



POTENCIAL ANTIOXIDANTE E METABÓLITOS ESPECIAIS DE *Coffea arabica*: REVISÃO DE LITERATURA

Antônio Vinícius Cândido¹, Carolina Corrêa Lima², Gabriela Heringer Almeida³, Liza Valim de Mello⁴, Renata Santana Matiles⁵, Renata de Freitas Mendes⁶

¹Acadêmico de medicina, UNIFACIG, Manhuaçu-MG, antoniovini1@hotmail.com

² Acadêmica de medicina UNIFACIG, Manhuaçu-MG, carolina.clima@hotmail.com

³ Acadêmica de medicina, UNIFACIG, Manhuaçu-MG, gabrielaheringer97@gmail.com

⁴ Acadêmica de medicina, UNIFACIG, Manhuaçu-MG, lizavalimdemelloint@gmail.com

⁵ Acadêmica de medicina, UNIFACIG, Manhuaçu-MG, renatasantanamatiles@hotmail.com

⁶Doutora em Genética e Biotecnologia, Docente UNIFACIG, Manhuaçu-MG, renatamendes@sempre.unifacig.edu.br

Resumo: O Brasil é um grande produtor de café, sendo que em 2018 o estado de Minas Gerais apresentou os maiores índices de produção no país, com a espécie *Coffea arabica*. Os metabólitos especiais produzidos pelas plantas são essenciais ao desenvolvimento e proteção do vegetal, e estão relacionados à bioatividades, na prevenção e no tratamento de doenças. Neste contexto, o objetivo desse trabalho é de realizar um levantamento bibliográfico sobre os metabólitos especiais presentes café e seu potencial antioxidante, visando futuramente investigar esse potencial no café produzido na região de Manhuaçu/MG. A atividade antioxidante é ponto crucial que agrega valor ao produto de origem natural, uma vez que, está relacionada a prevenção e controle do estresse oxidativo que está envolvido no surgimento e progressão de processos fisiopatológicos, como diabetes, câncer, problemas cardiovasculares, doenças neurodegenerativas. Sendo assim estudar espécies cultivadas em nossa região será importante ponto de partida para novos projetos relacionando saúde, produtores rurais e comunidade.

Palavras-chave: Antioxidantes; Compostos fenólicos; Flavonoides; Taninos

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde

1 INTRODUÇÃO

Os metabólitos especiais são essenciais ao desenvolvimento e proteção do vegetal, e estão relacionados à bioatividades, na prevenção e no tratamento de doenças. Dentre esses compostos, destacam-se os compostos fenólicos principalmente a classe dos flavonoides, estudados pelo expressivo potencial antioxidante (LESSA, 2014). O conhecimento da capacidade das plantas em produzir metabólitos especiais, fez da pesquisa em produtos naturais um campo inesgotável de novas moléculas e fitoterápicos amplamente utilizados na clínica.

Os radicais livres, mais expressivamente as espécies reativas de oxigênio (ERO's), são produzidos durante o metabolismo e sua produção exacerbada relacionada a fatores como exposição a poluição, tabaco, álcool, processo inflamatório, uso de medicamentos e processos fisiopatológicos levam ao estresse oxidativo, condição associada ao surgimento e propensão de patologias importantes como doenças neurodegenerativas (Alzheimer, Parkinson), cardiovasculares, câncer, diabetes, hipertensão, osteoartrites, dentre outras (HIRATA; SATO; SANTOS, 2004; SILVA; FERRARI, 2011). Na presença dessas ERO's alterações celulares e em seus componentes como proteínas, ácidos graxos presentes nas membranas e no material genético são deletérias ao funcionamento do nosso organismo (HIRATA; SATO; SANTOS, 2004). Os antioxidantes, por sua vez, são substâncias capazes de diminuir os efeitos desses radicais, uma vez que, retardam ou até mesmo impedem suas ações lesivas, além disso, podem ser utilizados na prevenção desses processos fisiopatológicos acima citados.

O Brasil é um grande produtor de café, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) em 2018 a produção de café bateu o recorde de 61,7 milhões de sacas beneficiadas, um crescimento de 37 % em relação ao ano anterior (BRASIL, 2019). Além de exportador, nosso país trata-se de um dos maiores consumidores dessa commodity (LESSA, 2014). O estado de Minas Gerais registrou em 2018 os maiores índices de produção no país, uma colheita de 32,97 milhões de sacas de café arábica (BRASIL, 2019). Nesse estado a principal espécie cultivada é a *Coffea arabica*, dadas as características topográficas e climáticas favoráveis, sendo a região da Zona da Mata Mineira, em especial a cidade de Manhuaçu e vertentes relevante nesse cenário econômico (ALMEIDA et al., 2006).

Alguns trabalhos relatam sobre potencial bioativo da espécie *C. arabica* e discorrem sobre a qualidade do café relacionada aos teores de fenóis totais e alguns em específico, como o ácido clorogênico, que são agentes oxidantes, mas também hepatoprotetores, hipoglicemiantes e antivirais (FARAH; DONANGELO, 2006; SOUZA et al., 2007). Entretanto, o café produzido em nossa região ainda não foi investigado quanto ao seu potencial antioxidante nem dosados os teores de metabólitos especiais importantes na qualidade desse fruto. A hipótese desse trabalho é fazer um levantamento bibliográfico sobre esse potencial da espécie para posteriormente em um estudo prático investigar o café da região.

2 METODOLOGIA

Para construção desse trabalho buscou-se artigos relacionados ao tema nas bases de dados acadêmicas “SciELO”, “Pubmed” e “Google Acadêmico”, nesse sentido os estudos considerados relevantes para essa discussão e que estavam disponíveis na versão completa foram incluídos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Fausto (2009) “A grande novidade na economia brasileira das primeiras décadas do século XIX foi o surgimento da produção do café para exportação. A introdução do cafeeiro no Brasil deveu-se a Francisco de Melo Palheta, que em 1727 trouxe para o Pará as primeiras sementes da planta. Utilizado no consumo doméstico, o café chegou ao Rio de Janeiro por volta de 1760, misturando-se aos primeiros cultivos de pomares e hortas dos arredores da capital da Colônia. Foi, porém, no extenso Vale do Rio Paraíba, atravessando uma parte do Rio e de São Paulo, que se reuniram as condições para sua primeira grande expansão em níveis comerciais. A área conhecida e cortada por alguns caminhos e trilhas que, desde os tempos de apogeu da mineração, se dirigiam a Minas Gerais; aí existiam terra virgem disponível e clima favorável. O mercado interno era insuficiente para absorver uma produção em larga escala. O destino dos negócios cafeeiros dependia, e ainda hoje depende, do mercado externo”.

Até meados do século XX, o cultivo de café centrou-se na Região de São Paulo, enquanto em Minas Gerais houve predomínio de gado leiteiro. Isso, porém, resultante de políticas governamentais centradas na região paulista, como foi no governo de Getúlio Vargas, em que o Estado comprou o estoque dos fazendeiros dessa região à época da crise de 1929. Segundo o site Amiste Café (2019), embora existam mais de sessenta espécies do grão, as espécies *Coffea arabica* e *Coffea robusta* são as duas mundialmente cultivadas e comercializadas. Ambas produzidas no Brasil e, em linhas gerais, a Arábica tende a ser mais doce e ligeiramente ácida, sendo de qualidade melhor, enquanto a robusta resulta em sabores mais achocolatados. Ainda conforme o site, o Sul de Minas Gerais é a região de maior produção de arábica do mundo. Isso se deve à topografia elevada e ao clima favorável, fatos que resultam em cafés para bebidas encorpadas, sabores frutados e levemente ácidos (AMISTE CAFÉ, 2019).

Na região que compreende Manhuaçu, o café ocupa posição expressiva no agronegócio. Nessa temos 150 mil hectares de cultivo, 27 mil produtores correspondendo a 90 % da agricultura familiar e essa produção está relacionada a oferta de 100 mil empregos diretos. Assim, o Governo de Minas Gerais, através da Secretaria de Agricultura e órgãos ligados, como a Emater-MG e o Instituto Mineiro de Agropecuária, desenvolve ações na região de Manhuaçu com o intuito de fortalecer a atividade cafeeira e melhorar a qualidade do café. Esse estímulo acontece por meio de apoio técnico e também pelo programa “Certifica Minas Café”, em que a Emater orienta os proprietários sobre como adequarem suas propriedades para concorrerem a uma certificação nesse âmbito. Todo esse contexto culminou em acontecimentos como o 21º Simpósio de Cafeicultura das Matas de Minas em abril de 2017, com o intuito de difundir tecnologias que garantissem padrões únicos para o café de nossa região.

Para espécie *Coffea arabica* L., estudos foram realizados com o intuito de avaliar os compostos bioativos. Abrahão e colabs. (2009) aborda em seu estudo a capacidade antioxidante in vitro dos frutos da espécie e relaciona essas características a qualidade do grão. Outro trabalho mostra a classificação físico-química de cafés cultivados em Itaguapé e Paranavaí (Paraná) em que relacionou-se propriedades físico-químicas, como densidade, tamanho do grão de café, potencial hidrogeniônico (pH) e acidez titulável (SANTOS et al., 2011), e químicas como os compostos fenólicos do fruto com a qualidade do mesmo. Percebeu-se também que cultivares de uma mesma região diferenciaram-se principalmente, em função da concentração de ácidos clorogênicos presentes. Ainda nesse estudo avaliou-se como o manejo influencia na produção e em propriedades relacionadas à acidez, cor, quantidade de lipídeos, proteínas, açúcares, dentre outros fatores que, em sua grande maioria, contribuem para as propriedades organolépticas do produto (SANTOS et al., 2011).

Em relação ao uso de insumos, como agrotóxicos, sabe-se que defensores químicos como o roundup® (glifosato) possui efeitos reducionais de metabólitos especiais como os flavonoides e compostos fenólicos totais. Após o uso do glifosato, o primeiro produto de sua degradação é o ácido aminometilfosfônico (AMPA). O AMPA e o glifosato são acumulados nas plantas e inibem a via de formação de compostos fenólicos, a rota do ácido chiquímico (SINGH; SINGH, 2016 apud SANTOS, 2019).

Sabe-se que compostos fenólicos são antioxidantes. Os antioxidantes como os ácidos fenólicos, flavonoides, taninos, vitaminas C e vitamina E têm diversas propriedades biológicas, de modo que exercem efeitos anti-inflamatórios, anticarcinogênicos e anti-ateroscleróticos, reduzem a incidência de doenças coronárias e contribuem para a manutenção do intestino saudável pela modulação da microbiota do intestino (OROIAN; ESCRICHE, 2015 apud MONTEIRO, 2018). Especificamente sobre os taninos, são responsáveis pela adstringência em muitos alimentos, ao formarem complexo insolúvel com as proteínas salivares (CHUNG et al., 1998 apud XAVIER, 2017). Essas substâncias possuem capacidades farmacológicas também, sendo elas: atividade antioxidante, complexação de íons metálicos e outras macromoléculas. Ainda sobre os compostos fenólicos, os flavonoides apresentam ampla gama de benefícios, dentre eles: atividade anti-inflamatória, antioxidante, efeito vasodilatador, ação antialérgica, atividade antitumoral, hepatoprotetora, anti-ulcerogênica, anti-plaquetária, antimicrobiana e antiviral (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004 apud MENDES, 2014).

3.1 Composição química

Quanto aos compostos químicos já descritos nas espécies de café temos uma grande variedade de metabólitos primários e secundários. Porém, as porcentagens desses componentes variam de acordo com a espécie, conforme descrito por Rosa (2010). Na Tabela 1 temos os principais constituintes da espécie *Coffea arabica* relatados pelo mesmo autor.

Tabela 1. Compostos identificados na espécie *Coffea arabica* de acordo com estudo de Rosa (2010).

Componentes	<i>Coffea arabica</i> Composição química (g/100g)	
	Grão cru	Grão torrado
Minerais	3,0 - 4,2	3,5 - 4,5
Cafeína	0,9 - 1,2	1
Trigonelina	1,0 - 1,2	0,5 - 1,0
Lipídeos	12,0 - 18,0	14,5 - 20,0
Ácido clorogênico total	5,5 - 8,0	1,2 - 2,3
Ácidos alifáticos	1,5 - 2,0	1,0 - 1,5
Oligossacarídeos	6,0 - 8,0	0 - 3,5
Polissacarídeos totais	50,0 - 55,0	24,0 - 39,0
Aminoácidos	2,0	n.d.
Proteínas	11,0 - 13,0	13,0 - 15,0

Onde: n.d. corresponde a não detectados.

Compostos fenólicos estão presentes, as classes principais encontradas são: a lignina, os pigmentos, os flavonoides e os taninos, sendo os dois últimos metabólitos secundários, também chamados de especiais, devido suas funções primordiais ao vegetal. Sabe-se que a maior parte dos polifenóis no café corresponde ao ácido clorogênico (BONITA et al., 2007; BERRONE et al., 2008 apud ROSA, 2010).

Os taninos são atualmente designados proantocianidinas. São potentes antioxidantes e responsáveis pelas características dos vinhos, cafés e chás, além de serem responsáveis por cor, sabor e adstringência (do café). Os flavonoides, por sua vez, são polifenóis que se formam a partir da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina e ácido acético (DEGÁSPARI, 2004 apud ROSA, 2010). Esses polifenóis possuem habilidades como agente protetor e inibidor de câncer.

A cafeína possui efeito estimulante do sistema nervoso central e do músculo liso cardíaco. Adicionalmente, diminui o sono e age inibindo bactérias e fungos (IBRAHIM et al., 2006). Ademais, a cafeína é antioxidante, captando radicais hidroxila e oxigênio singlete, além da reação com elétrons. Quanto à trigonelina, sua importância terapêutica está no aspecto nutricional. Isso porque essa é convertida em ácido nicotínico (niacina), a vitamina B2, durante a torra (ROSA, 2010).

Ainda de acordo com estudo de ROSA (2010), sobre os ácidos clorogênicos, eles são uma família de ésteres formados principalmente pela esterificação do ácido quínico com os ácidos cafeico, cinâmico, ferúlico ou p-cumárico. Essa família de ácidos possui atividade anticancerígena comprovada para alguns tipos de câncer. Além disso há ação benéfica no combate a doenças cardiovasculares devido às suas propriedades antioxidantes. Os minerais, por sua vez, possuem no grupo alguns importantes no metabolismo humano, como Ca, K, Mg, Na, P, Co, Cr, Cu, Fe, Mn e Zn. Adicionalmente, o café possui níquel, elemento que provavelmente está inserido no grupo dos metais humanos essenciais.

3.1.1 Compostos fenólicos e a classe dos flavonoides

Os compostos fenólicos são aqueles que possuem um grupo fenol em sua estrutura molecular, são derivados da fanilalanina e tirosina e produtos das vias do ácido chiquímico e do ácido acético, os flavonoides são metabólitos especiais inseridos nesse grupo, produzidos pelo vegetal em resposta a estresse e agressão do meio. Além das atividades já descritas para o vegetal esses compostos apresentam atividade biológica, sendo empregados na pesquisa e na clínica em fisiopatologias humanas. O Quadro 1 traz as principais atividades biológicas já descritas para os compostos fenólicos e a classe dos flavonoides.

Quadro 1. Atividades biológicas dos compostos fenólicos e classe dos flavonoides descritas na literatura

Constituintes	Atividade biológica	Estudos
Compostos fenólicos	Antiplaquetária, antiaterosclerótica, antilipídêmica, cicatricial, antimicrobiana e moduladora do sistema imune	BARBOSA et al., 2009
	Antioxidante	FARAH; DONANGELO, 2006
Flavonoides	Anti-inflamatória	COUTINHO et al., 2009
	Prevenção: doenças neurodegenerativas e cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele	ANGELO; JORGE, 2007
	Antiplaquetária, antiaterosclerótica e antilipídêmica	DORNAS et al, 2007
	Antimicrobiana	BARBOSA et al., 2009

3.2 Estresse oxidativo e doenças

Os radicais livres são espécies químicas instáveis e reativas, uma vez que, possuem um ou mais elétrons não pareados na última camada eletrônica. Estão inseridos no grupo das chamadas espécies reativas de oxigênio (ERO's), este advindo do oxigênio excedente, que não é utilizado nos ciclos mitocondriais que produzem energia, ou as espécies reativas de nitrogênio (ERN's), que englobam, além dos radicais livres, outras moléculas menos reativas como, por exemplo, o peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e os peróxidos lipídicos. Além disso é válido ressaltar que a reatividade dessas espécies químicas varia dependendo da estrutura química e do ambiente onde são gerados. Os principais radicais livres encontrados nas células são: o superóxido, o hidroxil, o alcóxil, o peróxil e o hidroperoxil. Sabe-se que quando dois radicais livres se encontram, compartilham seus elétrons não pareados, formando uma ligação covalente e se aniquilam mutuamente. No entanto, quando reagem com outras moléculas que não são radicais, novos radicais livres são gerados, promovendo uma amplificação do efeito deletério. Ademais, danos nas membranas celulares são geradas devido aos radicais livres, por meio da peroxidação dos resíduos de ácidos graxos insaturados dos fosfolípidios. Nota-se também que, assim como células podem ser alteradas, as proteínas também podem. No entanto, sabe-se que a formação de radicais livres é constante e é um fator fisiológico, portanto há a formação de antioxidantes fisiológicos, capazes de competir com substratos oxidáveis e, consequentemente, inibem ou atrasam o processo de oxidação (ROSA; COIMBRA; 2009; GOTTLIEB; MORASSUTTI; CRUZ, 2011).

No meio biológico, para que a homeostase seja mantida, na inativação de um agente oxidante ocorre produção de forma oxidada de Glutathione (GSSG) e depleção de forma reduzida de Glutathione (GSH) e em seguida haverá a recuperação de GSH. Entretanto, quando há excesso de agentes oxidantes e/ou deficiência do sistema protetor, haverá desequilíbrio entre o consumo de GSH e a produção de GSSG, o que caracteriza o estresse oxidativo. Logo, este poderá ser monitorado pela razão GSSG/GSH. Além disso, O excesso de GSSG resulta em ambiente mais oxidante, que favorece a formação de pontes dissulfeto (-SS-) nas proteínas portadoras de grupamento tiol (-SH). As pontes dissulfeto oxidam estas proteínas, com prejuízo de suas funções (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Dessa forma, se a eficiência do sistema antioxidante for superada pela magnitude dos fenômenos oxidantes, ocorrerá o estresse oxidativo, que culminará em lise celular. Por tudo isso, sabe-se que o estresse oxidativo é um estado de vulnerabilidade do sistema de defesa, logo estará mais propício a doenças infecciosas e degenerativas, além de mais frágil em relação à ação de toxinas gerará inúmeros prejuízos levando, assim, à diversas patologias (DOS REIS NUNES, 2012). Dentre elas pode-se citar enfisema, displasia broncopulmonar, pneumoconiose, toxicidade por bleomicina, paraquat, butilidroxitolueno, fibras minerais e fumo, asma e SARA. Após a chegada dos neutrófilos no interstício pulmonar, a ativação destas células gera radical superóxido, que lesa diretamente a membrana das células intersticiais e do endotélio. Como consequência, ocorre lesão tissular progressiva, pois o neutrófilo ativado também libera enzimas proteolíticas que degradam a elastina do arcabouço pulmonar. A gravidade da SARA secundária à hiperoxia depende do grau e do tempo da exposição ao O₂. Outras doenças que podem ser

mencionadas como consequência do estresse oxidativo, sendo estas mais frequentes na velhice, são a doença de Parkinson, o acidente vascular cerebral, a doença de Alzheimer, a esclerose múltipla e a catarata (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Além das patologias já citadas, o câncer de cólon também possui relação com o estresse oxidativo, ERO's são consideradas uma significativa classe de carcinogênicos, participando da iniciação, progressão e metástase das neoplasias. Uma vez que as ERO geradas no ambiente intracelular podem induzir a mutagênese. Além disso, nota-se que as células tumorais produzem e excretam grandes quantidades de peróxido de hidrogênio, confirmando sua importância na propagação e invasão tumorais (ROSA; COIMBRA, 2009.). É importante ressaltar a grande relação existente também com as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), dentre os mecanismos destacam-se as alterações no metabolismo oxidativo. Havendo, assim, uma associação entre a quebra da homeostasia do metabolismo oxidativo e o aumento do risco para as DCNT. Deste modo, o estresse oxidativo é visto como um desbalanço entre a produção de ERO e sua degradação pelos antioxidantes segundo a necessidade de cada célula (ROSA; COIMBRA, 2011).

3.3 Antioxidantes

Quando se fala de prevenção e defesa contra os radicais livres temos os antioxidantes, esses podem ser endógenos, como as enzimas superóxido dismutase, glutathione peroxidase e catalase, quanto exógenos obtidos a partir da dieta e suplementação, como por exemplo o uso de vitamina C, ácido ascórbico. Esses compostos antioxidantes podem ser encontrados tanto na própria alimentação ou por meios sintéticos, e apresentam o papel de reduzir e inibir os danos causado pelos radicais livres. Podem ser definidos como uma substância presente em baixa concentração que inibe a oxidação, classificadas em antioxidantes não-enzimáticos, como ácido ascórbico e selênio ou enzimáticos como enzimas de reparo (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Segundo a American Heart Association o consumo de antioxidantes ajuda na prevenção e controle das Doenças cardiovasculares (DCV). Para o desenvolvimento da aterosclerose é necessário que haja lesão oxidativa nas paredes dos vasos sanguíneos. Comunidades que consomem altos níveis de antioxidantes apresentam menores índices de aterosclerose coronária, uma vez que, o antioxidante vai aumentar a resistência da LDL-c, causando diminuição das coronariopatias. Pensa-se que há efeitos positivos no consumo de frutas e vegetais pela presença de antioxidantes em tais alimentos (RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

Dentre os carotenoides, o licopeno possui e poder antioxidante e acredita-se que possua papel na prevenção do câncer de próstata e das DCV. Esse carotenoide é encontrado no tomate. A vitamina C, ácido ascórbico, atua na proteção contra a peroxidação lipídica diretamente ao eliminar os radicais peróxidos antes da peroxidação, e indiretamente ao regenerar a vitamina E, exerce ação vasodilatador e anticoagulante (RIQUE; SOARES; MEIRELLES, 2002).

Sobre o ácido clorogênico, a sua atividade antioxidante relaciona-se, sobretudo, à sua estrutura química e às propriedades redutoras. Trata-se de um componente da fração fenólica, o qual também contribui com o aroma e sabor das bebidas de café, sendo apresentado em maior quantidade nos grãos de café verde (FARAH; DONANGELO, 2006; SOUZA et al., 2007).

4 CONCLUSÃO

Muitas substâncias têm sido investigadas e estudos já comprovam os benefícios das substâncias antioxidantes no controle do estresse oxidativo, potencializando terapias e prevenindo o surgimento ou melhorando o prognóstico de fisiopatologias importantes que acometem o homem. Nesse sentido é de extrema importância estudar o potencial antioxidante do café cultivado no município de Manhuaçu, além dos compostos relacionados a essa atividade.

5 REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S.M.S.; LIMA, A.R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. (2014). Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (*coffea arábica* L.). Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n2/20.pdf>. Acesso em: 16/05/2019.

ALMEIDA, E. S.; PACHECO, G.O.; PATROCÍNIO, A.P.B.; DIAS, M.S. (2006). Produtividade do café em Minas Gerais: Uma análise espacial. Disponível em: <https://patriciasiqueira.github.io/arquivos/almeida-2006-cafe-MG.pdf>. Acesso em: 16/05/2019.

AMISTE CAFÉ. Disponível em: <https://amiste.com.br/conheca-os-diferentes-tipos-de-cafe-no-brasil/>. Acesso em: 05/06/2019.

ANGELO, P. M.; JORGE, N.; Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. Rev. Inst. Adolfo Lutz, v. 66 n.1, p. 1-9, 2007. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v66n1/v66n1a01.pdf>. Acesso em: 23/04/2020.

BARBOSA, M. H.; ZUFFI, B. F.; MARUXO, H. B.; JORGE, L. L. R. Ação terapêutica da própolis em lesões cutâneas. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-21002009000300013>. Acesso em: 23/04/2020.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. Rev Nutr, v. 12, n. 2, p. 123-30, 1999. BRASIL. Conab. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2626-producao-do-cafe-em-2018-e-recorde-e-supera-61-milhoes-de-sacas>. Acesso em: 28/05/2019.

COUTINHO, M. A. S.; MUZITANO, M. F.; COSTA, S. S. Flavonoides: Potenciais Agentes Terapêuticos para o Processo Inflamatório. Rev. Virtual Quim., v. 1, n. 3, p. 241-256, 2009. Disponível em: [10.5935/1984-6835.20090024](https://doi.org/10.5935/1984-6835.20090024). Acesso em: 23/04/2020.

DORNAS, W. C.; OLIVEIRA, T. T.; RODRIGUES- DAS-DORES, R. G.; SANTOS, A. F.; NAGEM, T. J. Flavonoides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl., v. 28, n.3, p. 241- 249, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/774>. Acesso em: 23/04/2020.

DOS REIS NUNES, C. Influência dos radicais livres e envolvimento do processo inflamatório na aterosclerose, 2012.

FARAH, A.; DONANGELO, C.M. Phenolic compounds in coffee. Brazilian Journal Plant of Physiology, Londrina, v.18, n.1, p.23-26, 2006.

FAUSTO, B. História do Brasil, v.13, páginas 86 e 189, 2009.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. Revista da associação médica brasileira, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

GOTTLIEB, M. G. V.; MORASSUTTI, Alessandra Loureiro; CRUZ, Ivana Beatrice Mânica da. Transição epidemiológica, estresse oxidativo e doenças crônicas não transmissíveis sob uma perspectiva evolutiva= Epidemiological transition, oxidative stress and chronic non-communicable diseases from an evolutionary perspective, 2011.

HIRATA, L.L.; SATO, M.E.O.; SANTOS, C.A.M. (2004). Radicais Livres e o Envelhecimento Cutâneo. Disponível em: http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/3/LAJOP_23_3_6_1_7IT93QRE42.pdf. Acesso em: 07/06/2019.

IBRAHIM, S. A; SALAMEH, M.M.; PHETSOMPHOU, S.; YANG, H.; SEO, C. W. Application of caffeine, 1,3,7-trimethylxanthine to control Escherichia coli 0157:H7. Food Chemistry, v. 99, n. 4, 2006.

LESSA, M. R. (2014). Classificação físico-química de cafés comerciais por análise exploratória. Disponível em http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/bitstream/1/809/1/mayara_rodrigues_lessa.pdf. Acesso em: 11/05/2019.

MENDES, R.F. (2014). Investigação do Potencial Químico e Farmacológico de *Xylopia sericia* A. St.-Hil (Annonaceae). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas, UFJF.

MONTEIRO, P. N. (2018). Autenticação de cafés brasileiros baseada em análise metabólica e quimiométrica. Disponível em: <http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2755>. Acesso em: 22/05/2019.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 8, n. 6, p. 244-254, 2002.

ROSA, E. F.; COIMBRA, V. C. Câncer de cólon e estresse oxidativo. O mundo da saúde, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 415-418, 2009.

ROSA, G. M. Análise química e atividade antioxidante de quatro amostras do café ("coffea arábica) comerciais. Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Química. Programa de Pós Graduação em Química, 2010.

SANTOS, G.A. (2019). Deriva simulada de glifosato em plantas adultas de guaranazeiro e dinâmica da produção de frutos, metilxantinas e polifenóis.

SILVA, W. J.M.; FERRARI, C.K.B 2011. Metabolismo Mitocondrial, Radicais Livres e Envelhecimento. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4038/403834043004.pdf>. Acesso em: 07/06/2019.

SOUZA, C.M.M.; SILVA, H.R.E.; VIEIRA-JR., G.M.; AYRES, M.C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D.S.; CALVACANTE, L.C.D.; BARROS, E. D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. (2007). Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200021. Acesso em: 05/06/2019.

XAVIER, M.B. (2017). Compostos bioativos, atividade antioxidante e antiproliferativa de dois cultivares de café arábica. Disponível em: portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_11535.Mirieli%20Bernardes%20Xavier%20PPGBv.pdf. Acesso em: 22/05/2019.