

Artigo de revisão

***Camellia sinensis*: um levantamento fitoquímico**

Camellia sinensis: A Phytochemical Research

Yuri Terra Quintanilha Viana¹, Virginia Freitas Rodrigues²

¹ Acadêmico do Curso de Graduação em Farmácia, Faculdade de Medicina de Campos (FMC), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

² Professora do Curso de Graduação em Farmácia, Faculdade de Medicina de Campos (FMC), Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

Autor correspondente: Yuri Terra Quintanilha Viana

Contato: yuri493@hotmail.com

Palavras-chave:

Camellia sinensis.
Catequina.
Flavonoides.
Saponinas.

Keywords:

Camellia sinensis.
Catechin.
Flavonoids.
Saponins.

RESUMO

Diversas atividades farmacológicas como antialérgicas, anticarcinogênicas, antidiabéticas, anti-inflamatórias, neuroprotetoras, de prevenção de riscos cardiovasculares e tratamento da obesidade, relacionadas, principalmente, à presença de catequinas e cafeína têm sido atribuídas à espécie *Camellia sinensis* (Theaceae). Considerando a importância do reino vegetal como fonte de substâncias e/ou protótipos para a descoberta de novas substâncias biologicamente ativas e a relevância das atividades associadas à *C. sinensis*, o presente trabalho objetivou o levantamento bibliográfico de estudos fitoquímicos da espécie *Camellia sinensis*, com foco na identificação de metabólitos especiais. Foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura, sendo selecionados artigos relevantes, publicados, independente do tempo, na base de dados Chemical Abstracts Service (CAS Scifinder), utilizando “*Camellia sinensis*” como descritor e restringindo a pesquisa a publicações em Phytochemistry Elsevier. O levantamento revelou que a parte da planta mais estudada foi a folha, e os estudos objetivaram, em sua maioria, identificar substâncias de alta polaridade em função dos líquidos extratores mais utilizados. Os principais metabólitos identificados na espécie são oriundos da rota biossintética mista, com destaque para a classe dos flavonoides, em especial epigallocatequina, epigallocatequina-galato, epicatequina, epicatequina-galato e galocatequina. Saponinas e esteroides também se revelaram como classes de metabólitos especiais abundantes na espécie. Assim, é crucial ponderar o possível risco de toxicidade inerente ao uso de produtos naturais, mesmo quando apresentam propriedades terapêuticas e benéficas.

Recebido em:

27/11/2023

Aprovado em:

16/04/2024

Publicado em:

28/06/2024

ABSTRACT

Several pharmacological activities such as antiallergic, anticarcinogenic, antidiabetic, anti-inflammatory, neuroprotective, cardiovascular risk prevention, and obesity treatment, primarily attributed to the presence of catechins and caffeine, have been attributed to the species *Camellia sinensis* (Theaceae). Considering the importance of the plant kingdom as a source of substances and/or prototypes for the discovery of new biologically active substances and the relevance of activities associated with *C. sinensis*, this study aimed to survey the literature on phytochemical studies of the *Camellia sinensis* species, focusing on the identification of special metabolites. A literature review was conducted, selecting relevant articles published regardless of time, in the Chemical Abstracts Service (CAS



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons. Os usuários têm permissão para copiar redistribuir os trabalhos por qualquer meio ou formato, e também para, tendo como base o seu conteúdo, reutilizar, transformar ou criar, com propósitos legais, até comerciais, desde que citada a fonte.

Scifinder) database, using "Camellia sinensis" as a descriptor and restricting the search to publications in Phytochemistry Elsevier. The survey revealed that the most studied part of the plant was the leaf, and the studies aimed mostly to identify highly polar substances due to the most commonly used extracting liquids. The main metabolites identified in the species are derived from the mixed biosynthetic route, with emphasis on the class of flavonoids, especially epigallocatechin, epigallocatechin gallate, epicatechin, epicatechin gallate, and gallocatechin. Saponins and steroids also proved to be abundant classes of special metabolites in the species. Thus, it is crucial to consider the possible risk of toxicity inherent in the use of natural products even when they present therapeutic and beneficial properties.

INTRODUÇÃO

A *Camellia sinensis* pertence ao gênero *Camellia* L. (Theaceae), que apresenta arbustos perenes floridos ou pequenas árvores e compreende mais de 325 espécies em todo o mundo¹.

Espécies desse gênero têm sido amplamente utilizadas na indústria de bebidas como chá. Habitualmente, as folhas de *C. sinensis* são consumidas na forma não fermentada(chá verde), parcialmente fermentadas(chá oolong) e totalmente fermentadas(chá preto)².

Estudos farmacológicos e fitoquímicos revelaram que a *C. sinensis* é uma importante fonte de flavonoides, saponinas, taninos, compostos fenólicos e triterpenoides, tendo sido esses compostos encontrados em diversas partes da planta como: folhas, flores, raízes e sementes¹. As folhas de *C. sinensis* são muito empregadas na terapêutica devido à presença de polifenóis, em especial, as catequinas e seus derivados.

Diversas atividades farmacológicas têm sido atribuídas à *C. sinensis*, devido a esses constituintes, incluindo atividades antialérgicas, anticarcinogênicas, antidiabéticas, anti-inflamatórias, neuroprotetoras e de prevenção de riscos cardiovasculares².

As propriedades relacionadas ao tratamento da obesidade também têm sido atribuídas às catequinas, juntamente com a cafeína presente em sua composição. As catequinas têm a capacidade de estimular o metabolismo, aumentar a oxidação de gorduras e melhorar a termogênese. Além disso, a cafeína presente na planta pode au-

dar na supressão do apetite e no aumento da energia gasta pelo organismo. Essas propriedades tornam a *C. sinensis* uma aliada no tratamento da obesidade, contribuindo para a promoção da saúde e do bem-estar³.

A obesidade é uma doença crônica não transmissível que acarreta diversos riscos à saúde, incluindo aumento da pressão arterial, resistência à insulina e elevação dos níveis de colesterol e triglicerídeos no sangue⁴. Acometendo pessoas de todas as faixas etárias, classes sociais e níveis econômicos, a obesidade é considerada um dos maiores desafios de saúde em escala global e sua prevalência vem aumentando em um ritmo alarmante.

De acordo com um estudo conduzido pela *World Obesity Federation*⁵ (2023), nos próximos 12 anos, 51% da população com idade acima de cinco anos estará com sobrepeso e 24% estará obesa.

A ocorrência de flavonoides e proantocianidina na espécie têm sido alvo de estudos em função das propriedades antioxidantes associadas a ela⁶.

Nas sementes e raízes de *C. sinensis* foram identificadas diversas saponinas, entretanto, poucos estudos têm apontado a presença desses metabólitos nas folhas. O efeito imunoestimulante tem sido atribuído às substâncias dessa classe de metabólitos, capazes de estimular a resposta imune do organismo^{1,7}.

No Brasil, o cultivo da *C. sinensis* está restrito ao Vale do Ribeira, no estado de São Paulo, sendo a maior parte destinada à produção do chá preto. O crescente interesse do público brasileiro pelo chá verde resultou em uma ampliação na sua produção. Ademais, estudos apontam que o chá

brasileiro apresenta uma maior quantidade de compostos fenólicos em comparação com chás de outros países, fato atribuído às características climáticas e do solo. No entanto, as pesquisas sobre o chá verde brasileiro ainda são escassas se comparadas às realizadas em outros países produtores de chá verde⁸.

Considerando a importância do reino vegetal como fonte de substâncias e/ou protótipos para a descoberta de novas substâncias biologicamente ativas e a relevância das atividades associadas à espécie em questão, o presente trabalho objetivou o levantamento bibliográfico de estudos fitoquímicos da espécie *Camellia sinensis* (Chá verde), com foco na identificação de metabólitos especiais, também denominados metabólitos secundários.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão de literatura, cujo levantamento bibliográfico foi realizado na base de dados *Chemical Abstracts Service* (CAS Scifinder), utilizando “*Camellia sinensis*” como descritor e restringindo a pesquisa para as publicações em *Phytochemistry Elsevier*, uma revista científica na área de fitoquímica revisada por pares.

Nesse processo, foram incluídos, no presente levantamento, trabalhos que descrevem metabólitos especiais identificados em *C. sinensis*. Além disso, foram excluídos os estudos que não abordavam o tema central deste trabalho, não descrevendo metabólitos especiais identificados em *C. sinensis*.

Após o levantamento dos artigos, ocorreu um processo de análise em três etapas: realização de pré-análise, que envolveu a leitura dos artigos incluídos na pesquisa; exploração do material, com o objetivo de identificar e extrair as informações desejadas; por fim, o agrupamento dos resultados, para interpretações e discussão.

Os dados coletados foram: parte da planta estudada, extrato obtido, os constituintes químicos identificados, o ano de publicação e o país

de origem. As substâncias identificadas na espécie *C. sinensis* foram classificadas por classe farmacognóstica.

A tabulação dos dados coletados e os filtros para agrupamentos e elaboração dos gráficos e análises foram realizados a partir do programa Microsoft Excel 2010® e os resultados apresentados e discutidos com base no perfil das publicações e no perfil fitoquímico apresentado pelos estudos de *C. sinensis*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente levantamento revelou um total de 62 artigos dos quais apenas 35,48% (22) tratavam de substâncias identificadas na espécie *C. sinensis* (**Figura 1**).

A publicação de tais artigos, por sua vez, mostrou-se mais prevalente no período compreendido entre os anos de 1990 e 2000, totalizando 54,54% (**Figura 2A**). O percentual expressivo dessas publicações, neste período, pode estar relacionado à fase próspera para desenvolvimento de novos fármacos que marcou o período pós-guerra, caracterizado pelo avanço tecnológico, essencial no isolamento e elucidação estrutural de metabólitos secundários, que servem de matéria-prima ou protótipo para o desenvolvimento de novos medicamentos^{9,10}.

A década de 1970, por sua vez, totalizou 18,18% publicações, seguida pelas décadas de 2010 e 1980, com 13,64% e 9,10% das publicações, respectivamente. A década de 2020, que ainda se encontra no início, até a data do presente levantamento, apresentou apenas 4,5% (**Figura 2A**). Deve-se registrar que os anos iniciais desta década foram marcados pela pandemia da covid-19 que impactou todas as áreas, incluindo a da pesquisa.

No tangente ao idioma, a língua inglesa foi predominante nos artigos analisados, compreendendo 100% das publicações.

Dentre os artigos analisados, constatou-se que 36,35% (8) dos trabalhos são de origem

japonesa (**Figura 2B**). Tal resultado pode estar relacionado ao fato da *C. sinensis* ser considerada uma bebida típica da região asiática e de consumo tradicional no Japão¹¹. A tradição e a popularidade do chá no país podem ter estimulado um maior interesse e investimento em pesquisas relacionadas à planta, suas propriedades e aplicações na saúde.

O Reino Unido totalizou 13,62% (3), seguido da Coreia do Sul e Japão, em colaboração com a China, ambos totalizando 9,09% (2) dos estudos analisados (**Figura 2B**). Vale ressaltar que todas as pesquisas relacionadas à China envolveram colaboração com o Japão. Isso provavelmente se deve à sua proximidade geográfica, bem como a similaridade de costumes e tradições, que resultaram em um maior interesse nos estudos da *C. sinensis*.

Realizando um recorte desses dados por continente, é possível observar que o continente asiático concentrou a maior quantidade de estudos, com um total de 68,18% (15); seguido pelo continente europeu, com 22,72% (5) dos estudos (**Figura 2C**). Trabalhos oriundos dos continentes asiáticos e europeus, em conjunto ou separadamente, totalizam 95,45% das publicações. Esse expressivo resultado contrastado com apenas 4,55% do continente norte americano pode estar relacionado a uma questão cultural no que diz respeito ao uso de produtos naturais, mas tam-

bém uma questão financeira. A crise econômica que teve início em 2008 nos Estados Unidos gerou corte nos financiamentos federais em pesquisa e desenvolvimento (P&D) com reflexo na produção científica¹².

A respeito do estudo fitoquímico propriamente dito, entre as partes da espécie estudada nos trabalhos analisados, incluíram-se: folhas, raízes, calos, sementes, ramos, tronco e cotilédone. As folhas foram a principal parte da *C. sinensis* estudada, representando 68,18% (15) do total dos estudos (**Quadro 1 e Figura 3**). A prevalência do uso de folhas em muitos estudos pode ser principalmente atribuída à sua aplicação na produção de chá. De fato, as folhas são uma das partes mais comumente empregadas da planta nesse processo e o chá representa a forma mais consumida de *C. sinensis*. Essa tendência ressalta a significativa relevância cultural e econômica do chá em diversas comunidades ao redor do mundo⁸.

As raízes e sementes compreenderam, cada uma, 9,10% (2) dos estudos. As partes menos exploradas foram o calo em conjunto com a raiz, o calo em conjunto com o ramo, e uma combinação de partes que inclui a folha jovem, a folha em desenvolvimento, o tronco, a raiz principal e a raiz lateral, totalizando 13,62% (3) em conjunto e 4,54% (1) individualmente (**Quadro 1 e Figura 3**).

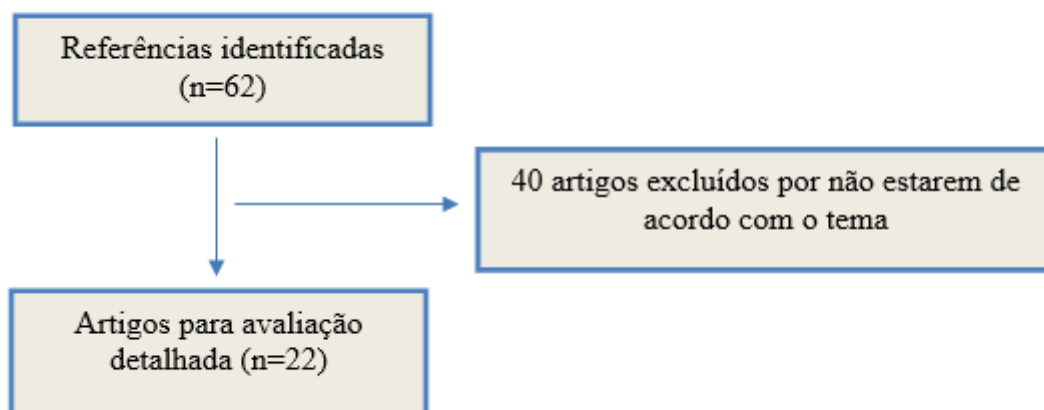
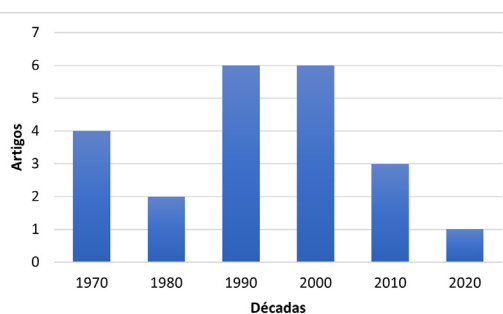


Figura 1 - Fluxograma de levantamento e seleção dos documentos para revisão

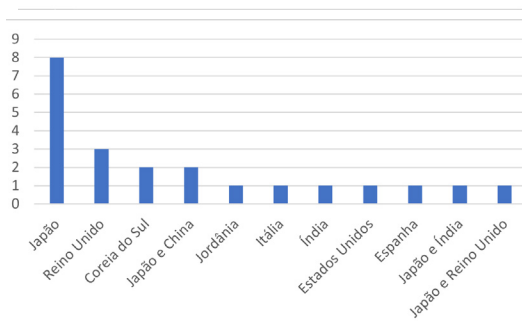
Dos 22 estudos incluídos, é importante mencionar que dois envolveram células cultivadas de *C. sinensis*, utilizando diferentes partes da planta: calos e raízes; ramos e calos, respectivamente. Nesses estudos, foram identificadas metilxantinas, fitoesteroides e terpenoide. O emprego de calos, observado em dois estudos^{13, 14}, pode ser explicado pela capacidade de as células dessa região da planta produzirem um conjunto de substâncias distintas das características dela mesma, dado que essas células representam um estágio fisiológico potencialmente transitório no desenvolvimento vegetal¹⁵.

A cultura de células de plantas oferece várias vantagens em comparação com os estudos em plantas completas, incluindo: a rápida geração de material, uniformidade no estado de desenvolvimento das células, ausência de interferência de microrganismos e um ciclo vegetativo mais curto. Além disso, as culturas de células podem produzir grandes quantidades de metabólitos secundários em apenas duas semanas, o que é consideravelmente mais eficiente do que nas plantas integrais, que podem levar de uma estação a vários anos para acumular os mesmos metabólitos. Essa rapidez na biossíntese torna os estudos mais facilitados e eficazes¹⁶.

(A)



(B)



(C)

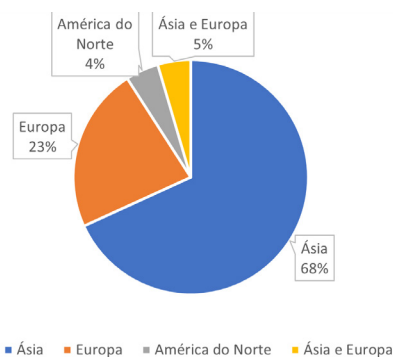


Figura 2 - Tendências de Publicações Científicas sobre *C. sinensis*. Número total de artigos publicados entre as décadas de 1970 a 2020 por década (A); distribuição dos artigos conforme o país de origem (B); e, distribuição dos artigos conforme o continente de origem (C).

Quanto à extração, o presente estudo constatou que o metanol foi o solvente mais utilizado como líquido extrator nos estudos, compreendendo 27,27% (6). A água, por sua vez, foi utilizada em 22,73% (5) das extrações. Já a extração hidroalcoólica (1:1) foi aplicada em 9,09% e a extração por óleo essencial representou 9,09% do total, sendo obtido por meio de duas técnicas: prensagem e arraste a vapor (**Figura 4**).

A extração é um processo essencial para obter substâncias de interesse em diversas análises e aplicações. A seleção criteriosa do líquido utilizado e método nessa extração desempenha um papel fundamental na obtenção de resultados precisos e representativos¹⁷. Nesse sentido, é possível observar que os líquidos extratores mais utilizados apresentam polaridade elevada (59,09%), destinando-se, portanto, à obtenção de substâncias mais polares.

O uso do metanol, embora tóxico e não reproduzível na prática terapêutica, representa um solvente de fácil remoção após o processo de extração de substâncias de média e alta polaridade, devido ao seu baixo ponto de ebulição comparado ao etanol e, também, um solvente muito utilizado nas técnicas fitoquímicas de isolamento e identificação, especialmente, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE ou HPLC).

A água e as misturas hidroalcoólicas, por

sua vez, além de reproduzirem mais fidedignamente a forma de extração que a população faz uso, são solventes utilizados em formulações farmacêuticas para consumo humano.

As substâncias presentes em *C. sinensis* foram, na maioria dos casos, isoladas utilizando métodos cromatográficos. Destaca-se a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), mencionada em 60% (12) dos artigos, utilizada sozinha ou em associação com outro método. Essa predominância provavelmente se deve ao fato de a HPLC ser uma técnica avançada na área cromatográfica, conhecida pelo uso de suportes com partículas extremamente pequenas que conferem uma alta eficiência na separação de íons e macromoléculas (**Figura 5A**).

Nos últimos 40 anos, a HPLC tem-se destacado como a principal técnica analítica em laboratórios de análises químicas e farmacêuticas. Esse avanço foi impulsionado pelo contínuo desenvolvimento de novas partículas de fase estacionária, resultando em colunas mais seletivas, eficientes e robustas, tanto em termos químicos quanto mecânicos¹⁸.

A Cromatografia em Camada Delgada (CCD) foi mencionada em 25% (5) dos artigos, sendo utilizada como único método nesses estudos. Já a Cromatografia de Coluna (CC), mencionada em 10% (2) dos artigos, utilizada em associação nos estudos.

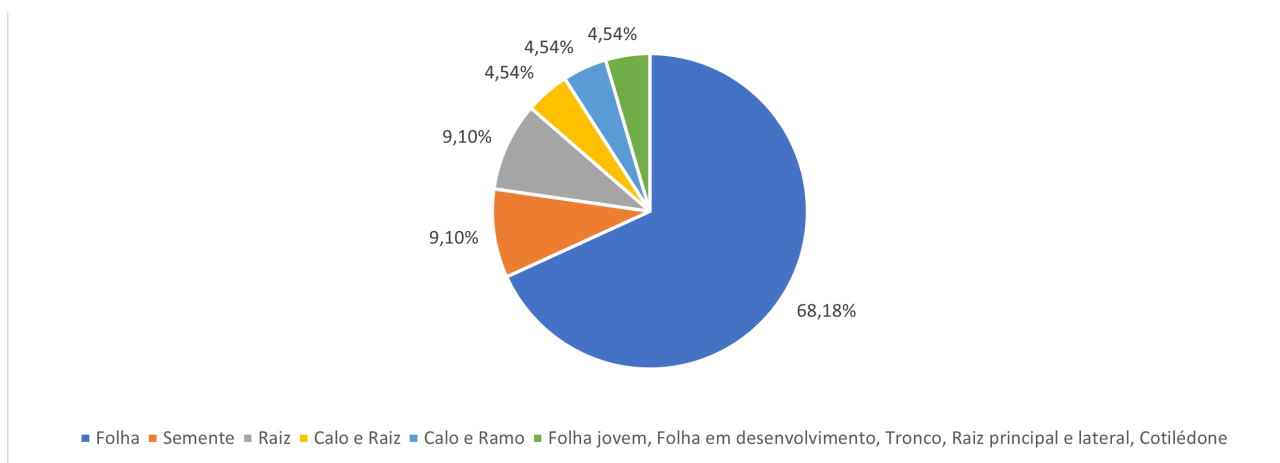


Figura 3 - Partes da espécie *C. sinensis* utilizadas nos estudos fitoquímicos

Outros métodos empregados foram: Cromatografia de Contra Corrente (HPCCC), ideal para separação de substâncias de elevada polaridade sem perda do material; Cromatografia de Papel (CP); Cromatografia Líquida de Média Pressão (MPLC); Sílica gel ODS, Hidrólise ácida e Hidrólise enzimática (Figura 5A). Dentre os estudos analisados, dois não forneceram informações sobre o método de isolamento dos constituintes.

Após isolamento ou purificação, o estudo fitoquímico prossegue com a etapa de identificação. Nessa etapa, os principais métodos empregados nos estudos avaliados foram a Ressonância Magnética Nuclear (RMN), mencionada em 50% (11) dos estudos, e a Espectrometria de Massa (MS), mencionada em 36,36% (8) dos estudos (Figura 5B).

A identificação de substâncias, geralmente, envolve a comparação do seu comportamento, em um sistema específico, com dados conhecidos em bases de dados. A integração de métodos é crucial, pois cada um oferece perspectivas distintas¹⁹. A Ressonância Magnética Nuclear (RMN), por exemplo, detalha a conectividade dos átomos, enquanto a Espectrometria de Massa (MS) confirma a massa molecular. Ao unir esses dados, é possível obter uma visão completa da estrutura.

Diferentes métodos também podem ser mais sensíveis a tipos específicos de substâncias, por isso, a utilização de várias técnicas é essencial para validar os resultados e evitar ambiguidades. Portanto, a combinação de métodos é muito utilizada para uma identificação precisa da estrutura das substâncias químicas²⁰.

Outros métodos incluíram Espectroscopia UV, Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE ou HPLC), Cromatografia Líquida de Coluna (GLC), Cromatografia Gasosa (CG), Cromatografia Gasosa acoplada com Espectrometria de Massas (CG-MS), Espectroscopia Ultravioleta-Visível (UV-Vis), Cromatografia em Camada Delgada (CCD), Raio X, Hidrólise Ácida, Hidrólise Enzimática, Espectrometria de Massa de Ionização de Elétrons (EIMS), Cromatografia de Papel (CP) e Infravermelho (IV) (Figura 5B).

Em relação às substâncias identificadas na espécie *C. sinensis*, o presente estudo revelou a ocorrência de 107 substâncias diferentes, sendo a maioria (47,68%) pertencente à classe dos flavonoides, em especial, catequinas com 16,82% de ocorrência (Quadro 1 e Figura 6A).

Tais substâncias foram identificadas em diferentes partes da planta, incluindo folhas jo-

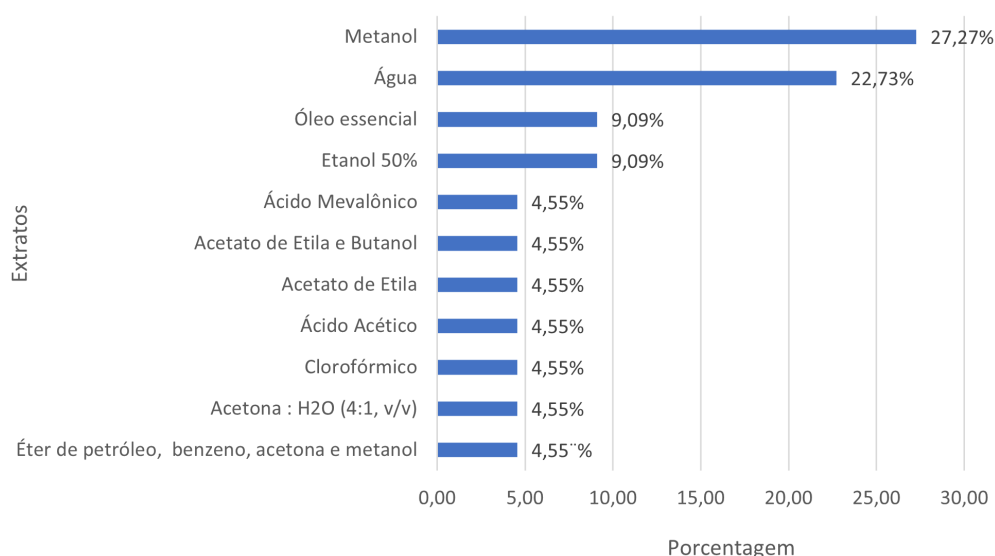


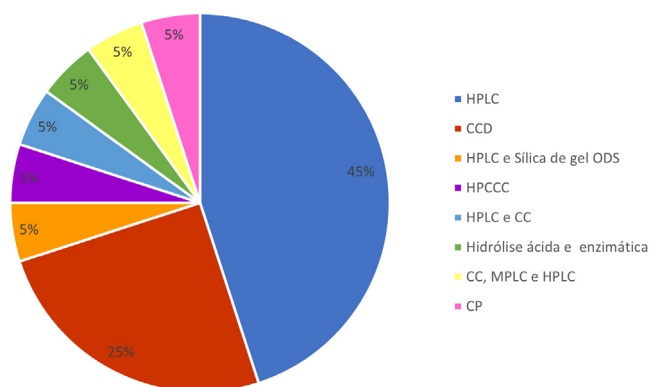
Figura 4: Extratos/líquidos extratores utilizados nos estudos fitoquímicos de *C. sinensis*

vens e em desenvolvimento, tronco, raízes principal e lateral, cotilédono e semente. O emprego de líquidos extratores de polaridade elevada em grande parte dos estudos está em consonância com as estruturas dos flavonoides identificados: polihidroxilados e glicosilados (**Quadro 1**).

Os flavonoides compreendem uma classe essencial e diversificada de compostos fenólicos, sintetizados a partir das vias do ácido chiquímico e do ácido acético, encontrados com abundân-

cia e presentes em várias partes das plantas. Os flavonoides exibem uma variedade de atividades biológicas, incluindo: propriedades antitumorais, antioxidantes, antivirais e anti-inflamatórias, tornando-os de grande importância na farmacologia. Curiosamente, muitos fármacos anti-inflamatórios aprovados nas últimas décadas foram desenvolvidos com base em polifenóis de origem natural, destacando ainda mais seu valor na pesquisa farmacêutica²¹.

(A)



(B)

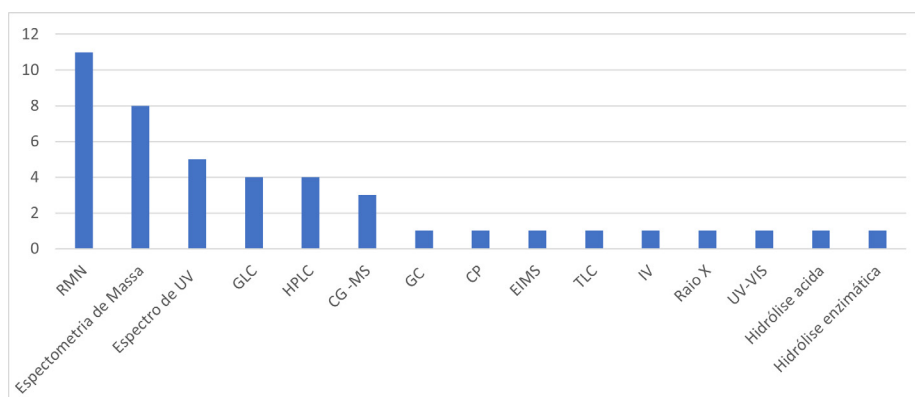


Figura 5. Número de estudos que citam estratégias de isolamento e identificação de constituintes químicos em *Camellia sinensis*. **Métodos utilizados no isolamento de constituintes químicos (A)** e **Métodos utilizados na identificação dos constituintes químicos (B)**. Legenda: HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), CCD (Cromatografia em Camada Delgada), HPCCC (Cromatografia de Contra Corrente), CC (Cromatografia de Coluna), MPLC (Cromatografia Líquida de Média Pressão), CP (Cromatografia de Papel), RMN (Ressonância Magnética Nuclear), GLC (Cromatografia Líquida de Coluna), HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), CG-MS (Cromatografia Gasosa acoplada com Espectrometria de Massas), CG (Cromatografia Gasosa), EIMS (Espectrometria de Massa de Ionização de Elétrons), CCD (Cromatografia em Camada Delgada), IV (Infravermelho), UV-VIS (Espectroscopia Ultravioleta-Visível)

Embora os flavonoides normalmente não sejam considerados substâncias tóxicas, há apontamentos de que doses elevadas poderiam induzir danos ao DNA, o que desperta para a necessidade de aprofundamento nos estudos clínicos e toxicológicos da espécie para garantir o emprego seguro dela¹⁵.

Nos estudos de Rho *et al*² e Lewis *et al*²², foram utilizadas folhas fermentadas da espécie *C. sinensis*, sendo possível observar uma predominância de polifenóis, em especial teaflavinas, e

redução do conteúdo de catequinas na sua forma simples (**Quadro 1**). Esses dados vão ao encontro dos descritos por Almeida²³ (2011), que afirma que as catequinas são oxidadas ou polimerizadas no processo de fermentação.

De acordo com Lamarão e Fialho²⁴ (2009), as catequinas estimulam a ação da catecolamina e o tônus simpático, o que favorece uma distribuição mais eficaz da gordura abdominal. Isso fundamenta a utilização da espécie como auxiliar na perda de peso.

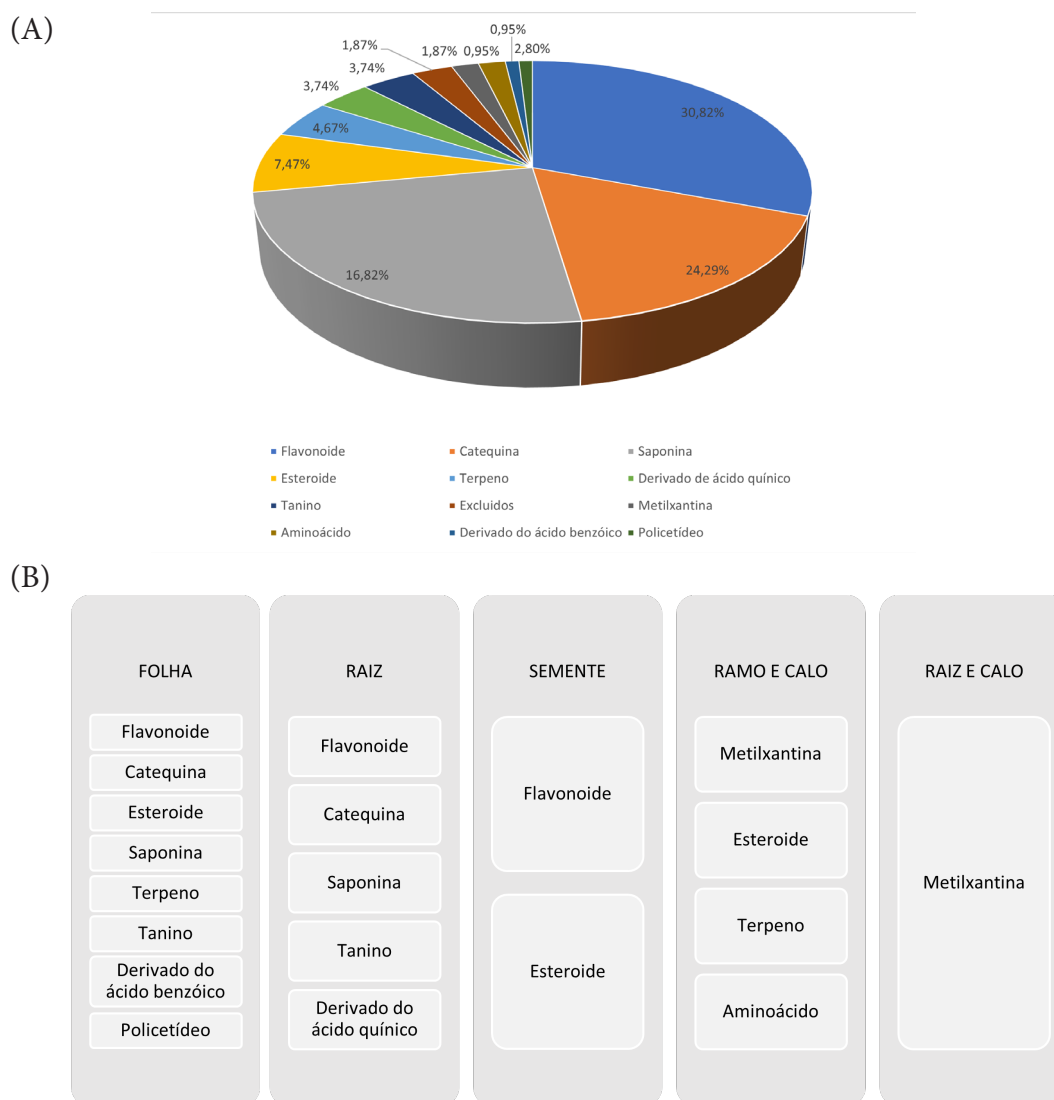


Figura 6. Perfil de Substâncias e Metabólitos Secundários em *Camellia sinensis*. Classe das substâncias identificadas na espécie de *C. sinensis* (A); Classes de metabólitos secundários identificados nas diferentes partes da planta (B).

As saponinas representaram 24,30% das substâncias identificadas (**Figura 6A**). Tais substâncias compõem um grupo diversificado de compostos químicos encontrados em uma ampla gama de plantas. Estruturalmente, as saponinas são glicosídeos de esteroides ou de terpenoides, apresentando, portanto, uma porção hidrofílica e outra lipofílica. Essa característica é responsável pela capacidade de redução da tensão superficial da água, resultando em suas propriedades detergentes e emulsificantes, o que confere a essas substâncias a habilidade de criar espuma quando agitadas em soluções aquosas²⁵.

As saponinas emergem como outra classe relevante de metabólitos especiais. Sua presença em uma variedade na *C. sinensis* destaca seu papel multifacetado. Este estudo revela não apenas sua frequência, mas também a diversidade de partes da planta onde são encontradas, ampliando nossa compreensão sobre sua distribuição e relevância. Com atividades anti-inflamatórias, antioxidantes e imunoestimulantes, as saponinas têm sido empregadas ao longo da história em diversas culturas devido às suas propriedades medicinais²⁵. Atividade anti-helmíntica, complexação com colesterol e atividade antiviral também são apontadas para essa classe de metabólitos, entretanto, muitas das propriedades foram verificadas com base em ensaios *in vitro* ou em modelos animais, necessitando, portanto, de estudos mais específicos que incluam ensaios clínicos, farmacocinética e farmacodinâmica.

O levantamento confirmou a presença de saponinas nas folhas e, predominantemente, nas raízes^{1, 7, 26} (**Quadro 1**). Foram empregados solventes de natureza polar para obtenção de substâncias dessa classe, o que está em conformidade com a polaridade característica das saponinas, uma vez que são glicosídeos de esteroides ou de terpenos policíclicos²⁷.

É importante ressaltar que, das 26 saponinas descritas nos artigos que embasaram o presente levantamento, apenas uma já havia sido relatada anteriormente. Portanto, 96,15% (25) são inéditas.

Os esteroides representaram a terceira classe de metabólitos especiais mais abundantes na espécie, com 7,48% (**Figura 6A**). Essas substâncias são de vital importância para as plantas, exercendo influência desde o crescimento até a resistência contra estresses e patógenos²⁸.

Nos estudos que identificaram esteroides, foram examinadas folhas, sementes, calos e ramos, sendo importante ressaltar que foram derivados de culturas celulares. Embora os esteroides sejam, em sua maioria, considerados apolares, algumas variantes podem conter pequenas regiões ou grupos funcionais com certa polaridade. Essa característica justifica a diversidade de métodos e solventes utilizados na extração^{27, 28}.

Outras classes de metabólitos secundários identificadas incluíram terpenos, taninos, metilxantinas, derivados de ácido quínico, derivados do ácido benzoico e policetídeo, além de dois aminoácidos: Teanina e Glutamina¹³, que são considerados metabólitos primários (**Quadro 1**).

Dessa forma, é possível observar que a maioria dos metabólitos secundários identificados na espécie *C. sinensis* apresentam biossíntese intimamente relacionada, tendo origem na rota biossintética mista (flavonoides e taninos condensados) (**Quadro 1**).

O levantamento revela, ainda, que as folhas são a parte da planta que apresenta maior diversidade de metabólitos secundários, incluindo: Flavonoide, Catequina, Esteróide, Saponina, Terpeno, Tanino, Derivado do ácido benzóico e Policetídeo (**Figura 6B e Quadro 1**).

Com origem no metabolismo da glicose, os metabólitos especiais são biossintetizados a partir de dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetato⁴².

Os metabólitos secundários, também denominados de metabólitos especiais, são componentes essenciais para a adaptação das plantas ao seu ambiente, desempenhando uma função vital na interação com o entorno, proporcionando proteção contra predadores e patógenos. Além de desempenharem um papel crucial na biologia vege-

tal, muitos desses metabólitos exercem influência na promoção da saúde e bem-estar humano⁴³.

Entretanto, além do baixo percentual de estudos fitoquímicos utilizando solventes compatíveis com o consumo humano que, pelo levantamento, compreendeu um percentual próximo a 30% dos estudos, é preciso que as pesquisas avancem acerca da toxicidade e forma de utilização, para validação do uso da *C. sinensis* e tantas outras variedades de produtos naturais na redução do peso corporal e prevenção da obesidade induzida por dieta hipercalórica de forma segura.

Os metabólitos secundários desempenham um papel crucial nas plantas, tanto na proteção contra predadores e patógenos quanto na adaptação ao ambiente. Além disso, sua influência se estende à saúde humana, oferecendo benefícios notáveis. Este estudo destaca a incrível diversidade de metabólitos presentes na *C. sinensis*, em especial as classes dos flavonoides e saponinas, cada uma contribuindo para diferentes aspectos da funcionalidade e proteção da planta.

A classe dos flavonoides se destaca como uma das mais essenciais e diversificadas entre os metabólitos fenólicos. Sua presença em uma ampla variedade de partes das plantas, juntamente com sua notável atividade biológica, confere-lhes uma importância significativa. A identificação frequente de flavonoides neste estudo, especialmente substâncias como catequina, galato de epigallocatequina, galato de epicatequina, epicatequina, epigallocatequina e galocatequina, sublinha sua prevalência e importância na composição química da planta.

Nesse contexto, é essencial destacar que os estudos fitoquímicos desempenham um papel crucial na elucidação dos metabólitos secundários presentes na *C. sinensis*, identificando sua estrutura e ocorrência nas diferentes partes da planta. Essas análises detalhadas são fundamentais para compreender a importância da escolha da parte da planta a ser usada, do método e líquido utilizado na extração e do conhecimento das classes de metabólitos obtidas em cada situação, forne-

cendo, assim, informações valiosas para o trabalho farmacêutico ao explorar o potencial terapêutico das plantas. Além disso, a avaliação dos riscos toxicológicos associados a produtos de origem natural é igualmente essencial para garantir a segurança e eficácia no uso terapêutico e nutricional desses compostos, protegendo a saúde dos usuários.

Quadro 1 –Partes da espécie estudada e substâncias identificadas em *C. sinensis*

Autor	Ano	Substâncias	Classe farmacognóstica	Parte da planta
SHARMA ²⁸	1970	β -amirina	Flavonoide	Folha
		α -espinasterol	Esteróide	
HATANAKAe HARADA ²⁹	1973	cis-3-Hexen-1-ol	-	Folha
		cis-3-Hexenal	-	
		trans-2-Hexenal	-	
KHANNA <i>et al.</i> ³⁰	1974	α -espinasterol *	Esteróide	Folha
		α -espinasterol gentiosídeo	Esteróide	
		estigmast-7-en-3- β -ol	Esteróide	
IMPERATO ³¹	1976	Naringenina	Flavonoide	Folha
		Quercetina	Flavonoide	
ITOH <i>et al.</i> ³²	1981	Spinasterona	Esteróide	Semente
		22,23-dihidrosinasterona	Esteróide	
MORISHITA <i>et al.</i> ³³	1983	Brassinolida	Esteróide	Folha
		Castasterona	Esteróide	
FURUYA <i>et al.</i> ¹³	1990	Teobromina	Metilxantina	Ramo e Calo
		Cafeína	Metilxantina	
		Teanina	Aminoácido	
		Glutamina	Aminoácido	
		α -espinasterol	Esteróide	
		α -espinasterol β -D-glucopiranosídeo	Esteróide	
		22-di-hidro- α -espinasterol β -D-glucopiranosídeo	Esteróide glicosilado	
		Al-Barrigenol	Terpeno	
SEKINE <i>et al.</i> ³⁴	1991	kaempferol 3-O-triglicosídeo	Flavonoide	Semente
		kaempferol 3-O-glicosídeo	Flavonoide	
GUO <i>et al.</i> ³⁵	1993	Geranil β -primeverosídeo	Terpeno	Folha
DAVIS <i>et al.</i> ³⁶	1997	(2R, 3R)-2-[(3aS, 3bS, 8aS) -3-[(2R, 3R) -3, 4- Di-hidro-3, 5, 7- tri-hidroxi- 2H-1-benzopiran-2- il] -3a, 6, 8, 8a- tetrahidro-5, 7, 8a-trihidroxi-1, 6, 8- trioxociclopent [a] inden-3b (1H) - il] - 3, 4- di-hidro- 5, 7- di-hidroxi- 2H- 1- benzopiran- 3- il 3, 4, 5- trihidroxibenzoato	Policetídeo	Folha
SHERVINGTON <i>et al.</i> ¹⁴	1998	Cafeína*	Metilxantina	Raiz e Calo
		Teobromina*	Metilxantina	

LEWIS <i>et al.</i> ²²	1998	iso-teaflavina-3-galato	Catequina	Folha
		neoteaflavina-3- galato	Catequina	
		(2R, 3R) - 2- (3, 4- Di- hidroxifenil) - 3, 4- di-hidro- 5, 7- di-hidroxi- 2H- 1- benzopiran- 3- il 1-[(2R, 3R) - 3, 4- di-hidro- 3, 5, 7- tri-hidroxi- 2H- 1- benzopiran- 2- il] - 3, 4, 6- tri- hidroxi- 5- oxo- 5H- benzo- ciclo ohepteno- 8 - carboxilato	Catequina	
LU <i>et al.</i> ²⁶	2000	TR Saponinas A (Ácido 3-O-α-L-arabinopiranosil (1→3)-β-D glucuronopiranosil-21, 22-di-O-angeloil-R-1-barrigenol-23-oico)	Saponina	Raiz
		TR Saponinas B (ácido 3-O-α-L-arabinopiranosil-(1→3)-β-D-glucuronopiranosil-21-O-angeloil-22-O-2-metilbutanoil-R1-barrigenol-23-oico)	Saponina	
		TR Saponinas C (ácido 3-O-α-L-arabinopiranosil-(1→3)-β-D-glucuronopiranosil-16-O-acetil-21-O-angeloil-22-O-2-metilbutanoil-R1-barrigenol-23-oico)	Saponina	
TERAHARA <i>et al.</i> ³⁷	2001	Delfinidina	Catequina	Folha
		Cianidina 3-O-β-d-galactosídeos	Catequina	
		3-O-β-d-(6-(E)-p-cumaril)galactopiranosídeo	Flavonoide	
MA <i>et al.</i> ³⁸	2001	(3R,9R)-3- Hidroxi-7,8-di-hidro-β-ionil 6-O-β-D-apiofuranosil-β-D-glucopiranosídeo	Terpeno	Folha
		(1R)-3-[(4R)-4-Hidroxi-2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il]-1-metilpropil 6-O-D-apio-β-D-furanosil-β-D-glucopiranosídeo	Terpeno	
HASLAM ³⁹	2003	Tearubiginas	Catequina	Folha
HERNÁNDEZ <i>et al.</i> ⁶	2006	Epicatequina	Catequina	Folha
		Galato de epigalocatequina	Catequina	
		Epicatequina quinona	Catequina	
		Epigalocatequina galato quinona	Catequina	
		Proantocianidina A	Catequina	
KOBAYASHI <i>et al.</i> ⁷	2006	Isoteasaponina B1 (3β,16α,21β,22α)-28-(Acetiloxi)-16,22-di-hidroxi-21-[[[(2E)-1-oxo-3-fenil-2-propen-1-il]oxi]olean-12-en-3-il O-β-D-xilopiranosil-(1→2)-O-α-L-arabinopiranosil-(1→3)-O-[β-D-galactopiranosil-(1→2)] -ácido β-D-glucopiranosidurônico	Saponina Triterpênica	Folha
		Isoteasaponina B2 (3β,16α,21β,22α)-21-(Acetiloxi)-16,28-di-hidroxi-22-[[[(2E)-1-oxo-3-fenil-2-propen-1-il]oxi]olean-12-en-3-il O-β-D-xilopiranosil-(1→2)-O-α-L-arabinopiranosil-(1→3)-O-[β-D-galactopiranosil-(1→2)] -ácido β-D-glucopiranosidurônico	Saponina triterpênica	
		Isoteasaponina B3 (3β,16α,21β,22α)-16,28-Dihidroxi-21-[[[(2Z)-2-metil-1-oxo-2-buten-1-il]oxi]-22-[[[(2E)-1-oxo-3-fenil-2-propen-1-il]oxi]olean-12-en-3-il O-β-D-xilopiranosil-(1→2)-O-α-L-arabinopiranosil-Ácido (1→3)-O-[β-D-galactopiranosil-(1→2)]-β-D-glucopiranosidurônico	Saponina triterpênica	
ASHIHARA <i>et al.</i> ⁴⁰	2010	Epicatequina*	Catequina	Folha jovem, folha em desenvolvimento, tronco, raiz principal e lateral, cotilédone
		Galato de epicatequina	Catequina	
		Galocatequina	Catequina	
		Galato de epigalocatequina*	Catequina	
		Dímero de procianidina B2	Tanino condensado	

		Dímero de procianidina B4	Tanino condensado	
		Procianidina trímero C1	Tanino condensado	
		4-Ácido Galoilquínico	Derivado de ácido quínico	
		5-Ácido Galoilquínico	Derivado de ácido quínico	
		Ácido Cafeoilquínico	Derivado de ácido quínico	
		Ácido cumaroilquínico	Derivado de ácido quínico	
		Kaempferol-O-galactosil-O-rutinosídeo	Flavonoide	
		Kaempferol-O-glucosil-O-rutinosídeo	Flavonoide	
		Kaempferol-3-O-glicosídeo	Flavonoide	
Li et al. ⁴¹	2010	Galato de epigallocatequina*	Catequina	Folha
		Galato de epicatequina*	Catequina	
		Epicatequina*	Catequina	
		Epigallocatequina	Catequina	
		Ácido gálico	Derivado do ácido benzóico	
		Estrictinina	Tanino hidrolisável	
		Catequina	Catequina	
RHO et al. ²	2019	Galato de epigallocatequina*	Catequina	Folha
		Galato de epicatequina*	Catequina	
		Galato de galocatequina	Catequina	
		Galato de catequina	Catequina	
		Epicatequina*	Catequina	
		Ácido gálico*	Derivado do ácido benzóico	
		Kaempferol	Flavonoide	
		Quercetina*	Flavonoide	
		Miricetina	Flavonoide	
		Rutina	Flavonoide	
		Nicotiflorina	Flavonoide	
		Isovitexina	Flavonoide	
		Vitexina	Flavonoide	

		Daidzeína	Flavonoide	
		Glicitina	Flavonoide	
		Miricetina 3-O-β-D-galactopiranosídeo	Flavonoide	
		Miricetina 3-O-β-D-glucopiranosídeo	Flavonoide	
		6''-galoilmiricetina 3-O-β-D-glucopiranosídeo	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-β-D-galactopiranosídeo	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-β-D-glucopiranosídeo	Flavonoide	
		Miricetina 3-O-rutinosídeo	Flavonoide	
		6''-galoilmiricetina 3-O-β-D-galactopiranosídeo	Flavonoide	
		Tricina 7-O-β-D-glucopiranosídeo	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[β-D-glucopiranosil-(1 → 4)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-glucopiranosídeo]	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[β-D-glucopiranosil-(1 → 4)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-galactopiranosídeo]	Flavonoide	
		Kaempferol 3-O-[β-D-glucopiranosil-(1 → 3)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-glucopiranosídeo]	Flavonoide	
		Kaempferol 3-O-[β-D-glucopiranosil-(1 → 3)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-galactopiranosídeo]	Flavonoide	
		Luteolina 8-C-glicopiranosídeo	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[2-O''-(E)-p-coumaroil][β-D-glucopiranosil-(1 → 3)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-glucopirano]	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[2-O''-(E)-p-coumaroil][α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)-O-β-D-glucopiranosídeo]	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[3''-O-(E)-p-coumaroil][α-D-glucopiranosil-(1 → 3)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)]-β-D-glucopiranosídeo (quamoreokchaside I)	Flavonoide	
		Quercetina 3-O-[3''-O-(E)-p-coumaroil][α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)]-β-D-glucopiranosídeo (quamoreokchaside II)	Flavonoide	
		Kaempferol 3-O-[2''-O-(E)-p-coumaroil][β-D-glucopiranosil-(1 → 3)-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 6)]-β-D-galactopiranosídeo (kamoreokchaside I)	Flavonoide	
LEE <i>et al.</i> ¹	2023	21β-O-angeloil-22α-(2-metilbutanolioxi)-15α,16α-diacetiloxi-28-hidroxiolcano-12-eno-23-al 3β-O-α-L-arabinopiranosil-(1 → 3)-β-D-glucuronopiranosídeo	Saponina	Raiz
		21β,22α-O-diangeloil-15α-16α-diacetiloxi-28-hidroxiolcano-12-eno-23-al 3β-O-α-L-arabinopiranosil-(1 → 3)-β-D-glucuronopiranosídeo	Saponina	
		Éster metílico do ácido 21β-O-angeloil-22α-O-(2-metilbutanolioxi)-15α,16α-28-tri-hidroxiolcano-12-eno-23-óico 3β-O-α-L-arabinopiranosil-(1 → 3)β-D-glucuronopiranosídeo	Saponina	
		21β-O-angeloil-16α-acetiloxi-22α-O-(2-metilbutanolioxi)-23-hidroxiolcano-12-eno 3β-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 3)-β-D-glucuronopiranosil-[28β-O-α-L-arabinopiranosídeo]	Saponina	
		21β-O-angeloil-16α-acetiloxi-22-α-(2-metilbutanolioxi)-28-hidroxi-yolean-12-eno-23-al 3β-O-α-L-ramnopiranosil-(1 → 3)-β-D-glucuronopiranosil-[28β-O-α-L-arabinopiranosídeo]	Saponina	

	Éster metílico do ácido 21 β ,22 α -O-diangeloil-15 α ,16 α -28-trihidrox-yoleano-12-eno-23-óico 3 β -O- β -D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)-[β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -O-angeloil-22 α -(2-metilbutanolioxi)-15 α , 16 α -28-tridroxioleano-12-eno 3 β -O- β -D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)-[β -D-gal-actopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -O-angeloil-22 α -(2-metilbutanolioxi)-15 α , 16 α -28-tridroxioleano-12-eno-23-al 3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -O-angeloil-22 α -(2-metilbutanolioxi)-16 α -acetiloxi-28-hidroxioleano-12-eno-23-al-3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	22 α -O-angeloil-16 α , 21 β -O-diacetiloxi-23, 28-di-hidroxioleano-12-eno 3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	22 α -O-angeloil-15 α ,16 α ,21 β -O-triacetiloxi-23, 28-dihidroxioleano-12-eno 3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β , 22 α -O-diangeloil-23, 28-di-hidroxioleano-12-eno 3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -angeloil-22 α -(2-metilbutanolioxi)-23, 28-dihidroxioleano-12-eno 3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -O-angeloil-22 α -2-metilbutanolioxi)-15 α , 16 α -O-diacetiloxi-23, 28-hidroxioleano-12-eno3 β -al-3 β -O- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	Éster metílico do ácido 21 β -O-angeloil-22 α -O-(2-metilbutanolioxi)-16 α -acetiloxi-28-hidroxioleano-12-eno-23-óico-3 β -O- α -L-arabinopiranosídeo	Saponina
	21 β , 22 α -O-diangeloil-15 α , 16 α -28-tri-hidroxioleano-12-eno-23-al-3 β -O-D-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)- β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)]- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	21 β -O-angeloil-22 α -O-(2-metilbutanolioxi)-15 α , 16 α -28-trihidroxioleano-12-eno-23-al-3 β -O-D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)-[β -D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)]- β -D-glucuronopiranosídeo	Saponina
	22 α -O-angeloil-15 α ,16 α ,28-tri-hidroxioleano-12-eno-23-metil-3 β -O-D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)-[β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-Glucuronopiranosídeo	Saponina
	22 α -O-angeloil-16 α ,28-dihidroxi yolean-12-eno-23-metil-3 β -O-D-xilopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)- α -L-arabinopiranosil-(1 $\rightarrow$ 3)-[β -D-galactopiranosil-(1 $\rightarrow$ 2)]- β -D-Glucuronopiranosídeo	Saponina

(*) Substâncias repetidas, já mencionadas em outro estudo do presente levantamento.

REFERÊNCIAS

1. Lee J, Lim JH, Jung GY, Kang J, Jo I, Kang K, et al. Triterpenoid saponins from *Camellia sinensis* roots with cytotoxic and immunomodulatory effects. *Phytochemistry*. 2023;212:113688.
2. Rho T, Choi MS, Jung M, Kil HW, Hong YD, Yoon KD. Identification of fermented tea (*Camellia sinensis*) polyphenols and their inhibitory activities against amyloid-beta aggregation. *Phytochemistry*. 2019;160:11-8.
3. Vilela MCL, Souza FCd, editors. A utilização da *camellia sinensis* no processo de emagrecimento. 9º Congresso Pós-Graduação UNIS; 2016.
4. Jesus LAdSd, Gravina EPL, Neto MNF, Miguel CRCE, Ribeiro JR, Talma AJM, et al. Exercício físico e obesidade: prescrição e benefícios. *HU Revista*. 2019;44(2):269 - 76.
5. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, World Obesity F. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev*. 2017;18(7):715-23.
6. Hernandez I, Alegre L, Munne-Bosch S. Enhanced oxidation of flavan-3-ols and proanthocyanidin accumulation in water-stressed tea plants. *Phytochemistry*. 2006;67(11):1120-6.
7. Kobayashi K, Teruya T, Suenaga K, Matsui Y, Masuda H, Kigoshi H. Isotheasaponins B1-B3 from *Camellia sinensis* var. *sinensis* tea leaves. *Phytochemistry*. 2006;67(13):1385-9.
8. Nishiyama MF, Costa MAF, Costa AMd, Souza CGMd, Bôer CG, Bracht CK, et al. Chá verde brasileiro (*Camellia sinensis* var *assamica*): efeitos do tempo de infusão, acondicionamento da erva e forma de preparo sobre a eficiência de extração dos bioativos e sobre a estabilidade da bebida. *Food Science and Technology*. 2010;30.
9. Harvey AL. Natural products in drug discovery. *Drug Discov Today*. 2008;13(19-20):894-901.
10. Viegas Jr C, Bolzani VdS, Barreiro EJ. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. *Química Nova*. 2006;29.
11. Faria F, Santos RdS, Vianna LM. Consumo de *Camellia sinensis* em população de origem oriental e incidência de doenças crônicas. *Revista de Nutrição*. 2006;19.
12. NASSI-CALÔ L. SciELO em Perspectiva [Internet]. SciELO, editor2014. [cited 2024]. Available from: <https://blog.scielo.org/blog/2014/04/17/paises-em-desenvolvimento-liderados-pela-china-ameacam-dominio-norte-americano-na-ciencia/>.
13. Furuya T, Orihara Y, Tsuda Y. Caffeine and theanine from cultured cells of *Camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 1990;29(8):2539-43.
14. Shervington A, Shervington LA, Afifi F, El-omari MA. Caffeine and theobromine formation by tissue cultures of *Camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 1998;47(8):1535-6.
15. FRANÇA SC. Abordagens biotecnológicas para a obtenção de substâncias ativas. 5 ed. SIMÕES CMOeaO, editor. Porto Alegre: Editoras da UFRGS; 2010.
16. Fumagali E, Gonçalves RAC, Machado MdFPS, Vi-doti GJ, Oliveira AJBd. Produção de metabólitos secundários em cultura de células e tecidos de plantas: o exemplo dos gêneros *Tabernaemontana* e *Aspidosperma*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2008;18.
17. Pinto MAS. Técnicas de separação e identificação aplicadas a produtos naturais [Trabalho de Conclusão de Curso]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2005.
18. Maldaner L, Jardim ICSF. O estado da arte da cromatografia líquida de ultra eficiência. *Química Nova*. 2009;32.
19. Linden R, Sartori S, Kellermann E, Souto AA. Identificação de substâncias em análise toxicológica sistemática utilizando um sistema informatizado para cálculo de parâmetros cromatográficos e busca em bases de dados. *Química Nova*. 2007;30.
20. Corrêa JB, Bernardi FN, Gehrke ITS. Técnicas cromatográficas combinadas para investigação de moléculas bioativas com potencial biotecnológico. *Salão do Conhecimento*. 2016;2(2).
21. Coutinho MAS, Muzitano MF, Costa SS. Flavonoides: Potenciais agentes Terapêuticos para o Processo Inflamatório *Revista Virtual de Química* 2009;1(3):241-56.
22. Lewis JR, Davis AL, Cai Y, Davies AP, Wilkins JPG, Pennington M. Theaflavate B, ISO-THEAFLAVIN-3'-O-GALLATE and NEOTHEAFLAVIN-3-O-GALLATE: three polyphenolic pigments from black tea. *Phytochemistry*. 1998;49:2511-9.
23. Almeida MZd. Plantas medicinais: abordagem histórico-contemporânea. In: *Plantas Medicinais* [online]. . 3 ed. Salvador: EDUFBA; 2003. 221 p.
24. Lamarão RdC, Fialho E. Aspectos funcionais das catequinas do chá verde no metabolismo celular e sua relação com a redução da gordura corporal. *Revista de Nutrição*. 2009;22.
25. Castejon FV. Taninos e saponinas [Seminário]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2011.
26. Lu Y, Umeda T, Yagi A, Sakata K, Chaudhuri T, Ganguly DK, et al. Triterpenoid saponins from the roots of tea plant (*Camellia sinensis* var. *assamica*). *Phytochemistry*. 2000;53(8):941-6.
27. Fernandes BF, Gonçalves HR, Guimarães MR, Alves AA, Bieski IGC. Estudo etnofarmacológico das plantas medicinais com presença de saponinas e sua importância medicinal. *Revista da Saúde da AJES*. 2019;5(9):16-22.
28. KR S. Biosynthesis of plant sterols and triterpenoids. the incorporation of (3rs)-[2-C14, (4r)-4-3H1] mevalonate into α -spinasterol and α -amyrin in *camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 1970;9:565-8.
29. Hatanaka A, Harada T. Formation of cis-3-hex-

- nal, trans-2-hexenal and cis-3-hexenol in macerated *Thea sinensis* leaves. *Phytochemistry*. 1973;12(10):2341-6.
30. Khanna I, Seshadri R, Seshadri TR. Sterol and lipid components of green *Thea sinensis*. *Phytochemistry*. 1974;13(1):199-202.
31. Imperato F. D-fructose in flavonol and flavanone glycosides from *Camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 1976;15:439-40.
32. Itoh T, Kikuchi Y, Tamura T, Matsumoto T. two 3-oxo steroids in *Thea sinensis* seeds. *Phytochemistry*. 1981;20(1):175-6.
33. Morishita T, Hiroshi A, Masaaki U, Shingo M, Suguru T, Nobuo I. Evidence for plant growth promoting brassinosteroids in leaves of *Thea sinensis*. *Phytochemistry*. 1983;22(4):1051-3.
34. Sekine T, Arita J, Yamaguchi A, Saito K, Okonogi S, Morisaki N, et al. Two flavonol glycosides from seeds of *Camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 1991;30(3):991-5.
35. Guo W, Sakata K, Watanabe N, Nakajima R, Yagi A, Ina K, et al. Geranyl 6-O-beta-D-xylopyranosyl-beta-D-glucopyranoside isolated as an aroma precursor from tea leaves for oolong tea. *Phytochemistry*. 1993;33(6):1373-5.
36. Davis AL, Lewis JR, Cai Y, Powell C, Davis AP, Wilkins JPG, et al. A polyphenolic pigment from black tea. *Phytochemistry*. 1997;46(8):1397-402.
37. Terahara N, Takeda Y, Nesumi A, Honda T. Anthocyanins from red flower tea (Benibana-cha), *Camellia sinensis*. *Phytochemistry*. 2001;56(4):359-61.
38. Ma S-J, Watanabe N, Yagi A, Sakata K. The (3R,9R)-3-hydroxy-7,8-dihydro-beta-ionol disaccharide glycoside is an aroma precursor in tea leaves. *Phytochemistry*. 2001;56(8):819-25.
39. Haslam E. Thoughts on thearubigins. *Phytochemistry*. 2003;64(1):61-73.
40. Ashihara H, Deng WW, Mullen W, Crozier A. Distribution and biosynthesis of flavan-3-ols in *Camellia sinensis* seedlings and expression of genes encoding biosynthetic enzymes. *Phytochemistry*. 2010;71(5-6):559-66.
41. Li JH, Nesumi A, Shimizu K, Sakata Y, Liang MZ, He QY, et al. Chemosystematics of tea trees based on tea leaf polyphenols as phenetic markers. *Phytochemistry*. 2010;71(11-12):1342-9.
42. Santos RI. Metabolismo básico e origem dos metabólicos secundários. 5 ed. Simões CMO, editor. Florianópolis/ Porto Alegre:: Editora UFRGS/ Editora UFSC; 2010.
43. Gonçalves APS, Lima RA. Identificação das classes de metabólitos secundários do extrato etanólico de *Piper tuberculatum* JACQ. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*. 2016;3(2).