

## IMPACTO E MITIGAÇÃO DOS HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS (HPAs) EM AMÊNDOS DE CACAU: RISCOS E ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS PARA O SETOR CACAUEIRO SUL BAIANO

### IMPACTS AND MITIGATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHS) IN COCOA BEANS: RISKS, AND SUSTAINABLE STRATEGIES FOR THE COCOA SECTOR IN SOUTH OF BAHIA

Victor Hugo Kaufmann Júnior<sup>1</sup>  
Ana Prudência Assis Magnavita Sampaio<sup>2</sup>

**RESUMO:** Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são compostos orgânicos formados principalmente durante processos térmicos, como a secagem, torrefação e processamento das amêndos de cacau na sua transformação em chocolate. Sua presença representa um risco à saúde humana e um desafio para a sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau. Este estudo tem como objetivo analisar os fatores que influenciam a formação dos HPAs durante o beneficiamento e processamento das amêndos e propor estratégias mitigadoras aplicáveis ao contexto do setor cacaueiro baiano. A pesquisa baseia-se em revisão bibliográfica de estudos e artigos científicos disponíveis. Os resultados indicam que a origem dos HPAs está associada à queima incompleta de biomassa utilizada na secagem, ao contato direto das amêndos com a fumaça e à temperatura excessiva durante o processamento do chocolate. Estratégias como o uso de secadores indiretos, controle térmico e adoção de boas práticas de manejo e fabricação mostraram-se eficazes na redução da contaminação assim como as certificações de qualidade e rastreio, que se mostraram instrumentos importantes no fomento de amêndos de qualidade e segurança alimentar. Conclui-se que a mitigação dos HPAs depende da integração entre tecnologia, capacitação de produtores e políticas públicas voltadas à sustentabilidade da cacaucultura.

4189

**Palavras-chave:** Cacau. HPAs. Secagem. Processamento. Segurança alimentar.

**ABSTRACT:** Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) are organic compounds mainly formed during thermal processes such as drying, roasting, and processing of cocoa beans in their transformation into chocolate. Their presence poses a risk to human health and a challenge to the sustainability of the cocoa production chain. This study aims to analyze the factors that influence PAH formation during the processing of cocoa beans and to propose mitigation strategies applicable to the context of the cocoa sector in Bahia. The research is based on a literature review of available studies and scientific articles. The results indicate that the origin of PAHs is associated with the incomplete combustion of biomass used for drying, direct contact of the beans with smoke, and excessive temperatures during chocolate processing. Strategies such as the use of indirect dryers, thermal control, and the adoption of good manufacturing practices proved effective in reducing contamination, as well as quality and traceability certifications. It is concluded that the mitigation of PAHs depends on the integration of technology, producer training, and public policies aimed at the sustainability of cocoa cultivation.

**Keywords:** Cocoa. PAHs. Drying. Processing. Food safety.

<sup>1</sup> Discente do curso Tecnologia em Produção de Cacau e Chocolate da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

<sup>2</sup> Docente do curso de Biomedicina da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

## I INTRODUÇÃO

O cacau representa uma cultura de grande relevância econômica, social e ambiental para o Brasil, especialmente para a região sul da Bahia (Borges et al., 2020). Entretanto, apesar do potencial e da qualidade reconhecida do cacau baiano, existem desafios tecnológicos e de segurança ainda pouco estudados, dentre os quais se destaca a contaminação por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) (Silva et al., 2021). Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) são compostos orgânicos formados por dois ou mais anéis aromáticos condensados, resultantes principalmente de processos de combustão incompleta de matéria orgânica (WHO, 2010).

Na cadeia produtiva do cacau, duas etapas se destacam como potenciais fontes de HPAs: a secagem, especialmente quando se utiliza lenha diretamente sob as amêndoas ou há contato com fumaça e partículas de fuligem (Medeiros et al., 2020; Azevedo et al., 2019); e o processamento térmico subsequente como torra, conchagem e refino, onde temperaturas elevadas e tempos prolongados podem favorecer a formação desses contaminantes (Purcaro et al., 2013; Nóbrega et al., 2019).

Esses compostos apresentam reconhecida toxicidade, com potencial mutagênico e carcinogênico, sendo monitorados por organismos internacionais como a European Food Safety Authority (EFSA) e a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) (IARC, 2012).

4190

A implementação de boas práticas agrícolas (BPA) e boas práticas de fabricação (BPF) é essencial para prevenir contaminações químicas (FAO, 2016). Isso inclui controle de temperatura, qualidade da lenha, manutenção de equipamentos e capacitação de produtores (Rocha et al., 2021).

Dada a crescente exigência dos mercados internacionais em relação à segurança alimentar, à qualidade e à presença de contaminantes, e considerando que níveis elevados de HPAs podem comprometer a aceitação dos produtos, torna-se essencial investigar esse fenômeno no cenário do cacau baiano e propor medidas pragmáticas de mitigação (EFSA, 2008; European Commission, 2006; Costa et al., 2021).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O Centro de Inovação do Cacau (CIC) realiza, como serviço básico de controle de qualidade de amêndoas, o teste de corte, que consiste na avaliação visual e tátil de amêndoas cortadas longitudinalmente para determinação do grau de fermentação e identificação de

defeitos internos (mofo, fumaça, ardidos, germinação, escurecimento), além da quantificação de amostra para cálculo percentual de defeitos e teor de umidade; esse procedimento é utilizado pelo CIC como primeira triagem para classificar lotes e orientar as ações de beneficiamento (CIC, s.d.).

Complementarmente, o CIC executa um conjunto de análises físico-químicas aplicadas à amêndoa, líquido e derivados, incluindo determinação de umidade, teor de gordura (perfil lipídico), acidez/ pH e índices relacionados à degradação lipídica (ácidos graxos livres), parâmetros estes que permitem avaliar conservação, estabilidade oxidativa e aptidão tecnológica das amêndoas para processamento (CIC, s.d.).

Por fim, o serviço de análise sensorial do CIC combina avaliações por painel treinado e testes de aceitação, realizados em condições controladas (cabines e mesas redondas), com descrição de atributos sensoriais (aroma, sabor, amargor, adstringência) e detecção de defeitos organolépticos importantes — como odor/sabor de fumaça — que, associados às análises físico-químicas e ao teste de corte, resultam no laudo técnico de qualidade emitido ao produtor e à indústria (CIC, s.d.).

A amostragem regulamentada pela Instrução Normativa MAPA nº 38/2008 estabelece que cada lote de cacau em amêndoas deve ser representado por uma amostra composta obtida a partir de sub amostras retiradas de diferentes pontos do volume total, visando garantir representatividade estatística. A norma determina que a amostragem seja realizada com trado ou instrumento equivalente, em profundidades variadas e distribuídas uniformemente no lote. As sub amostras são então homogeneizadas e quarteadas para obtenção da amostra final a ser analisada (BRASIL, 2008).

A classificação do cacau que segue critérios físico-visuais definidos pela IN 38/2008, incluem:

1. Avaliação do Grau de Fermentação (“cut test”) Corte longitudinal de 100 amêndoas para determinação de cores internas, classificando-as em fermentadas, parcialmente fermentadas e não fermentadas (BRASIL, 2008).
2. Determinação de Defeitos A norma lista defeitos como: – mofadas – ardidos – quebradas – germinadas – danificadas por insetos – mofo interno – presença de matérias estranhas cada lote é enquadrado conforme limites máximos permitidos para cada categoria (BRASIL, 2008).

3. Determinação da Umidade A IN 38/2008 define teor máximo de umidade de 8% para cacau comercializado, devendo ser medido por termo balança ou método equivalente validado (BRASIL, 2008).
4. Classificação Comercial por Tipo Após a análise física, o lote é classificado em Tipos 1, 2 ou 3 de acordo com o percentual de defeitos e do grau de fermentação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Fundamentos sobre HPAs: origem, risco e relevância no cacau

Entre os riscos químicos de maior atenção no beneficiamento do cacau estão os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), classe de contaminantes orgânicos lipofílicos formados principalmente por combustão incompleta de biomassa ou por reações térmicas em matrizes orgânicas expostas a altas temperaturas (EFSA, 2008; WHO, 2010). Nos alimentos, HPAs como benzo[a]pireno são amplamente reconhecidos como carcinogênicos e monitorados por organismos internacionais (IARC, 2012; EFSA, 2008).

A monitorização de HPAs é fundamental para garantir conformidade com limites legais. A Comissão Europeia estabelece valores máximos para alimentos gordurosos e derivados do cacau (European Commission, 2006).

4192

#### 3.2 Formação de HPAs durante o beneficiamento: secagem por combustão e torra

Durante o beneficiamento, os HPAs podem se formar especialmente nas etapas de secagem e torrefação, quando há exposição das amêndoas à fumaça e temperaturas elevadas (Azevedo et al., 2019). O tipo de combustível, a temperatura e o tempo influenciam diretamente a concentração desses contaminantes (Moret & Conte, 2000).

A secagem tradicional com fogo direto, comum no sul da Bahia, constitui uma das principais fontes de HPAs, pois a fumaça entra em contato direto com as amêndoas (Silva et al., 2021). O uso de lenha úmida e combustão incompleta aumenta a emissão de partículas orgânicas voláteis (Medeiros et al., 2020).

A torrefação também contribui para a formação de HPAs, especialmente acima de 150 C°, pois a degradação térmica de lipídios e carboidratos gera compostos aromáticos policíclicos em condições de baixa oxigenação (Purcaro et al., 2013). Estudos mostram diferenças claras conforme o método de secagem: secadores indiretos reduzem deposição de compostos da

fumaça, enquanto secagem por combustão direta eleva significativamente os níveis de HPAs (Moura et al., 2017; Azevedo et al., 2019).

### **3.3 Influência da fermentação e do pós-colheita na qualidade e na formação de HPAs**

A qualidade da amêndoa e a segurança do produto final estão diretamente relacionadas às práticas de pós-colheita, especialmente fermentação e secagem (Afoakwa, 2014; Gutiérrez et al., 2025). A fermentação adequada influencia na composição química e na subsequente formação de HPAs durante a secagem (Pereira et al., 2018). Amêndoas mal fermentadas apresentam maior teor de fenólicos e lipídios instáveis, favorecendo a degradação térmica (Souza et al., 2020). Como diversos autores afirmam, a presença de HPAs no chocolate está diretamente relacionada às condições de processamento primário (EFSA, 2008; Nóbrega et al., 2019).

### **3.4 Estratégias tradicionais e tecnológicas para mitigação de HPAs**

Uma estratégia fundamental é o uso de secadores indiretos, que impedem contato entre fumaça e amêndoas (Moura et al., 2017), reduzindo a transferência de compostos da combustão (Costa et al., 2021).

4193

Outra alternativa é a substituição de combustíveis lenhosos por fontes limpas, como gás natural ou energia solar (García-Falcón & Simal-Gándara, 2005). Pesquisas exploram também adsorventes naturais, como carvão ativado, para remover HPAs no processamento (Nascimento et al., 2020). A mitigação envolve ainda: boas práticas agrícolas, controle térmico de torra, manutenção dos equipamentos e certificações que exigem padrões mínimos (FAO, 2016; Costa et al., 2021; Pereira et al., 2023).

### **3.5 Secagem solar e estufas: benefícios, riscos e sustentabilidade**

As estufas solares híbridas emergem como alternativa sustentável, reduzindo tempo e aumentando a uniformidade da secagem (Oliveira et al., 2022; Fudholi et al., 2015; Gutiérrez et al., 2025). Estudos relatam menor carga microbiológica e maior proteção contra contaminantes externos (Sánchez et al., 2017).

Entretanto, riscos como case hardening, dependência climática e falhas de ventilação exigem manejo adequado (Carvalho, 2021; García et al., 2025). Sua eficiência depende de projeto, controle térmico e capacitação técnica (Fudholi et al., 2015).

### 3.6 impactos econômicos, regulatórios e sensoriais da contaminação por fumaça

A presença de HPAs e defeito de fumaça impacta diretamente a competitividade do setor (Silva et al., 2019). O ITC destaca que amêndoas com defeito de fumaça “não devem ser misturadas a lotes de cacau sadio” (ITC, 2023, p. 39).

Segundo Perotti et al. (2020), compostos fenólicos marcadores como 2-metoxyphenol inviabilizam totalmente o uso em chocolate fino. O FCC reforça que beans com defeito smoky não são entregáveis (FCC/CMAA Standards, citado em Guide for the Assessment of Cacao Quality and Flavour, 2023).

### 3.7 Classificação de qualidade: IN 38/2008, IG Cacau Sul Bahia e CIC

A Instrução Normativa MAPA nº 38/2008 define padrões mínimos e admite maior permissividade para defeitos físicos, sem exigir avaliação sensorial nem rastreabilidade (Brasil, MAPA, 2008). Já a Indicação Geográfica Cacau Sul da Bahia adota padrões mais rígidos: limites baixos ou zero para defeitos críticos, fermentação adequada, rastreabilidade de lotes e obrigatoriedade de avaliação sensorial (INPI; Santos; Vilas-Boas; Araújo, 2020). O Centro de Inovação do Cacau (CIC) reforça o padrão de qualidade com laudos que incluem cut test, análises físico-químicas e avaliação sensorial (CIC, 2020).

4194

A comparação crítica evidencia que IG e CIC possuem exigências superiores e orientadas para cacau fino, enquanto a IN 38/2008 se destina à commodity (MAPA, 2008; IG Cacau Sul Bahia, 2018; CIC, 2020).

### 3.8 Processamento térmico: Bean to Bar e Indústria Chocolateira

“O termo bean to bar refere-se a um modelo de produção em que o chocolatier controla todas as etapas, desde a seleção e o processamento das amêndoas de cacau até a fabricação da barra de chocolate, resultando em um produto artesanal, rastreável e com maior expressão sensorial do cacau.” (BURGON; LUCCAS; MILANI; MORGANO, 2023).

As margens de temperatura variam conforme o modelo produtivo. Na indústria, a torra costuma ocorrer entre 120–150 °C, podendo atingir picos (Beckett, 2008; Nóbrega et al., 2019).

No modelo Bean to Bar, as torras são mais baixas (95–125 °C) e a conchagem ocorre entre 45–70 °C, preservando compostos voláteis e reduzindo riscos térmicos (Purcaro et al., 2013; FCC/COEX, 2023; Costa et al., 2021). Temperaturas excessivas favorecem pirólise e formação de HPAs (Purcaro et al., 2013; EFSA, 2008).

### 3.9 Rejeição do cacau sem fermentação e implicações de segurança alimentar

Cacau não fermentado não atende aos requisitos de qualidade para mercados premium, apresentando sabores indesejáveis, maior adstringência e maior risco microbiológico e químico (Afoakwa, 2014; García et al., 2025; ICCO, 2020). Assim, o manejo do pós-colheita é critério essencial para segurança alimentar e exportação (FAO, 2016; ICCO, 2020).

### 3.10 Considerações

A combinação entre secagem indireta, combustíveis limpos, controle térmico rigoroso, boas práticas de fermentação, monitoramento analítico, certificações de origem e capacitação de produtores assegura segurança e valor agregado ao cacau baiano (EMBRAPA, 2020; Costa et al., 2021; Purcaro et al., 2013). Essas ações fortalecem a competitividade e contribuem para os ODS da ONU, especialmente ODS 3 e 12 (United Nations, 2015).

## 4 CONCLUSÃO

A formação de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs) no beneficiamento e processamento do cacau representa um dos principais desafios para a segurança alimentar, a competitividade internacional e para a sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau. Como demonstrado, práticas tradicionais de secagem com fogo direto, uso inadequado de combustíveis lenhosos e falhas na gestão térmica durante a torra e o refino do chocolate são fatores determinantes para a contaminação das amêndoas. Esses riscos são agravados quando o pós-colheita carece de mão de obra qualificada, fermentação adequada, manejo técnico e controle rigoroso das etapas críticas do processo.

Nesse contexto, destaca-se que a mitigação efetiva dos HPAs não depende apenas de avanços tecnológicos, como secadores indiretos, sistemas solares híbridos e controle fino de curvas térmicas, mas também, e sobretudo, do arcabouço normativo e certificador que orienta e regula a qualidade do cacau. Observa-se uma diferença marcante entre os padrões mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa MAPA nº 38/2008 e as exigências mais restritivas presentes na Indicação Geográfica (IG) Cacau Sul da Bahia e nos laudos técnico-sensoriais emitidos pelo Centro de Inovação do Cacau (CIC). Enquanto a normativa federal admite maiores tolerâncias a defeitos físicos e não exige avaliação sensorial nem rastreabilidade aprofundada, a IG e o CIC adotam critérios que favorecem a segurança química e a prevenção



de contaminações, incluindo a eliminação de amêndoas mofadas, ardidas e, sobretudo, com defeitos de fumaça, diretamente associados à presença de HPAs.

Assim, certificações de origem, protocolos de qualidade e sistemas de rastreabilidade tornam-se instrumentos essenciais para orientar boas práticas, fortalecer a governança da cadeia e garantir conformidade com padrões internacionais de segurança. Esses mecanismos não apenas aumentam o valor agregado do cacau baiano, mas também asseguram que produtores adotem procedimentos tecnicamente adequados, reduzindo significativamente a incorporação de HPAs durante o pós-colheita e o processamento térmico.

Conclui-se que o enfrentamento dos HPAs demanda uma abordagem integrada, unindo tecnologia, qualificação técnica e rigor regulatório. A harmonização entre práticas produtivas sustentáveis, certificações de qualidade e exigências legais é fundamental para consolidar o cacau brasileiro, em especial o da Bahia, como referência global em segurança, rastreabilidade e excelência sensorial, características que vão além da sustentabilidade da cadeia produtiva. Dessa forma, políticas públicas, extensão rural e certificações atuam de forma sinérgica, promovendo um sistema produtivo mais seguro, competitivo e alinhado aos princípios de sustentabilidade e saúde pública.

## REFERÊNCIAS

4196

AFOAKWA, E. O. *Cocoa Production and Processing Technology*. CRC Press, 2014.

AZEVEDO, R. S. et al. Evaluation of polycyclic aromatic hydrocarbons in cocoa beans dried by different methods. *Food Chemistry*, v. 287, p. 108–115, 2019.

BECKETT, S. T. *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. 4. ed. Oxford: Blackwell, 2008.

BORGES, F. L. et al. Cacau sustentável: práticas e desafios no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 15, n. 3, p. 123–136, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 24 de junho de 2008. Aprova o Regulamento Técnico da Amêndoa de Cacau. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 25 jun. 2008.

CARVALHO, A. C. Avaliação de sistemas de secagem solar de amêndoas de cacau na região sudeste do Brasil. 2021. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Espírito Santo, 2021.

CENTRO de Inovação do Cacau — CIC. Lista de análises oferecidas pelo CIC (amêndoas, líquido, chocolate). Ilhéus: CIC — PCT Sul, s.d. Disponível em: <https://cic.pctsul.org/lista-de-analises/>. Acesso em: 13 nov. 2025.



CENTRO de Inovação do Cacau — CIC. Serviços de análises de cacau: teste de corte, análises físico-químicas e análise sensorial. Ilhéus: CIC — PCT Sul, s.d. Disponível em: <https://cic.pctsul.org/servicos/>. Acesso em: 13 nov. 2025.

COSTA, M. L. et al. Technological alternatives for reducing PAHs in cocoa processing. *Journal of Food Engineering*, v. 301, p. 110–120, 2021.

EFSA — European Food Safety Authority. Polycyclic aromatic hydrocarbons in food – scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *EFSA Journal*, n. 724, p. 1–114, 2008.

EMBRAPA. Contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos em amêndoas de cacau: causas e soluções. Ilhéus: Embrapa Cacau, 2020.

European Commission. Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, 2006.

FCC / Cocoa of Excellence. Guide for the Assessment of Cacao Quality and Flavour. London/Paris: FCC/COEX, 2023.

FUDHOLI, A. et al. Study on effectiveness of continuous solar dryer integrated with desiccant thermal storage for drying cocoa beans. *Case Studies in Thermal Engineering*, v. 5, 2015.

GARCÍA, M. et al. Unravelling Cocoa Drying Technology: A Comprehensive Review of the Influence on Flavor Formation and Quality. *Foods*, v. 14, n. 10, 2025.

GARCÍA-Falcón, M. S.; Simal-Gándara, J. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoke from different woods and their transfer during traditional smoking into chorizo sausages. *Food Additives and Contaminants*, v. 22, n. 1, p. 1–8, 2005.

GUTIÉRREZ, J. et al. Improving Cocoa Drying Efficiency with a Mixed Forced Convection Solar Dryer in an Equatorial Climate. *Thermo*, 2025.

IARC — International Agency for Research on Cancer. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Chemical Agents and Related Occupations. Lyon: WHO, 2012.

ICCO — International Cocoa Organization. Fine Cocoa Market Report. ICCO, 2020.

International Trade Centre — ITC. Cocoa Trade Practices Guide. Geneva: ITC, 2023.

KIM, J. H.; Park, Y.; Lee, H. Mitigation of PAH formation during roasting of cocoa beans: influence of temperature and airflow. *Food Chemistry*, v. 359, p. 129889, 2021.

MEDEIROS, E. R. et al. Avaliação da contaminação por HPAs na secagem artesanal de cacau. *Revista Ciência Rural*, v. 50, n. 12, e20200145, 2020.

MORET, S.; Cont, L. S. Polycyclic aromatic hydrocarbons in foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 102, n. 11, p. 674–686, 2000.

MOURA, C. A. et al. Drying systems and PAHs reduction in cocoa beans. *Food Control*, v. 78, p. 203–210, 2017.

NASCIMENTO, J. P. et al. Remoção de hidrocarbonetos aromáticos no chocolate por adsorção. *Revista Alimentos e Nutrição*, v. 31, n. 2, e202020, 2020.

NÓBREGA, F. M. et al. Evaluation of PAHs in chocolates and their relation with processing. *Food Control*, v. 98, p. 32–38, 2019.

OLIVEIRA, T. P. et al. Hybrid solar dryers for cocoa beans in tropical regions. *Renewable Energy*, v. 182, p. 947–956, 2022.

PEREIRA, A. L. et al. Influência da fermentação na formação de compostos químicos em amêndoas de cacau. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 22, n. 6, p. 424–430, 2018.

PEREIRA, L. M. et al. Sustentabilidade e qualidade do cacau brasileiro. *Revista de Ciência e Tecnologia em Alimentos*, v. 43, n. 2, p. 99–110, 2023.

PEROTTI, P.; Cordero, C.; Bortolini, c. et al. Cocoa smoky off-flavor: chemical characterization and objective evaluation for quality control. *Food Chemistry*, v. 309, 2020.

BURGON, Vitor Hugo; Luccas, Valdecir; Milani, Raquel Fernanda; Morgano, Marcelo Antonio. *Chocolates “Bean to Bar”: origem, produção e processamento*. Editora Científica, 2023 <https://www.editoracientifica.com.br/articles/code/230613460>.

PURCARO, G. et al. Formation of PAHs during cocoa roasting. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 61, n. 35, p. 8298–8303, 2013.

ROCHA, M. P. et al. Boas práticas de fabricação e qualidade em produtos derivados do cacau. *Revista de Extensão Rural*, v. 28, n. 4, p. 45–58, 2021.

SÁNCHEZ, D. et al. Comparative Study of Solar Drying of Cocoa Beans: Two Methods Used in Colombian Rural Areas. *Chemical Engineering Transactions*, v. 58, p. 337–342, 2017.

SILVA, D. C. et al. Efeitos da secagem artesanal na qualidade e segurança de amêndoas de cacau. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 45, e013321, 2021.

UNITED Nations. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: UN, 2015.

WHO — World Health Organization. *Exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): human health criteria*. Geneva: WHO, 2010.