

Andressa Carolina Jacques
Josiane Freitas Chim

Tecnologia de Cacau e Chocolate



Andressa Carolina Jacques
Josiane Freitas Chim

Tecnologia de
**Cacau e
Chocolate**

Canoas
2025



Tecnologia de cacau e chocolate

© 2025 Mérida Publishers

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-38-1>

Autores

Andressa Carolina Jacques

Josiane Freitas Chim

Revisora

Rosane da Silva Rodrigues

Adaptação da capa e desenho gráfico

Luis Miguel Guzmán



Canoas - RS - Brasil

contact@meridapublishers.com

www.meridapublishers.com

Todos os direitos autorais pertencem a Mérida Publishers. A reprodução total ou parcial dos trabalhos publicados, é permitida desde que sejam atribuídos créditos aos autores.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

T255

Tecnologia de cacau e chocolate [livro eletrônico] / organização de Josiane Freitas Chim, Andressa Carolina Jacques. – 1. ed. – Canoas, RS : Mérida Publishers, 2025.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-84548-38-1

1. Cacau – Processamento. 2. Chocolate – Produção. 3. Tecnologia de alimentos. 4. Indústria alimentícia. I. Chim, Josiane Freitas. II. Jacques, Andressa Carolina. III. Título.

CDD 664.6

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Autores

Prof^a. Dr^a. Andressa Carolina Jacques

Eng^a de Alimentos (Furg – RS), MSc. e Dra. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Pós- Doc em Ciência e Tecnologia de Alimentos (UFPeI – RS).
Professor Associado da Universidade Federal do Pampa - Campus Bagé - RS

Prof^a Dr^a. Josiane Freitas Chim

Bacharel em Química de Alimentos, MSc. e Dra. em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPeI – RS).
Professor Titular do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Campus Capão do Leão – RS

Revisora

Prof^a Dr^a Rosane da Silva Rodrigues

Eng^a. Agrônoma. MSc. Em Ciência e Tecnologia Agroindustrial (UFPeI – RS), Dra. em Tecnologia de Alimentos (Unicamp – SP).
Professora Titular aposentada do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas – Campus Capão do Leão – RS.

Índice

INTRODUÇÃO	6
Josiane Freitas Chim	
CAPÍTULO 1	7
Cacau – matéria-prima do chocolate	
Josiane Freitas Chim	
CAPÍTULO 2	21
Ingredientes do chocolate	
Andressa Carolina Jacques	
CAPÍTULO 3	31
Tecnologia do chocolate	
Josiane Freitas Chim	
CAPÍTULO 4	41
Química e valor nutricional do cacau e chocolate	
Andressa Carolina Jacques	
TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49

INTRODUÇÃO

Josiane Freitas Chim

O cacau é um fruto originário da planta *Theobroma cacao* L., do grego *Theo* (Deus) e *broma* (alimento), sendo sua árvore, o cacaueiro, cultivada pelos astecas do México, muito antes da chegada dos europeus. As sementes/amêndoas do fruto de cacau eram utilizadas como moeda e também serviam para elaboração de bebida chamada *chocolatl*, de onde provêm o nome do seu principal produto, o chocolate.

Do México a cultura do cacaueiro se expandiu para os outros países da América sob domínio espanhol. Com a valorização do cacau, o cultivo generalizou-se em várias regiões da América Central, do Sul, Ásia e África.

Atualmente o cacaueiro é cultivado no Brasil, na América Central, na Venezuela, no Equador, na África (Gana e Nigéria), no Ceilão e em Java. No Brasil, o cacau adaptou-se perfeitamente ao clima e solos do Sul da Bahia, trazendo muita prosperidade para a região de Ilhéus, constituindo-se num dos pilares fundamentais para o enriquecimento de muitas famílias de cacaucultores, contribuindo em muito para o desenvolvimento regional.

Do fruto de cacaueiro obtêm-se as amêndoas, as quais são a principal matéria-prima para a fabricação do chocolate e de outros produtos como cacau em pó, massa de cacau, manteiga de cacau, demonstrando a importância da cultura para a economia do país.

O chocolate é um dos doces mais consumidos no mundo que, além de propiciar uma sensação de bem-estar e apresentar potencial capacidade antioxidante pela presença de compostos bioativos em sua composição, representa significativa fonte econômica considerando a cadeia de plantio, cura e beneficiamento do cacau até a tecnologia de transformação em chocolate.

Este livro tem por objetivo fazer um compilado de informações sobre a tecnologia de cacau e chocolate, no sentido de fornecer informações a estudantes e profissionais da área de ciência e tecnologia de alimentos, buscando disseminação do conhecimento para a diminuição de custos de produção e melhor inclusão no mercado nacional e internacional.

CAPÍTULO 1

Cacau – matéria-prima do chocolate

Josiane Freitas Chim

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-38-1.c1>

1. Histórico

A origem do chocolate remonta a 1.500 a.C. e segundo estudos históricos a civilização Olmeca foi a primeira a aproveitar o fruto do cacauieiro. Esta civilização teve origem na antiga cultura pré-colombiana da Mesoamérica que se desenvolveu nas regiões tropicais do centro-sul do atual México durante o pré-clássico. Evidências arqueológicas comprovam que pouco depois os Maias, Toltecas e os Astecas também utilizavam o cacau.

A utilização da árvore do cacau foi iniciada pelos astecas do México antes da chegada dos europeus. Nesta época o cacau era usado como bebida, geralmente acrescida com algum condimento, e era ingerida pelos sacerdotes em rituais religiosos, mas também era considerado um alimento medicinal, capaz de curar várias enfermidades. As amêndoas de cacau eram apreciadas na produção de uma bebida picante chamada *xocolatl* ou *tchocolath* e também como moeda (exemplo, dez amêndoas ou favas de cacau valiam um coelho). Diz-se que o imperador asteca Montezuma bebia cerca de cinquenta jarras diariamente desta bebida, considerada com propriedades afrodisíacas. A bebida era preparada tostando as amêndoas de cacau em vasilhas de barro antes de moê-las entre pedras e a esta era acrescentado água quente e outros ingredientes, estando entre eles o mel e a baunilha até que a bebida adquirisse consistência espumosa.

Uma lenda asteca conta que o Deus da lua roubou uma árvore de cacau da terra dos filhos do sol para presentear seus amigos humanos com a “delícia

dos deuses”. Essa lenda influenciou Linneu, que classificou a planta, denominando-a de *Theobroma cacao*, do grego *Theo* (Deus) e *broma* (alimento).

Os espanhóis quando chegaram ao México em meados de 1519 provaram esta bebida preparada à base de cacau e a levaram para a Europa. Do México também se expandiu para outros países da América sob o domínio espanhol. Historicamente, as primeiras sementes foram levadas por Cristóvão Colombo para a Europa, quando fez sua quarta viagem ao Novo Mundo por volta de 1502, mas teriam passado despercebidas pela corte em meio as outras riquezas que eram trazidas junto. Foram exploradas comercialmente através de Hermán Cortés, quando se deu a conquista do México, mas os espanhóis não prezavam muito a bebida, achando-a fria, gordurosa e amarga. Com o passar dos anos os espanhóis passaram a agregar açúcar e outros adoçantes à bebida tornando-a menos amarga e mais palatável ao gosto europeu. O chocolate ficou então apreciado pela corte espanhola. Hermán Cortés tratou de introduzir o cacau nas Antilhas, no norte do Brasil e na Venezuela. Chegando a ser cultivado na África, em Java e no Ceilão.

Em 1659, sob licença do Rei Luiz XV, nascia a primeira fábrica de chocolates na França com o objetivo de se tornar o fabricante para a aristocracia. Em 1664 foi mencionada na Inglaterra no Diary de pepys, porém era restrita aos mais poderosos. A adição de leite à bebida de chocolate foi registrada mais tarde, em 1727, não sendo conhecida a razão desta adição.

Em 1810, cerca de um terço da produção mundial de cacau garantida pelas colônias da América do Sul, era consumida pelos espanhóis, quase que essencialmente na forma líquida.

Em 1828, na Holanda, Van Houten desenvolveu a técnica de extração da gordura de cacau por compressão da polpa de cacau para separar o conteúdo graxo, conhecido por manteiga de cacau.

A forma sólida do chocolate foi atribuída a Daniel Peters de Vevey, em Genebra, no ano de 1876. Máquinas movidas a força hidráulica permitiam eliminar do chocolate a água extra do leite sem agravar extraordinariamente o gosto, já que os chocolates com conteúdo de umidade superior a 2% são normalmente inaceitáveis, já que tem má qualidade de conservação, assim como

textura inadequada e ao mesmo tempo esta técnica não aumentava significativamente os custos.

Em 1819 foi fundada a primeira fábrica suíça de chocolate e em 1831 o processo artesanal passou para industrial com a instalação de uma grande fábrica.

Com o passar dos anos tem se desenvolvido diferentes formulações de chocolate, com cacau, manteiga de cacau, adicionado ao leite e outras especiarias.

Vários estudos vêm sendo feitos no cacau e no chocolate, comprovando a qualidade energética, nutritiva e atributos funcionais. O cacau é considerado um antioxidante natural, sendo possível melhorar as técnicas de conservação do produto durante períodos maiores de tempo, aumentando a viabilidade e o consumo deste produto. É sabido que estes atributos estão relacionados, entre outros fatores, com a sua região geográfica, espécie, condições climáticas do fruto cacau e tipo de preparo e processamento do chocolate.

Neste contexto, o consumo de chocolate, apesar de seu elevado valor calórico, tem sido recomendado, em quantidades moderadas, pois seus efeitos benéficos a saúde, além das funções nutricionais básicas, vindo demonstrando forte apelo como alimento funcional, contribuindo para a redução do risco de algumas doenças, especialmente o chocolate amargo devido à elevada porcentagem de cacau na sua formulação.

2. Cultura do cacau

O cacaueiro é uma árvore que atinge de 4 a 12 metros de altura e é essencialmente tropical, cultivada em climas com temperatura média acima de 20° C. A produção do fruto é constante em todas as épocas do ano, sendo que no Brasil a época de colheita predomina entre fevereiro e julho, apresentando melhores rendimentos na colheita na época de verão.

São conhecidas três variedades de cacaueiro: Criollo, Foratero e Trinitario. Tais plantas diferem pelo potencial agrônômico, mas também por características morfológicas, com destaque à cor dos cotilédones. Tal aspecto é

importante porque as antocianinas estão envolvidas na produção do sabor característico do cacau. As antocianinas de cor púrpura estão associadas com os sabores mais fortes, mais adstringentes e robustos.

O cacaueiro Criollo, *Theobroma cacao*, Linnaeus, é cultivado na América Central e América do Sul. A planta é sensível às variações climáticas e ao ataque de parasitas, com menor produtividade em relação às demais variedades. O fruto apresenta a forma externa alongada, superfície enrugada e sementes ovais, com cotilédones de cor branca à violeta – pálida. Caracteriza-se por amêndoas de sabor suave e avelanado, com sabor típico de chocolate.

A variedade Forasteiro ou cacau roxo devido aos cotilédones de cor púrpura, *Theobroma leiocarpum*, Bern., é encontrada em países da Ásia e oeste da África; no Brasil é encontrado na Bahia e Amazônia. Apresenta quatro subvariedades (Comum, Pará, Maranhão e Catongo) e é atualmente responsável por cerca de 80% da produção mundial devido a sua maior resistência a pragas e boa produtividade. As amêndoas processadas são menos aromáticas que as da variedade Criollo, e origina um sabor forte, característico de cacau, porém com produção de amargor.

O cacau Trinitário é originário da hibridização das variedades Criollo e Forasteiro, cultivado na Indonésia e Malásia, apresenta maior resistência a pragas que o Forastero. No mesmo fruto apresenta sementes com cotilédones de coloração quase branca até totalmente púrpura. O sabor é frutal, sendo seu chocolate considerado de qualidade intermediária.

O Forasteiro representa a grande maioria do cacau de consumo no mundo atual, por serem mais resistentes e de bom rendimento. Os grãos de Forasteiro são menos aromáticos que o Criollo, ainda que consistem na fabricação principal das colheitas mundiais de cacau de consumo, é considerado o predomínio das plantações da Bahia e produz um forte sabor característico de cacau, porém tem inclinação a produção de amargor.

O Criollo é a variedade que possui os sabores de grão fino, possui sabor suave e avelanado, porém são mais sensíveis às variações climáticas, planta menos vigorosa e ao ataque de parasitas, com menor produção. Cultivados em países da América Central (Venezuela, Colômbia, Equador e Peru).

Há um terceiro grupo, geralmente descrito como Trinitário, que tem dentro do mesmo fruto sementes com cotilédones que vão desde a coloração quase branca até totalmente púrpura, originário da hibridização entre os cacaos Forastero e Criolo. Sendo uma mescla híbrida há grande variação entre as árvores individuais.

Não é surpreendente que o Criollo, sem estas antocianinas, seja um cacau mais suave; o chocolate obtido é mais pardo de sabor agradável a frutos secos e com sabor típico de chocolate.

O valor comercial das variedades de cacau depende da oferta e demanda e ainda de fatores intrínsecos das sementes como: sabor e aroma, conteúdo de manteiga, porcentagem de resíduo.

3. Cacau

O fruto do cacaueiro *Theobroma cacao* L. (e suas variedades) é composto de casca, polpa e sementes ou amêndoas, com tamanho semelhante ao melão (cerca de 25 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro), com relação peso/fruto é de 1:2 sendo que a casca representa 75% do total. A polpa branca mucilaginosa contém 80% de umidade e 15% de monossacarídeos e sobre esta polpa encontram-se dispersas as amêndoas, em quantidade que variam de 20 a 50 unidades e são estas que tem importância comercial para a indústria e medem em média 2 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro. Das sementes ou amêndoa, extrai-se a massa de cacau, de sabor amargo, que é a base para a confecção de chocolate. Para tanto, as amêndoas são fermentadas, secas, torradas e trituradas.

Segundo o Regulamento técnico da amêndoa de cacau, IN Nº 38/2008 (MAPA, 2008), há a classificação em Tipo 1,2 e 3 de acordo com o a porcentagem de tolerância de defeitos e definindo-se padrões de qualidade e porcentagem de umidade que varia de 8 a 9% dependendo da sua classificação.

O fruto é composto de cascam polpa, e amêndoas de cacau, com tamanho semelhante a um melão (25 cm de comprimento x 10 cm de diâmetro).

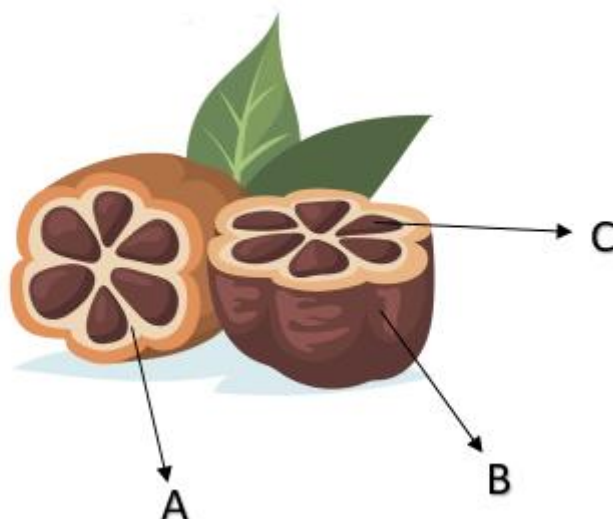


Figura 1. Corte transversal de um fruto de cacau.

Legenda: A– polpa; B - casca; C - amêndoa.

Fonte: freepik.com.

Em nível internacional são estabelecidas várias categorias na qualidade das sementes de cacau:

- Categoria extra: apresenta menos de 4% de grãos em más condições e menos de 1% de grãos germinados ou outros defeitos;
- Categoria primeira: as tolerâncias anteriores se elevam a um 8 e 2%, respectivamente;
- Categoria segunda: as tolerâncias passam a ser de 16 e 4%, respectivamente.

Seus derivados mais importantes são:

- Pasta de cacau: produto obtido pela moagem do cacau descascado por processos mecânicos (moagem de martelos). Deve conter no mínimo 50% de manteiga de cacau.
- Manteiga de cacau: é a fração gordurosa obtida das sementes de cacau ou de outros produtos semi desengordurados derivados da semente de cacau. A manteiga de cacau é a massa sólida que funde a cerca de 29°C, de cor branca ou amarelada, e com aroma e sabor de cacau. A de boa qualidade deve ter acidez inferior a 2%, expressa em ácido oleico.

4. Tecnologia

O processo tecnológico para a produção de cacau e de chocolate envolve etapas de cura e beneficiamento das amêndoas de cacau, seguida da transformação da massa de cacau no chocolate propriamente dito, conforme demonstrado no fluxograma da figura 2. Nesta obra será abordado com detalhamento somente o processo de obtenção do chocolate sólido.

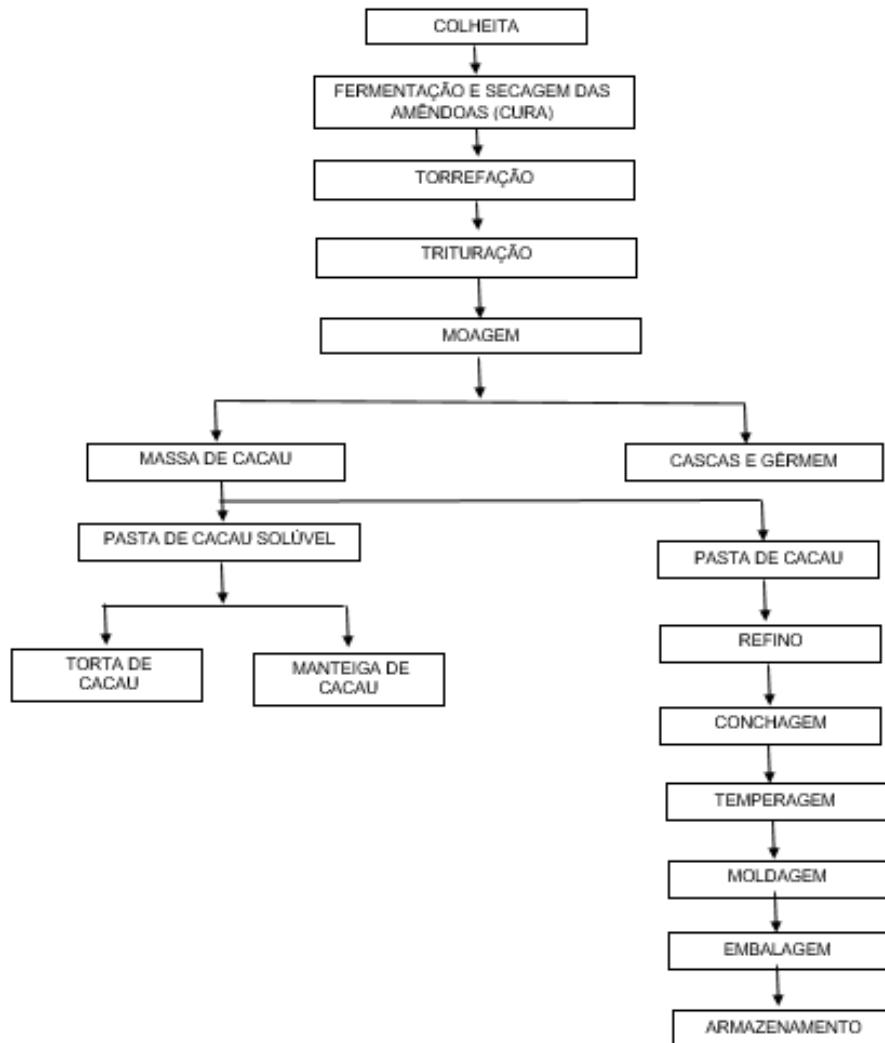


Figura 2. Processo tecnológico de elaboração do chocolate.

4.1. Processamento das amêndoas de cacau

Para a processamento das amêndoas de cacau, existem algumas etapas fundamentais para que se desenvolva as características necessárias de sabor, textura e aroma dos produtos derivados, os quais envolvem a etapa de cura, a

qual engloba as reações de fermentação e secagem, que serão descritas a seguir.

4.2. Cura

Os frutos do cacauzeiro são colhidos geralmente manualmente, cortando o pedúnculo, separados de sujidades como areia, pedras, galhos, etc., cortados em metades e removidas suas sementes ainda no pomar. O grau de maturidade do fruto de cacau é escolhido por indicação visual, onde as variedades de cacau com casca verde ficam amarelas quando maduras, e as variedades com casca vermelha adquirem uma coloração vermelho-escura ou laranja e também por indicação sonora, onde bater levemente na espiga com os dedos e ouvir um som oco indica que a espiga está totalmente madura.

Nesta etapa envolve o corte do fruto ficando este separado em material interno, ou seja, a polpa envolvendo as amêndoas e a casca.

As amêndoas recentemente colhidas apresentam coloração púrpura, sabor amargo, adstringente e sem valor comercial, necessitando passar por processo de beneficiamento (cura). Após a cura as amêndoas apresentam cor marrom característica, sabor e aroma, adquirindo valor comercial.

O processo de cura envolve duas etapas distintas (fermentação e secagem), que tem por objetivo separar as amêndoas da polpa aderida, com características e composição diferentes da amêndoa seca. Esta etapa garante as propriedades físico-químicas, sensoriais e qualitativas; permite o desenvolvimento e manutenção de fatores de desenvolvimento do sabor e aroma do chocolate e o alcance do teor de umidade que garanta a sua conservação.

Este processo de cura envolve basicamente duas etapas:

- Fermentação + reações enzimáticas:
 - Facilita a separação da polpa da amêndoa;
 - Produz os precursores do sabor e aroma característicos.
- Secagem + reações Químicas:
 - Reduz a umidade para facilitar o seu armazenamento;

- Reações químicas estabilizam a cor marrom característica.

A fermentação acontece de diversas formas, mas todas dependem da quantidade de favas frescas com a polpa suficiente para que os microrganismos possam produzir calor, elevando a temperatura e permitindo um limitado acesso de ar entre elas.

Neste processo, as sementes revestidas pela polpa mucilaginosa são empilhadas em caixas, cestos ou sacos de lona, com pequenos orifícios no fundo (cerca de 6 mm de diâmetro) e preferencialmente plásticas, os montões formados devem ter mais ou menos 1 (um) metro de altura e capacidade que varia de 10 Kg à 1,5 ton. A massa é recoberta para reduzir as perdas de calor e evitar o ressecamento excessivo da camada superficial. O material de recobrimento deve permitir aeração para que não se faça uma fermentação estritamente anaeróbica. Este processo é realizado de 3 a 8 dias.

A etapa de fermentação tem como objetivo a destruição do gérmen e ativação de reações químicas e enzimáticas no interior dessas sementes, passando a serem chamadas efetivamente de amêndoas.

A fermentação se inicia, em um processo anaeróbico, quando as leveduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, e bactérias que convertem os açúcares da polpa, rica em monossacarídeos (cerca de 15%) e de alto conteúdo de umidade (80% em média), e proteínas, com pH 3,5 a 3,6 (em ácido cítrico) em álcool etílico, ácido lático e dióxido de carbono, produzindo-se assim as condições iniciais anaeróbicas. Neste processo a polpa vai se desintegrando e há o desprendimento do exsudado, transformando-se em pegajosa e liquefeita, escorrendo pelos orifícios das caixas e liberando as amêndoas. A dessecação parcial das amêndoas em recipientes fechados permite a penetração de ar entre elas, fazendo com que a fermentação se inicie mais ativamente, dando início a etapa da fermentação aeróbica.

As condições inicialmente são anaeróbias e exotérmicas (35-40°C) com produção de álcool etílico, que pode se oxidar liberando ácido acético e CO₂. O próprio álcool produzido irá inibir o crescimento da levedura e servirá como autocontrole do processo fermentativo. Nesta etapa ocorre também a autólise das leveduras liberando as enzimas necessárias para a promover o aroma típico

de chocolate. Nesta etapa as bactérias, naturalmente presentes, começam a oxidar o álcool e ácido acético, e posteriormente a dióxido de carbono e água, produzindo mais calor e a conseguinte elevação da temperatura em mais de 10°C durante as primeiras 24 horas, até em mais de 40°C em uma boa fermentação ativa.

Quando a polpa começa a degradar-se e drenar-se durante o segundo dia de processo, os números de bactérias vão aumentando, produzindo ácido láctico e as bactérias acéticas ficam em condições ligeiramente anaeróbicas oxidando mais ativamente o álcool à ácido acético, quando a temperatura alcança quase 50°C. Durante os poucos dias de uma fermentação normal, a atividade bacteriana continua a baixas condições de aeração progressivamente maiores, já que os restos da drenagem da polpa desaparecem permitindo que o ar se difunda por entre as sementes. As altas temperaturas mantêm-se devido a atividade bacteriana. As trocas mais importantes especialmente a redução de adstringência e o aumento do sabor potencial de chocolate, se produzem nos primeiros dias.

Do segundo até o último dia de fermentação, que leva em média oito dias, deve-se fazer o revolvimento da massa para que a temperatura não ultrapasse os 45°C.

A segunda fase da fermentação é aeróbica, onde atuam acetobactérias: *Acetomonas oxydase* e *Acetobacter aceti*, as quais produzem ácido acético, o qual é facilmente oxidado e libera CO₂ e H₂O. O ácido acético difunde o tegumento das amêndoas tornando-se permeável a ação de enzimas, que atuam principalmente nos compostos fenólicos presentes, como citoquininas e cianidinas, tornando-as mais escuras. Os polifenóis mudam de cor devido ao abaixamento do pH, antocianinas sofrem hidrólise enzimática e aparecem precursores de sabor e aroma devido a ação enzimática. As enzimas atuam sobre as antocianinas hidrolisando-as liberando cianidinas e açúcar, favorecendo também o aparecimento dos precursores do sabor e aroma.

As alterações químicas no interior da amêndoa de cacau dependem da morte das células do cotilédono, então as membranas celulares se degradam e permitem que entrem em contato os diferentes constituintes que estavam separados no tecido vivo.

Ao final do processo fermentativo quando todos os carboidratos são consumidos, os microrganismos passam a usar as proteínas como substrato, convertendo em amônia (NH_3) e reduzindo a qualidade sensorial. Além disso, as proteínas se hidrolisam liberando aminoácidos livres que reagem com os polifenóis. Portanto é importante o controle do processo para a garantia de qualidade das amêndoas que serviram de matéria-prima para o processamento do chocolate.

As amêndoas fermentadas apresentam as seguintes características, em média: umidade de 50-60%, polifenóis 2%, cor marrom intensa e aroma agradável a vinagre.

Terminada a fermentação, que dura em média oito dias, as amêndoas de cacau estão razoavelmente livres da polpa, mas apresentam alto conteúdo e umidade e estão um pouco moles, necessitando, portanto da etapa de secagem.

Em lugares que contém clima razoavelmente seco, parte do processo de secagem pode ser realizado ao sol, consistindo na pré-secagem, onde as amêndoas são espalhadas em um lastro, de madeira ou cimento, o qual possui um telhado que corre sobre trilhos, denominado de barcaças. Forma-se sobre este lastro uma camada uniforme de até 5 cm de amêndoas que são revolvidas constantemente para evitar a formação de aglomerados pelo tempo de aproximadamente 72 horas à 35-40°C. Na sequência, passam pela secagem artificial complementando a remoção da umidade, realizadas em estufas pelo período de 48 horas a 35-40°C.

Neste processo de secagem, as enzimas atuam nas favas e provocam reações químicas estabilizando a cor, sabor e aroma com acidez reduzida. Os polifenóis se condensam formando quinonas e formam-se taninos de grau médio de polimerização solúveis em água.

Ocorre também à formação de flavofenos (oxidação e condensação), taninos condensados, insolúveis em água, de cor escura, responsáveis pela cor do cacau fermentado e seco.

O sabor adstringente é devido a formação de complexos insolúveis entre os polifenóis e proteínas. Polifenóis oxidados reagem com proteínas, aminoácidos, produzindo uma desaminação oxidativa (α -cetoácidos)

intermediários na síntese de precursores do sabor. Peptídeos e aminoácidos livres também sofrem reação de Maillard.

Este processo de secagem pode ser feito por dois processos: natural ou artificial.

Na secagem ao natural, as amêndoas fermentadas, com umidade inicial de 50-55%, são expostas ao sol em plataformas com cobertura (barcaças) ou em bandejas. Este processo dura de 4 a 5 dias em temperaturas ambientes médias de 35-40°C. É necessário o revolvimento da massa das amêndoas para evitar aglomerados e é importante a espessura de amêndoas de cacau que são expostas, as quais não deve ultrapassar 5 cm, para não dificultar a transferência de vapor de água das amêndoas de cacau para o ambiente.

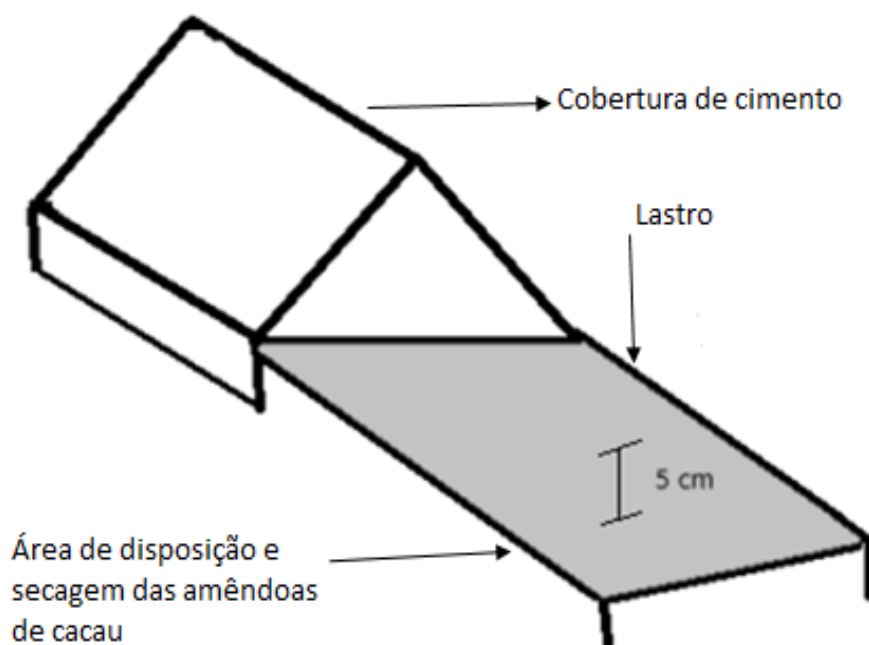


Figura 3. Esquema simplificado da barcaça utilizada para secagem.

Ao final deste processo a amêndoa fermentada e seca apresenta conteúdo de umidade em torno de 7%, lipídeos 30-50%, proteína 8-9%, cinzas 4-5% e carboidratos 25-30%.

4.3. Beneficiamento

As amêndoas fermentadas e secas passam pelo processo de torrefação, semelhante ao café, etapa que converte os grânulos em matéria-prima para o chocolate e etapa importante para o desenvolvimento do aroma.

Após a limpeza, as amêndoas passam por um torrefador à temperatura de 120°C por 15 minutos a 2 horas dependendo da variedade, e reduz o teor de umidade de 8% para 3%, por processo de secagem em contracorrente. Esta etapa serve como catalisador de aromas, redução do sabor adstringente e estabilização da cor por complementação da reação de Maillard. As amêndoas perdem água e traços de ácido acético por evaporação. Ao final do processo as amêndoas apresentam umidade final de 2,5%, conforme mostra a figura 6.

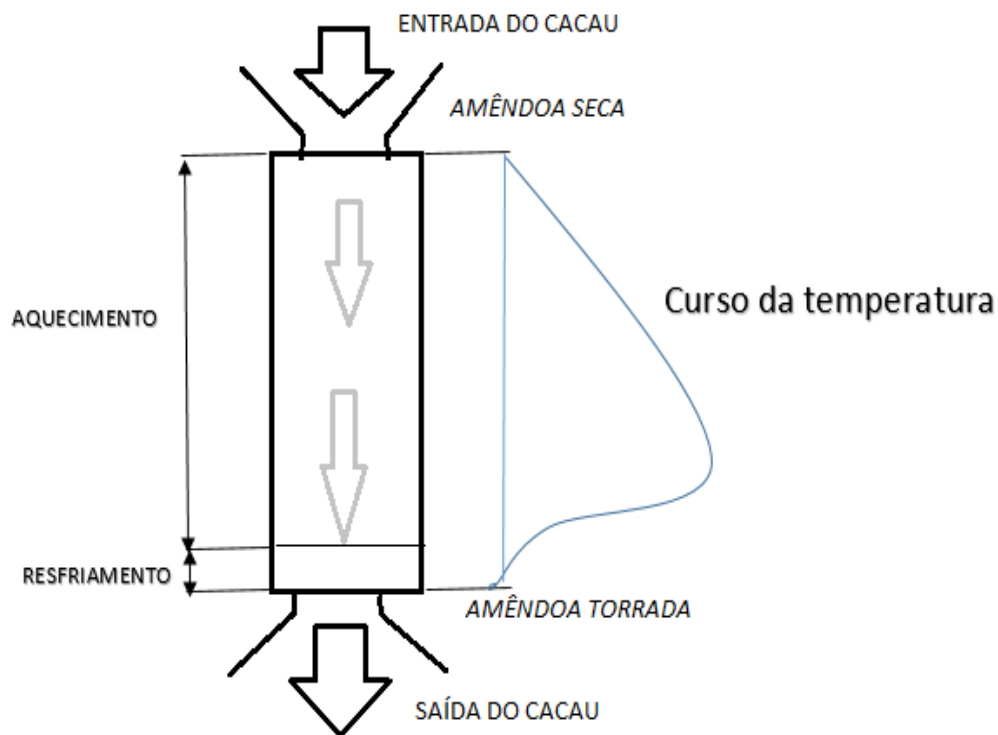


Figura 4. Esquema de funcionamento de um torrefador de amêndoas de cacau.

As amêndoas torradas são trituradas para a separação do gérmen e casca, liberando os cotilédones, chamados de “nibs”, através de processo que utiliza a ventilação para a retirada da casca pelo ar por sopramento ou sucção.

Os “nibs” sofrem moagem em moinho de martelos até a obtenção de uma pasta fluída, a qual segue por dois caminhos distintos:

- Pasta de cacau solúvel: neste processo os grãos moídos são solubilizados e prensados, liberando dois tipos de produtos: a manteiga de cacau e a torta de cacau, matérias-primas para a produção de chocolate;
- Pasta de cacau *Kibbled*: massa de cacau que não sofreu solubilização é misturada com manteiga de cacau, leite, açúcares entre outros ingredientes passam por processo de amassamento (60°C por 3 horas) dando origem ao chocolate.

Durante o processo de prensagem para a remoção da manteiga de cacau, a massa de cacau fluída passa por prensagem hidráulica com sistema de ar aquecido e posteriormente a manteiga é filtrada, centrifugada e desodorizada.

A torta resultante da prensagem passa por moinhos que a pulverizam transformando-a em pó de cacau. Nesta etapa pode-se adicionar carbonato de potássio para neutralizar a acidez e agentes tensoativos para melhorar a capacidade de solubilidade.

CAPÍTULO 2

Ingredientes do chocolate

Andressa Carolina Jacques

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-38-1.c2>

Chocolate é o produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau (*Theobroma cacao* L.), massa, pasta ou liquor de cacau, cacau em pó ou manteiga de cacau, com outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Chocolate branco é o produto obtido a partir da mistura de manteiga de cacau com outros ingredientes, podendo apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Destaca-se ainda que a legislação vigente da ANVISA exige no mínimo 25% de sólidos totais de cacau para o chocolate e 20% de manteiga de cacau para o chocolate branco, porém está em tramitação projetos que preveem aumento nesses percentuais. A partir do que preconiza a legislação, a composição do chocolate pode ter diversas variações, porém sempre levando em consideração os percentuais mínimos de sólidos de cacau.

1. Ingredientes, aditivos e suas funcionalidades

1.1. Açúcar

O açúcar obtido diretamente da cana de açúcar é o mais comum utilizado na fabricação do chocolate, sendo a sacarose um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose em uma molécula de frutose, responsável pelo sabor doce e pelo agente de corpo dos produtos. Os açúcares cumprem funções importantes que vão além de edulcorantes, como agentes de volume, modificadores de textura e sabor, e conservantes. Com a mistura dos demais ingredientes, algumas reações químicas acontecem, como por exemplo a reação de Maillard. Além da sacarose, outros tipos de açúcares são largamente utilizados em função

de suas propriedades como: melhora na solubilidade evitando cristalização, sabor doce agradável, aroma, brilho, maciez e aumento de volume. Dentre eles, destaca-se o xarope de glicose e o açúcar invertido.

O xarope de glicose é obtido a partir de matérias-primas ricas em amido, em especial, de milho, sendo a conversão do amido em xarope de glicose obtida através de hidrólise. O xarope de glicose possui propriedade anticristalizante, por aumentar a solubilidade da sacarose e apresentar polissacarídeos complexos, formados por cadeias longas e que elevam a viscosidade da solução de açúcares, porém seu uso deve ser com cautela, pois altas quantidades de xarope de glicose, pode tornar o chocolate pegajoso e adesivo.

O açúcar líquido invertido é obtido a partir do açúcar líquido sacarose como matéria prima, realizado pela adição de um ácido e calor (hidrólise ácida), ou pela utilização da enzima invertase, causando o rompimento das ligações glicosídicas e liberando as moléculas de frutose e glicose, conforme figura abaixo

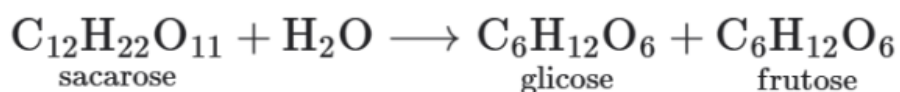


Figura 1. Reação de hidrólise da sacarose e obtenção do açúcar invertido líquido

1.2. Substitutos de açúcares

A estrutura do chocolate está fortemente relacionada à presença de alguns cristais específicos, como o de açúcar, por isso a substituição deverá ser bem avaliada, podendo afetar seu comportamento reológico. A substituição dos açúcares por outros edulcorantes tem sido bastante estudada, visando produzir produtos *diet* em açúcar e não estando apenas relacionada à função doce e sim na modificação de algumas características do produto, contribuindo como agentes de corpo, textura e realçadores de sabor. Consumidores que necessitam consumir produtos onde não haja a presença dos açúcares, procuram produtos que possuam características semelhantes ao convencional. Alguns parâmetros devem ser levados em consideração ao se fazer a

substituição total ou parcial dos açúcares pelos edulcorantes, como por exemplo, o poder adoçante (dulçor) e a quantidade máxima de ingestão diária. Os edulcorantes podem ser classificados em dois grupos: os que possuem calorias (nutritivos) e os que não as possuem (não-nutritivos), sendo considerados aditivos alimentares, devendo ser observadas as normas e legislações vigentes, onde dispõem dos seus respectivos limites máximos.

Dentre os edulcorantes nutritivos mais utilizados pela indústria, têm-se os poliois, que são obtidos por hidrogenação da maltose, lactose, palatinose, glicose e xilose. Apresentam valor energético baixo quando comparados com a sacarose, apresentam pouca ou nenhuma ação insulínica porque são absorvidos lentamente ou de forma incompleta pelo intestino. Dentre os polióis, destacam-se:

Maltitol e Xilitol: considerados adoçantes naturais utilizados na substituição de sacarose em produtos de baixa caloria, tendo um poder de dulçor de 80-95% em relação à sacarose.

Sorbitol: produzido a partir da hidrogenação catalítica da glicose, tendo como característica sensorial a sensação de resfriamento e derretimento na boca, tendo em torno de 60-70% de dulçor em relação à sacarose. Apresenta estabilidade química e térmica, não participando da reação de Maillard. Largamente aplicado nos produtos que tendem ao endurecimento e ressecamento como doces, chocolate e recheios diversos.

Manitol: produzido a partir de hidrogenação catalítica com base no açúcar invertido, onde o resultado é uma mistura de sorbitol e manitol, sendo o manitol separado em uma das etapas do processo. O poder de dulçor do manitol é próximo do sorbitol, entretanto possui alto poder laxativo, não sendo indicado para uso em chocolates.

Isomalte: Produzido quimicamente a partir do açúcar da beterraba, pela conversão enzimática da sacarose em isomaltulose e posterior hidrogenação. Possui pouco poder higroscópico e um poder de dulçor em torno de 35-40% comparado à sacarose. Uma característica importante é seu baixo índice glicêmico e não cariogênico. Muito utilizado em doces com maior dureza, tendo melhores resultados do que combinações com a sacarose e xarope de milho.

Também utilizado como agente de corpo que pode substituir o açúcar na proporção de 1:1, podendo ser combinado com edulcorantes intensos, para se obter o perfil de doçura desejado.

Eritritol: Pode ser encontrado no milho e em algumas frutas, sendo industrialmente produzido por um processo de fermentação da glicose com uma levedura osmófila. Possui um poder de dulçor de aproximadamente 70% comparado ao da sacarose, é metabolizado rapidamente pelo organismo humano e é caracterizado por um efeito de resfriamento e derretimento na boca. Possui estabilidade a altas temperaturas e ampla faixa de pH, sendo utilizado na produção de gomas de mascar, chocolates e confeitos.

Dentre os edulcorantes não nutritivos, que são praticamente nulos em valor energético, mas apresentam intenso poder dulçor, principalmente quando combinados, os mais utilizados pela indústria, são:

Sucralose: Obtida a partir da sacarose, por substituição seletiva de cloro por grupos hidroxila em um núcleo de sacarose, amplamente utilizada em produtos alimentícios com excepcional estabilidade térmica e baixíssimo sabor residual. Possui poder adoçante 600 vezes superior à sacarose, não possuindo calorias e pode ser utilizada por diabéticos e fenilcetonúricos. Devido à molécula ser extremamente estável, não existe reação com produtos químicos, ácidos, estabilizantes, aromas e corantes.

Stevia: Glicosídeo obtido de extrato das folhas de *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni, que apresenta como seu componente o rebaudiosídeo, composto este que fornece um sabor adoçante de 250 a 400 vezes maior que o açúcar comum, porém apresenta um sabor residual amargo leve. Utilizado em produtos de panificação e refrigerantes.

Sacarina: Substância sintética que dispõe de grande poder edulcorante, cerca de 300 vezes mais doce que a sacarose, baixo custo e não é metabolizada pelo organismo, portanto não é calórica. Pode ser utilizada associada a outro adoçante, como o ciclamato para reduzir seu sabor amargo residual quando em solução aquosa.

Ciclamato: Facilmente solúvel e estável em diferentes temperaturas e pH e possui ampla vida de prateleira. Possui poder adoçante em torno de 40 vezes a

mais do que a sacarose, não sendo metabolizado e, associado a sacarina, reduz o gosto amargo residual desta. Estes dois adoçantes são bastante empregados associados em variadas proporções em função do sinergismo proporcionado.

Aspartame: composto pelos aminoácidos ácido aspártico e fenilalanina, sendo contraindicado para indivíduos que possuem fenilcetonúria. Possui com baixíssimo valor energético e tem qualidade de sabor doce muito próximo à da sacarose e pode sofrer hidrólise em altas temperaturas e períodos prolongados de processamento.

Tabela 1. Substitutos da sacarose utilizados na formulação de chocolates

Edulcorante	Dulçor comparado à sacarose	Valor calórico Kcal/g	Ref.
Sorbitol	60%menor	2,5	MOORADIAN et al. (2017)
Xilitol	100%menor	2,4	CHATTOPADHYAY et al. (2014)
Maltitol	75%menor	2,7	CHATTOPADHYAY et al. (2014)
Eritritol	70%menor	0,2	GREMBECKA (2015)
Isomalte	55%menor	2	GREMBECKA (2015)
Stevia	200%maior	0	GOYAL et al. (2010) e NCBI (2022)
Sucralose	600%maior	0	GLÓRIA (2003) e RIBEIRO et al. (2020)
Sacarina	300%maior	0	United States Recommended Daily Allowance (USRDA)
Ciclamato	30%maior	0	United States Recommended Daily Allowance (USRDA)
Aspartame	200%maior	0,4	United States Recommended Daily Allowance (USRDA)

Fonte: Selvasekaran, P. e Chidambaram, R. (2021)

1.3. Manteiga de cacau

A manteiga de cacau é a principal matéria-prima do chocolate responsável pelas características de qualidade do produto final, referente às características sensoriais como dureza, fusão rápida e completa na boca, brilho, contração e rápido desprendimento de sabor. A composição química e as características da manteiga de cacau são fortemente influenciadas pela variedade do cacau e as condições de crescimento, manejo da cultura e temperatura ambiente nos primeiros meses anteriores à colheita. Como consequência existe uma grande variação nas propriedades da manteiga, não apenas entre as variedades, mas também dentro de uma única variedade.

A manteiga de cacau é considerada um subproduto obtido do cacau, sendo a principal fonte de gordura do chocolate, tendo como principais ácidos graxos: o ácido palmítico, o esteárico e o ácido oleico. Este ingrediente é responsável por diversas características do chocolate, como sabor e textura, além da liberação de aroma na boca devido ao rápido derretimento dos cristais de gordura na temperatura corporal. Como a legislação brasileira permite que haja outras fontes de gordura além da manteiga de cacau, muitas indústrias substituem parcialmente essa gordura por outras de origem vegetal, que deixem o produto mais barato, porém, sem as mesmas características sensoriais.

A composição de triacilgliceróis (TAGs) é o principal fator de distinção entre as manteigas de diferentes origens, pois dependendo da origem da manteiga de cacau, a composição de ácidos graxos pode ser diferente, alterando assim a composição de triacilglicerídeos, e como resultado disso, o ponto de fusão, conteúdo de gordura sólida, comportamento de cristalização e consistência da manteiga. Os TAGs da manteiga de cacau são responsáveis pela característica altamente específica do chocolate, ou seja, a estreita faixa de fusão próxima a temperatura corporal humana (32 - 35 °C). Cada TAG terá um ponto de fusão único e estrutura polimórfica relacionada a essa composição específica e com base na composição, o TAG pode ser sólido ou líquido à temperatura ambiente; portanto, a composição dos TAGs é um dos principais fatores que determinam a textura do chocolate e também sua resistência ao *fat bloom* (ocorre devido à migração da gordura para a superfície para a superfície, causado por flutuações de temperatura ou má temperagem).

Abaixo um quadro com os principais ácidos graxos da manteiga de cacau, assim como suas quantidades.

Tabela 2. Composição média em ácidos graxos na manteiga de cacau

Ácidos Graxos	%
Mirístico (C14:0)	0-4,0
Palmítico (C16:0)	24,3 - 33,7
Palmitoleico (C16:1)	0-4,0
Margárico (C17:0)	0,1 - 0,3
Esteárico (C18:0)	30,1 – 40,2
Oleico (C18:1)	26,3 – 36,5
Linoleico (C18:2)	1,7 - 3,5
α -Linoleico	0 - 1,0
Linolênico (C18:3)	0,1 - 0,2
Araquidônico (C20:0)	0,5 – 2,1
Gadoleico (C20:1)	0- 0,10
Behênico (C22:0)	0,1 - 1,0
Lignocérico (C24:0)	0,1 – 0,2

Fonte: Souza, C. S. 2017.

No processo de produção de chocolates, a manteiga de cacau é utilizada sem modificações e/ou fracionamentos, ou apenas desodorizada, sem neutralização e clarificação. Diferente do que ocorre com os demais óleos e gorduras, em sua grande maioria, que são submetidos a diferentes processos de refino como: degomagem, neutralização, branqueamento e desodorização. Apenas para a fabricação de chocolate branco estas etapas comuns a todos os óleos e gorduras são necessárias, pois a manteiga de cacau não refinada neste produto pode causar um sabor desagradável.

Para manipulação adequada e obtenção de boas características sensoriais, o chocolate deve estar derretido passando pelo processo de temperagem. Este processo se faz necessário porque a manteiga de cacau que está presente no chocolate, possui formas cristalinas distintas (polimorfismo),

sendo que cada uma delas possui pontos de fusão diferentes. Diversas são as formas cristalinas apresentadas na manteiga de cacau, porém a forma mais estável é a forma β (beta). Um produto com boas características sensoriais e físicas deve passar pelo processo de pré-cristalização (temperagem), sendo este uma das etapas mais importantes na fabricação do chocolate, responsável por diversas características de qualidade do produto como dureza e quebra à temperatura ambiente (*snap*), rápida e completa fusão na boca, brilho, contração durante o desmolde e rápido desprendimento de aroma e sabor na degustação.

1.4. Gorduras substitutas à manteiga de cacau

Quando uma gordura de composição diferente é adicionada à manteiga de cacau, a forma cristalina da gordura resultante também sofre alteração. Deve ser feito um estudo detalhado para a melhor escolha, devendo considerar alguns parâmetros como: firmeza, contração da massa, fusão, velocidade de solidificação, liberação de aromas, estabilidade à temperatura desejada.

Os substitutos da manteiga de cacau mais comumente utilizados são produtos derivados da hidrogenação e/ou fracionamento de óleos vegetais, principalmente dos óleos de coco, palmiste, palma e soja podendo também ser de origem animal. Algumas nomenclaturas são utilizadas para definir os principais substitutos, como "CBS" (*Cocoa butter substitut*) e "CBE" (*Cocoa butter equivalent*).

Os CBS são gorduras incompatíveis com a manteiga de cacau, com propriedades físico-químicas semelhantes, sendo produzidas com óleo de palmiste ou de côco. O processo utilizado é o de fracionamento, podendo apenas ser utilizada **com o pó de cacau**, e por isso é amplamente utilizada com coberturas sabor chocolate que estão em bolos, sorvetes, panetones e outros alimentos industrializados. Os CBE são gorduras totalmente compatíveis com a manteiga de cacau e similares nas propriedades físico-químicas, sendo muito utilizadas pela indústria. Sua semelhança se dá, pois contêm quase os mesmos ácidos graxos e acilgliceróis da manteiga de cacau.

1.5. Cacau em pó

É o produto obtido da massa, pasta ou liquor de cacau, sendo a parte sólida obtida a partir da prensagem hidráulica da massa de cacau, denominada torta, moída e resfriada a temperatura controlada. No pó de cacau, os atributos mais importantes são a cor e a granulometria do pó, tendo a variação de cor obtida no processo de alcalinização, que proporciona cor mais escura e sabor mais suave. Sendo um sólido de cacau, contribui para textura, cor e sabor, auxiliando nas características de paladar já que o tipo de cacau utilizado e as misturas entre diferentes tipos definem a particularidade para cada tipo de chocolate produzidos.

1.6. Leite em pó e leite condensado

O leite pode ser adicionado no chocolate na forma principalmente de leite em pó ou leite condensado. O leite em pó é aquele obtido por desidratação do leite de vaca, desnatado ou parcialmente desnatado e apto para alimentação humana, com utilização de tecnologia adequada de produção. A adição do leite em pó no chocolate contribui com o valor nutritivo e influencia na viscosidade e textura, além de reduzir a umidade. Já o leite condensado, é um produto obtido através da evaporação parcial da água, com adição de açúcar, contribuindo também com a textura, sabor e aroma.

1.7. Emulsificantes

Ingrediente utilizado para dar volume aos produtos alimentícios, permitindo emulsão entre dois ingredientes que não se misturariam. Com isso, o chocolate ganha maior cremosidade, uniformidade e rendimento, auxiliando na homogeneização entre a gordura e a água, proporcionando melhora na textura e aeração. A lecitina de soja é um dos emulsificantes mais utilizados na produção de chocolate, pertencente a classe dos aditivos conhecidos como tensoativos. Possui uma porção hidrofílica, que se liga à água e aos ingredientes solúveis em água, e uma porção lipofílica que possui afinidade com gorduras e ingredientes insolúveis. A adição da lecitina de soja na elaboração de chocolates auxilia na redução do *fat bloom*. O efeito nas características do chocolate

depende de sua quantidade, já que o excesso pode causar sensações desagradáveis, como por exemplo amargor.

1.8. Aromatizantes

Os aditivos aromatizantes são substâncias ou misturas de substâncias com propriedades odoríferas e ou sápidas, capazes de conferir ou intensificar o aroma e ou sabor dos alimentos e se classificam em naturais ou sintéticos. Com relação a produção de chocolates, os mais amplamente utilizados são vanilina e canela, porém existem diversas variações na elaboração dos chocolates, onde outros ingredientes também podem conferir aroma ao chocolate, como por exemplo a utilização de bebidas como rum ou conhaque, principalmente em trufas, utilização de frutas como laranja, limão, morango, maracujá, abacaxi, uva e coco; além das oleaginosas como amêndoas, nozes e pistache. Também são aplicados condimentos como: menta, hortelã, canela e pimenta.

CAPÍTULO 3

Tecnologia do chocolate

Josiane Freitas Chim

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-38-1.c3>

1. Chocolate

O chocolate é um produto obtido por processo de manufatura adequado a partir da mistura de massa de cacau, açúcar refinado, manteiga de cacau, aromatizantes e emulsificantes, dando origem a um produto homogêneo e essencialmente energético.

Apresenta em sua composição média cerca de 56% de carboidratos, 30% de lipídios (representados principalmente pela manteiga de cacau); 11% de proteína, 2% de cinzas e 0,9% de umidade entre outros elementos traços.

As matérias-primas básicas para sua elaboração, portanto consistem em: massa ou pasta de cacau, leite desidratado em pó, manteiga de cacau, açúcar, polióis, lecitina de soja, aromatizantes, conforme descrito no capítulo 2. O processamento para a fabricação do chocolate segue as etapas descritas no fluxograma da figura 1.

Para o processamento do chocolate primeiramente os ingredientes são dosados e misturados em misturadores rotativos acoplados de raspadores, a base é aquecida (65°C) com serpentina de vapor para melhor homogeneização dos ingredientes por cerca de 16 horas.

A pasta homogeneizada apresenta granulação grosseira e deve ser refinada. No processo de refinação a pasta obtida adquire textura fina necessária de acordo com as características do chocolate fabricado, sendo reduzidas a partículas de 35 a 65 µm.

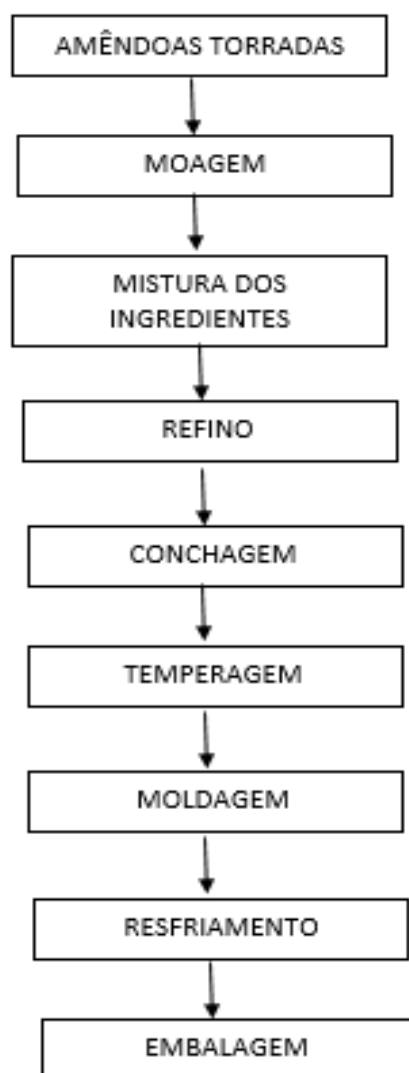


Figura 1. Fluxograma simplificado do processamento do chocolate.

Estes refinadores consistem em cinco rolos com velocidade diferencial de cima para baixo, trabalhando continuamente e mantendo a temperatura em 65°C por alguns segundos. Durante este processo convertem as partículas sólidas da pasta em micropartículas não detectáveis pela boca, sendo a firmeza do produto dependente desta etapa. O produto também adquire propriedades ótimas de fluxo para posterior transformação, reduz custos e quantidade de manteiga de cacau usada.

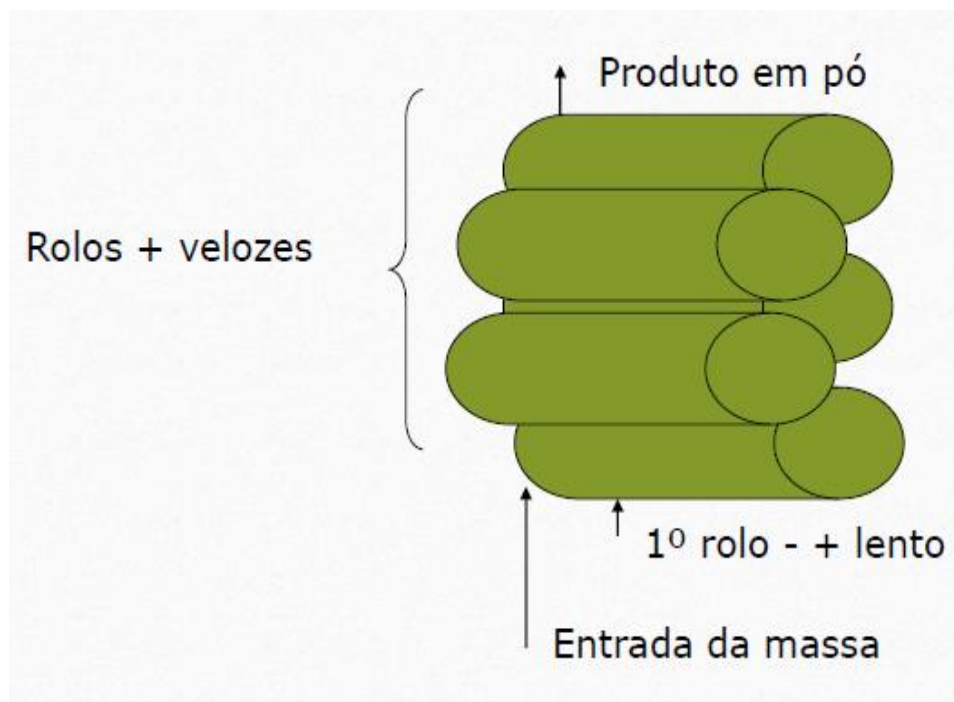


Figura 2. Esquema do processo de refino do chocolate.

A pasta refinada segue para a maturação, que consiste na estabilização em câmara de maturação à 50°C por 24 horas com o objetivo de mesclar a manteiga de cacau com o açúcar, promovendo o recobrimento dos cristais de açúcar com a gordura da manteiga, melhorando o desenvolvimento do sabor do chocolate.

A pasta refinada e maturada segue para a etapa posterior que consiste na conchagem. Neste processo o pó fino da refinagem se fluidifica e perde o sabor indesejável (ácido e adstringente) de certos componentes naturais e intensifica o sabor característico devido a processos químicos e físicos que ocorrem simultaneamente.

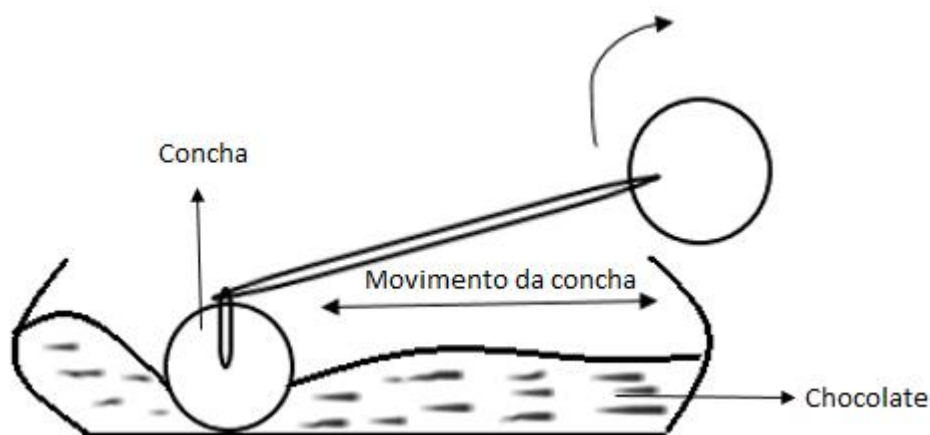


Figura 3. Esquema do processo de conchagem.

Fonte: Adaptado de Beckett, 2009.

Os concheadores são recipientes em forma de concha, com paredes aquecidas com camisa de vapor (46- 70°C), providos de agitadores em forma de pás, que giram lentamente por cerca de 12 a 16 horas. Concheiar abre novas superfícies de partículas que são recobertas com a gordura (manteiga de cacau), melhorando as propriedades de fluidez e sabor do chocolate. O teor de umidade reduz de 1,6% para 0,6- 0,8%, volatilizando substâncias que conferem sabor desagradável (ácido acético e aldeídos).

Na conchagem os ingredientes refinados recebem a adição de gordura e emulsificantes, permitindo com o desenvolvimento do sabor, aroma e textura do chocolate, formando uma massa fluída.

Durante a conchagem ocorre uma série de reações químicas e físicas, como por exemplo, a formação de aminoácidos livres que entram em contato com açúcares redutores que são precursores do sabor e da cor por meio das reações de Maillard. O produto final é fluido, suave, brilhante, possui *flavour* característico, textura fina e dissolve na temperatura da boca (35-36°C), com redução do amargor.

No processo de conchagem há redução no teor de umidade, havendo um abaixamento médio de 1,6% para uma faixa de 0,6-0,8%, acompanhada da perda de componentes voláteis, como ácido acético (redução média de 30%) e de aldeídos de baixo ponto de ebulição (redução acima de 50%).

O tempo e a temperatura de conchagem variam de acordo com a formulação do produto e o tipo de chocolate. Vale ressaltar que quanto maior o tempo e temperatura de conchagem, maior será a intensidade da reação de Maillard.

O tempo, por exemplo pode variar de 6 a 96 horas, ressaltando que quanto maior o tempo de processamento melhores serão as qualidades sensoriais desenvolvidas para o mesmo tipo de formulação de chocolate desenvolvida, devido a redução do conteúdo de umidade, e dispersão dos sólidos na massa fluída de gordura. Ao final do processo se dá a redução final da viscosidade, com a adição do emulsificante.

A temperatura nesta etapa, conforme já foi mencionado, depende do tipo de produto que está sendo desenvolvido. Por exemplo se for chocolate ao leite, a temperatura do concheado não deve ultrapassar 70°C, trabalhando em média na faixa de 40-70°C, podendo causar a desnaturação e queima de proteínas do leite e causando o efeito de “encaroçamento” da massa e aroma à queimado. No caso do chocolate amargo, a temperatura pode variar na faixa de 40 a 80°C.

A conchagem pode ser separada em três fases (LEY, 1994):

- Fase seca: fase onde ocorre o cisalhamento, eliminação de substâncias voláteis indesejáveis, e redução de água por evaporação;
- Fase pastosa: fase onde ocorre efetivamente o desenvolvimento do sabor devido ao aquecimento e cisalhamento, homogeneização, acompanhada pela contínua eliminação de água;
- Fase líquida: devido a agitação intensa ocorre cisalhamento e homogeneização.

Este fluído concheado é bombeado para tanques térmicos (câmaras de maturação) onde permanece à 48°C até a próxima etapa.

A temperagem ou pré-cristalização consiste no processo de resfriamento lento e gradual da massa de chocolate, formando-se cristais de manteiga de cacau, distribuição uniforme da massa (textura homogênea). Este processo se dá pela indução da cristalização parcial dos ácidos graxos que compõem a manteiga de cacau.

A temperagem ou pré-cristalização é o processo pelo qual ocorre uma mudança controlada, gradual e uniforme da temperatura (de 27°- 50°C), com consequente cristalização da manteiga de cacau para sua forma mais estável e aumentando o ponto de fusão do chocolate.

A temperagem correta tem como principais objetivos:

- Garantir ao produto uma secagem e solidificação rápidas;
- Propiciar brilho na sua superfície, maciez e maior durabilidade;
- Induzir a cristalização dos triglicerídeos na forma sua forma mais estável (β), contribuindo para a qualidade do produto;
- Facilitar a desmoldagem;
- Evitar a formação do *fat bloom* no resfriamento e no armazenamento, que é um dos principais defeitos do chocolate;
- Obter um produto final de qualidade com brilho, *snap* (refere-se ao barulho crocante ao morder e textura ideal do chocolate) e fusão na boca.

O defeito designado *fat bloom* é um processo físico que ocorre principalmente durante o armazenamento do chocolate. A aparência esbranquiçada que se forma na superfície do produto se deve a formação de grandes cristais de gordura provenientes da manteiga de cacau. O processo de sua formação não é completamente elucidado, mas está relacionado com as formas polimórficas, mesmo estáveis dos triglicerídeos, que compõem a fração lipídica do chocolate, as quais se fundem e migram da matriz o produto alcançando a superfície, recristalizando de forma gradual e não controlada, causando esta aparência esbranquiçada e com aspecto de envelhecido ao produto. Esta recristalização da gordura está relacionada com a transição polimórfica de uma forma menos estável para uma mais estável.

Vale salientar que a manteiga de cacau, a qual é um dos mais importantes ingredientes na formulação do chocolate e em conjunto com gordura do leite, compõem a fase contínua do chocolate ao leite, no qual se dispersam partículas sólidas de cacau, açúcar e leite. A manteiga de cacau e sua constituição em ácidos graxos é responsável por características importantes na qualidade do produto como: fusão na boca (de forma completa e rápida), brilho, dureza e

quebra à temperatura ambiente, contração (desmolde) e desprendimento de aroma e sabor durante o consumo.

A manteiga de cacau apresenta uma natureza polimórfica e este fato está intimamente ligado à estabilidade e qualidade do chocolate produzido. Este polimorfismo significa que os ácidos graxos que compõem a manteiga de cacau podem cristalizar-se de diferentes formas cristalinas, ou seja, o empacotamento molecular no cristal, com distintos pontos de fusão, dependendo do processo a que é submetido. A cristalização da manteiga de cacau tem início durante a temperagem da massa de chocolate e decorre até o resfriamento.

As formas polimórficas de melhor qualidade são as designadas β , sendo esta a é mais estável frente as oscilações de temperatura, seguida pela forma cristalina β' , de características intermediárias. As formas cristalinas denominadas α e sub α apresentam baixo ponto de fusão e, por consequência, são menos estáveis, reduzindo a qualidade do chocolate e sendo uma das principais causas de defeitos no armazenamento do produto. As velocidades das mudanças polimórficas dependem diretamente da estabilidade relativa das formas cristalinas e das temperaturas a que estão submetidas.

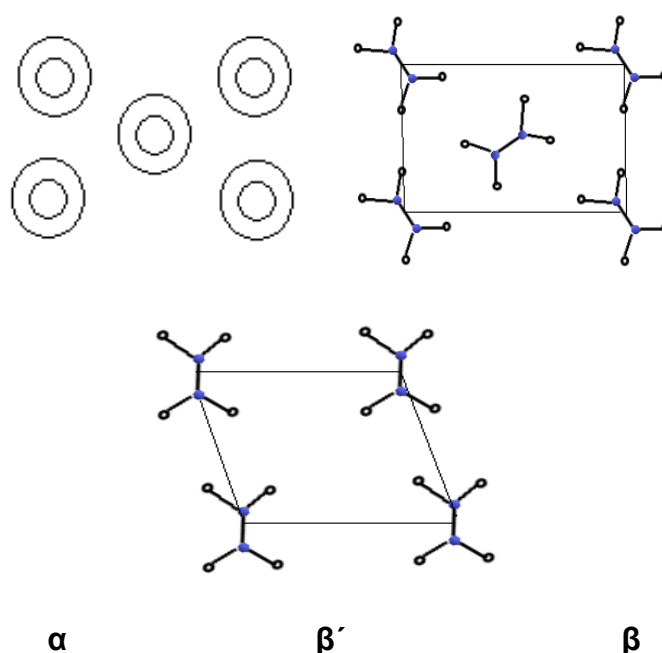


Figura 4. Esquema das diferentes formas polimórficas dos triglicerídeos da manteiga de cacau (empacotamento molecular).

Fonte: Adaptado de Beckett, 2009.

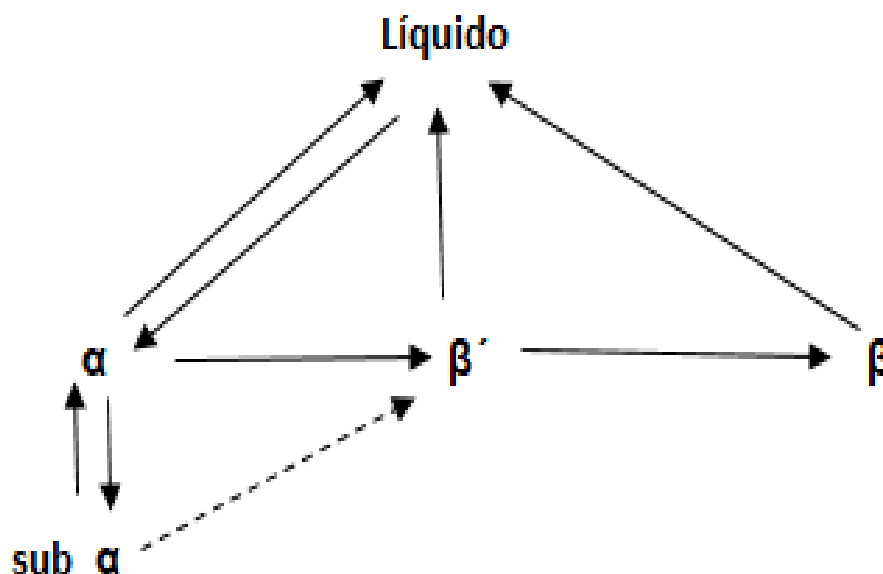


Figura 5. Transições polimórficas dos triglicerídeos na manteiga de cacau.

Fonte: Adaptado de Beckett, 2009.

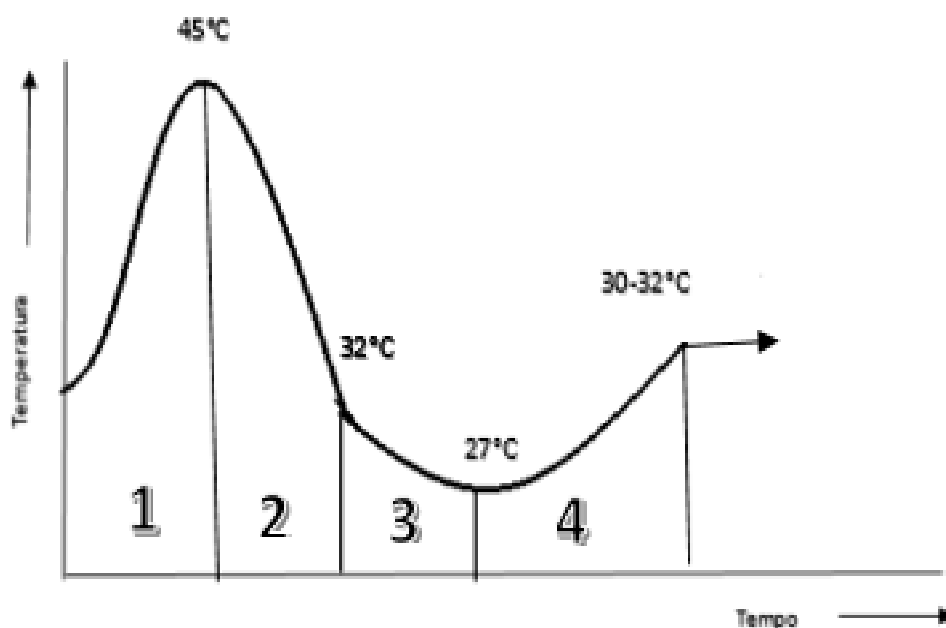
As formas cristalinas menos estáveis são as que têm baixo ponto de fusão e que apresentam a tendência de se converterem em formas mais estáveis, com mais altos pontos de fusão. A mudança de aparência física é resultante do empacotamento molecular dos cristais (polimorfismo), o qual provoca um decréscimo de volume, com contração da matriz de gordura.

Tecnicamente a etapa de temperagem consiste em promover um aquecimento inicial do chocolate a uma temperatura na faixa de 40-45°C, onde ocorrerá a completa fusão da fração lipídica do chocolate, seguida de um resfriamento lento e controlado com movimentação constante da massa para eliminação de calor e ar. Este resfriamento é mantido até que se atinja a temperatura de cristalização/ solidificação adequada para a formação preferencial de cristais estáveis tipo β (PF 35- 43°C) em detrimento aos do tipo α e β' , que são mais instáveis e capazes de se fundir nas temperaturas de armazenamento (25-30°C) causando a formação do defeito “véu branco” ou *fat bloom*, já mencionado anteriormente.

Ao final do processo realiza-se um novo aquecimento para que se fundam as formas polimórficas do tipo α , que são mais instáveis e têm ponto de fusão

mais baixos, permanecendo no produto as formas β mais estáveis. Este aquecimento ainda propicia ao chocolate melhora na sua fluidez, facilitando as etapas seguintes como a moldagem. Esta temperatura de reaquecimento depende do tipo de chocolate que se esteja processando, mas geralmente se trabalha na faixa de 30-32°C.

A cristalização da fase lipídica do chocolate continua durante o resfriamento do chocolate, atingindo cerca de 75% dos cristais no final do processo.



- 1- Aquecimento - todas as formas de cristais de gordura estão fundidas.
- 2- Pré-Resfriamento - nenhum cristal formado.
- 3- Resfriamento - formação de cristais estáveis β e menos estáveis β' .
- 4- Reaquecimento - cristais instáveis fundidos β' , prevalecendo os cristais estáveis β .

Figura 12. Procedimento de pré-cristalização dos lipídios – Intervalo de Kreteur.

Fonte: Adaptado de Beckett, 2009.

O tempo de realização do processo de temperagem na massa de chocolate deve ser suficiente para a formação e multiplicação de formas estáveis dos cristais formados e varia de acordo com o tipo de equipamento e formulação do produto utilizada.

Quando o tempo de temperagem é mais prolongado, aumentam do número de cristais formados com alto ponto de fusão e, portanto, mais estáveis, possibilitando um aumento da temperatura de trabalho. O aquecimento possibilita melhora nas características de fluidez da massa de chocolate mas deve-se ter cuidado para que não haja o derretimento dos cristais estáveis formados.

Outro fator que é relevante na temperagem é referente a velocidade de agitação da massa, ou seja, na taxa de cisalhamento chocolate, que afeta a qualidade da mistura e interfere na taxa de transmissão de calor durante o processo. Uma taxa de cisalhamento muito alta pode provocar calor e isso pode levar ao rompimento de cristais estáveis formados, em contrapartida, um fraco cisalhamento levará à uma baixa taxa transferência de calor e de massa do produto ou até mesmo insuficiente para o processo. Vale ressaltar que, a taxa de cisalhamento dependendo tipo de equipamento utilizado, influenciado por seu desenho industrial e sua velocidade de trabalho.

A massa temperada está pronta para seguir as etapas de moldagem e embalagem do produto. As dosagens de ingredientes usados no processo desenvolverão os tipos de chocolates disponibilizados no mercado. A não utilização da massa de cacau no processo juntamente com a manteiga de cacau, açúcar e aromatizantes dá origem ao chocolate branco.

CAPÍTULO 4

Química e valor nutricional do cacau e chocolate

Andressa Carolina Jacques

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-38-1.c4>

1. Composição química do cacau e chocolate

O cacau é um fruto rico nutricionalmente, sendo seus produtos altamente energéticos e estimulantes. O cacau apresenta quantidades significativas de sais minerais, principalmente cálcio, potássio, fósforo e vitamina E (tocoferóis), contribuindo com o valor nutricional do produto final, chocolate. A composição média do cacau, de acordo com a Tabela de Composição de Alimentos – TACO, pode ser vista na tabela 1.

Tabela 1. Composição química do cacau em pó

Composição	Conteúdo
Umidade (%)	79,2
Gorduras total (%)	0,1
Carboidratos (%)	19,4
Fibras (%)	0,3
Proteínas (%)	1
Cálcio (%)	12
Potássio (%)	72
Fósforo (%)	9
Valor calórico (Kcal)	74

Fonte: Tabela de composição de alimentos, 2011

As amêndoas de cacau não fermentadas contêm altas quantidades de sacarose, representando em torno de 90% do total de carboidratos e quantidades traços de frutose, sorbitol, manitol e inositol. Contêm quantidades

expressivas de proteínas de alta digestibilidade e alto valor nutricional formada por aminoácidos essenciais como: ácido glutâmico (158 mg g⁻¹ proteína), aspártico (89 mg g⁻¹ proteína), treonina (36 mg g⁻¹ proteína), lisina (54 mg g⁻¹ proteína) entre outros.

Além dos compostos resultantes do metabolismo primário, têm-se ainda diversas pesquisas realizadas com cacau, onde já foram identificados mais de 300 compostos oriundos do metabolismo especial da planta, como por exemplo os compostos fenólicos. Os principais compostos fenólicos encontrados nas sementes de cacau fazem parte das classes dos taninos e dos flavonoides. Os flavonoides presentes incluem flavanóis, flavonóis, antocianinas, flavonas e flavanonas. Entre estes, os flavanóis são os mais abundantes, sendo a (+)catequina e a (-)epicatequina os principais representantes. A (-) epicatequina tem sido reportada como o principal flavanol monomérico do cacau, representando aproximadamente 35% do conteúdo total dos fenólicos. As sementes do cacau também contêm uma série complexa de procianidinas, formadas a partir da condensação de unidades individuais de catequinas ou epicatequinas, chamadas monômeros, por isso, são também conhecidas como taninos condensados.

Outro composto presente no chocolate, oriundo do cacau, é a teobromina. Este composto é um alcaloide presente no produto acabado, que confere sabor amargo 1,5 vezes a mais do que a cafeína. A teobromina está presente no grão em grande quantidade em combinação química com taninos ou glicosídeos.

Com relação à formação de sabor, destaca-se a presença de compostos voláteis e não voláteis, já que a formação do sabor ocorre principalmente pelas sensações que o aroma e o gosto provocam, que podem ser relacionados a presença dos compostos voláteis e compostos não voláteis. A sensação de sabor é atribuída à presença dos compostos não voláteis nos alimentos, como os açúcares, sais e ácidos determinando as cinco sensações básicas descritas como doce, salgado, azedo, amargo e umami. Já os compostos voláteis, responsáveis pelo aroma, pertencem a diferentes classes químicas e termolábeis. Abaixo, na Figura 12 estão as estruturas químicas dos principais compostos voláteis do sabor do chocolate, destacando-se que diferentes variedades de cacau utilizados no processamento do chocolate podem exibir

vários sabores específicos, uma vez que a concentração e o caráter sensorial podem variar significativamente.

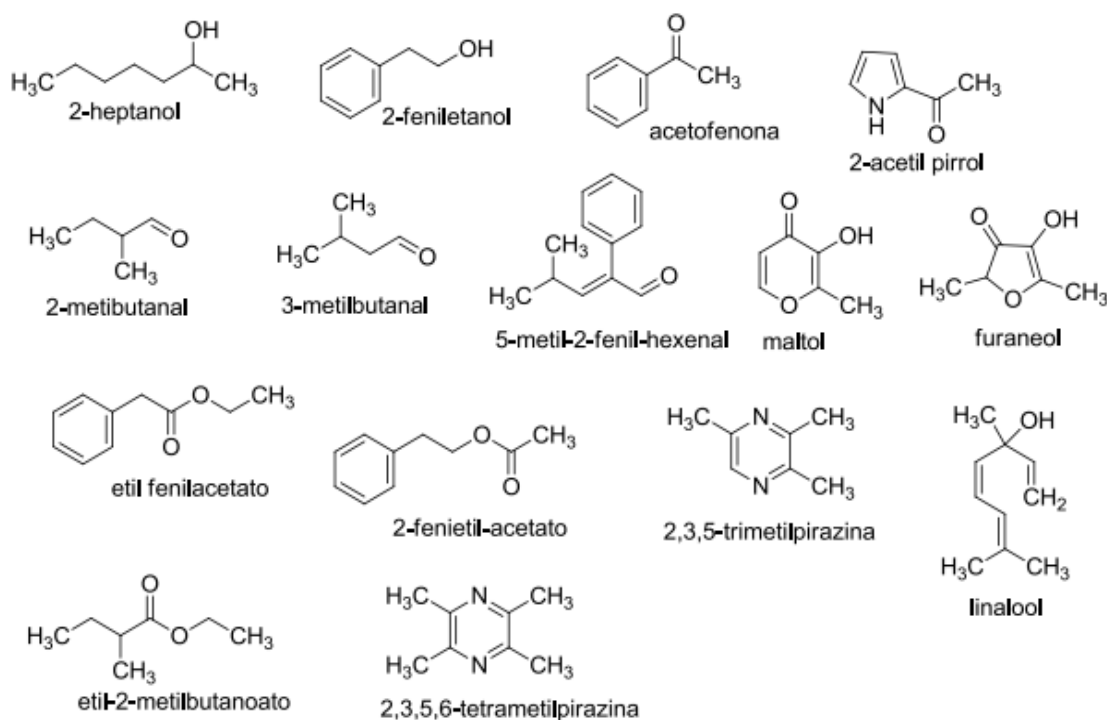


Figura 1. Estrutura química dos principais compostos voláteis do chocolate

Fonte: Aprotosioae, Luca, Moiron, 2016.

Altos teores de álcool, aldeídos e cetonas são desejáveis para a obtenção de chocolates com notas florais e doces e a proporção de linalol e benzaldeído podem ser utilizadas como índice de sabor indicando um perfil aromático que contribui para as qualidades do cacau. Os aldeídos não são apenas componentes de sabor, mas também compostos importantes para a formação de compostos heterocíclicos, como as pirazinas. O composto 5-Metil-2-fenil-2-hexenal exibe uma nota de cacau amargo profundo. Entre as cetonas, a acetofenona destaca-se por apresentar notas doces, florais e a acetoina parece ser um precursor da tetrametilpirazina, um importante componente do sabor do chocolate. Os ésteres são a segunda classe mais importante de voláteis depois das pirazinas. São predominantes os etílicos, ésteres metílicos e acetatos, conferindo um sabor frutado além de serem componentes de aroma típicos (principalmente acetatos) em cacau não torrado e são formados a partir dos aminoácidos.

Diversos estudos vêm sendo realizados acerca das propriedades nutricionais e antioxidantes dos chocolates, destacando-se que o mesmo possui quantidades expressivas de flavonoides, que podem atuar protegendo os tecidos do estresse oxidativo, diminuindo a oxidação das gorduras e auxiliando na melhora do fluxo sanguíneo que pode prevenir o desenvolvimento de problemas cardiovasculares, como a aterosclerose, o infarto e o derrame cerebral.

Vale ressaltar que o **valor calórico e nutricional do chocolate pode variar** de acordo com o tipo de chocolate produzido e a formulação do produto, devendo ser feita uma correta interpretação do rotulo. Destaca-se que o chocolate do tipo meio amargo, por possuir mais cacau e, portanto, mais **compostos bioativos** (como antioxidantes) do que o chocolate ao leite, faz com que ele seja mais saudável quando se avalia a composição nutricional do produto. No entanto, ele também possui um alto índice de gordura, incluindo a **gordura saturada**, por isso a correta interpretação da rotulagem nutricional, é de suma importância. De acordo com o Ministério da Saúde, o consumo de gordura saturada deve ser de no máximo 10% da ingestão calórica do dia. Com base em uma dieta de 2.000 kcal por dia, o valor de gordura precisa estar, no máximo, em 22 g.

A Tabela abaixo indica valores médios encontrados em diferentes literaturas sobre os constituintes das diferentes variações de chocolates

Tabela 2. Alguns dados da informação nutricional, em porção de 25g de chocolate

Componente	Chocolate branco	Chocolate ao leite	Chocolate meio amargo	Chocolate amargo
Valor calórico (Kcal/g)	140	134	127	136
Carboidratos (g/25g)	14	15	14	9,4
Proteínas (g/25g)	1,8	1,2	1,4	2,6
Gorduras saturadas (g/25g)	4,9	4,4	3,9	5,4

Fonte: Adaptado Tabela de composição de alimentos, 2011

Chocolates com teor reduzido em açúcares adicionados, apresentam valores de calorias e carboidratos ligeiramente menores que os tradicionais. Esses mesmos chocolates apresentam valores um pouco maiores de proteínas e lipídios que os chocolates tradicionais.

1.1. Chocolate com reduzido valor calórico

Existe uma tendência crescente do consumo de produtos *diet* e *light* no mercado, devido, principalmente, à postura dos consumidores que estão mais conscientes da direta relação da boa alimentação e saúde. Os chocolates *diet* atendem ao segmento de diabéticos e hipoglicêmicos, já os chocolates *light* se destinam às pessoas propensas à obesidade e às doenças cardiovasculares, causadas por dietas alimentares com altos valores calóricos, ricas em açúcares e gorduras.

Para se obter um chocolate *diet* e *light* com qualidade, é necessário o emprego de ingredientes de baixa caloria, capazes de substituir a sacarose, sem causar prejuízo ao sabor e às características físicas quando comparado ao chocolate tradicional. Estes ingredientes substitutos estão divididos em dois grupos distintos de compostos: os edulcorantes de alta intensidade e os edulcorantes de baixa intensidade, também denominados de agentes de corpo. O segundo grupo de compostos deve apresentar características similares às da sacarose: reposição de sólidos; estabilidade em diferentes condições de pH e temperatura; ausência de sabor residual; contribuir com a coloração e interagir com amidos e proteínas de forma similar aos açúcares.

Os agentes de corpo apresentam diferentes características quando comparados entre si, como exemplos de agentes de corpo existem os poliois, que possuem poder adoçante variável e baixa caloria; os substitutos da sacarose poliméricos (a polidextrose e a inulina), que não possuem poder edulcorante; e a frutose, que é um açúcar natural presente nas frutas. Dentre os monossacarídeos hidrogenados destacam-se o sorbitol, o manitol, o xilitol e o eritritol; e entre os dissacarídeos, o isomalte, o maltitol e o lactitol.

TENDÊNCIAS E INOVAÇÕES

O chocolate movimenta uma cadeia produtiva de grande porte e pode ser produzido com diversos insumos originários do cacau, tendo sua finalização da cadeia quando chega ao mercado para o consumidor final. O Brasil, destaca-se pela produção de cacau em alto padrão de qualidade, sendo o sétimo produtor mundial em termos de quantidade.

No que diz respeito às inovações, a mudança de hábitos alimentares tem ampliado a competitividade entre indústrias na busca de inovação, desde o apelo nutricional até o reconhecimento da necessidade de um refinamento maior do produto final, o que trouxe a geração dos chocolates finos, as opções zero açúcar e com graus de pureza distintos.

Empresas produtoras de chocolate apresentam a tendência de adquirirem amêndoas de cacau de várias partes do mundo e podem prover o líquido de cacau de um único tipo de fava ou misturas de favas diferentes, obtendo “blends” com sabores específicos (variando grãos e método de torrefação) para agradar o paladar de seus consumidores. Outra tendência forte nos últimos anos são as barras de chocolate com sabores diferentes e sua linha de chocolates dietéticos, chocolate sem lactose (substituindo o leite por arroz em pó), o chocolate orgânico e linhas enriquecidas como por exemplo uso de inulina e oligofrutose.

A Legislação Brasileira permite que a manteiga de cacau na produção do chocolate seja substituída por outro tipo de gordura vegetal, esta substituição tem-se tornado interessante para a Indústria devido ao fato de reduzir custos de produção, a incerteza de suprimentos e dependência do mercado flutuante do fruto de cacau. Baseado neste fato, pesquisas recentes nesta área por substitutos da manteiga de cacau, ou seja, de outra fonte vegetal, que mantenha as mesmas características de textura e cristalização do chocolate tradicional pela similaridade da composição química em ácidos graxos.

Ainda sobre inovação na área de chocolates, destaca-se o chocolate rosa que é obtido a partir de espécies de cacaueiros encontradas no Brasil, Equador e Costa do Marfim, tendo dados históricos de que tenha sido descoberto na década de 70, sendo um tipo de cacaueiro de alta produtividade que, apesar de ser relacionado à produção de chocolate de baixa qualidade, possui as maiores

quantidades de polifenóis. Uma empresa anunciou em 2017, sendo tema de anos de desenvolvimento e “batizado” de Chocolate Rubi (Ruby Chocolate). É descrito como tendo um sabor frutado, doce, cremoso e levemente azedo e cerca de 47% de cacau compõe o chocolate, tendo seus detalhes de produção protegidos como segredo industrial, gerando inclusive patente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O chocolate é um produto de boa aceitabilidade comercial e sua qualidade está intimamente ligada a escolha da variedade de cacau e do rigoroso controle de qualidade de todas as etapas de seu processamento. Deve-se atentar também para as condições de armazenamento a fim de manter a qualidade do chocolate.

Os diferentes sabores e usos para o chocolate refletem a história da indústria dos diferentes lugares, tendo seu sabor parcialmente determinado pela química do produto. O sabor depende da liberação dos compostos aromáticos, enquanto que a textura é uma função da maneira como o material se funde e quebra na boca. Muitos chocolates disponíveis no mercado são elaborados com ingredientes similares, porém apresentam diferentes sabores, podendo ser atribuídas às variações no processo, acidez e temperatura, ocasionando variações de aroma e sabor no produto final e por esta razão, as condições de produção do chocolate são mantidas frequentemente em segredo. Os ingredientes utilizados na produção de chocolates e de seus produtos têm importante papel na aceitação pelo consumidor e na apresentação do produto.

O Brasil é um grande produtor de cacau, possui um parque industrial de processamento da amêndoa e é grande produtor das outras duas principais matérias-primas da indústria de chocolate, leite em pó e açúcar e, naturalmente é grande fabricante de chocolate. Além disso, seu grande mercado consumidor se situa entre os cinco maiores do mundo.

REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E.O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; RYAN, A. Flavour Formation and Character in Cocoa and Chocolate: **A Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 48, p. 840-857, 2008.

APROTOSOAIE, A. C.; LUCA, S. V.; MIRON, A. Flavor chemistry of cocoa and cocoa products – An overview. *Food Science and Food Safety*, v. 15, p. 73-91, 2016.

BECKETT, S. T. **Fabricación y utilización industrial del chocolate**. Zaragoza: Acribia, 1994. 432p.

BECKETT, Stephen T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. 4.ed. York: Blackwell Publishing Ltd., 2009. 732 p.

BITTERNBENDER, H.C.; KLING, E. **Making Chocolate from Scratch**. *Food Safety and Technology*, jan. 2009, FST-33. 5p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Visalegis. **Resolução RDC n. 723, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-rdc-n-723-de-1-de-julho-de-2022-413245584>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. **Resolução RDC n.2, de 15 de janeiro de 2007**. Aprova a “Resolução da Diretoria Colegiada que aprova o regulamento técnico sobre aditivos aromatizantes, que consta como anexo da presente Resolução. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.html

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. **Resolução RDC N 18 de 24 de março de 2008**. "Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/rdc0018_24_03_2008.html

CHATTOPADHYAY, S., RAYCHAUDHURI, U., CHAKRABORTY, R. Artificial sweeteners - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v.51, n.4, p. 611–621, 2014.

COHEN, K. de O.; LUCCAS, V.; JACKIX, M. Revisão: temperagem ou pré-cristalização do chocolate. **Braz. J. Food Technol.**, v.7, n.1, p.23-30, jan./jun., 2004.

COHEN, K de O.; JACKIX, M. de N. H. **Efeito do processo de conchagem nas características físicas e químicas do chocolate ao leite e de produtos análogos.** Planaltina/DF: Embrapa Cerrados, 2009. 22p.

COSTA, D.; LANNES, S.C.S. **Substitutos de sacarose em chocolates:** uma revisão. Alimentação, nutrição e cultura. Ponta Grossa/PR: Editora Atena, 2022. 189p.

CUENCA, M.; NAZÁRIO, C.C. **Importância Econômica e Evolução da cultura do cacau no Brasil e na Região dos tabuleiros costeiros da Bahia entre 1990 e 2002.-** Documentos Embrapa nº72. Aracaju: EMBRAPA, dez. 2004. 28p.

FRAUENDORFER, F.; ACHIEBERLE, P. Changes in key Aroma Compounds of Criollo cocoa Beans During Roasting. **J. Agric. Food Chem.**, v. 56, p. 10244-10251, 2008.

GIANOLA, C. **La industria del chocolate, bombones, caramelos y confiteria.** Madrid: Paraninfo, 1977. 273p.

GLÓRIA, M. B. A. Sweeteners | Others. **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**, Belo Horizonte, 2 edition, p. 5695-5702, 2003.

GOMES, C.R.; VISSOTO, F.Z.; FADINI, A.L.; FARIA, E.V. Influência de diferentes agentes de corpo nas características reológicas e sensoriais de chocolates diet em sacarose e light em calorias. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.27, n.3, p. 614-623, jul.-set. 2007.

GOYAL, S.K., SAMSHER, GOYAL, R.K. Stevia (Stevia rebaudiana) a bio-sweetener: a review. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.61, n.1, p.1-10, 2010.

GRANVOGL, M.; BUGAN, S.; SCHIEBERLE, P. Formation of Amines and Aldehydes from Parent Amino acids during thermal Processing of cocoa and Model Systems. New Insights into Pathways of the Strecker Reaction. **Food Chem.** v. 54, p. 1730-1739, 2006.

GREMBECKA, M. Sugar alcohols—their role in the modern world of sweeteners: A review. **European Food Research and Technology**, v.241, n.1, p.1–14, 2015.

GUNSTONE F.D. **Vegetable Oils in Food Technology Composition, Properties and Uses**, Willy-Blackwell, CRC Press, p. 291-343, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **LSPA – Levantamento Sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil** - set. 2010; v. 23, n. 09, p. 1-80 – Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

LAWLER, P.J.; DIMICK, P.S. Crystallization and polymorphism of fats. In: AKOH, C.C.; MIN, D.B. (Ed.). **Food lipids: chemistry, nutrition and biochemistry**. New York: Marcel Dekker, 1998. 816p.

LEY, D. Conching. In: BECKETT, S.T. (Ed.). **Industrial chocolate manufacture and use**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1994, p. 117-138.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dados de Exportação do Agronegócio Brasileiro – TOTAL. Ranking por valores de 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>.

MOORADIAN, A. D., SMITH, M., & TOKUDA, M. The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. **Clinical Nutrition ESPEN**, 18, p. 1–8, 2017.

OETTERER, M.; REGITANO-DÁRCE, M.; SPOTO, M. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612p.

RICHTER, M.; LANNES, S.C. da S. Ingredientes usados na indústria de chocolates. **Rev. Bras. de Ciências Farmacêuticas**, v. 43, n.3, jul./set., p. 357-369, 2007.

ROLLIN, E. **Elaboración de chocolate y bombones**. 2ª Ed. Barcelona: Ed. Sintés, 1964. 151p.

SELVASEKARAN, P.; CHIDAMBARAM, R. Advances in formulation for the production of low-fat, fat-free, low-sugar, and sugar-free chocolates: An overview of the past decade. **Trends in Food Science & Technology**, n.113, p. 315-334. 2021.

SOUZA, A. da S.L. de. **Avaliação da estabilidade térmica e oxidativa de chocolates amargos**. 2010. 109f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2010.

SOUZA, C.S. **Efeito da substituição parcial de manteiga de cacau por gordura CBE no perfil de compostos voláteis de chocolate meio amargo**. 2017. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2017.

SCHUMACKER, A.B.; et al. Development and evaluation of a laboratory scale conch for chocolate production. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, p. 616-622, 2009.

Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO. 4. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p.

TALBOT, G. Chocolate temper. In: Beckett, S. T. (Ed.). **Industrial chocolate manufacture and use**. 2 Ed. London: Champan & Hall, cap. 11 p. 156-166, 1994.



MÉRIDA
PUBLISHERS

www.meridapublishers.com