

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Hava Strzalkowski da Cunha

**CHOCOLATE AMARGO: REVISÃO NARRATIVA SOBRE COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA, PROCESSAMENTO E POTENCIAIS EFEITOS CARDIOVASCULARES**

Porto Alegre

2025

Hava Strzalkowski da Cunha

**CHOCOLATE AMARGO: REVISÃO NARRATIVA SOBRE COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA, PROCESSAMENTO E POTENCIAIS EFEITOS CARDIOVASCULARES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Nutrição da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnóloga em Alimentos.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Vivian Caetano Bochi

Porto Alegre

2025

#### Catálogo na Publicação

Cunha, Hava Strzalkowski da  
CHOCOLATE AMARGO: REVISÃO NARRATIVA SOBRE COMPOSIÇÃO  
QUÍMICA, PROCESSAMENTO E POTENCIAIS EFEITOS  
CARDIOVASCULARES / Hava Strzalkowski da Cunha. -- 2025.  
39 p. : il., tab. ; 30 cm.

Monografia (trabalho de conclusão de curso) --  
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto  
Alegre, Curso de Tecnologia em Alimentos, 2025.

Orientador(a): Vivian Caetano Bochi .

1. Chocolate amargo. 2. Flavonóides . 3. Saúde . 4.  
Polifenóis . I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados  
fornecidos pelo(a) autor(a).

Gostaria de dedicar este trabalho ao meu pai, Carlos Leandro, como uma demonstração de minha gratidão e apreço. Sua presença e envolvimento direto em minha vida sempre me incentivaram a buscar conhecimento e alcançar objetivos cada vez mais altos. Com sua orientação e apoio, ele fez o possível e o impossível para me desafiar e ajudar a evoluir como indivíduo.

Também gostaria de dedicar esse trabalho à minha mãe, Rita Helena, cujo amor e suporte incondicionais sempre estiveram presentes, ensinando-me a ser forte e superar obstáculos com gratidão por tudo o que temos. Ao lado de meu pai, eles me mostraram como caminhar e lutar pelos meus sonhos, levantar cada vez mais forte e buscar mais a Deus em minha vida e conhecimento para gerar sabedoria e discernimento.

Por último, mas certamente não menos importante, dedico esse projeto a Deus por sua orientação e ensinamentos ao longo do caminho. Como diz em Provérbios 4: 5 - 9: “ adquire a sabedoria e aprenda a ter discernimento; não se esqueça de minhas palavras nem se afaste delas. Não abandone a sabedoria, pois ela protegerá; ame-a, e ela o guardará. Adquirir sabedoria é a coisa mais chave que você pode fazer; em tudo o mais aprenda a ter discernimento. Se você der valor à sabedoria, ela o engrandecerá; abrace-a, e ela a honrará.”

Estou verdadeiramente grato por Deus e meus pais e por suas contribuições para minha jornada.

“ Come por inteligência e peça entendimento. Busque-os como a prata, procure-os como tesouros escondidos. Então entenderá o que é o temor do senhor e obterá os conhecimentos de Deus.” - Provérbios 2:3-5

“ O medo de arriscar é o que te impede de evoluir.” - Uchiha Itachi

“ os limites só existem se você os deixar existir.” - Dragon Ball Z

## Resumo

O chocolate amargo, especialmente aquele com elevados teores de cacau, destaca-se pelo conteúdo de flavonóides, polifenóis e metilxantinas, compostos associados à atividade antioxidante e à modulação de processos inflamatórios. Este trabalho realizou uma revisão narrativa da literatura, abrangendo estudos publicados entre 2014 e 2024, com o objetivo de caracterizar a composição química de diferentes formulações de chocolate amargo e discutir sua relação com benefícios cardiovasculares em adultos. O estudo também considera as etapas do processamento do cacau e como elas influenciam a composição final do chocolate amargo. Foram consultadas bases de dados nacionais e internacionais, seguindo critérios de inclusão relacionados à metodologia, escopo e relevância científica. A análise dos estudos revelou variabilidade significativa nos teores de compostos bioativos devido a fatores como variedade do cacau, fermentação, torrefação e formulação do chocolate. Ensaio clínicos em humanos mostram efeitos positivos moderados sobre pressão arterial, função endotelial e marcadores de estresse oxidativo, especialmente quando consumidos produtos com  $\geq 70\%$  de cacau. Entretanto, resultados divergentes são observados em estudos observacionais e revisões sistemáticas, destacando a influência da dose, qualidade do chocolate, conteúdo de açúcar e impacto calórico. Conclui-se que o chocolate amargo pode contribuir como coadjuvante na saúde cardiovascular, desde que consumido com moderação e inserido em um padrão alimentar equilibrado.

Palavras-chave: Chocolate amargo; Flavonoides; Saúde; Polifenóis.

## ABSTRACT

Dark chocolate, particularly formulations with higher cocoa content, is characterized by significant levels of flavonoids, polyphenols and methylxanthines, compounds associated with antioxidant activity and modulation of inflammatory and endothelial processes. This study presents a narrative literature review of articles published between 2014 and 2024, aiming to describe the chemical composition of different dark chocolate formulations, including how cocoa processing steps influence the final product, and to examine their potential cardiovascular benefits in adults. Searches were conducted in national and international databases, following predefined inclusion criteria related to methodological adequacy, relevance and alignment with the study objectives. The analysis revealed substantial variability in the concentrations of bioactive compounds, influenced by factors such as cocoa variety, fermentation degree, drying and roasting conditions, and chocolate formulation. Clinical studies in humans consistently report moderate improvements in endothelial function, reductions in oxidative stress biomarkers and small but significant decreases in blood pressure, particularly with the consumption of dark chocolate containing 70% cocoa or more. However, observational studies and systematic reviews show heterogeneous results, highlighting the influence of dose, sugar content, caloric impact and product quality. Overall, the findings suggest that dark chocolate may contribute as a complementary strategy for cardiovascular health when consumed in moderation and within a balanced dietary context.

**Keywords:** Dark chocolate; Flavonoids; Health; Polyphenols.

## LISTA DE IMAGENS, QUADROS E TABELAS

<b>Imagem 1:</b> Árvore do Cacaueiro	<b>11</b>
<b>Imagem 2:</b> Fruto do Cacau	<b>12</b>
<b>Quadro 1:</b> Destino das matérias-primas obtidas do processamento do cacau.	<b>14</b>
<b>Tabela 1:</b> Composição geral do amêndoa de cacau minimamente fermentado e do amêndoa processado.	<b>17</b>
<b>Tabela 2:</b> Comparação das legislações para chocolate no Brasil, União Européia (UE) e Estados Unidos da América (EUA).	<b>24</b>
<b>Tabela 3:</b> Composição Centesimal e Mineral do Chocolate.	<b>26</b>
<b>Tabela 4:</b> Teor médio de compostos bioativos de chocolate amargo (mg/100g).	<b>28</b>

## Sumário

<b>1. Introdução</b>	<b>8</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Geral</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Específicos</b>	<b>9</b>
<b>3. Metodologia</b>	<b>10</b>
<b>4. Resultados e Discussão: Revisão de literatura</b>	<b>11</b>
<b>4.1 Cacau</b>	<b>11</b>
<b>4.1.1 Estrutura do Fruto do Cacau e Seu Aproveitamento Industrial</b>	<b>13</b>
<b>4.1.2 O Processo de Cura do Cacau: Transformações Físico-Químicas</b>	<b>15</b>
<b>4.1.3 Composição Química do Cacau</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Chocolate</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1 Fabricação do Chocolate</b>	<b>20</b>
<b>4.2.2 Aspectos Legais de Classificação de Formulações de Chocolates</b>	<b>21</b>
<b>4.2.3 Composição Centesimal e Mineral do Chocolate Amargo</b>	<b>25</b>
<b>4.2.4 Compostos Bioativos</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Chocolate Amargo e Doenças Cardiovasculares (DCV)</b>	<b>29</b>
<b>5. Conclusões</b>	<b>32</b>
<b>6. Referências Bibliográficas</b>	<b>33</b>

## 1. Introdução

As doenças cardiovasculares (DCVs) representam uma das principais causas de morbidade e mortalidade no mundo. No Brasil, são responsáveis por cerca de 30% dos óbitos anuais, destacando-se hipertensão arterial, aterosclerose, infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC) entre as condições mais prevalentes (MORAES et al., 2021). Entre os principais fatores de risco encontram-se hábitos alimentares inadequados, sedentarismo, obesidade, tabagismo e predisposição genética (LÓPEZ-BUENO et al., 2023).

A alimentação exerce um papel fundamental na prevenção e no manejo das DCVs. Padrões alimentares equilibrados, como a Dieta Mediterrânea e a DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), priorizam alimentos ricos em antioxidantes, ácidos graxos insaturados e fibras, enquanto reduzem gorduras saturadas e açúcares refinados (OLIVEIRA, 2022).

Nesse contexto, o chocolate amargo tem despertado interesse científico por conter flavonoides e polifenóis, compostos bioativos associados a potenciais efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios (MARTÍN & RAMOS, 2021; CHAYAKRIT et al., 2020). No entanto, apesar do crescente número de estudos, persistem incertezas relacionadas ao teor ideal de cacau, à influência do processamento na manutenção dos compostos bioativos e ao impacto da presença de gorduras saturadas no consumo desse alimento, especialmente entre indivíduos com risco elevado para DCVs (KERIMI & WILLIAMSON, 2015; SAMANTA et al., 2022).

Diante dessas lacunas, torna-se necessária uma análise atualizada sobre a composição nutricional e o conteúdo de compostos bioativos em diferentes formulações de chocolate amargo em relação ao teor de cacau. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar essas características e discutir sua relação com alegações de propriedades funcionais e potenciais benefícios cardiovasculares, buscando oferecer embasamento científico e contribuir para interpretações mais precisas sobre o tema.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Geral**

Estudar a composição centesimal, mineral e o perfil de compostos bioativos de diferentes formulações de chocolate amargo, bem como analisar como esses componentes se relacionam com potenciais efeitos para a saúde cardiovascular de indivíduos adultos.

### **2.2 Específicos**

- Estudar o processamento do cacau para a elaboração de chocolate, resumando as etapas do processamento pós-colheita do cacau (fermentação, secagem, torra e refino) e a sua influência na composição química e na qualidade do chocolate amargo;
- Revisar os dados sobre a composição nutricional de chocolate amargo;
- Estudar a relação entre a composição química do teor de cacau do chocolate amargo e os possíveis benefícios para a saúde cardiovascular.

### **3. Metodologia**

Foi realizada uma busca de artigos e uma revisão de literatura nas bases PubMed, SciELO, Google Acadêmico e MEDLINE, com o objetivo de identificar estudos sobre a composição química de chocolates amargos e seus potenciais efeitos na saúde humana. A busca contemplou publicações entre 2014 e 2024, em português, espanhol e inglês, incluindo artigos revisados por pares, dissertações, monografias e teses, direcionadas a populações adultas.

As palavras-chave utilizadas foram: “chocolate amargo”, “flavonoides”, “compostos bioativos”, “doenças crônicas”, “polifenóis ” e “saúde cardiovascular”, combinadas com operadores booleanos AND/OR.

Foram incluídos trabalhos que: (a) apresentavam metodologia clara; (b) avaliavam composição química de chocolates amargos ou seus compostos bioativos; (c) discutiam efeitos sobre condições crônicas, especialmente cardiovasculares. Foram excluídos estudos duplicados, de baixa qualidade metodológica, genéricos, incompletos ou que não abordavam diretamente os objetivos do estudo.

## 4. Resultados e Discussão: Revisão de literatura

### 4.1 Cacau

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é o fruto do cacaueiro, espécie nativa da região amazônica e historicamente cultivada por povos indígenas da América do Sul. Com o tempo, seu cultivo expandiu-se para outras regiões tropicais, principalmente América Latina, África e Ásia. Entre as variedades botânicas, destacam-se Criollo, Forasteiro e Trinitário. O Forasteiro representa aproximadamente 95% da produção mundial em razão de sua elevada produtividade e resistência, embora apresente sabor e aroma menos apreciados (BRANDÃO, 2021; PARADA, 2024). O Trinitário, híbrido das duas primeiras variedades, combina produtividade satisfatória com qualidade sensorial equilibrada. Já o Criollo é menos comum, porém altamente valorizado pela excelência sensorial, apesar de sua baixa produtividade.

O nome científico da planta, *Theobroma cacao*, deriva do grego “*theo*” (deus) e “*broma*” (bebida), referência à importância cultural atribuída ao cacau por povos pré-colombianos, que consideravam sua bebida sagrada (HENZ et al., 2021; PARADA, 2024).

Imagem 1: Cacaueiro



Atualmente, o cultivo ocorre em diversos países, incluindo Costa do Marfim, Gana, Nigéria, Brasil, Colômbia, Equador e Indonésia, impulsionado não apenas pelo interesse econômico, mas também pelo valor nutricional e funcional do fruto (R. SMERALDI & SANTOS, 2021; HENZ et al., 2021).

A produção global é concentrada principalmente na África, responsável por cerca de 70% do total, com destaque para a Costa do Marfim, que sozinha responde por quase 40%. A Ásia contribui com aproximadamente 17% e as Américas com 13% (PARADA, 2024). Além da importância das amêndoas para a indústria do chocolate, outros derivados — como nibs, cacau em pó, manteiga de cacau, mel de cacau e subprodutos fermentados — apresentam crescente relevância econômica (BRANDÃO, 2021; HENZ et al., 2021).

Imagem 2: Fruto do Cacau



Fonte: Site Gastronomia Carioca, 2025.

O Brasil ocupa a sexta posição entre os maiores produtores mundiais. A produção nacional concentra-se na região amazônica, sobretudo no estado do Pará, que atingiu aproximadamente 150 mil toneladas de amêndoas em 2022. O uso de variedades híbridas resistentes a pragas e adaptadas ao clima amazônico tem favorecido esse crescimento (LIMA et al., 2024). As regiões Norte e Nordeste concentram a maior parte dos cultivos, enquanto no Sudeste a produção se restringe principalmente ao norte do Espírito Santo e ao norte de Minas Gerais, que correspondem a 2,8% da área colhida, embora respondam por quase toda a produção da região (SILVA et al., 2024).

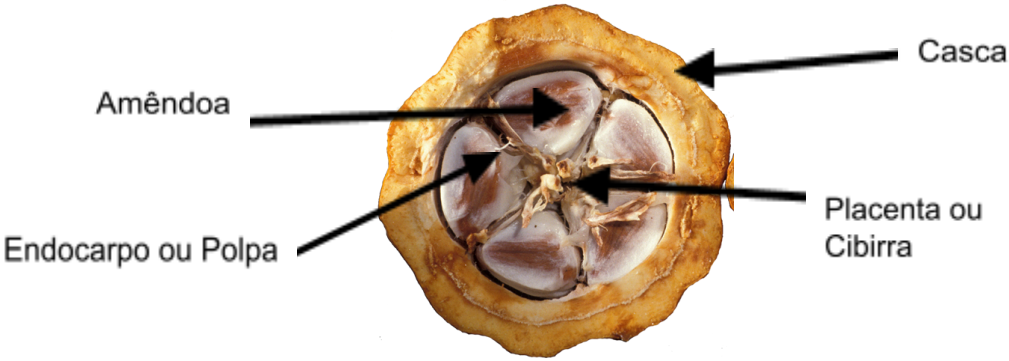
O sul da Bahia permanece como o polo histórico mais representativo do país, atualmente responsável por cerca de 60% da produção nacional, especialmente no sistema agroflorestal tradicional conhecido como “cabruca” (OLIVEIRA & ASSIS, 2023). O avanço da produção nas últimas décadas decorre, em grande parte, da expansão agrícola, muitas vezes em áreas naturais. O cultivo brasileiro é majoritariamente extensivo e de sequeiro, com produtividade média entre 440 e 550 kg/ha. A demanda crescente por chocolate e derivados tem ampliado a importância econômica dessa cadeia produtiva (SILVA et al., 2024).

#### **4.1.1 Estrutura do Fruto do Cacau e Seu Aproveitamento Industrial**

O fruto do cacau possui uma estrutura complexa, sendo dividido em casca, polpa e sementes. Cada uma dessas partes tem um potencial de aproveitamento industrial, seja na produção de chocolate ou em outros produtos secundários (HENZ et al., 2021).

No quadro 1 estão descritos os principais destinos das diferentes partes do cacau. A casca do cacau, que representa cerca de 60% do peso do fruto, tem sido estudada para o desenvolvimento de novos produtos, visando o reaproveitamento de fibras alimentares e antioxidantes naturais (HENZ et al., 2021). A polpa do cacau, rica em açúcares naturais, é utilizada na fabricação de bebidas fermentadas, como o vinho de cacau. As sementes de cacau são a matéria-prima essencial para a produção de chocolate e seus derivados, passando por um processo de cura para garantir o desenvolvimento do sabor e das características desejadas (FERREIRA et al., 2021).

**Quadro 1:** Destino das matérias-primas obtidas do processamento do cacau.

Parte do fruto	Usos	Referência
Casca	Produção de adubo orgânico; Ração animal; Extração de compostos bioativos; Biomassa para produção de energia.	BRANDÃO (2021); HENZ et al. (2021)
Polpa ou endocarpo	Produção de sucos, geleias, vinagre e bebidas fermentadas (vinho de cacau)	R. SMERALDI & M.L. SANTOS (2021)
Amêndoas	Produção de chocolates; Cacau em pó; Manteiga de cacau.	BRANDÃO (2021); FERREIRA et al. (2021)
Placenta (Cibirra)	Consumo <i>in natura</i> ; Produção de doces (geléias) Produção de fermentados.	CEPLAC (2022)
Seção transversal: Partes do fruto do Cacau		
 <p>O diagrama mostra uma seção transversal do fruto do cacau. No topo, a casca externa é rotulada como 'Casca'. No interior, há quatro amêndoas, cada uma rotulada como 'Amêndoa'. A polpa que envolve as amêndoas é rotulada como 'Endocarpo ou Polpa'. No centro, onde as amêndoas se encontram, há a placenta, rotulada como 'Placenta ou Cibirra'.</p>		

Fonte: Autora (2025).

O cacaueiro é cultivado principalmente para obtenção das amêndoas, usadas na fabricação do chocolate e seus derivados. Outras partes do fruto também têm aproveitamento: a cibirra, consumida como alimento em algumas regiões do Brasil, a polpa, que dá origem ao mel de cacau, utilizado na produção de bebidas e geleias ou consumido *in natura*. Entretanto a casca seca pode ser empregada em ornamentação e na elaboração de compostos industriais e adubos orgânicos. No processamento, as amêndoas são transformadas em líquido, que, ao ser prensado, origina a manteiga e o pó de cacau (BRANDÃO 2021).

#### 4.1.2 O Processo de Cura do Cacau: Transformações Físico-Químicas

O cacau comercial destinado à produção de chocolate amargo passa por um processo de cura essencial para o desenvolvimento do sabor, aroma e eliminação de compostos indesejáveis. Esse processo é composto por três etapas principais: fermentação, secagem e torrefação (BECKETT et al., 2017; FERREIRA et al., 2021). Posteriormente, o cacau curado é transformado nos insumos fundamentais para a formulação do chocolate amargo: massa de cacau e manteiga de cacau, com alta concentração de sólidos de cacau.

A fermentação, que dura de 5 a 7 dias, ocorre logo após a colheita, quando as amêndoas são depositadas em caixas de madeira ou cestos cobertos com folhas de bananeira. Nesse ambiente, leveduras e bactérias fermentam os açúcares da polpa, produzindo ácidos orgânicos e etanol, o que eleva a temperatura para cerca de 45–50°C. Esse calor promove reações bioquímicas internas que iniciam a formação dos precursores de aroma e reduzem compostos amargos, sendo fundamentais para o sabor intenso do chocolate amargo (HENZ et al., 2021; FERREIRA et al., 2021).

A etapa seguinte é a secagem, feita ao sol ou em secadores artificiais, que reduz a umidade das amêndoas de 60% para 6–8%. Isso garante a estabilidade microbiológica e preserva os compostos formados na fermentação (BIRTEA, 2020).

Na torrefação, realizada na indústria, as amêndoas são aquecidas entre 120°C e 140°C por 15 a 50 minutos. Essa etapa ativa a Reação de Maillard, que forma compostos aromáticos e confere ao chocolate amargo seu perfil sensorial complexo e característico. Apesar de parte dos polifenóis ser degradada (cerca de 20–40%), muitos ainda permanecem ativos, tornando o chocolate amargo uma das principais fontes alimentares de antioxidantes (JACÍMOVIĆ et al., 2022; SHAFI et al., 2018).

A partir da torra, o produto segue para a etapa de quebra e separação da casca, gerando os nibs, que são moídos até formar a massa de cacau (ou liquor de cacau). A massa pode ser usada diretamente no chocolate amargo ou prensada para extração da manteiga de cacau e produção de cacau em pó (VICENTE, 2018). Como subproduto da torrefação, gera-se a casca da amêndoa torrada,

atualmente reaproveitada em compostagem, geração de energia térmica e até na formulação de chás funcionais, graças à sua carga residual de compostos fenólicos (COSTA et al., 2022).

O chocolate amargo é produzido com alta proporção de massa e manteiga de cacau, geralmente entre 70% e 90% de sólidos totais de cacau, com pouca ou nenhuma adição de leite e uma quantidade reduzida de açúcar. Esse perfil permite manter uma concentração elevada de flavonoides, teobromina e compostos antioxidantes, responsáveis pelos efeitos benéficos atribuídos a esse tipo de chocolate (BIRTEA, 2020; YANG et al., 2024).

O aproveitamento industrial do cacau vai além da produção de chocolate, abrangendo diferentes setores, como bebidas, cosméticos e biofertilizantes. A otimização do uso de suas partes, principalmente casca e placenta, pode reduzir resíduos e agregar valor à cadeia produtiva. Além disso, o processo de cura do cacau é fundamental para a qualidade do chocolate, pois envolve transformações químicas que impactam diretamente o sabor, aroma e propriedades nutricionais do produto final (BECKETT et al., 2017; FERREIRA et al., 2021).

### 4.1.3 Composição Química do Cacau

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é um alimento altamente nutritivo, composto por carboidratos, lipídios, proteínas, fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos, como polifenóis e metilxantinas. No entanto, sua composição química pode variar significativamente conforme a variedade do cacau, condições climáticas, tipo de solo e processamento pós-colheita (FERREIRA et al., 2021; HENZ, 2021).

Após a cura do cacau, as amêndoas passam por diferentes formas de processamento, dando origem a derivados como nibs, massa de cacau e manteiga de cacau, cada um com perfis químicos distintos. Estudos experimentais demonstram que a composição geral dos amêndoas (Tabela 1) (proteínas, lipídios, carboidratos, fibras), teores de minerais e compostos fenólicos mudam devido às diferentes formas de processamento do cacau (Henz et al, (2021).

**Tabela 1** - Composição geral da semente e polpa de cacau fresca, do amêndoa de cacau minimamente fermentado e do amêndoa processado.

Componente	Polpa	Amêndoas de cacau		
		Semente	minimamente fermentados (%)	Amêndoas de cacau secos e processados (%)
Lipídios	<0.5%	45 - 55%	54,0 - 60,0%	48,0 - 57,0%
Proteínas	0.6%	1.5%	18%	10,0 - 16,0%
Carboidratos	-	-	9,0 - 20,0%	27,0 - 30,0%
Fibras	-	-	5,6 - 5,9%	15,0 - 17,0%
Umidade	-	-	5,0 - 5,3%	2,0 - 5,0%
Teobromina	<0.1%	3.5%	2,7 - 2,9%	0,8 - 1,4%
Cafeína	-	-	*n.d.	0,1 - 0,7%
Flavonóis e antocianinas	<0.1%	7 - 10%	9,5%	1,6%
Sais	-	-	3,2 - 4,2%	2,6 - 4,2%

Fontes: Vega (2012) adaptado.

\*n.d. - Não detectável

Ao observar a Tabela 1, nota-se que os valores apresentados correspondem a três estágios distintos do cacau: polpa fresca, semente fresca e amêndoas após diferentes níveis de processamento (minimamente fermentados e posteriormente secos/processados). Essa diferenciação é essencial, pois a composição dos componentes químicos varia substancialmente conforme o estágio de processamento.

Na amêndoa fresca (semente), aproximadamente 45–55% do peso seco corresponde a lipídeos, confirmando seu potencial como fonte de manteiga de cacau, amplamente utilizada pelas indústrias alimentícia e cosmética. Já nos amêndoas secos e processados, esse valor passa para 48–57%, o que demonstra que a redução da umidade concentra ainda mais a fração lipídica.

Os valores de umidade também deixam clara a diferença entre os estágios: a semente fresca não possui valor expresso na tabela, mas os amêndoas minimamente fermentados apresentam cerca de 5,0–5,3%, enquanto os amêndoas secos apresentam 2,0–5,0%, alinhados com os padrões tecnológicos e legais que recomendam teor inferior a 5% para estabilidade durante armazenamento.

A Tabela 1 também evidencia como o processamento influencia a presença de compostos bioativos. A concentração de flavonoides e antocianinas, por exemplo, apresenta cerca de 7–10% na semente fresca, mas reduz para 9,5% nos amêndoas minimamente fermentados e aproximadamente 1,6% nos amêndoas secos e processados. Essa diminuição confirma a degradação desses compostos durante fermentação e secagem, fenômeno já esperado devido a reações oxidativas e enzimáticas que ocorrem nessas etapas.

No caso das metilxantinas, observa-se que a teobromina, presente em cerca de 3,5% na semente fresca, diminui para 2,7–2,9% nos amêndoas minimamente fermentados e para 0,8–1,4% após secagem e processamento, reforçando a perda parcial desses compostos ao longo das etapas pós-colheita. A cafeína, por sua vez, é não detectável nos amêndoas minimamente fermentados, mas aparece em valores baixos (0,1–0,7%) no produto seco, o que está de acordo com variações esperadas durante as transformações físico-químicas do processamento.

Por fim, a Tabela 1 demonstra o aumento significativo dos carboidratos e fibras nos amêndoas secos e processados, consequência direta da concentração dos sólidos após redução da umidade. Esses valores reforçam o impacto do processamento na composição final do cacau destinado à produção de chocolate.

## 4.2 Chocolate

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o chocolate é definido como qualquer produto obtido pela mistura de derivados do cacau (*Theobroma cacao L.*), como massa, pasta ou liquor de cacau, cacau em pó ou manteiga de cacau, combinados com outros ingredientes, seguindo processos tecnológicos adequados. Ele pode apresentar diferentes formatos, recheios, coberturas e consistências. Segundo o Art. 5º da RDC N° 723 da ANVISA, de 1º de julho de 2022, que estabelece requisitos de composição, qualidade, segurança e rotulagem, o chocolate deve conter, no mínimo, 25% de sólidos totais de cacau (ANVISA, RDC N° 723, de 1º de julho de 2022).

A composição precisa do chocolate varia em todo o mundo devido à diferença de gostos e legislação, que se preocupa com as porcentagens de cacau e sólidos do leite adicionais, quantidade e tipos de gorduras vegetais permitidas. As gorduras encontradas no chocolate incluem a manteiga de cacau, a gordura do leite e gordura vegetal (VICENTE, 2018).

As principais categorias de chocolates comerciais são amargo, ao leite e branco, que se diferenciam pelo conteúdo de sólidos de cacau, gordura e manteiga de cacau. O chocolate amargo contém uma alta porcentagem de cacau, entre 70% e 90%, além de manteiga de cacau. O chocolate ao leite inclui manteiga de cacau, açúcar, leite em pó, lecitina e pelo menos 20-25% de cacau.

O chocolate branco é composto de manteiga de cacau, leite e açúcar, sem sólidos não gordurosos de cacau. O chocolate amargo possui o maior teor de liquor de cacau e a menor quantidade de manteiga de cacau em comparação com os chocolates ao leite e branco (SHAFI F., RESHI M., BASHIR I., 2018). As porcentagens de massa de cacau podem variar entre diferentes fontes e regiões globais.

Existem diferentes tipos de chocolate amargo que contém aproximadamente os mesmos ingredientes básicos: massa de cacau (60-85%), cacau com baixo teor de gordura, manteiga de cacau, açúcar e emulsificantes, em quantidades variadas (BIRTEA, 2020). Essas diferenças, segundo Birtea (2020), influenciam a porcentagem de polifenóis na composição do chocolate.

Somente o chocolate amargo, especialmente aqueles com elevados teores de cacau, apresenta concentrações suficientes de flavonoides e metilxantinas — como a teobromina — para promover efeitos fisiológicos relevantes. No chocolate ao leite, o menor teor de sólidos de cacau reduz drasticamente a quantidade desses compostos bioativos, além de a presença de leite poder diminuir sua absorção. Além disso, o maior teor de açúcar e gordura adicionada pode neutralizar potenciais benefícios cardiovasculares (BIRTEA, 2020; YANG et al., 2024). Existem dois flavonóides principais encontrados no chocolate amargo: catequina e seu isômero, a epicatequina, para os quais há vários mecanismos já descritos para explicar as ações benéficas para o sistema cardiovascular (YANG, J. et al., 2024).

#### **4.2.1 Fabricação do Chocolate**

Os principais ingredientes da produção de chocolate são a massa e a manteiga de cacau. O processamento ocorre da seguinte maneira: mistura dos ingredientes, conchagem, têmpera e moldagem.

Após a torrefação, as amêndoas são trituradas para separar as cascas (subproduto que pode ser utilizado para chás, compostagem e energia) e obter os nibs de cacau, que são fragmentos ricos em gordura, proteínas, fibras e compostos fenólicos. Os nibs são moídos até formar uma pasta espessa e oleosa chamada massa de cacau ou liquor de cacau, que pode ser utilizada diretamente na formulação de chocolates ou ser prensada para separar a manteiga de cacau (fração lipídica) do resíduo sólido, conhecido como bolo de cacau, posteriormente moído e transformado em cacau em pó (VICENTE, 2018; SHAFI et al., 2018).

A formulação do chocolate depende da proporção desses ingredientes. O chocolate amargo contém, em geral, entre 70% e 90% de sólidos totais de cacau, enquanto o chocolate meio amargo varia entre 50% e 69%, mantendo parte do

amargor e compostos bioativos, porém com maior dulçor e aceitação sensorial. Já o chocolate ao leite tem menor teor de cacau (20–25%) e adição de leite em pó (BIRTEA, 2020; YANG et al., 2024).

Após a mistura, inicia-se a conchagem, uma etapa que pode durar entre 4 e 72 horas, na qual a massa é misturada continuamente com manteiga de cacau, açúcar e emulsificantes. Essa etapa promove a evaporação de compostos voláteis indesejáveis, melhora a textura e reduz a acidez (MARTÍN & RAMOS, 2021). Durante a conchagem, o chocolate é mantido normalmente entre 50 °C e 90 °C, faixa recomendada para facilitar a evaporação de voláteis, reduzir acidez e promover o desenvolvimento de textura e sabor, conforme descrito por Beckett (2017) e confirmado por revisões recentes (GUTIÉRREZ, 2017; SHAFI et al., 2018). Em seguida, ocorre a temperagem, um processo térmico que garante brilho, textura lisa e resistência ao derretimento. O chocolate é então moldado, resfriado e embalado para consumo.

#### **4.2.2 Aspectos Legais de Classificação de Formulações de Chocolates**

A regulamentação do chocolate varia entre países, determinando teores mínimos de cacau, uso de gorduras vegetais, aditivos permitidos e padrões de rotulagem. Essas normas garantem a qualidade dos produtos comercializados e orientam a indústria na formulação de chocolates com diferentes composições.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regula a composição do chocolate por meio da Resolução RDC nº 723, de 1º de julho de 2022. Segundo essa norma, o chocolate é definido como um produto obtido a partir da mistura de derivados do cacau, como liquor de cacau, cacau em pó e manteiga de cacau, combinados com outros ingredientes permitidos.

O chocolate ao leite deve conter no mínimo 20% de sólidos de cacau, enquanto o chocolate amargo precisa ter pelo menos 25% de sólidos totais de cacau (ANVISA, 2022). Além disso, a legislação brasileira permite a adição de até 5% de outras gorduras vegetais, desde que sejam especificadas na rotulagem, mas não exige que o percentual de cacau seja destacado na embalagem.

Na União Europeia, a regulamentação é mais rigorosa e segue as diretrizes

da Diretiva 2000/36/CE. Segundo essa norma, o chocolate amargo deve conter pelo menos 35% de matéria seca de cacau, dos quais no mínimo 26% deve ser manteiga de cacau. O chocolate ao leite precisa ter pelo menos 30% de matéria seca de cacau e 18% de sólidos de leite, que podem ser provenientes de leite integral, leite desnatado ou nata (União Europeia, 2000). Além disso, a legislação europeia exige que o percentual de cacau seja claramente informado no rótulo, permitindo que o consumidor tenha mais clareza sobre a composição do produto.

Nos Estados Unidos, a regulamentação é feita pelo Food and Drug Administration (FDA) por meio da CFR 21, Parte 163. Essa norma determina que o chocolate amargo deve conter pelo menos 35% de cacau total (soma de massa de cacau e manteiga de cacau). Já o chocolate ao leite pode conter um percentual menor, com mínimo de 10% de cacau total e pelo menos 12% de sólidos de leite (FDA, 2023).

Conforme pode ser observado na Tabela 2, diferente das normas brasileiras e europeias, a legislação dos EUA não exige a rotulagem explícita do teor de cacau, desde que o chocolate atenda aos padrões estabelecidos. Além disso, não é permitido o uso de outras gorduras vegetais que não a manteiga de cacau, havendo somente a possibilidade de inclusão de gorduras lácteas, o que reduz a flexibilidade na formulação do produto e impacta significativamente sua composição.

Ainda na Tabela 2, observa-se que a União Europeia estabelece padrões mais exigentes que o Brasil, com teores mínimos de cacau mais elevados. Sendo assim, o Brasil adota um critério mais flexível, com um percentual mínimo de cacau menor no chocolate amargo e tolerância à adição de gorduras alternativas. No entanto, foi aprovado no Senado Federal o Projeto de Lei (PL 1769/2019), que pode resultar na modificação da legislação vigente. Esse projeto estabelece definições e características para produtos derivados de cacau, percentual mínimo de cacau nos chocolates e disciplina a informação do percentual total de cacau nos rótulos desses produtos, nacionais e importados, comercializados em todo o território nacional. As principais mudanças são o aumento no teor mínimo de sólidos provenientes do cacau para chocolate meio amargo, que passaria de 25% para 35%. Além disso, há a fixação de percentuais mínimos de manteiga de cacau que devem ser incluídos na formulação, e passaria a ser obrigatória a declaração do teor de sólidos

provenientes de cacau na rotulagem desses alimentos.

Apesar desse avanço regulatório, o aumento para 35% de sólidos de cacau não garante que o chocolate apresentará quantidades suficientes de compostos bioativos capazes de promover benefícios cardiovasculares. Isso ocorre porque a concentração de polifenóis não depende apenas do percentual de cacau declarado no rótulo, mas é influenciada por fatores como a variedade do cacau (Criollo, Forastero ou Trinitário), o grau de fermentação, as condições de secagem, a intensidade da torrefação e o tempo/temperatura da conchagem — etapas que podem reduzir significativamente flavonoides como catequina e epicatequina. Além disso, chocolates com 35% de cacau apresentam concentrações muito inferiores de compostos bioativos quando comparados a chocolates com 70% ou mais de cacau, que são os que demonstram efeitos clinicamente relevantes na função endotelial, redução de LDL oxidado e discreta redução da pressão arterial em humanos. Assim, embora o PL traga maior padronização e rigor, ele não assegura níveis de compostos fenólicos suficientes para efeitos benéficos à saúde, reforçando que esses benefícios permanecem associados ao consumo de chocolates com alto teor de cacau e formulação adequada.

Essas variações podem influenciar a percepção de qualidade do chocolate pelos consumidores, bem como seu valor nutricional. Chocolates com maior teor de cacau tendem a ter mais compostos bioativos benéficos, como flavonoides e teobromina, enquanto aqueles com menos cacau e mais gorduras podem ter um perfil nutricional inferior.

**Tabela 2:** Comparação das legislações para chocolate no Brasil, União Européia (UE) e Estados Unidos da América (EUA).

<b>Região</b>	<b>Teor mínimo de sólidos de cacau no chocolate amargo</b>	<b>Teor Mínimo de sólidos de cacau no chocolate ao leite</b>	<b>Uso de gorduras vegetais</b>	<b>Regras de rotulagem</b>	<b>Referência</b>
Brasil (ANVISA, RDC 723/2022)	>25% sólidos de cacau	> 20% sólidos de cacau	Máx. 5% de outras gorduras vegetais	Não exige destaque percentual de cacau	ANVISA (2022)
Europa (Diretiva/2000/36/CE )	>35% matéria seca de cacau	>30% matéria seca de cacau	Máx. 5% de outras gorduras vegetais	Percentual de cacau deve ser destacado no rótulo	União Europeia (2000)
EUA (FDA, CFR 21, parte 163)	> 35% cacau total	>10% cacau total*	<u>Não permite o uso de outras gorduras vegetais</u>	Não exige destaque percentual de cacau	FDA (2023)

Fonte: Autoral (2025), adaptado de ANVISA (2022), União Europeia (2000) e FDA (2023)<sup>1</sup>. \* Deve conter 12% de sólidos lácteos e 3,39% de gordura láctea.

<sup>1</sup> FDA, CFR 21: Permitido apenas uso de manteiga de cacau. Outras gorduras vegetais não são permitidas em produtos rotulados como "chocolate".

Essas diferenças impactam diretamente o mercado e a qualidade percebida dos chocolates em cada país. No contexto da indústria alimentícia, entender essas regulamentações é essencial para a formulação de produtos que atendam aos padrões internacionais e para a adequação dos chocolates ao perfil de consumo de cada região. Além disso, o teor de cacau influencia a composição química do chocolate, afetando seu valor nutricional e seus potenciais benefícios à saúde, especialmente no caso do chocolate amargo, procurado por conter uma maior concentração de flavonoides e antioxidantes.

#### **4.2.3 Composição Centesimal e Mineral do Chocolate Amargo**

Com seu alto teor de carboidratos e gorduras, o chocolate é considerado um produto com alta energia e densidade nutricional. Além disso, minerais como magnésio, zinco, cobre, fósforo, potássio e ferro estão presentes na composição do chocolate (SILVA et al., 2017).

Em relação às fontes de magnésio e ferro, estudos apontam que o chocolate amargo com 90% de cacau fornece 252,2 mg/100 g de magnésio e 10,9 mg/100 g de ferro, o que corresponde a 67,0% e 80,3% dos Valores de Referência de Nutrientes (NRV) na União Europeia (Jaćimović, et al., 2022). É também uma boa fonte de zinco (3,5 mg/100 g) e selênio (0,1 mg/100 g), que são importantes para a função imunitária, entre outros processos fisiológicos.

Em relação às vitaminas, o chocolate amargo contém quantidades significativas de vitamina D2, variando entre 1,90 e 5,48 µg/100 g, o que o torna uma fonte alimentar relevante desta vitamina. De acordo com a EFSA (2016), a Ingestão Diária Adequada (IDA) de vitamina D para adultos é de 15 µg por dia, o que significa que uma porção de 50 g de chocolate amargo pode fornecer até 2,74 µg, cobrindo aproximadamente 18% da recomendação diária, dependendo da concentração.

A presença dessa vitamina é atribuída ao processo de fermentação do cacau, no qual leveduras e fungos convertem o ergosterol presente nas sementes em ergocalciferol (vitamina D2). Como poucos alimentos de origem vegetal contêm vitamina D em níveis significativos, o chocolate amargo fermentado destaca-se

como uma fonte alimentar natural incomum, justificando sua classificação como “notável” em estudos como o de Kühn (2018).

**Tabela 3:** Composição Centesimal e Mineral do Chocolate Amargo.

<b>COMPONENTE</b>	<b>CHOCOLATE AMARGO (70-85%)</b>
Umidade (%)	Máx 3%
Proteínas (%)	3,2%
Lipídios (%)	Mín 20%
Carboidratos (%)	20 – 30%
Fibras (%)	10 – 15%
Polifenóis (mg/100g)	4000 – 10.000
Teobromina (mg/100g)	98,698
Ferro (mg/100g)	3,5 ± 0,4
Zinco (mg/100g)	2 – 5
Cálcio (mg/100g)	30 - 60
Magnésio (mg/100)	252,2
Potássio (mg/100g)	400 - 500

Fonte: Autoral (2025), adaptado de Ribeiro (2022), Jaćimović et al. (2022), Chire Fajardo (2023), Peixoto et al. (2016), Marques (2018), Martín e Ramos (2021), Henz et al. (2021) e Cruz (2020)<sup>2</sup>.

A Tabela 3 apresenta a composição centesimal e mineral de chocolates amargos com 70 a 85% de cacau. Observa-se baixo teor de umidade, favorecendo maior estabilidade do produto, além de proteínas em quantidade moderada. Os lipídios constituem o principal macronutriente, e os carboidratos variam entre 20% e 30%, representando importante contribuição energética. As fibras aparecem em teores relevantes (10–15%), frequentemente associadas a efeitos benéficos à saúde. Entre os compostos bioativos, destacam-se os polifenóis (4000–10.000 mg/100g), reconhecidos por sua atividade antioxidante, e a teobromina, alcaloide

<sup>2</sup>Valores padronizados para mg/100 g pelo autor. Jaćimović et al. (2022): composição centesimal segundo métodos oficiais da AOAC; minerais por espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES); metilxantinas por HPLC. Ferreira et al. (2021), Henz et al. (2021), Martín & Ramos (2021), Cruz (2020): análises conforme métodos da AOAC para umidade, proteínas, lipídios e fibras; fenólicos por Folin-Ciocalteu; minerais por ICP-OES ou EAA, conforme cada estudo; Peixoto et al (2016): método de digestão in vitro empregado foi baseado no método usado por Laparra; Marques (2018): análises em triplicata para teores de umidade; Chire Fajardo (2023) e Ribeiro (2022) não especificaram a metodologia utilizada.

característico do cacau relacionado ao sabor amargo e ao efeito estimulante leve. Em relação aos minerais, verificam-se concentrações significativas de ferro, zinco, cálcio, magnésio e potássio, reforçando o valor nutricional do chocolate amargo quando consumido de forma equilibrada.

#### **4.2.4 Compostos Bioativos**

O chocolate contém uma variedade de compostos bioativos que contribuem para seus potenciais benefícios à saúde. Entre os mais importantes estão os flavonoides, metilxantinas (teobromina e cafeína) e outros polifenóis, conhecidos por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cardioprotetoras (MARTÍN & RAMOS, 2021). A concentração desses compostos varia de acordo com a quantidade de cacau na formulação e as etapas de processamento aplicadas ao chocolate.

Os flavonoides encontrados no cacau pertencem às subclasses das flavan-3-óis, destacando-se a epicatequina, catequina e procianidinas. Existem evidências que esses compostos modulam a função endotelial e reduzem o estresse oxidativo, estando associados à melhora da circulação sanguínea e redução do risco cardiovascular em humanos (YANG et al., 2024). Já a teobromina e a cafeína, pertencentes à classe das metilxantinas, atuam no sistema nervoso central e cardiovascular, promovendo efeitos estimulantes leves e potencial vasodilatador (SHAFI et al., 2018). A quantidade desses compostos pode variar significativamente entre diferentes tipos de concentrações de chocolate amargo, assim como as diferenças regionais e os tipos de cacau a serem usados.

**Tabela 4:** Teor médio de compostos bioativos de chocolate amargo (mg/100g).

<b>COMPOSTO BIOATIVO</b>	<b>CHOCOLATE AMARGO (70 - 75%)</b>
Flavonoides totais	15,470 ± 190 mg/100g
Epicatequina	392 ± 0,07 mg.g <sup>-1</sup>
Catequina	215 ± 0,10 mg.g <sup>-1</sup>
Antocianinas	1,07 ± 0,91 mg.100g <sup>-1</sup>
Teobromina	98,698 ± 3,320 mg/100g
Cafeína	167,670 ± 7,150 mg/100g

Fonte: Cruz (2020), Chire Fajardo (2023) e Jaćimović et al. (2022)<sup>3</sup>.

Com base nos dados da tabela 4 e nas conclusões dos autores, o chocolate amargo apresenta ampla variedade de compostos bioativos identificados por HPLC, com destaque para catequina, epicatequina, teobromina e cafeína. De acordo com os estudos analisados, os teores desses compostos variam conforme o teor de cacau, a origem da matéria-prima e as condições de processamento (PARADA, 2024; JAĆIMOVIĆ et al., 2022). As amostras com maiores concentrações de cacau demonstraram maior conteúdo de polifenóis e flavonoides, além de elevada capacidade antioxidante, evidenciada pelos ensaios DPPH e FRAP (JAĆIMOVIĆ et al., 2022). Observou-se também que a utilização de amêndoas sub fermentadas pode elevar os níveis de flavonoides e metilxantinas, resultando em chocolates com maior potencial antioxidante (CRUZ, 2020).

De modo geral, os autores destacam que fatores geográficos e varietais influenciam diretamente o perfil químico e a qualidade do chocolate amargo. O cacau de determinadas regiões, como o Crioulo e o americano, apresentou níveis mais altos de compostos fenólicos (PARADA, 2024). Além disso, formulações otimizadas mostraram bons índices de polifenóis e ausência de contaminantes, reforçando a segurança e o valor nutricional desses produtos (CHIRE FAJARDO,

<sup>3</sup>Valores padronizados para mg/100 g pelo autor. Cruz (2020) Diferentes letras minúsculas na coluna indicam diferenças estatísticas significantes para o Teste de Tukey (p<0,05) analisados pelo sistema HPLC (Perkin Elmer Modelo Flexar) junto a um detector UV/VIS realizado pelo estudo, Jaćimović et al. (2022) e Chire Fajardo (2023) não especificaram a metodologia utilizada em seus trabalhos.

2023). Dessa forma, os estudos revisados confirmam que o chocolate amargo, especialmente aquele com maior porcentagem de cacau, mantém um perfil composicional rico em compostos bioativos, contribuindo para o potencial antioxidante.

### **4.3 Chocolate Amargo e Doenças Cardiovasculares (DCV)**

O consumo de chocolate amargo tem sido amplamente investigado devido ao seu conteúdo de compostos bioativos, como flavonóides (catequina e epicatequina) e metilxantinas (principalmente teobromina), que apresentam reconhecidas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e vasodilatadoras. Diversos estudos em humanos relatam que esses compostos podem exercer efeitos protetores sobre o sistema cardiovascular, influenciando parâmetros como pressão arterial, função endotelial, sensibilidade à insulina e estado inflamatório (MARTÍN & RAMOS, 2021; YANG et al., 2024).

As doenças cardiovasculares permanecem a principal causa de mortalidade no Brasil e no mundo, representando cerca de 30% dos óbitos anuais no país (MORAES et al., 2021). Sua etiologia envolve fatores múltiplos — sedentarismo, alimentação inadequada, tabagismo, obesidade, distúrbios do sono, hipertensão e dislipidemias — sendo amplamente reconhecida a influência da alimentação na redução de risco, com estimativas de diminuição de até 30% mediante intervenções dietéticas adequadas (OLIVEIRA, 2022).

Os efeitos do chocolate amargo sobre parâmetros cardiovasculares têm sido avaliados em diferentes tipos de pesquisas, e a diferenciação entre eles é essencial para interpretações adequadas. Ensaios clínicos randomizados, considerados padrão-ouro para avaliação de causalidade, reportam melhorias discretas, porém consistentes, na função endotelial — geralmente medidas pelo aumento da dilatação fluxo-mediada (FMD) — após o consumo de doses variando entre 20 a 50 g/dia de chocolate amargo com  $\geq 70\%$  de cacau por 2 a 4 semanas (YANG et al., 2024). Meta-análises reforçam esse achado, indicando melhora de 1% a 2% na FMD, efeito associado principalmente à epicatequina, que estimula a síntese de óxido nítrico (NO), molécula vasodilatadora fundamental para a saúde vascular (MARTÍN & RAMOS, 2021).

Outros ensaios clínicos também relatam reduções modestas, porém significativas, na pressão arterial sistólica — em torno de 3 a 5 mmHg — especialmente em adultos com pré-hipertensão ou hipertensão leve. Observa-se ainda diminuição do LDL oxidado, o que sugere efeito protetor contra a aterosclerose (JACIMOVIĆ et al., 2022). Estudos observacionais, por outro lado, mostram associações entre maior consumo de cacau e menor mortalidade cardiovascular, mas não permitem estabelecer causalidade devido à influência de fatores confundidores, como padrão alimentar geral e nível de atividade física.

Apesar dos achados positivos, a literatura apresenta importantes contradições. Diversos estudos destacam que os efeitos dependem não apenas do teor de cacau, mas também da qualidade da formulação e da presença de açúcar e gorduras saturadas. Os chocolates amargos comerciais frequentemente variam quanto ao grau de processamento, o que pode reduzir a concentração de flavonoides. Além disso, doses elevadas — acima de 40 a 50 g/dia — aumentam substancialmente o aporte calórico, o que pode resultar em ganho de peso e piora do perfil metabólico, especialmente em indivíduos com diabetes tipo 2, dislipidemias ou obesidade. Assim, o consumo deve ser moderado e integrado a uma alimentação equilibrada, evitando formulações com excesso de açúcares adicionados.

No contexto fisiológico, o mecanismo mais relevante atribuído ao chocolate amargo é o aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, responsável por promover vasodilatação, melhorar o fluxo sanguíneo e reduzir a resistência vascular periférica. Em conjunto, esses efeitos contribuem para o controle da pressão arterial e proteção endotelial. Além disso, compostos antioxidantes presentes no cacau auxiliam na redução do estresse oxidativo e da inflamação crônica — ambos processos centrais no desenvolvimento da aterosclerose e de eventos cardiovasculares como infarto agudo do miocárdio e acidente vascular cerebral.

Dessa forma, embora o chocolate amargo apresente potencial como intervenção nutricional complementar para a saúde cardiovascular, seus efeitos dependem de múltiplos fatores, incluindo dose, teor de cacau, qualidade da formulação e perfil metabólico do indivíduo. O consumo moderado de chocolates

com alto percentual de cacau ( $\geq 70\%$ ), aliados a um padrão alimentar equilibrado e a hábitos de vida saudáveis, pode contribuir positivamente para a redução do risco cardiovascular. Contudo, recomenda-se cautela na interpretação dos estudos e no consumo por populações sensíveis ao açúcar e ao excesso de calorias, reforçando a necessidade de escolhas criteriosas e individualizadas.

## 5. Conclusões

Os achados desta revisão indicam que o chocolate amargo, especialmente nas formulações com elevados teores de cacau ( $\geq 70\%$ ), apresenta composição nutricional e funcional contendo flavonóides, polifenóis e metilxantinas. Mesmo considerando as perdas que ocorrem durante as etapas de processamento do cacau, esses compostos permanecem presentes em concentrações capazes de exercer efeitos biológicos de interesse, reforçando o valor nutricional e tecnológico do produto.

A análise dos estudos conduzidos em populações adultas demonstra que o consumo moderado (menores que 50g/dia) de chocolate amargo pode promover benefícios cardiovasculares, sobretudo pela melhoria da função endotelial, aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico e redução de marcadores de estresse oxidativo. Ensaio clínicos randomizados revelam reduções discretas, porém significativas, na pressão arterial e no LDL oxidado, enquanto meta-análises confirmam o papel da epicatequina e de outros fitocompostos na proteção vascular. No entanto, tais efeitos dependem de fatores como teor de cacau, qualidade da formulação, grau de processamento e presença de açúcares adicionados.

A literatura também destaca limitações importantes, incluindo a variabilidade metodológica entre os estudos, a heterogeneidade das doses utilizadas e o possível impacto calórico do consumo excessivo. Assim, o chocolate amargo não deve ser interpretado como intervenção isolada, mas como um alimento que pode integrar estratégias dietéticas equilibradas, desde que consumido com moderação e dentro de um padrão alimentar saudável.

Dessa forma, conclui-se que o chocolate amargo pode ser considerado um alimento potencialmente benéfico à saúde cardiovascular, especialmente quando composto por altos teores de cacau e consumido em quantidades adequadas. Ainda assim, recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a definição de doses ideais, explorem diferentes padrões de processamento e avaliem de forma mais consistente os efeitos em subgrupos específicos, como indivíduos hipertensos, diabéticos ou dislipidêmicos.

## 6. Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Perguntas e respostas - Substâncias bioativas*. Brasília: Anvisa, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Resolução RDC n.º 723, de 1º de julho de 2022*. Brasília: Anvisa, 2022. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

ASIMINA, Kerimi; WILLIAMSON, Gary. The cardiovascular benefits of dark chocolate. *Vascular Pharmacology*, v. 71, p. 11–15, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537189115001135>. Acesso em: 08 ago. 2025.

BARIŠIĆ, Veronika et al. The chemistry behind chocolate production. *Molecules*, v. 24, n. 17, p. 3163, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6749277/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

BAUER, A. et al. *Ação do cacau na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis*. Brasília: UniCEUB, Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/...> Acesso em: 08 ago. 2025.

BECKETT, S. T. *Beckett's industrial chocolate manufacture and use*. 5. ed. [S.l.]: Wiley-Blackwell, 2017. Disponível em: <https://annas-archive.org/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

BIRTEA, Andreea-Ionela et al. Determination of proximate composition for some dark chocolate types. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, v. 26, n. 4, p. 343–346, 2020. Disponível em: <https://www.journal-of-agroalimentary.ro/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

BRANDÃO, Amanda. *Perfil químico e atividade antioxidante de amêndoas de clones de cacau cultivados em sistema agroflorestal sob condições de adubação orgânica*. Campos dos Goytacazes: UENF, 2021. Disponível em: <https://pgbv.uenf.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CACAU FINO OU COMMODITY: opções para a Amazônia. [S.l.]: Amazônia 2030, 2021. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CATARINA, Ana. *Estudo dos efeitos antioxidante e anti-inflamatório do chocolate preto e da pasta de cacau*. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2019. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CEPLAC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira). Derivados do cacau. *Ministério da Agricultura*, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/...> Acesso em: 08 ago. 2025.

CHAYAKRIT, Krittanawong et al. Association between chocolate consumption and risk of coronary artery disease: a systematic review and meta-analysis. *European*

*Journal of Preventive Cardiology*, v. 28, n. 12, p. e33–e35, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CHIRE FAJARDO, Gabriela Cristina , Milber Oswaldo UREÑA PERALTA - Aspectos de calidad de un chocolate oscuro elaborado con formulación óptima. 2023 - Disponível em: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=es&user=jwIUHugAAAJ&citation\\_for\\_view=jwIUHugAAAAJ:RHpTSmoSYBkC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=jwIUHugAAAJ&citation_for_view=jwIUHugAAAAJ:RHpTSmoSYBkC)

CRISTIANO, Silva et al. *Efeito da substituição parcial de manteiga de cacau por gordura CBE no perfil de compostos voláteis de chocolate meio amargo*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/....> Acesso em: 08 ago. 2025.

CRISTINA SALVADORI, Bittar. Neoplasias e a avaliação do risco de doença cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 118, n. 2, p. 486–487, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/TgQRhSrZWR>. Acesso em: 08 ago. 2025.

CRUZ, Margarida Lins da. *Estudo da influência da mistura de cacau com diferentes níveis de fermentação nos teores de compostos bioativos e na atividade antioxidante dos chocolates produzidos*. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2020. Disponível em: <https://pgalimentos.ufba.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

DA PAZ, M. E. A. Propriedades nutricionais e funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus benefícios para saúde: uma breve revisão. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 2022. Disponível em: <https://editoracientifica.com.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

D'EL-REI, Jenifer; MEDEIROS, Fernanda. Chocolate e os benefícios cardiovasculares. *Revista do Hospital Universitário Pedro Ernesto*, v. 10, n. 3, 2022.

DIDAR, Zohreh. Properties of dark chocolate enriched with free and encapsulated chlorogenic acids extracted from green coffee. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/....> Acesso em: 08 ago. 2025.

DIRETIVA 2000/36/CE. Parlamento Europeu e Conselho, 23 de Junho de 2000. Relativa aos produtos de cacau e de chocolate destinados à alimentação humana. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/....> Acesso em: 08 ago. 2025.

FERREIRA, Bárbara Cristina Ferrão et al. Processamento de cacau e chocolate: influência sobre a qualidade do produto final. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 5, p. 300–334, 2021. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/....> Acesso em: 08 ago. 2025.

FORBES BRASIL. Brasileiro está comendo mais chocolates, enquanto a produção de cacau é insuficiente para o mercado. *Forbes Brasil*, 2019. Disponível em: <https://forbes.com.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

Gastronomia Carioca. Cacau além do chocolate: conheça a versatilidade desse fruto

brasileiro. 21 de Março de 2025. Disponível em: <https://gastronomiacarioca.zonasul.com.br/cacau-fruto/>

GUTIÉRREZ, Tomy J. State-of-the-art chocolate manufacture: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 16, n. 6, p. 1313–1344, 2017. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

HENZ, Ivanir; BALBINO, Suzana Battistella. Consumo do cacau (*Theobroma cacao*) e seus efeitos na saúde. *Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)*, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

JÁĆIMOVIĆ, S. et al. Antioxidant activity and multi-elemental analysis of dark chocolate. *Foods*, v. 11, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11101445>. Acesso em: 08 ago. 2025.

KANTAR. Dia Mundial do Chocolate: setor faturou R\$ 11,4 bilhões em 2021. *Kantar Brasil*, 07 jul. 2022. Disponível em: <https://www.kantar.com/brazil/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

KÜHN, J. et al. Cocoa and chocolate are sources of vitamin D2. *Food Chemistry*, v. 269, p. 318–320, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.098>. Acesso em: 08 ago. 2025.

LEE, Y. et al. Effects of polyphenolic-rich dark chocolate and almonds on cardiovascular risk factors in overweight and obese adults. *The FASEB Journal*, v. 30, 2016. Disponível em: [https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1\\_supplement.293.1](https://doi.org/10.1096/fasebj.30.1_supplement.293.1). Acesso em: 08 ago. 2025.

LIMA, Giulia Victória Silva; GONÇALVES, Cleidiane Gonçalves; PINTO, Anne Suellen Oliveira; SILVA, Evando Martins; SOUZA, Jesus Nazareno Silva; ROGEZ, Hervé. Impact of post-harvest processing and roasting conditions on the physicochemical properties, phenolic compounds, and antioxidant capacity of cocoa beans from the Brazilian Amazon. 2024 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643824011083#sec3>

LÓPEZ-BUENO, Rubén et al. Global prevalence of cardiovascular risk factors based on the Life's Essential 8 score. *Cardiovascular Research*, v. 120, n. 1, p. 13–33, 2023. Disponível em: <https://academic.oup.com/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

MARQUES, Jamile Helena. Determinação da Composição Centesimal de Chocolate Meio Amargo. 2018. Disponível em: <https://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/2046/1462>. Acesso em: 05 out. 2025.

MARTÍN, María Ángeles; RAMOS, S. Impact of cocoa flavanols on human health. *Food and Chemical Toxicology*, v. 151, p. 112121, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33722594/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

MASSEE, Laura A. et al. The acute and sub-chronic effects of cocoa flavanols on

mood, cognitive and cardiovascular health in young healthy adults. *Frontiers in Pharmacology*, v. 6, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4438591/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS; ANVISA. *RDC 723/2022*. Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

MORAES, Maria et al. Estatística cardiovascular – Brasil 2021. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 118, n. 1, p. 115–373, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

OLIVEIRA, E. F. G. Levantamento bibliográfico do papel da nutrição na prevenção e no controle das doenças cardiovasculares. *Monografia (Graduação em Nutrição) – Universidade Pitágoras Unopar, Uruguaiana*, 2022. Disponível em: <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

OLIVEIRA, Bruno; ASSIS, Pablo Roberto. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação. DO CACAU AO CHOCOLATE: UMA ANÁLISE DOS DESAFIOS ENCONTRADOS POR EMPREENDEDORES DO RAMO DA AGROINDÚSTRIA DO CACAU NO SUL DA BAHIA. 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/11613/5208>

OMS. Use o coração para vencer as doenças cardiovasculares: 29/9 – Dia Mundial do Coração. *Biblioteca Virtual em Saúde - Ministério da Saúde*, 2021. Disponível em: <https://bvsmis.saude.gov.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

OMS. Principais causas de morte e incapacidade no mundo entre 2000 e 2019. OPAS, 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

PATEL, N.; JAYSWAL, Swati; BHARAT, D. Dark chocolate: Consumption for human health. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 8, n. 3, p. 2887–2890, 2019.

PAZZINATO, K.; KELLEN, C. Efeitos dos flavonoides do cacau na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares. *Revista Ciências Médicas (Campinas)*, p. 85–98, 2019.

PEDRINOLLA, A. et al. Vitamin E - functionalised chocolate and physical exercise to reduce malnutrition risk: protocol for Choko-Age trial. *BMJ Open*, v. 13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-072291>. Acesso em: 08 ago. 2025.

PEIXOTO, Rafaella Regina Alves. Nutritional Evaluation of the Mineral Composition of Chocolate Bars: Total Contents vs. Bioaccessible Fractions. 2016 Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/303324391\\_Nutritional\\_Evaluation\\_of\\_the\\_Mineral\\_Composition\\_of\\_Chocolate\\_Bars\\_Total\\_Contents\\_vs\\_Bioaccessible\\_Fractions](https://www.researchgate.net/publication/303324391_Nutritional_Evaluation_of_the_Mineral_Composition_of_Chocolate_Bars_Total_Contents_vs_Bioaccessible_Fractions). Acesso em: 05 out. 2025.

Pinterest foto imagem cacauero. Disponível em: <https://pin.it/2s7sYUc8v>

RIBEIRO, Lucinéia Silveira; JOSÉ, Rodrigo. Cacau: como esse alimento funcional auxilia na saúde. *Revista Científica UNIS*, 2016. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

RIBEIRO, Marcia et al. Dark chocolate (70% cocoa) attenuates TNF- $\alpha$  in hemodialysis patients. *Clinical Nutrition ESPEN*, v. 53, p. 189–195, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240545772201419X>. Acesso em: 08 ago. 2025.

SAMANTA, S. et al. Dark chocolate: An overview of its biological activity and processing. *Current Research in Food Science*, v. 5, p. 1916–1943, 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9589144/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

SHAFI, F. et al. Chocolate Processing. *International Journal of Applied Biology and Research*, v. 8, n. 3, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330171165\\_CHOCOLATE\\_PROCESSING#:~:text=IJABR%2C%20VOL.8%20\(3,tempering%20\(Owen%2C%202013\)](https://www.researchgate.net/publication/330171165_CHOCOLATE_PROCESSING#:~:text=IJABR%2C%20VOL.8%20(3,tempering%20(Owen%2C%202013).). Acesso em: 08 ago. 2025

SILVA, Pedro Ivo Soares; ORIENTE, Selma Ferreira; SANTOS, Rebeca Morais Silva; RAMOS, Nayara Jessica da Silva; GUSMÃO, Thaisa Abrantes Souza; GUSMÃO, Rennan Pereira. Cocoa: Innovation, productivity and application in goat dairy products. 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/44669/35713>

SINTHORESP. Curiosidades sobre o chocolate e seu consumo. *Sindicato dos Trabalhadores em Hotéis, Bares e Restaurantes de São Paulo*, [s.d.]. Disponível em: <https://www.sinthoresp.org.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

PARADA, Tamara. Characterization of dark chocolates based on polyphenolic profiles and antioxidant activity. 2024. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.17451>

TODESCATO, A. P. *Marolo (Annona crassiflora): bioacessibilidade de compostos bioativos com potencial à longevidade humana*. 2022. Disponível em: <https://unifal-mg.edu.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

VANDERSCHUEREN, R. et al. Elemental composition of chocolates: a fingerprinting analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 83, p. 103277, 2019.

VEGA, César. *Theobroma cacao—An Introduction to the Plant, Its Composition, Uses, and Health Benefits*. 2012. Disponível em: <https://colab.ws/articles/10.1016%2FB978-0-9830791-2-5.50005-0>

VICENTE, Renata. *Influência da concentração de cacau na escolha de um coating para chocolate*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <https://core.ac.uk/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

VILMA LOPES MACHADO; TARDELLI, Francisco. Cacau, produção e indústria: uma

revisão de literatura. *Revista Eletrônica Ciência & Tecnologia Futura*, v. 1, n. 2, 2023. Disponível em: <https://revista.grupofaveni.com.br/>. Acesso em: 08 ago. 2025.

WAGNER, Yasmim da Fonseca. Avanços tecnológicos no processamento do cacau e derivados. *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 1, p. 90–101, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/201001666>. Acesso em: 08 ago. 2025.

YANG, J. et al. Dark chocolate intake and cardiovascular diseases: a Mendelian randomization study. *Scientific Reports*, v. 14, p. 968, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-50351-6>. Acesso em: 08 ago. 2025.