ocasionada por substâncias consideradas genotóxicas (FONSECA e PEREIRA, 2004). Tais compostos têm, em comum, propriedades químicas e físicas que permitem suas interações com os ácidos nucleicos. Devido a sua alta reatividade, podem ocasionar defeitos hereditários por meio de mutações em células germinativas, e quando a mutação ocorre em células somáticas, a consequência mais comum é a formação de tumores benignos ou malignos (ARUOMA, 2003). Além disso, foi proposto que as mutações em células somáticas podem também estar envolvidas na patogênese de algumas doenças crônicas degenerativas tais como as cardiovasculares, neurodegenerativas em adição ao processo de carcinogênese (ANDREASSI et al., 2000).

Dentro deste contexto, ensaios que detectam componentes genotóxicos permitem identificar substâncias com risco potencial aos seres humanos (DE FLORA et al., 1996). Tais testes possibilitam a identificação de ameaças com respeito à indução de danos ao DNA e sua fixação, dano cromossômico, recombinações e mudanças numéricas de

cromossomos que geralmente são consideradas como essenciais para efeitos hereditários e somáticos. Compostos ou amostras ambientais, que são positivos em tais testes de genotoxicidade, têm o potencial para ser mutágenos e/ou carcinógenos humanos (BAUMSTARK-KHAN et al., 2007).

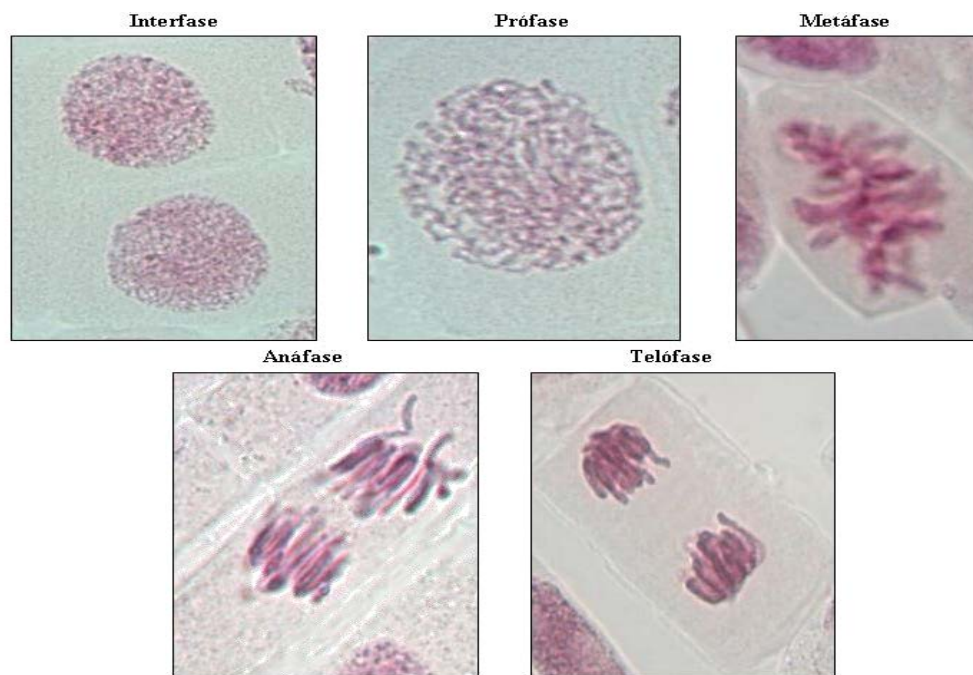
Considerando a importância do estudo de possíveis mutágenos e o aumento do uso documentado de materiais vegetais em mutagênese, o interesse por sistemas-teste botânicos vem sendo fortalecido em meio à comunidade científica, pois proporcionam maior conhecimento da genotoxicidade e das aberrações mitóticas em eucariontes (FISKESJÖ, 1985).

Diante disto, trabalhos têm empregado com sucesso bioensaios com plantas, tais como: *Allium cepa*, *Vicia faba*, e *Tradescantia pallida* como bioferramentas rápidas e sensíveis para o monitoramento de contaminantes ambientais em solos, águas superficiais e subterrâneas, depósitos de lixo urbanos e efluentes de esgoto doméstico e industrial (FISKESJÖ, 1981).

Atualmente tem sido relatado, por vários autores, o uso do teste sobre ciclo celular de *Allium cepa* para análise de preparações com plantas medicinais (VICENTINI et al., 2001; CAMPAROTO et al., 2002; TEIXEIRA et al., 2003; KNOLL et al., 2006; FACHINETTO et al., 2007; AKINBORO e BAKARE, 2007; BAGATINI et al., 2007), os quais mostraram que os principais efeitos que ocorrem são mutagenicidade e anti-mutagenicidade, bem como aumento e diminuição da proliferação celular de pontas de raízes tratadas com diferentes espécies de plantas medicinais.

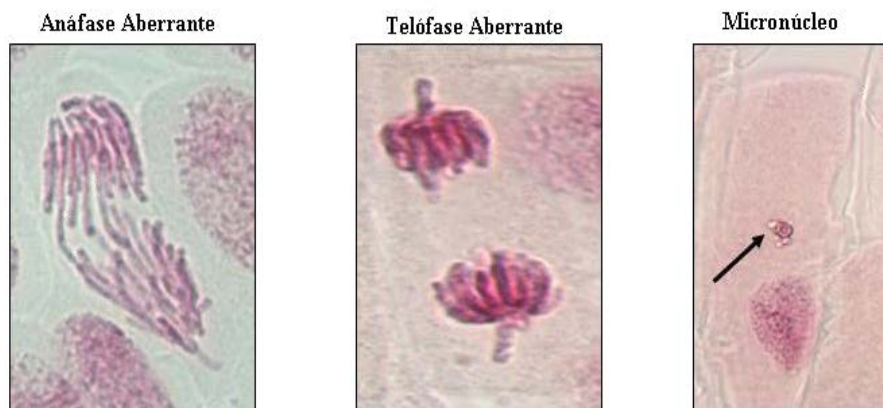
No teste de *Allium cepa*, suas raízes ficam em contato direto com a substância testada, permitindo a avaliação de diferentes concentrações, sendo assim um estudo bem aceito para avaliação de citotoxicidade, propriedade nociva de uma substância em

relação às células, de plantas medicinais. É frequentemente usado para alertar a população sobre o consumo de plantas medicinais, utilizando as alterações cromossômicas e as da divisão das células meristemáticas da raiz, quando identificadas no teste (VICENTINI et al., 2001) (Figura 1).



**Figura 1:** Estágios de divisão celular em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa*. Imagens obtidas no laboratório de fitoterápicos da FCL/Assis, por meio de coloração de carmim acético em microscópio óptico (100x).

No que diz respeito aos testes de genotoxicidade, quando ocorre dano ao material genético, realizados pelo sistema teste de *Allium cepa*, estes se baseiam em diversos parâmetros de análise, como, por exemplo, padrões nucleolares atípicos, os quais consistem em um grande número de células com pareamento heteromórfico de nucléolos. O aparecimento de micronúcleos é a consequência da quebra cromossômica, evidenciando claramente a manifestação de distúrbios do processo mitótico (Figura 2) (GROVER e KAUR, 1999).



**Figura 2:** Alterações cromossômicas e micronúcleos em células meristemáticas de raiz de *Allium cepa*. Imagens obtidas no laboratório de fitoterápicos da FCL/Assis, por meio de coloração de carmim acético em microscópio óptico (100x).

Além de considerar os possíveis efeitos genotóxicos de produtos de origem vegetal, outros fatores de interesse devem ser analisados, como a toxicidade, ficando claro que a utilização destes produtos não isenta os riscos de efeitos colaterais e adversos indesejados no organismo (BENT et al., 2004; SAAD et al., 2006).

Os testes de citotoxicidade utilizando sistema teste vegetal *in vivo*, como o de *Allium cepa*, estão validados por vários pesquisadores que realizaram de forma conjunta teste animal *in vitro*, utilizando células de medula de rato Wistar e os resultados foram similares (TEIXEIRA et al., 2003; VICENTINI et al., 2001; FACHINETTO et al., 2007). Outros estudos realizados com o sistema teste vegetal e foram reportados a uma concordância entre os sistemas teste vegetal e sistema teste de mamíferos de 75 a 91,5% (GRANT, 1978; GRANT, 1982; GROVER et al., 1990).

Além do potencial genotóxico e citotóxico de compostos naturais de origem vegetal, o estudo da atividade antioxidante atribuída a estas substâncias torna-se de fundamental importância, pois várias doenças têm como partida e precursores os radicais livres (ÇIMEN, 2008).

Dentro deste contexto, sabe-se que radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação (ANDERSON, 1996; YU e ANDERSON, 1997). A relação entre radicais livres e doenças pode ser compreendida se forem considerados seus efeitos biológicos, pois apresentam reatividade com moléculas como: DNA, RNA, proteínas, enzimas, aminoácidos, membranas celulares entre outras (ÇIMEN, 2008).

Embora os radicais livres possam ser mediadores de doenças, sua formação nem sempre é deletéria, como na defesa imune, quando há estimulação para os neutrófilos produzirem espécies reativas com a finalidade de destruir o microorganismo invasor. Essas espécies oxidantes são fundamentais em diversos processos fisiológicos e bioquímicos, pois mantêm a homeostase e sobrevivência celular e existe um equilíbrio entre sua formação e eliminação (GUARATINI et al., 2007).

Considerando tudo o que foi exposto anteriormente, cabe ressaltar a importância das plantas condimentares, pois os artigos onde são encontradas informações fitoquímicas, botânicas e farmacológicas dessas plantas ainda não elucidam todo seu potencial. Experimentos revelando seus compostos bioativos confirmam suas ações terapêuticas e preventivas, mas não são suficientes para o uso seguro dessas espécies. Os próprios estudos que identificam os princípios ativos sugerem maiores estudos, pois assim será possível a obtenção de futuros tratamentos a partir de produtos naturais para diversas doenças, considerando a gama de plantas condimentares utilizadas na culinária brasileira, potencialmente rica nesses importantes compostos naturais.

## 2- OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar:

- O potencial citotóxico de plantas condimentares por meio da análise do índice mitótico e da frequência de aberrações cromossômicas em células meristemáticas da raiz de *Allium cepa*.

- A atividade antioxidante dos extratos destas plantas por meio do teste de DPPH, efeito quelante do  $\text{Fe}^{2+}$  e teste FRAP, relacionando com a determinação de fenóis e flavonoides totais presentes nos extratos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKINBORO, A.; BAKARE, A.A. Cytotoxic and genotoxic effects of aqueous extracts of five medicinal plants on *Allium cepa* Linn. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 112, n. 3, p. 470-475, 2007.

ANDERSON, D. Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage. **Mutation Research**, Amsterdam, v.350, n.1, p.103-108, 1996.

ANDREASSI, M.G.; BOTTO, N.; COLOMBO, M.G.; BIAGINI, A.; CLERICO, A. Genetic Instability and Atherosclerosis: Can Somatic Mutations Account for the Development of Cardiovascular Diseases? **Environmental and Molecular Mutagenesis**, n. 35, p. 265-269, 2000.

ARORA, D.S., KAUR, J. Antimicrobial activity of spices. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v.12, p. 257-262, 1999.

ARUOMA, O.I. Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. **Mutation Research**, n. 523–524, p. 9–20, 2003.

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**, v. 17, n. 3, p. 444-447, 2007.

BAUMSTARK-KAHN, C.; RABBOW, E.; RETTBERG, P.; HORNECK, G. The combined bacterial Lux-Fluoro test for the detection and quantification of genotoxic and cytotoxic agents in surface water: Results from the “Technical Workshop on Genotoxicity Biosensing”, **Aquatic Toxicology**, v. 85, p. 209–218, 2007.

BENT S, KO R. Commonly used herbal medicines in the United States: a review. **The American Journal of Medicine.**, 116: 478-485, 2004.

CAMPAROTO, M.L.; TEIXEIRA, R.O.; MANTOVANI, M.S.; VICENTINI, V.E.P. Effects of *Maytenus ilicifolia* Mart. and *Bauhinia candicans* Benth infusions on onion root-tip and rat bone-marrow cells. **Genetics Molecular Biology**, v. 25, n. 1, p. 85-89, 2002.

ÇIMEN, M. Y. B. Free radical metabolism in human erythrocytes. **Clinica Chimica Acta**; n.390, p.1–11, 2008

COUTO, M.E.O. Coleção de plantas medicinais aromáticas e condimentares. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

DE FLORA, S.; IZZOTTI, A.; RANDEATH, K.; RANDEATH, E.; BARTSCH, H.; NAIR, J.; BALANSKY, R.; VAN SCHOOTEN, F.; DEGAN, P.; FRONZA, G.; WALSH, D.; LEWTAS, J. DNA adducts and chronic degenerative diseases. Pathogenetic relevance and implications in preventive medicine. **Mutation Research**, n. 366, p. 197–238, 1996.

ERTÜRK, Ö. Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. **Institute of Molecular Biology, Slovak Academy of Sciences**, 2006.

FACHINETTO, J.M.; BAGATINI, M.D.; DURIGON, J.; SILVA, A.C.F.; TEDESCO, S.B. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 1, p. 49-54, 2007.

FISKESJÖ, G. Effects of Hg/Se treatments in different test systems. **Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects**, v. 85, n. 4, p. 300-301, August, 1981.

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

FONSECA, C.A.; PEREIRA, D.G. Aplicação da genética toxicológica em planta com atividade medicinal. **Infarma**, v. 16, n. 7-8, 2004.

GRANT W. F., 1978. Chromosome aberrations in plants as a monitoring system. A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program, **Mutation Research**, 27: 37-43.

GRANT, W. F., 1982. Chromosome aberration assays in *Allium*, A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program, **Mutation Research**, 99, 273-291.

GROVER I. S, DHINGRA A. K., Adhikari N, Ladhar SS 1990. Genotoxicity of pesticides and systems. **Program Clinical Biology Res.**, 340, 91-106.

GROVER, I.S.; KAUR, S. Genotoxicity of wastewater samples from sewage and industrial effluent detected by the *Allium* root anaphase aberration and micronucleus assays. **Mutation Research**, v. 426, n. 2, p. 183-188, 1999.

GUARATINI, T.; MEDEIROS, M. H. G.; COLEPICOLO, P. Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: Uso e avaliação de sua eficácia. **Química Nova**; v.30, n.1, p.206-213, 2007

HINNEBURG, I. E NEUBERT, H. H., 2005. Influence of extraction parameters on phytochemical characteristics of extracts from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) herb. **J Agricult Food Chem** , 57, 3-7.

KAEFER, C.M., MILNER, J.A. The role of herbs and spices in cancer prevention. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.19, p. 347-361, 2008.

KNOLL, M.F.; SILVA, A.C.F.; CANTO-DOROW, T.S.; TEDESCO, S.B. Effects of *Pterocaulon polystachyum* DC. (Asteraceae) on onion (*Allium cepa*) root-tip cells. **Genetics Molecular Biology**, v. 29, n. 3, p. 539-542, 2006.

LENZ, M.H. Viabilidade agroeconômica da produção orgânica de plantas condimentares para o desenvolvimento sustentável em propriedades familiares na região

do vale do Rio Pardo/RS. Dissertação de Mestrado. Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC). Santa Cruz do Sul, março de 2005.

LORENZETTI, E. R., CONCEICAO, D. M., RIGOTTI, M., VIEIRALVES, G., SORIANO, F., CÂMARA, F.L.A. Estímulo ao Cultivo de Plantas Medicinais e Aromáticas em Botucatu. 2008. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

MORALES, J.P. Cultivo de Cilantro. Republica Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Serie Cultivos, Boletín Técnico nº 25, 1995.

MUELLER, M., HOBIGER, S., JUNGBAUER, A. Anti-inflammatory activity of extracts from fruits, herbs and spices. **Food Chemistry**, 2010.

NAIDU, K.A., THIPPESWAMY. Inhibition of human low density lipoprotein oxidation by active principles from spices. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v.229, p. 19-23, 2002.

OIYE, S.O., MUROKI, N.M. Use of Spices in Foods. **The Journal of Food Technology in Africa**, v.7, n.2, p. 39-43, 2002.

PLATEL, K., SRINIVASAN, K. Studies on the influence of dietary species on food transit time in experimental rats. **Nutrition Research**, v.21, p. 1309-1314, 2001.

SAAD, B. et al. Safety of traditional Arab herbal medicine. **Evidence-based complementary and alternative medicine**, v. 3, p. 433-439, 2006.

SHAN, B., CAI, Y., BROOKS, J.D., CORKE, H. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. **International Journal of Food Microbiology**, v.7, p.112-119, 2007.

SHERMAN, P.W., BILLING, J. Darwinian Gastronomy: Why We Use Spices. **Bioscience**, v.49, n.6, p. 453-463, 2009.

SILVA, R. M. G. Efeito do extrato bruto de *Mandevilla velutina* (Apocinaceae) na infecção de camundongos por *Trypanosoma cruzi*. 1999. 162 f. Dissertação (tese de

Mestrado) – curso de pós-graduação, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Ciências Biológicas, Uberlândia, 1999.

SRIVASAN, K. Spices as influencers of body metabolism: an overview of three decades of research. **Food Research International**, v.38, p. 70-86, 2004.

SUHR, Y. Anti-tumor promoting potencial of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. **Food and Chemical Toxicology**, v.40, p. 1091-1097, 2002.

TEIXEIRA, R.O.; CAMPAROTO, M.L.; MANTOVANI, M.S.; VICENTINI, V.E.P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L. *in vitro* and *in vivo* assays. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, n. 4, p. 551-555, 2003.

VARANDA, E.A. Atividade mutagênica de plantas medicinais. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2006.

VICENTINI, V.E.P.; CAMPAROTO, M.L.; TEIXEIRA, R.O.; MANTOVANI, M.S. *Averrhoa carambola* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effects on vegetal and animal test systems. **Acta Scientiarum** v. 23, p. 593-598, 2001.

VINATEA, L. E. Artemia um ser vivo excepcional. **Panorama da aqüicultura**, v.4, n.25, p.8-9, 1994.

YU, T-W., ANDERSON, D. Reactive oxygen species induced DNA damage and its modification: a chemical investigation. **Mutation Research**, Amsterdam, v.379, n.2, p.201-210, 1997.

ZHISHEN, J., MENGCHENG, T. AND JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555-559, 1999.

## **Mutagenicidade e atividade antioxidante de plantas condimentares utilizadas no Brasil.**

Larissa S.Matiolli<sup>a</sup>, Regildo M. G. Silva<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidade Estadual Paulista (UNESP), Departamento de Ciências Biológicas – Laboratório de Fitoterápicos, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Avenida Dom Antônio 2100, CEP 19806-900, Assis, São Paulo, Brasil.

**Resumo:** Plantas condimentares definem espécies vegetais utilizadas para acrescentar odor ou sabor aos alimentos e têm estado presentes na culinária humana por milhares de anos. Além do emprego na alimentação, destacam-se por apresentarem benefícios curativos e terapêuticos, apresentando atividade antiinflamatória, analgésica, antitumoral, antimicrobiana e antioxidante. Para assegurar os benefícios atribuídos a essas plantas, torna-se importante o estudo da citotoxicidade das mesmas, considerando o risco iminente à saúde decorrente da utilização errônea e/ou abusiva de determinadas plantas condimentares, que podem ser potenciais causadores de alterações no DNA. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial genotóxico, citotóxico e antioxidante de *Cinnamomum zeylanicum* Breyn (Canela), *Origanum vulgare* L. (Orégano), *Petroselinum sativum* L. (Salsa), *Piper nigrum* L. (Pimenta do Reino), *Zingiber officinale* Roscoe (Gengibre) e *Ocimum basilicum* L. (Manjericão), por meio do bioensaio com *Allium cepa*, onde investigou-se padrões nucleolares atípicos e presença de micronúcleos, bioensaio e testes de DPPH, efeito quelante do Fe<sup>2+</sup>, teste FRAP, dosagem de flavonóides e fenóis totais, concluindo que nenhuma das plantas apresentou atividade genotóxica nas concentrações avaliadas. E pelos testes de DPPH, efeito quelante de Fe<sup>2+</sup>, teste FRAP, fenóis totais e flavonoides, foi demonstrado que as plantas condimentares avaliadas podem ser utilizadas como fonte de antioxidantes naturais, fenóis totais e flavonoides .

Palavras Chave: plantas condimentares, antioxidante, citotoxicidade.

## 1.1 Introdução

O Brasil possui uma culinária muito original. Ao longo dos séculos, a população brasileira transformou a culinária européia, principalmente a de Portugal, Espanha, Itália e Alemanha, adicionando as especiarias trazidas do Oriente e os ingredientes da culinária indígena nativa e africana (Rodrigues et al., 2007). Dentro das diferentes espécies utilizadas nos preparos culinários brasileiros, com finalidade condimentar, destacam-se a *Cinnamomum zeylanicum* Breyn (canela), *Origanum vulgare* L. (orégano), *Petroselinum sativum* L. (salsa), *Piper nigrum* L. (pimenta do reino), *Zingiber officinale* Roscoe (gengibre) e *Ocimum basilicum* L. (manjeriço).

Plantas condimentares definem espécies vegetais utilizadas para acrescentar odor ou sabor aos alimentos (Srinivasan, 2004). Além do emprego destas plantas na alimentação, elas se destacam por apresentar benefícios terapêuticos (Ho et al., 2007; Tsai et al., 2007; Suresh e Snirivasan, 2007), como atividade antiinflamatória (Srinivasan, 2004; Mueller et al., 2010), antitumoral (Suhr, 2002; Kaefer e Milner, 2008) e antimicrobiana (Arora e Kaur, 1999; Ozcan e Erkmen, 2001; Shan et al., 2007;).

Outro aspecto importante das plantas condimentares é a capacidade antioxidante (Suhr, 2002; Hinneburg e Neubert, 2005; Niciforovic et al., 2010), relacionada à prevenção de doenças degenerativas que podem ter como base o excesso de espécies reativas de oxigênio (Barreira et al., 2008; Baghiani et al., 2010, Esmaeili e Sonboli, 2010). Essa atividade dá-se principalmente pela presença de compostos fenólicos (Hinneburg et al., 2006; Barreira et al., 2008), como a capsaicina e curcumina, capazes de aumentar a atividade de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase e glutathione transferase (Srinivasan, 2004) e inibir a

oxidação da lipoproteína de baixa densidade em humanos (Naidu e Thippeswamy, 2002).

Para assegurar a utilização e os benefícios atribuídos às diferentes espécies vegetais utilizadas como condimentos, o estudo da mutagenicidade de plantas condimentares tornou-se importante. Isso se deve ao fato de muitas das plantas utilizadas por um grande número de pessoas, apesar de possuírem propriedades farmacológicas, também podem causar alterações no DNA (Varanda, 2006).

Diversos trabalhos têm empregado bioensaios com plantas superiores (*Allium cepa*, *Vicia faba*, e *Tradescantia pallida*) como bioferramentas rápidas e sensíveis para o monitoramento de contaminantes ambientais em solos, águas superficiais e subterrâneas, depósitos de lixo urbanos e efluentes de esgoto doméstico e industrial (Fiskesjo, 1981; Hoshina e Marin-Morales, 2009). O uso do teste sobre ciclo celular de *Allium cepa* ainda tem sido descrito para análise de preparações com plantas medicinais (Vicentini et al., 2001; Camparoto et al., 2002; Teixeira et al., 2003; Knoll et al., 2006; Fachinetto et al., 2007; Akinboro e Bakare, 2007; Bagatini et al., 2007), demonstrando efeitos de mutagenicidade e antimutagenicidade.

Informações sobre o potencial terapêutico dessas plantas, observados em estudos realizados, estão disponíveis na Tabela 1.

Considerando o exposto e a variedade de espécies condimentares empregadas na culinária brasileira o presente trabalho teve por objetivo avaliar o potencial antioxidante e mutagênico de espécies freqüentemente utilizadas no Brasil.

**Tabela 1** – Potencial terapêutico das plantas condimentares avaliadas no presente trabalho.

Nome científico	Nome popular	Família	Potencial Terapêutico
<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Canela, pau-canela, caneleira, quinino	Lauraceae	Antioxidante <sup>a</sup> , fungicida <sup>b</sup> , cicatrizante <sup>c</sup>
<i>Origanum vulgare</i>	Orégano, orégão, manjerona-rasteira, manjerona-silvestre	Lamiaceae	Antioxidante <sup>d</sup> , Antihiperglicêmico <sup>e</sup>
<i>Petroselinum sativum</i>	Salsa, salsinha, salsa-de-cheiro, salsa-das-hortas	Umbelliferae	Diurético <sup>f</sup> , hipotensor <sup>f</sup>
<i>Piper nigrum</i>	Pimenta do reino, pimenta preta	Piperaceae	Larvicida <sup>g</sup> , antioxidante <sup>h</sup>
<i>Zingiber officinale</i>	Gengibre, gengivre, magarataia, mangaratá, mangaratiá	Zingiberaceae	Hipoglicêmico <sup>i</sup> , hipocolestorêmico <sup>i</sup> , antiemético <sup>i</sup> , antiinflamatório <sup>i</sup> , antitumoral <sup>j</sup> , antireumático <sup>k</sup>
<i>Ocimum basilicum</i>	Manjericão, alfavaca, basílico-grande, erva-real, remédio-de-vaqueiro, segurelha	Lamiaceae	Antimicrobiano <sup>l</sup> , Antioxidante <sup>m</sup> ,

a- Mathew e Abraham, 2006; b- Ranasinghe et al., 2002; c- Kamath et al., 2003; d- Ivanova et al., 2005; e- Lemhadri et al., 2004; f- Campos et al., 2009; g- Park et al., 2002; h- Gulçin, 2005; i- Baldredin et al., 2007; j- Vimala et al., 1999; k- Srinivastava e Mustafa, 1992; l- Sartoratto et al., 2004; m- Javanmardi et al., 2003.

## 1.2 Material e Métodos

### 1.2.1 Amostras vegetais

As plantas condimentares utilizadas no presente trabalho foram obtidas em forma de casca (canela), folhas frescas (orégano, salsa e manjericão), sementes (pimenta do reino) e raízes (gengibre), adquiridas a granel no mercado local da cidade de Assis/SP, Brasil.

### 1.2.2 Preparação dos extratos

#### 1.2.2.1. Extrato aquoso bruto

As partes das plantas condimentares avaliadas foram pesadas para realização da infusão ou do decocto, dependendo da planta utilizada, na concentração de 1:10 (p/v). A forma de preparo para avaliação, e a concentração escolhida se deram pela proximidade da forma utilizada na culinária, ou seja, para que se chegasse o mais próximo do uso popular. Para os infusos das folhas secas de orégano (*O.vulgare*) e frescas de salsa (*P.sativum*) e manjericão (*O. basilicum*), as mesmas foram colocadas em água mineral<sup>1</sup> à temperatura de  $97\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Foram deixadas em repouso em recipiente fechado, até atingir a temperatura ambiente, protegido da luz e, após esse período, foi realizada a filtração.

Os decoctos das cascas de canela (*C. zeylanicum*), o pó das sementes da pimenta-do-reino (*P. nigrum*) e os fragmentos da raiz de gengibre (*Z. officinale*) foram colocados em água mineral à temperatura de  $97\pm 2^{\circ}\text{C}$  e deixados em fervura por 5 minutos, logo após ficaram em repouso, em recipiente fechado e protegido da luz, até atingir a temperatura ambiente, e filtrados.

#### 1.2.2.2. Extrato aquoso bruto liofilizado

Após obtenção dos extratos aquosos brutos (infusos e decoctos), os mesmos foram congelados em freezer e levados ao liofilizador (L101, LIOTOP<sup>®</sup>) para obtenção do extrato seco. Logo após este processo, foram diluídos em diferentes concentrações (25, 50, 75, 100, 250, 500 e 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) para realização dos ensaios experimentais.

### 1.2.3 Atividade Antioxidante

#### 1.2.3.1 - Sequestro do Radical Estável DPPH

A atividade antioxidante dos extratos foi determinada pela capacidade doadora de  $\text{H}^+$  para o radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) (DPPH, Sigma Co., USA), de acordo com a metodologia *in vitro* proposta por Blois, 1958 (Manian et al.,

---

<sup>1</sup> Características da água mineral utilizada: pH a  $25^{\circ}\text{C}$  8,18, temperatura na fonte  $27,7^{\circ}\text{C}$ , condutividade elétrica a  $25^{\circ}\text{C}$   $124,5\mu\text{s}/\text{cm}$ , resíduo de evaporação à  $180^{\circ}\text{C}$  calculado: 117,08 mg/L.

2008). Os experimentos foram realizados em triplicata, utilizando a solução de 1mL de tampão acetato (pH 5,5 e 100mM), 1mL de etanol P.A., 500 $\mu$ L de solução de DPPH (250 $\mu$ M) e de 25 a 1000 $\mu$ g/mL das amostras. Os extratos reagiram por um período de 30 minutos em ambiente de pouca luminosidade e em seguida foram submetidos ao espectrofotômetro UV-Vis (Lan Optics<sup>®</sup>) a um comprimento de onda de 517nm. (Brand-Williams et al., 1995). O cálculo da atividade antioxidante foi realizado de acordo com a fórmula: Atividade antioxidante (%) = [(A-*controle* - A-*amostra*) / A-*controle*] x 100, ambos lidos a 517nm, onde A= absorbância.

#### 1.2.3.2 Efeito quelante do Fe<sup>2+</sup>

Para testar o efeito quelante do Fe<sup>2+</sup> foi utilizada a técnica descrita por Dinis e colaboradores (Gulçin, Alici e Cesur, 2005) que se baseia na formação do complexo ferroso pela molécula Ferrozine (Fz), que foi mensurada espectrofotometricamente a capacidade de quelação pelos extratos, sendo utilizados 800 $\mu$ L dos extratos e 200 $\mu$ L de FeCl<sub>2</sub> (0,2mM) (Vetec – Química Fina, Brasil) e Ferrozine (1mM) (Sigma Aldrich, Germany). Foram então vigorosamente agitados e reagiram por um período de 10 minutos em temperatura ambiente, sendo as absorbâncias medidas em triplicata a 562nm em espectrofotômetro UV-Vis. O efeito quelante foi determinado segundo a equação: Efeito quelante (%)= [(A-*controle* - A-*amostra*) / A-*controle*] x 100, ambos a 562nm, onde A= absorbância.

#### 1.2.3.3 Teste do poder antioxidante de redução do Ferro (FRAP)

A capacidade antioxidante de redução do ferro foi determinada pelo método FRAP de acordo com Benzie e Strain, 1996. No escuro o reagente FRAP foi preparado com 25mL de tampão acetato 300mM (pH 3.6), 2,5mL de TPTZ (2,4,6-tris(2-piridil)s-triazina) 10mM em solução de HCl a 40mM e 2,5mL de FeCl<sub>3</sub> 20mM. Foram misturados 90 $\mu$ L das amostras na concentração de 500 $\mu$ g/mL ou padrão com 270 $\mu$ L de

água ultrapura e 2,7ml do reagente FRAP, em seguida, foram agitados em vórtex e mantidos em banho-maria por 30 minutos a 37 °C. Depois de resfriadas as amostras e padrão foram lidas a 595nm em espectrofotômetro UV- visível. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{M}$  equivalente de Trolox (ET) por g de extrato seco.

#### 1.2.4 Quantificação de polifenóis

##### 1.2.4.1 Dosagem de fenóis totais

O método utilizado para a determinação dos compostos de fenóis totais foi o de *Folin-Ciocalteu* (Neves, Alencar e Carpes, 2008), utilizando-se ácido gálico como padrão de comparação. A cada 0,5mL de amostra, extratos diluídos, foram adicionados 5mL de água destilada e 0,25mL do reagente de *Folin-Ciocalteu* (molibdato, tungstato e ácido fosfórico) (Sigma Co., USA). Após 3 minutos foi adicionado 1mL de solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  saturada a 10% e a mistura armazenada por 1 hora. A absorbância foi determinada a 725nm utilizando um espectrofotômetro UV-Vis. Todos os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em mg de ácido gálico por g de extrato liofilizado.

##### 1.2.4.2 Dosagem de flavonoides totais

A dosagem dos flavonóides totais dos extratos foi por espectrofotômetro UV-Vis e as amostras foram preparadas segundo a metodologia de Zhishen, Mengcheng and Jianming (1999), baseado na complexação dos flavonoides com  $\text{AlCl}_3$ . Uma alíquota de 250 $\mu\text{L}$  dos extratos em diferentes concentrações foi misturada com 1,25mL de água destilada e 75 $\mu\text{L}$  de uma solução de  $\text{NaNO}_2$  a 5%. Após 6 minutos, 150 $\mu\text{L}$  de uma solução de  $\text{AlCl}_3/\text{H}_2\text{O}$  a 10% foi adicionada. Então depois de 5 minutos, 0,5mL de uma solução de  $\text{NaOH}$  1M foi adicionada e então o volume total completado para 2,5mL de

água destilada. As amostras foram agitadas em vortex e a absorvância mensurada a 510nm. Todos os testes foram realizados em triplicata e os resultados expressos em mg de rutina por g de extrato liofilizado.

### 1.2.5 Atividade mutagênica

#### 1.2.5.1 Determinação do Índice mitótico e aberrações cromossômicas em raiz de *Allium cepa*.

Bulbos de cebola (*Allium cepa*,  $2n=16$ ) foram obtidos no comércio local e preparados retirando-se as raízes secas, camadas externas secas e o parênquima central da coroa (fazendo uma pequena incisão circular) para aumentar a absorção das soluções e a uniformidade de brotamento e crescimento das raízes. Uma solução de cultivo (*Hoagland's solution*) foi utilizada para promover o crescimento das raízes, que foram imersas na solução de cultivo, trocada a cada 24 horas por um período de 24 ou 48 horas, e mantidas em beckeres de 100mL em estufa B.O.D (Multitec<sup>®</sup>), com fotoperíodo e temperatura controlados (18h/6h claro/escuro,  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ ). Bulbos com raízes de aproximadamente 2cm foram usados no experimento (20-25 raízes). O tratamento foi realizado substituindo a solução de cultivo pela do extrato em diferentes concentrações (1mg/mL, 100 $\mu\text{g/mL}$  e 50 $\mu\text{g/mL}$ ) em água mineral por 48 horas à temperatura constante de  $22 \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Seis bulbos de cebola foram utilizados para a exposição do extrato e para cada um dos controles, positivo MMS (Metilmetanosulfonato, Sigma-Aldrich<sup>®</sup>) a 10mg/L, conforme descrito por Caritá e Marin-Morales (2008) e negativo (água mineral – 48h de exposição).

Após o final da exposição ao extrato e aos controles, as raízes foram removidas dos bulbos e fixadas em etanol: ácido acético glacial (3:1, v/v), hidrolisadas em HCl 1N

à 60 °C por 5 minutos e depois lavadas em água destilada. Duas raízes foram pressionadas em cada lâmina coradas com acetocarmin por 10 minutos. Lamínulas foram dispostas e seladas como sugerido por Grant (1982). Cinco lâminas foram preparadas para cada extrato e os controles, analisadas sob aumento de 1000x num total de 1000 células para cada lâmina. Foram avaliadas e quantificadas aberrações cromossômicas e índice mitótico, sendo este último parâmetro de análise calculado pelo número de células em divisão por 1000 células observadas (Fiskesjo, 1985, 1997). A frequência de células aberrantes (%) foi calculada baseada no número de células aberrantes pelo total de células quantificadas em cada extrato (Bakare, Mosuro e Osibanjo, 2000).

#### 1.2.5.2 Determinação do comprimento radicular

Após o período de exposição e a realização da coleta das raízes, foi realizada a medição do comprimento em milímetros das raízes com ajuda de um paquímetro digital (DIGIMESS®), perfazendo um total de 20 raízes por tratamento.

#### 1.2.5.3 Tratamento estatístico para *Allium cepa*

Especificamente o índice mitótico e total de distúrbios cromossômicos obtidas para cada tratamento durante o período de exposição e entre os diferentes extratos foram comparadas com os controles e analisadas estatisticamente por meio do teste de Kruskal–Wallis ( $p < 0.05$ ), conforme descrito por Grisolia et al. (2005) e Leme e Marin-Morales (2008).

### 1.3 Resultados

### 1.3.1 Atividade Antioxidante

#### 1.3.1.1 Sequestro do radical estável DPPH

Na Tabela 2 estão expostos os resultados do teste de DPPH para avaliação da atividade antioxidante percentual dos diferentes extratos obtidos de cada planta condimentar avaliada no presente estudo. Pode-se observar que todas as espécies estudadas apresentaram maior atividade de sequestro de radicais DPPH na concentração de 1000 µg/mL, sendo que a maior atividade antioxidante foi obtida para os extratos de manjeriço (82,01%), Orégano (81,32%) e canela (77,82%), enquanto que as demais plantas apresentaram atividade sequestradora abaixo de 15% (pimenta do reino=13,49%; gengibre=12,59% e salsa=10,51%).

#### 1.3.1.2 Efeito quelante de Fe<sup>2+</sup>

O efeito quelante de Fe<sup>2+</sup> é uma ferramenta importante, pois sua ação retarda a oxidação catalizada por metais, por capturar o Fe<sup>2+</sup> que poderia contribuir para gerar HO<sup>-</sup> na reação de Fenton (Marathe et al., 2011). Os resultados do efeito quelante de Fe<sup>2+</sup> estão expostos na Tabela 2, todos os extratos avaliados apresentaram atividade antioxidante na menor concentração (25µg/mL) variando de 60 a 95% em média.

#### 1.3.1.3 Determinação da avaliação antioxidante pelo método de redução do Ferro

Este apresentou maior capacidade antioxidante como sequestradora do íon ferro para a maior concentração utilizada (1000 µM/ml), onde o maior efeito foi para o manjeriço (321,12 µM/g de extrato) e a menor foi observado para a salsa (8,30 µM/g de extrato) (Tabela 2).

**Tabela 2** - Atividade antioxidante de diferentes plantas condimentares (Canela, Gengibre, Manjeriçã, Orégano, Pimenta do reino e Salsa) por meio do teste de sequestro do radical DPPH (%), por meio do teste FRAP e efeito quelante de Fe<sup>2+</sup>(%).

Ensaio	Extrato (µg/mL)	Atividade Antioxidante					
		Canela	Gengibre	Manjeriçã	Orégano	Pimenta do Reino	Salsa
DPPH	250	33,46	-	17,55	49,8	5,19	-
	500	76,2	-	30,32	75,09	7,29	5,7
	1000	77,82	12,59	82,01	81,32	13,49	10,51
FRAP	250	21	-	87,9	66,27	22,8	-
	500	65	-	163,2	140,88	53,38	-
	1000	142	9	321,12	315,11	162,88	8,3
Quelante de Ferro	250	53,5	85,49	92,09	67,89	58,8	97,61
	500	30,62	80,87	90,23	71,95	61,97	97,61
	1000	-	68,57	84,18	74,16	48,92	90,45

### 1.3.2 Quantificação de polifenóis

#### 1.3.2.1 Dosagem de fenóis totais

Os resultados do teste de quantificação de fenóis totais, realizado por meio do teste de *Folin-Ciocalteu*, foram expressos na Tabela 3. Constatou-se que as plantas condimentares que apresentaram teores de fenóis totais foram canela (4,34mg de ácido gálico/grama de extrato), manjeriçã (3,56 mg de ácido gálico/grama de extrato) e orégano (3,52 mg de ácido gálico/grama de extrato).

#### 1.3.2.2 Dosagem de Flavonoides Totais

Os resultados da quantificação de flavonoides totais estão dispostos na Tabela 3. Após avaliação foi observado que as plantas condimentares que apresentaram quantidade de flavonoides totais foram orégano, canela e manjeriçã (3,72; 3,57 e 3,56mg de rutina/grama de extrato, respectivamente).

**Tabela 3** – Quantificação de Fenóis totais meio teste de Folin-Ciocalteu (em mg de ácido gálico por grama de extrato) e Flavonoides totais por meio teste de complexação dos flavonoides  $AlCl_3$  (em mg de rutina por grama de extrato) em extrato de diferentes plantas condimentares (Canela, Gengibre, Manjeriçã, Orégano, Pimenta do reino e Salsa).

Compostos	Extrato ( $\mu\text{g/mL}$ )	Espécies avaliadas					
		Canela	Gengibre	Manjeriçã	Orégano	Pimenta do Reino	Salsa
Fenóis totais	250	0,78	-	1,14	2,47	-	-
	500	3,44	-	1,58	3,28	-	-
	1000	4,34	-	3,56	3,52	-	-
Flavonoides totais	250	2,08	-	2,11	2,28	-	-
	500	2,46	-	2,24	3,04	-	-
	1000	3,57	-	3,72	3,72	-	-

### 1.3.3 Bioensaio com *Allium cepa*

#### 1.3.3.1 Índice mitótico e aberrações cromossômicas

Os resultados para as diluições de  $50\mu\text{g/mL}$  das plantas condimentares analisadas estão apresentados na tabela 4. Com relação aos valores de índice mitótico, orégano, pimenta do reino e gengibre não diferiram significativamente quando comparadas ao controle negativo (CN), enquanto que a salsa não apresentou diferença significativa quando comparada ao controle positivo (CP). Canela e manjeriçã não apresentaram diferenças significativas quando comparadas aos controles. Com relação às aberrações cromossômicas, não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre os tratamentos com extrato das plantas condimentares e CN.

Quanto aos índices mitóticos observadas para os infusos na diluição de  $100\mu\text{g/mL}$ , em comparação com os valores obtidos no CP e CN, foi possível observar que os valores do índice mitótico para canela, pimenta do reino, orégano e gengibre não diferiram significativamente dos valores observados no CP, enquanto que o infuso de salsa não apresentou diferença significativa quando comparada ao CN. O índice mitótico para o extrato obtido a partir das folhas de manjeriçã não diferiu significativamente de ambos os controles. Com relação às aberrações cromossômicas,

não foram encontradas diferenças significativas na comparação entre os tratamentos com extrato das plantas condimentares e CN.

Os resultados de índice mitótico e aberrações cromossômicas para os infusos diluídos nas concentrações de 1mg/mL demonstraram uma diferença estatística entre o CP e CN tanto para a determinação do índice mitótico quanto a frequência de aberrações. Os infusos de pimenta do reino, salsa, orégano e gengibre não apresentaram diferença estatística com os controles quanto ao índice mitótico, enquanto que canela e manjeriço diferiram estatisticamente de ambos os controles. Foi possível observar que, no tocante às aberrações cromossômicas, não houve diferença significativa entre CN e os tratamentos realizados com os extratos de plantas condimentares, enquanto que tanto CN quanto os demais tratamentos diferiram significativamente de CP.

**Tabela 4** – Índices Mitóticos e Aberrações cromossômicas para infusos de canela, orégano, manjeriço, salsa, pimenta do reino e gengibre, na concentrações de **0,05mg/mL, 0,1 mg/mL e 1 mg/mL** Controle negativo tratado com Água mineral e Controle positivo tratado com Metilmetanosulfonato (MMS) a 10mg/L.

Extrato (mg/mL)	Citotoxicidade	Controle Negativo	Espécies Avaliadas						Controle positivo
			Canela	Gengibre	Manjeriço	Orégano	Pimenta Reino	Salsa	
0,05	IM	12,76a	13,62ab	13,90a	12,78ab	13,84 <sup>a</sup>	13,86a	10,52b	11,30b
	AA	3	3	2	2	3	1	3	38
	TA	0	0	1	0	1	1	1	9
	TCA	3b	3b	4b	4b	2b	3b	2b	47a
0,10	IM	12,76a	12,88b	9,98b	12,44ab	10,30b	10,40b	13,56a	11,30b
	AA	3	3	2	3	2	2	3	38
	TA	0	1	1	1	1	0	1	9
	TCA	3b	4b	4b	3b	2b	3b	4b	47a
1,00	IM	12,76a	9,34c	12,24ab	14,38d	12,14ab	12,64ab	14,20ab	11,30b
	AA	3	4	4	3	4	6	3	38
	TA	0	1	0	0	1	0	0	9
	TCA	3b	5b	3b	5b	6b	4b	3b	47a

IM = Índice mitótico; AA= Anáfase Aberrante; TA=Telófase aberrante; TCA=Total de Célula Aberrante; 5000 células analisadas; Valores seguidos por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ )

### 1.3.3.2 Mensuração do comprimento das raízes

A tabela 5 mostra o comprimento das raízes dos tratamentos de plantas condimentares na diluição de 50µg/mL. Foi observado que todos os tratamentos não apresentaram diferença estatística quando comparadas ao CP. Os resultados da

mensuração do comprimento das raízes para a diluição de 100µg/mL encontram-se na tabela 5. As raízes expostas ao extrato de gengibre não diferiram estatisticamente quando comparado com o CP. Os demais tratamentos apresentam diferença significativa com ambos os controles.

A tabela 5 mostra os resultados dos comprimentos das raízes tratadas com extratos de plantas condimentares na diluição do 1mg/mL, em comparação com os controles positivo e negativo. Houve redução significativa do comprimento das raízes dos tratamentos e CP quando comparados com o CN. Raízes tratadas com extrato de orégano não apresentaram diferença significativa quando comparadas com CN, enquanto canela, pimenta do reino, salsa e manjericão não apresentam diferença significativa quando comparadas com CP. O comprimento das raízes tratadas com extrato de gengibre diferem estatisticamente de CN e CP.

**Tabela 5** - Comprimento das raízes de *Allium cepa* expostas para infusos de canela, orégano, manjericão, salsa, pimenta do reino e gengibre, na concentração de **0,05mg/mL, 0,1 mg/mL e 1 mg/mL**. Controle negativo tratado com Água mineral e Controle positivo tratado com Metilmetanosulfonato a 10mg/L.

Espécies Avaliadas	Tamanho (mm)		
	Extrato (mg/mL)		
	0,05	0,10	1,00
Controle negativo	48,01±8,19a	48,01±8,19a	48,01±8,19a
Canela	26,75±5,84b	24,94±6,63c	35,91±6,24b
Pimenta do reino	34,30±7,98b	26,49±7,25c	25,97±5,91b
Salsa	32,93±7,59b	21,69±6,66c	37,32±7,95b
Manjericão	27,14±6,66b	23,17±5,54c	33,61±9,02b
Orégano	27,21±5,52b	20,69±4,70c	50,22±5,91a
Gengibre	32,34±8,55b	29,54±9,15b	39,15±8,11c
Controle positivo	33,29±3,68b	33,29±3,68b	33,29±3,68b

20 raízes analisadas, Resultados apresentados em Médias±Desvio padrão.

Letras iguais em coluna não diferem estatisticamente, médias avaliadas com teste de Kruskal–Wallis ( $p<0,05$ ).

#### 1.4 Discussão

De acordo com Javanmardi et al., (2003) e Stoilova et al.,(2007) plantas que contêm polifenóis possuem capacidade de “sequestrar” as espécies reativas de oxigênio, visto que esses compostos têm grande capacidade de doar átomos de hidrogênio. Dentro

dos diferentes polifenóis destacam-se os flavonoides, que são capazes de aumentar a atividade de enzimas como a catalase e a superóxido dismutase, e podem também inibir a propagação de reações de cadeias oxidativas, o que lhes confere ação antioxidante (Gulçin, 2004). Diante disso, os resultados observados no presente estudo corroboram com estas informações, pois as plantas que apresentaram maior atividade antioxidante por meio do ensaio do DPPH e teste FRAP também demonstraram maior quantidade de fenóis e flavonoides totais (Tabelas 2 e 3).

Para o ensaio antioxidante relacionado ao efeito quelante  $Fe^{2+}$ , foi observado que a todos os extratos das plantas condimentares avaliadas nas diferentes concentrações apresentaram atividade antioxidante. Estes resultados sugerem que outros compostos bioativos possam ser responsáveis pela atividade antioxidante das plantas condimentares analisadas, como foi observado também em trabalhos realizados por Tang et al. (2002); Santos et al. (2007).

Estudos demonstram a efetividade da utilização de plantas superiores para análise de genotoxicidade, dentre elas *Allium cepa*, principalmente por seu baixo custo e facilidade de cultivo (Rank e Nielsen, 1994, Feretti et al., 2006). Por possuírem uma estrutura cromossômica similar à encontrada em humanos, torna-se possível realizar comparações entre os organismos mencionados, no tocante a aberrações cromossômicas (Grant, 1994). Por meio dos resultados obtidos no presente trabalho, foi possível inferir que, nas concentrações utilizadas, os infusos de plantas condimentares não apresentaram efeito mutagênico, pois o total de células aberrantes não diferiu do controle negativo. Iganci et al. (2006) afirmaram que as diferenças nos índices mitóticos podem ser indícios de diferentes ações fisiológicas decorrentes da aplicação de infusos de plantas medicinais. No presente trabalho, os extratos das plantas condimentares testadas podem ter sido responsáveis por diferentes ações fisiológicas que podem ter influenciado nas

divisões celulares. Conforme observado nos trabalhos de Fachinetto, Bagatini e Durigon (2007) e Fachinetto e Tedesco (2009) a presença de taninos e flavonóides em algumas espécies de plantas podem inibir a divisão celular em *Allium cepa*, o que pode ter sido responsável por ocasionar redução no comprimento das raízes tratadas com os infusos de plantas condimentares, em comparação com o controle negativo (Tabelas 4).

### **1.5 Conclusão**

O presente trabalho, de acordo com as metodologias adotadas e os resultados obtidos, permite concluir que as plantas condimentares avaliadas podem ser utilizadas como fonte de antioxidantes naturais, pois resultados demonstraram uma significativa atividade antioxidante nos extratos obtidos a partir de infusos das folhas de orégano, manjeriço e do decocto da casca de canela, que também apresentaram quantidades significativas de fenóis e flavonóides totais. Com relação ao teste de mutagenicidade, todas as plantas condimentares estudadas não apresentaram atividade citotóxica nas concentrações avaliadas.

### **Referências bibliográficas**

Arora, D.S., Kaur, J, 1999. Antimicrobial activity of spices. International Journal of Antimicrobial Agents, 12, 257-262.

Akinboro, A.; Bakare, A.A, 2007. Cytotoxic and genotoxic effects of aqueous extracts of five medicinal plants on *Allium cepa* Linn. Journal of Ethnopharmacology, 112 (3) 470- 475.

Bagatini, M.D., Silva, A.C.F., Tedesco, S.B., 2007. Uso do sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador de genotoxicidade de infusões de plantas medicinais. Revista Brasileira de Farmacognosia, 17 (3), 444-447.

Baghiani, A., Boumerfeg, S., Belkhiri, F., Khennouf, S., Charef, N., Harzallah, D., Arrar, L., Abde-Wahhab, M.A., 2010. Antioxidant and radical scavenging properties of *Carthamus caeruleus* L extracts grow wild in Algeria flora. Comunicata Scientiae, 2, 128-136.

Bakare, A.A., Mosuro, A.A., Osibanjo, O., 2000. Effect of simulated leachate on chromosomes and mitosis in roots of *Allium cepa* (L). *Journal of Environmental Biology*, 21, 263-271.

Baldreldin, H.A. Blunden, G., Tanira, M.O., Nemmar, A. Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. *Food Chem Toxicol*, 46, 409-420, 2008.

Barreira, J.C.M., Ferreira, I.C.R.F., Oliveira, M.B.P.P., Pereira, J.A., 2008. Antioxidant activity and bioactive compounds of ten Portuguese regional and commercial almond cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 2230-2235.

Benzie, F.F.I.; Strain, J.J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a Measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, v.239, p.70-76, 1996.

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm-Wiss Technol*; 28, 25-30.

Calixto J.B. 2005. Twenty-five of research on medicinal plants in Latin America. *J Ethnopharmacol* 100: 131-134.

Camparoto, M.L.; Teixeira, R.O.; Mantovani, M.S.; Vicentini, V.E.P., 2002. Effects of *Maytenus ilicifolia* Mart. and *Bauhinia candicans* Benth infusions on onion root-tip and rat bone-marrow cells. *Genetics Molecular Biology*, 25 (1), 85-89.

Campos, K.E., Balbi, A.P.C., Alves, M.J.Q.F., 2009. Diuretic and hipotensive activity of aqueous extract of parsley seeds (*Petroselinum sativum* Hoffm.) in rats. *Rev. Bras. Farmacogn.*, 19,41-45.

Caritá, R., Marin-Morales, M. A., 2008. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. *Chemosphere*, 72, 722-725.

Esmaeili, M.A., Sonboli, A. Antioxidant, free radical scavenging activities of *Salvia brachyantha* and its protective effect against oxidative cardiac cell injury, 2010. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 846-853.

Fachinetto, J.M., Bagatini, M.D., Durigon, J., Silva, A.C.F., Tedesco, S.B., 2007. Efeito anti-proliferativo das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17 (1), 49-54.

Feretti D, Zerbini I, Zani C, Ceretti E, Moretti M, Monarca S. *Allium cepa* chromosome aberration and micronucleus tests applied to study genotoxicity of extracts from pesticide-treated vegetables and grapes. *Food Add. Contam.* 24(6): 561-572, 2007.

Fiskesjo, G. Effects of Hg/Se treatments in different test systems, 1981. *Mutation Research/Environmental Mutagenesis and Related Subjects*, 85(4), 300-301.

Fiskesjo, G. The *Allium* test as a standard in environmental monitoring, 1985. *Hereditas*, 102, 99-112.

Fiskesjo, G., 1997. *Allium* test for screening chemicals; evaluation of cytologic parameters. In: WANG, W., GORSUCH, J.W., HUGHES, J.S. (Eds.), *Plants for Environmental Studies*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, New York, 308-333.

Grant W.F., 1978. Chromosome aberrations in plants as a monitoring system. A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program, *Mutation Res.*, 27: 37-43.

Grant, W.F, 1982. Chromosome aberration assays in *Allium*, A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program, *Mutation Res.*, 99, 273-291.

Grisolia, C. K, Oliveira, A. B. B, Bonfim, H., Klautau-Guimaraes, M. N., 2005. Genotoxicity evaluation of domestic sewage in a municipal wastewater treatment plant. *Genetics and Molecular Biology* 28, 334-338.

Grover IS, Dhingra AK, Adhikari N, Ladhar SS 1990. Genotoxicity of pesticides and systems. *Program Clinical Biology Res.*, 340, 91-106.

Gulçin, Í., 2005. The antioxidant and radical scavenging activities of black pepper (*Piper nigrum*) seeds. *Int J of Food Sci and Nutr*, 56, 491-499.

Gulçin, Í.; Alici, H. A.; Cesur, M., 2005. Determination of in vitro antioxidant and radical scavenging activities of propofol. *Chem. Pharm. Bull.*, 53, 281-285.

Hinneburg, I. e Neubert, H.H., 2005. Influence of extraction parameters on phytochemical characteristics of extracts from buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) herb. *J Agricult Food Chem* , 57, 3-7.

Hinneburg, I., Damien Dorman, H.J., Hiltunen, R., 2006. Antioxidant activities from selected culinary herbs and spices. *Food Chemistry* , 97,122-129.

Ho, S.C., Tsai, T.H., Tsai, P.J., Lin, C.C., 2007. Protective capacities of certain spices against peroxynitrite-nitrate biomolecular damage. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 920-928.

Hoshina, M.M., Marin-Morales, M.A, 2009. Micronucleous and chromosome aberrations induced in onion (*Allium cepa*) by a petroleum refinery effluent and by river water that receives this effluent. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 72, 2090-2095.

Ivanova, D., Gerova, D., Chervenkov, T., Yankova, T., 2005. Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *J Ethnopharmacol*, 96,145-150.

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., Vivanco, J.M. 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *Food Chem* , 83, 547-550.

Kaefer, C.M., Milner, J.A., 2008. The role of herbs and spices in cancer prevention. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19, 347-361.

- Kamath, J.V., Rana, A.C., Chowdhury, A.R., 2003. Pro-healing effect of *Cinnamomum zeylanicum* bark. *Phytother research*, 17, 970-972.
- Knoll, M.F.; Silva, A.C.F.; Canto-Dorow, T.S.; Tedesco, S.B., 2006. Effects of *Pterocaulon polystachyum* DC. (Asteraceae) on onion (*Allium cepa*) root-tip cells. *Genetics Molecular Biology*, 29 (3),539-542.
- Lemhadri, A., Zeggwach, N.A., Maghrani, M., Jouad, H., Eddouks, M., 2004. Anty-hyperglycaemic activity of the aqueous extract of *Origanum vulgare* growing wild in Tafilalet region. *J Ethnopharmacol*, 92, 251-256.
- Leme, D. M., Marin-Morales, M. A., 2008. Chromosome aberration and micronucleus frequencies in *Allium cepa* cells exposed to petroleum polluted water - A case study. *Mutation Research* 650, 80-86.
- Mueller, M., Hobiger, S., Jungbauer, A., 2010. Anti-inflammatory activity of extracts from fruits, herbs and spices. *Food Chemistry*, 122, 987-996.
- Manian, R.; Anusuya, N.; Siddhuraju, P.; Manian, S., 2008. The antioxidant activity and free radical scavenging potential of two different solvent extracts of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntz, *Ficus bengalensis* L. and *Ficus racemosa* L. *Food Chemistry*, 107, 1000-1007.
- Marathe, S.A., Rajalakshmi, V., Jamdar, S.N., Sharma, A., 2011. Comparative study on antioxidant activity of different varieties of commonly consumed legumes in India. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 2005-2012.
- Mathew, S., Abraham, T.E., 2006. Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, though various in vitro models. *Food Chem .* 94, 520-528.
- Naidu, K.A., Thippeswamy., 2002. Inhibition of human low density lipoprotein oxidation by active principles from spices. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 229,19-23.
- Neves, L. C., Alencar, S.M., Carpes, S.T., 2008. Determinação da atividade antioxidante e do teor de compostos fenólicos e flavonoides totais em amostras de pólen apícola de *Apis mellifera*. *Brazilian Journal of Food Technology*. Preprint Series, n. 15.
- Niciforovic, N., Mihailovic, V., Maskovic, P., Solujic, S., Stojkovic, A., Pavlovic Muratspahic, D. Antioxidant activity of selected plant species: potential new sources of natural antioxidants, 2007. *Food and Chemical Toxicology*, 48, 3125-3130.
- Ozcan, M., Erkmén., O, 2001. Antimicrobial activity of the essential oils of Turkish plant spices. *European Food Research and Technology*, 212 (6), 658-660.
- Park, I., Lee, S., Shin, S., Park, D., Ahn, Y., 2002. Larvicidal activity of isobutylamides identified in *Piper nigrum* fruits against three mosquito species. *J Agr Food Chem* , 50, 1866-1870.

Ranasinghe, L., Jayawardena, B., Abeywickrama, K., 2002. Fungicidal activity of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* (L.) and *Syzygium aromaticum* (L.) Merr et L.M. Perry against crown rot and anthracnose pathogens isolated from banana. *Lett appl microbiol*, 35, 208-211.

Rank, J. Niesen, M. H. Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* v.418, , p.113–119, 1998.

Rodrigues, J. S. C. Estudo Etnobotânico das Plantas Aromáticas e Mediciniais. In: Figueiredo, A. C.; Barroso, J. G.; Pedro, L. G. (Eds). *Potencialidades e Aplicações das Plantas Aromáticas e Mediciniais. Curso Teórico-Prático. 3. ed.* Lisboa: Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa – Centro de Biotecnologia Vegetal, 2007. p. 168-174.

Santos, M.H. dos; Batista, B.L.; Duarte, S.M. da S.; Abreu, C.M.P. de; Gouvêa, C.M.C.P. Influência do processamento e da torrefação sobre a atividade antioxidante do café (*Coffea arabica*). *Química Nova*, v.30, p.604-610, 2007.

Sartoratto, A., Machado, A.L.M., Delarmelina, C., Figueira, G.M., Duarte, M.C.T., Rehder, V.L.G., 2002. Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Braz J Microbiol*, 35, 275-280.

Shan, B., Cai, Y., Brooks, J.D., Corke, H., 2007. The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International Journal of Food Microbiology*, 7, 112- 119.

Simões C.M.O, Schenkel E.P., Gossmann G., Mello J.C.P., Mentz L.A., Petrovick P.R. 2001. *Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3 ed.* Porto Alegre/ Florianópolis: Ed. Universidade/ UFRGS/ Ed. da UFSC.

Soares A.K.A., Carmo G.C., Quental D.P., Nascimento D.F., Bezerra F.A.F., Moraes M.O., Moraes M.E.A. 2006. Avaliação da segurança clínica de um fitoterápico contendo *Mikania glomerata*, *Grindelia robusta*, *Copaifera officinalis*, *Myroxylon toluifera*, *Nasturtium officinale*, própolis e mel em voluntários saudáveis. *Rev Bras Farmacogn* 16: 447-454.

Srinivasan, K., 2004. Spices as influencers of body metabolism: an overview of three decades of research. *Food Research International*, 38, 70-86.

Srinivastava, K.C., Mustafá, T., 1992. Ginger (*Zingiber officinale*) in rheumatism and musculoskeletal disorders. *Med Hypotheses*, 39, 342-348.

Stoilova, I., Krastanov, A., Stoyanova, A., Denev, P., Gargova, s. Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chemistry* , 102, 764-770, 2007.

Suhr, Y.J., 2002. Antitumor promoting potential of selected spice ingredients with antioxidative and anti-inflammatory activities: a short review. *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1091- 1097.

- Suresh, D., Srinivasan, K. Studies on the *in vitro* absorption of spices principles – curcumin, capsaicin and piperine in rat intestines, 2007. Food and Chemical Toxicology, 45, 1437-1442.
- Tang, S.Z.; Kerry, J.P.; Sheehan, D.; Buckley, D.J. Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. Food Chemistry, v.76, p.45-51, 2002.
- Tsai, P.J., Tsai, T.H., Yu, C.H., Ho, S.C., 2007. Evaluation of NO-suppressing activity of several Mediterranean culinary spices. Food and Chemical Toxicology, 45, 440-447.
- Teixeira, R.O., Camparoto, M.L., Mantovani, M.S., Vicentini, V.E.P., 2003. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L. in vitro and in vivo assays. Genetics and Molecular Biology, 26 (4),551-555.
- Varanda, E.A. Atividade mutagênica de plantas medicinais, 2006. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, 27 (1), 1-7.
- Vicentini, V.E.P., Camparoto, M.L., Teixeira, R.O., Mantovani, M.S., 2001. *Averrhoa carambola* L., *Syzygium cumini* (L.) Skeels and *Cissus sicyoides* L.: medicinal herbal tea effects on vegetal and animal test systems. Acta Scientiarum, 23, 593-598.
- Vimala, S., Norhanom, A.W., Yadav, M., 1999. Anti-tumor promoter activity in Malaysian ginger rhizobia used in traditional medicine. Brit J Cancer, 80, 110-116.
- Zhishen, J., Mengcheng, T., Jiaming, W., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64, 555-559.
-

### **3- Considerações Finais**

Diante o exposto, permite-se concluir, que dentre as plantas condimentares avaliadas, podem ser utilizadas como fonte de antioxidantes naturais, o orégano e manjeriço, cujos extratos foram obtidos a partir de infusos, e a canela, com extrato obtido através de decocto da casca, pois os resultados demonstraram uma significativa atividade antioxidante, na qual, também apresentaram quantidades significativas de fenóis e flavonoides totais. Com relação ao teste de mutagenicidade, todas as plantas condimentares estudadas não apresentaram atividade citotóxica nas concentrações avaliadas.