

Contaminação por Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos e Acrilamidas em amêndoas de cacau (revisão de literatura)

Contamination by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Acrylamides in Cocoa Beans (literature review)

DOI:10.34117/bjdv7n9-388

Recebimento dos originais: 23/08/2021

Aceitação para publicação: 23/09/2021

Salatiel Carriço Matias

Graduando em Engenharia de Alimentos no IF Baiano Campus Uruçuca-BA

Instituição:

Instituto Federal Baiano - IFBAIANO, Campus Uruçuca Endereço: Rua João

Nascimento, s/n -

Centro, Uruçuca - BA, 45680-000

E-mail: matiassalatiel00@gmail.com

Márcio da Silva Souza

Doutorado em biotecnologia industrial

Instituição de atuação atual UFBA/ifbaiano

Endereço completo (pode ser institucional ou pessoal, Ismael Alves 105. Parque

residencial Uruçuca-BA 45680-000

E-mail: souza.marcio@ufba.br

Maria Olímpia Batista de Moraes

Mestre em Engenharia de Alimentos pela UESB

Docente do Instituto Federal Baiano - IFBAIANO, Campus Uruçuca Endereço: Rua

João Nascimento, s/n -

Centro, Uruçuca - BA, 45680-000

E-mail: mariaolimpiamoraes@hotmail.com

Josué Oliveira de Souza

Doutor em Biotecnologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRP

Instituição:

Instituto Federal Baiano - IFBAIANO, Campus Uruçuca Endereço: Rua João

Nascimento, s/n -

Centro, Uruçuca - BA, 45680-000

E-mail: josue.souza@ifbaiano.edu.br

Iasnaia Maria de Carvalho Tavares

Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual Paulista-

UNESP

Instituição de atuação atual: pós doutoranda na Universidade Estadual do Sudoeste da

Bahia-UESB

Endereço completo (pode ser institucional ou pessoal, como preferir): praça primavera,

40, Itapetinga, Bahia, Brasil, CEP 45700-000

E-mail: iasnaiamct@gmail.com

Marcelo Franco

Pós-Doutor pelo departamento de ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras
Campus soane Nazaré de Andrade, Rod. Jorge Amado, Km 16 Salobinho, ilhéus BA
45662-900
E-mail: mfraco@uesc.br

Ivan de Oliveira Pereira

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade de Viçosa - MG Instituição:
Instituto Federal Baiano - IFBAIANO, Campus Uruçuca Endereço: Rua Francisco
Zaidan, 29 parque Residencial Independencia, Uruçuca - BA, 45680-000
E-mail: ivan.pereira@ifbaiano.edu.br

RESUMO

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAS) são compostos com um grande potencial carcinogenico. Nas amêndoas de cacau eles são formados a partir da combustão incompleta, durante o processo de secagem, torra ou pré cozimento das amêndoas. A Comissão Europeia (CE), estabeleceram limites máximos para quatro HPAs prioritários em alguns grupos de alimentos. Para grãos de cacau e produtos de cacau os limites são de 5,0 µg/kg de gordura para o benzo[a]pireno (BaP), e 30,0 µg/kg de gordura para a soma dos quatro HPAs, BaP, benzo[a]antraceno (BaA), benzo[b]fluoranteno (BbF) e criseno (Cri). A acrilamida é formada durante o processamento de alimentos, que utilizam altas temperaturas. Ainda são escassos os conhecimentos sobre todas as ações da substância no corpo humano e qual a quantidade máxima para consumo, porém segundo a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), HPAs e Acrilamida são substancias de grande potencial carcinogenico em humanos e, nessa revisão de literatura, foram apresentadas as possíveis formas de contaminação do cacau e seus derivados.

Palavras-Chaves: Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos, Acrilamida, Torrefação.

ABSTRACT

Polycyclic aromatic hydrocarbons (HPAS) are compounds with a great carcinogenic potential. In cocoa beans they are formed from incomplete combustion, during the process of drying, roasting or pre-cooking the beans. The European Commission (EC) has established maximum limits for four priority HPAs in some food groups. For cocoa beans and cocoa products the limits are 5.0 µg/kg fat for benzo[a]pyrene (BaP), and 30.0 µg/kg fat for the sum of the four HPAs, BaP, benzo [a]anthracene (BaA), benzo[b]fluoranthene (BbF) and chrysene (Cri). Acrylamide is formed during food processing, which uses high temperatures. There is still little knowledge about all the actions of the substance in the human body and what is the maximum amount for consumption, but according to the International Agency for Research on Cancer (IARC), PAHs and Acrylamide are substances with great carcinogenic potential in humans and, in this In a literature review, possible forms of contamination of cocoa and its derivatives were presented.

Keywords: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons, Acrylamide, Roasting.

1 INTRODUÇÃO

O cacau (*Theobroma cacao L.*) é um fruto nobre e tradicional na agricultura brasileira. Sua produção envolve milhares de propriedades no país, localizadas em sua grande parte no sul da Bahia (IBGE, 2019). As indicações geográficas geralmente se destacam por produtos singulares de qualidade diferenciada, com regras transparentes de produção sendo a qualidade, no caso das amêndoas de cacau, definida por parâmetros físicos e sensoriais (DE SOUZA SANTANA, et al. 2020).

O Brasil sempre esteve entre os seis maiores produtores de amêndoa de cacau no mundo e se encontra atualmente em quinto lugar na posição em relação à produção e em relação ao consumo mundial de chocolate. Seu cultivo, comercialização e industrialização têm um papel econômico, social e ecológico importante para o país (ICCO, 2019; IBGE, 2019) (apud ABBALLE, 2019. p. 1).

Durante o processamento do cacau, ele é submetido a diversos processos utilizando calor o que pode levar à formação e presença de acrilamida e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nas amêndoas.

Segundo a WHO – World Health Organization, alimentos crus normalmente não contêm altos níveis de HPAs, mas eles são formada por processamento, torrefação, cozimento ou fritura. Vegetais podem ser contaminados pela deposição de partículas transportadas pelo ar ou pelo crescimento de contaminados solo.

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) formam uma grande classe de diversos compostos orgânicos, cada um deles contendo dois ou mais anéis aromáticos. Humanos são expostos a HPAs através de diferentes caminhos. Para os não fumantes, a principal via de exposição é o consumo de alimentos; para os fumantes a contribuição do tabagismo pode ser significativa (Zelinkova e Wenzl, 2015).

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) são onipresentes poluentes ambientais gerados principalmente durante a combustão incompleta de materiais orgânicos (por exemplo, carvão, petróleo, gasolina e madeira). Predominam as emissões de atividades antropogênicas; no entanto, algumas HPAs no ambiente são originárias de fontes naturais como queima aberta, perdas naturais ou infiltração de depósitos de petróleo ou carvão, e atividades vulcânicas (Abdel-Shafy e Mansour, 2016).

Agências regulamentadoras, como a Comissão Europeia (CE), estabeleceram limites máximos para quatro HPAs prioritários em alguns grupos de alimentos. Para grãos de cacau e produtos de cacau os limites são de 5,0 µg/kg de gordura para o benzo[a]pireno (BaP), e 30,0 µg/kg de gordura para a soma dos quatro HPAs, BaP, benzo[a]antraceno

(BaA), benzo[b]fluoranteno (BbF) e criseno (Cri). Esses quatro HPAs são considerados pela Agência Internacional de Pesquisas do Câncer (IARC) como possivelmente carcinogênicos (BaA, BbF e Cri) e carcinogênico para humanos (BaP) (IARC, 2010; CE, 2011; IARC, 2012).

A acrilamida é um sólido branco e cristalino, com peso molecular 71, estável à temperatura ambiente, solúvel em água, etanol, metanol, dimetil éter e acetona, insolúvel no benzeno (US EPA, 1994). Tal composto é formado quando alguns alimentos são cozidos ou processados em altas temperaturas. A reação é promovida por aquecimento e aumenta com o tempo de aquecimento. Ainda não está claro quais combinações de alimentos componentes estão envolvidos e pode muito bem ser que a situação seja complexa com muitos mecanismos operativo (FAO/WHO, 2002).

A gaseificação é um processo termoquímico que converte um insumo sólido ou líquido em um gás com características basicamente combustíveis, por meio de sua oxidação parcial a temperaturas intermediárias, isto é, temperaturas acima das recomendadas nos processos de pirolise rápida e abaixo das recomendadas nos de combustão (LORA et al, 2009) (apud Rezende, 2012. p. 4).

Obejtiva – se realizar uma revisão de literatura sobre as possíveis formas de contaminação do cacau e seus derivados com HPAs e Acrilamida.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Originado na Bacia Amazônica, o cacauieiro (*Theobroma cacao L.*) é cultivado em regiões tropicais por todo o mundo. O interesse em seu cultivo está aproveitamento de suas sementes (amêndoas) para produção de manteiga de cacau e chocolate (ALVES, 2002).

O beneficiamento do cacau resume-se em cinco etapas de formas bem definidas e diferenciadas. Após a colheita, o cacau é quebrado e suas amêndoas são direcionadas para a fermentação. Em seguida, passa-se para o processo de secagem (geralmente é feita naturalmente à luz solar), onde a umidade das amêndoas deve ser reduzida de 60% para a faixa de 7 a 8%. Após isso, as amêndoas são armazenadas até serem utilizadas na torrefação. (MACEDO, 2017).

Na cadeia produtiva do cacau é gerada uma grande quantidade de resíduo vegetal, que é subaproveitado, e novas tecnologias tem sido estimuladas para utilização e redução destes resíduos, para que o cacau possa ser aproveitado integralmente (Ferrão-Gonzales et al, 2013).

Apenas a semente, que representa aproximadamente 10% do peso das frutas frescas, é usada economicamente na exploração do cacau. Se a proporção de rendimento de sementes secas para casca fresca for considerada 1:10 cada tonelada de sementes secas, são geradas 10 toneladas de casca úmida do fruto, o que representa um sério problema ambiental. (López et al, 1984).

Durante o processamento do cacau algumas etapas, como a secagem e a torração, podem envolver o uso de altas temperaturas, o que pode levar à formação de contaminantes como os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (ZYZELEWICZ et al., 2017; WANDAN et al., 2011; AIKPOKPODION et al., 2013) (apud ABBALLE, 2019. p. 1) e acrilamida, pois, segundo a FAO/WHO, 2002 a acrilamida foi encontrada em certos alimentos que foram cozidos e processados em alta temperaturas, e os níveis de acrilamida aumentam com o tempo de aquecimento. No entanto, os mecanismos de formação da acrilamida nos alimentos são pouco conhecidos.

As características gerais dos HPAs são pontos de fusão e ebulição elevados (portanto são sólidos), baixa pressão de vapor e solubilidade muito baixa. Muitos HPAs têm propriedades tóxicas, mutagênicas e/ou cancerígenas. Os HPAs são solúveis em lipídios e, portanto, prontamente absorvidos do trato gastrointestinal dos mamíferos (Abdel-Shafy e Mansour, 2016).

Os alimentos podem ser contaminados por HPAs que estão presentes no ar, solo ou água, ou durante o processamento e cozimento de alimentos. Os HPAs são contaminantes ambientais onipresentes que são difundidos no ar ligados a partículas. Os seguintes três tipos: pirogênico, petrogênico e biológico são as principais fontes de PAH para o meio ambiente. Em um processo chamado pirólise, HPAs pirogênicos são formados sempre que substâncias orgânicas são expostas a altas temperaturas sob baixas condições de oxigênio ou sem oxigênio (Abdel-Shafy e Mansour, 2016. Zelinkova e Wenzl, 2015).

A *International Agency for Research on Cancer* (IARC) classifica o HPA como uma substância cancerígena que pode potencializar ou gerar o crescimento desordenado de células, considerando que não existe uma dose segura e estabelecendo que a exposição a esta substância deve ser 100% evitada, porém, isso não é possível para muitas substâncias químicas ambientais, como alguns poluentes atmosféricos. No entanto, algumas exposições são tão baixas que atualmente são consideradas aceitáveis pela sociedade.

A legislação Brasileira, tanto do Ministério da Saúde através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), quanto do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ainda não estabeleceram LMT para a maioria dos alimentos passíveis de contaminação por HPAs. O que existe no país são Portarias e Resoluções Normativas da ANVISA que determinam LMT de B(a)P somente para alimentos que passaram por processo de defumação, além da água. Portanto, a Resolução RDC n°2/2007 estabeleceu LMT de 0,03 µg/kg para B(a)P em alimentos defumados – produtos submetidos a fumaça líquida (Brasil, 2005) e a Portaria n°518/2004 juntamente com a Resolução RDC n°274/2005 estabeleceram LMT de 0,7 µg/L em água (SCUSSEL et al, s.d.).

Os riscos associados à acrilamida não são recentes e, provavelmente, a população tem sido exposta a esta substância por algumas gerações. Segundo a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC), acrilamida é classificada como uma substância provavelmente carcinogênica em humanos (grupo 2A) e, além disso, pode ser tóxica ao sistema nervoso e reprodutivo de homens e animais em determinadas doses (IARC, 1994). (apud ARISSETO, 2007 pag. 15)

A acrilamida tem uma potência cancerígena em ratos semelhante à de outros cancerígenos nos alimentos, mas os níveis de ingestão de acrilamida são provavelmente mais elevados. Para humanos, as potências relativas de agentes causadores de câncer em alimentos não são conhecidos. Apenas dados limitados da população humana estão disponíveis para acrilamida e estes não fornecem evidências de risco de câncer por exposição ocupacional (FAO/WHO, 2002).

As medidas que podem ser tomadas pela indústria de alimentos incluem o uso de aquecimento indireto para secar alimentos, mudar para torrefadores que não sejam movidos a carvão (por exemplo, para torrar café e feijão), usando coberturas protetoras (por exemplo, invólucro de celulose) ao fumar alimentos convencionalmente, e garantindo o cumprimento dos limites para HPAs em alimentos aditivos especificados por organismos nacionais e internacionais (WHO – World Health Organization, 1998).

Os danos causados ao meio ambiente e as projeções de sua escassez, ainda neste século, conduzem à busca por fontes de energia que sejam ambientalmente sustentáveis, entre elas, a da biomassa (Rezende, 2012).

Diversas são as formas de aproveitamento de energia da biomassa, a exemplo a combustão - queima direta; pirólise; liquefação; fermentação; biodigestão e gaseificação, as quais podem gerar contaminantes nocivos à saúde (Martin et al., 2011).

Os sistemas de geração de energia para as operações unitárias de beneficiamento e processamento das amêndoas de cacau são fontes de contaminação do produto com compostos presentes na fumaça. Isso pode acontecer tanto para sistemas com aquecimento direto do ar como para sistemas com aquecimento indireto do ar (PEREIRA, 2013).

Wandan, Elleingand e Ndouba (2011) avaliaram o grau de contaminação de benzo(a)pireno nas amêndoas de cacau da Costa do Marfim utilizando três tipos de secagem distintos. Os resultados obtidos mostraram que as amostras secas ao sol não apresentaram contaminação por benzo(a)pireno, entretanto a secagem realizada com fumaça apresentou níveis significativos do composto, chegando até 4218,64 $\mu\text{g}/\text{kg}$. A presença dos HPAs se deve à contaminação inicial das amêndoas de cacau fermentadas e secas, que pode ser proveniente de contaminação ambiental ou da fumaça gerada no processo de secagem com ar quente derivado da combustão de madeira. (ABBALLE, 2019).

GUIZELLINI, G. M. (2020) avaliou o grau de contaminação de 4 HPAs (benzo[a]antraceno (BaA), criseno (Cri), benzo[b]fluoranteno (BbF) e benzo[a]pireno(BaP) em chocolate na cidade de São Paulo, obteve-se faixa de linearidade entre 0,50 e 5,00 $\mu\text{g}.\text{kg}^{-1}$ para os quatros HPAs, porem a soma dos 4 HPAs está a baixo dos limites estabelecidos pelo regulamento da Comunidade Europeia No. 835/2011. A presença dos 4 HPAs prioritários mostrou a importância com programas de monitoramento durante o processamento do cacau.

3 CONCLUSÕES

Considerando-se que o cacau processado e seus derivados podem apresentar-se como fontes de HPAs, acrilamidas e que não há disponibilidade de dados nacionais quanto a essa contaminação, verifica-se a necessidade de estudos relacionados ao processamento das amêndoas de cacau, seus derivados e do chocolate a fim de se determinar os efeitos das condições de processamento nos níveis desses contaminantes e uma maior atenção do Brasil a legislação quanto aos níveis aceitáveis de HPAs e Acrilamida nos alimentos em geral.

REFERÊNCIAS

Abdel-Shafy, H.I. & Mansour, M.S.M. (2016) A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum*, 25, p.107 - 123, 2015

ABBALLE Caroline Efeito do processamento nos níveis de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em amêndoas de cacau e produtos derivado. *ITAL* p. 1 – 60, 2019.

ALVES, S. A. M. Epidemiologia da vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso* (STAHEL) SINGER) em cacauzeiros enxertados em Uruçuca, BA. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba – SP, p 70, 2002.

ARISSETO, Adriana Pavesi. Acrilamida em alimentos: ocorrência, métodos analíticos e estimativas de ingestão. 2007. 145p. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254995>>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

BATISTA, R. R. Rotas de aproveitamento tecnológico de resíduo orgânico agrícola: casca de coco, casca de cacau e casca de café – destinados à geração de energia. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus. 2014. Disponível em: < <http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/11330>>
BARAZARTE, Humberto; SANGRONIS, Elba; UNAI, Emaldi. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *ALAN*, Caracas , v. 58, n. 1, p. 64-70, março 2008 . Disponível em: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222008000100009&lng=es&nrm=iso>. acessado em 11 maio 2021

DE SOUZA SANTANA, Cristiano et al. Influência do período de colheita na qualidade do cacau da Indicação Geográfica Sul da Bahia. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 8295-8306, 2020.

International Agency for Research on Cancer. European Code Against Cancer: 12 ways to reduce your cancer risk [Internet]. 2015. Disponível: <https://cancer-code-europe.iarc.fr/index.php/en/ecac-12-ways/pollutants-recommendation/165-any-safe-dose-of-exposure-to-cancer-causing-chemical-substances>

International Agency for Research on Cancer - IARC (2010) Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Overall evaluation of carcinogenicity. Polynuclear Aromatic Compounds, 35. Lyon: IARC.

International Agency for Research on Cancer - IARC (2012) Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans, Overall evaluation of carcinogenicity. Chemical Agents and Related Occupations, v. 100F. Lyon: IARC

FAO (Food and Agriculture Organization), WHO (World Health Organization). FAO/WHO Consultation on the Health Implications of Acrylamide in Food. Summary

Report, p.25-27 Junho de 2002. Geneva: WHO. Disponível em: <http://www.who.int/fsf/Acrylamide>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

Ferrão-Gonzales, A. D., Vital, A. V. D., Lima, J. M., & Rodrigues, M. B. S. (2013). Desenvolvimento sustentável para o resgate da cultura do cacau baseado no aproveitamento de resíduos. *Interfaces Científicas - Saúde E Ambiente*, 1(2), 41–52.

López AS, Ferreira H, Llamosas A, Romeu A. Apresentar status de utilização de subprodutos de cacau no Brasil. *Rev Theobroma* 1984; 14(4): 271-291.

MACEDO, Albert Santos. Estudo da fluidodinâmica e da secagem do processo do cacau em leite fluidizado. 2016. Relatório final bolsa PIBIC/CNPq. 2017.

Martin, Samuel, Silva, Jadir Nogueira, Machado, Cassio Silva, Zanatta, Fabio Luis e Galvarro, Svetlana F.S. Avaliação energética de gaseificador de biomassa de baixo potencial aliado a um queimador de gás produzido para geração de calor; Avaliação energética de um gaseificador de biomassa de baixa potência, associado a um combustor do gás produzido, para geração de calor. Brasil: N. p., 2011. teia.

GUIZELLI, Maria Glória. Avaliação da presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em chocolates: Exposição ao consumo e implicações a saúde. 2020. Dissertação – Faculdade Publica da USP, São Paulo, 2020.

PINHEIRO, Maria Clara de Oliveira. Avaliação da real exposição a acrilamida por crianças pré-escolares e escolares residentes no município do rio de janeiro. 2017. Programa de pós-graduação em vigilância sanitária instituto nacional de controle de qualidade em saúde fundação osvaldo cruz, Rio de Janeiro, 2017.

REZENDE, Oscar Luiz Teixeira de. Using fuzzy logic to control the temperatures of a set gasifier/combustor of biomasses. 2012. 136 f. Tese (Doutorado em Construções rurais e ambiência; Energia na agricultura; Mecanização agrícola; Processamento de produ) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SÁNCHEZ C.G.; LORA E.S.; GOMES E.O. Gaseificação. In: CORTEZ L.A.B. & LORA E.S. (Org.) Tecnologias de conversão energética da biomassa. Manaus: EDUA/EFEL. p. 255-347. 1997.

SCUSSEL, V. M; GONÇALVES, B.; GARCIA, L. P.; STEIN, S. M. Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, a secagem de grãos préarmazenagem. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. S. d. Disponível em: <110_20143011_23-57-17_7880.PDF (abrapos.org.br)>

TFOUNI, Silvia Amélia Verdiani; VITORINO, Silvia Helena Pereira; TOLEDO, Maria Cecília de Figueiredo. Efeito do processamento na contaminação de cana-de-açúcar e derivados por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 76-82, Mar. 2007. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext HYPERLINK "http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612007000100014&lng=en&nrm=iso"&HYPERLINK"http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000100014&lng=en&nrm=iso"pid=S0101-20612007000100014 HYPERLINK"http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-

20612007000100014&lng=en&nrm=iso"&HYPERLINK"http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000100014&lng=en&nrm=iso"lng=en
HYPERLINK "http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000100014&lng=en&nrm=iso"& HYPERLINK
"http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010120612007000100014&lng=en&nrm=iso"nrm=iso>. Acessado em 16 maio 2021.

US EPA (United States Environmental Protection Agency). Acrylamide, document EPA 749-F-94-005. In: Chemicals in the environment, 1994. Disponível em: http://www.epa.gov/chemfact/f_acryla.txt>. Acesso em: 20 de junho de 2021.

WANDAN, E. N.; ELLEINGAND, E. F.; NDOUBA, A. M. A screening for benzo[a]pyrene in cocoa beans subjected to different drying methods during on farm processing. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, v.3, n. 5, p.3621–3630, 2011.

WHO – World Health Organization. Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Health Criteria*, Geneva, n. 202, 1998.

Zelinkova, Z. & Wenzl, T. (2015) The Occurrence of 16 EPA HPAs in Food – A Review. *Polycyclic Aromatic Compound*, 3, p.248 – 284, 2015.