

Análise físico-química de diferentes resíduos agroindustriais para possível utilização na indústria**Physico-chemical analysis of different agro-industrial residues for its use in the industry**

DOI:10.34117/bjdv6n2-116

Recebimento dos originais: 30/12/2019

Aceitação para publicação: 11/02/2020

Luiza Helena da Silva Martins

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Universidade Federal Rural da Amazônia
Endereço: Avenida Presidente Tancredo Neves, 2501, Terra Firme, Belém, Pará, Brasil
E-mail: luhelemarte@gmail.com

Evelyn Mayumi Hanawa Konagano

Biotechnologista e Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará, Brasil
E-mail: mayumikonagano@gmail.com

Raphael Luiz Lobo da Silva Souza

Mestre em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Federal do Pará
Instituição: Universidade de São Paulo
Endereço: Avenida Bandeirantes, 3900, Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil
E-mail: raphaellobo@usp.br

Alessandra Santos Lopes

Doutora em Tecnologia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas
Instituição: Universidade Federal do Pará
Endereço: Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém, Pará, Brasil
E-mail: alessalopes@ufpa.br

RESUMO

A geração de resíduos na indústria alimentícia a partir do processamento de grãos, frutas e vegetais é muito comum e, em muitos casos, esses resíduos não possuem uma destinação apropriada. Com isso, este trabalho objetivou a avaliação da composição físico-química de diferentes resíduos da agroindústria, a fim de encontrar potencial para a reutilização dos mesmos. Assim, os materiais para este estudo foram: casca do maracujá, caroço de açaí, palha de arroz, casca do fruto do cacau e casca da semente do cacau, os quais foram submetidos às análises de umidade por infravermelho; teor de resíduo mineral fixo total (cinzas), lipídios totais, proteínas totais e pH, mensurados de acordo com o descrito pela AOAC. Com isso, pôde-se observar potenciais distintos em cada matéria-prima para o reaproveitamento dos mesmos, onde a casca do maracujá pode ser utilizada como suplemento alimentar, devido ao alto teor de fibras, descrito na literatura. O caroço do açaí pode ser utilizado na geração de energia, devido ao baixo teor de cinzas, bem como na suplementação alimentar de aves. A palha de arroz pode tanto auxiliar na produção de materiais como cimento e sílica, como na suplementação na ração animal. A casca do fruto do cacau pode auxiliar na nutrição de solos e na

dieta animal e a casca da semente do cacau pode ser utilizada na formulação de meios de cultivo para microrganismos e/ou tecidos vegetais.

Palavras-Chave: resíduos agroindustriais; físico-química; reutilização.

ABSTRACT

The generation of residues in the food industry from the processing of grains, fruits and vegetables is very common and, in many cases, these residues do not have an appropriate destination. With this, this work aimed to evaluate the physico-chemical composition of different residues of the agribusiness, in order to find potential for their reuse. Thus, the materials for this study were: passion fruit peel, açai seed, rice straw, cocoa pod husk and cocoa bean shell, which were subjected to moisture analysis by infrared; total fixed mineral residue content (ashes), total lipids, total proteins and pH, measured according to the description by AOAC. Thus, it was possible to observe different potentials in each raw material for their reuse, where the passion fruit peel can be used as a food supplement, due to the high fiber content, described in the literature. The açai seed can be used in energy generation, due to the low ash content, as well as in poultry food supplementation. Rice straw can both assist in the production of materials such as cement and silica, as well as in supplementation in animal feed. The cocoa pod husk can assist in soil nutrition and animal diet and the cocoa bean shell can be used in the formulation of culture media for microorganisms and/or plant tissues.

Keywords: agro-industrial residues; physico-chemical; reuse.

1 INTRODUÇÃO

As agroindústrias produzem uma quantidade significativa de resíduos ao longo do ano e a maioria deles não são tratados e/ou subutilizados, mas são comumente descartados por queima, despejo ou aterro não planejado (SHARMA et al., 2016). O não tratamento desses resíduos, que podem ter como sua origem, a produção de grãos, frutas e vegetais, pode acarretar em mudanças climáticas, como por exemplo, no aumento do número de gases de efeito estufa (SADH et al., 2018).

O uso de resíduos agroindustriais como matéria-prima, apresenta consequência positiva, uma vez que diminui o impacto ao meio ambiente, pois reutilizando esses subprodutos, há a redução do acúmulo e agrega valor econômico (CARRILLO-NIEVES et al., 2019).

Além disso, os resíduos agroindustriais apresentam grande potencial em diversas aplicações (BANERJEE et al., 2017): diferentes tipos de resíduos de grãos e frutas podem ser usados como antimicrobianos naturais (DELGADO ADÁMEZ et al., 2012; KATALINIĆ et al., 2010); resíduos dos compostos orgânicos representam uma possível fonte para a produção de cogumelos medicinais (JULIAN et al., 2018); podem ser utilizados na fermentação em estado sólido para a fabricação de diferentes produtos, assim como, auxiliam na produção de açúcares fermentáveis (NGUYEN et al., 2010; SADH et al., 2018).

Segundo SADH et al. (2018), os resíduos da agroindústria podem ser classificados em: resíduos industriais e resíduos agrícolas, sendo que este possui subdivisões em: resíduos de campo e resíduos de processo. Os resíduos utilizados neste trabalho se enquadram em resíduos agrícolas e

subdivididos em resíduos de processo (resíduos presentes após a colheita ser processada): caroço do açaí, casca do fruto do cacau, casca do maracujá, casca da semente do cacau e palha de arroz.

O caroço do açaí corresponde a aproximadamente 85% do peso da fruta e representa, aproximadamente, 1,1 milhão de toneladas de resíduos acumulados anualmente na região amazônica, resultando em um grave problema ambiental e urbano (MONTEIRO et al., 2019; PESSOA et al., 2010). O caroço do açaí possui um alto potencial de produção de manose por meio de hidrólise catalisada por mananase (MONTEIRO et al., 2019), e o seu farelo pode ser utilizado na suplementação na ração para frangos de crescimento lento (ARRUDA et al., 2018).

A casca do fruto do cacau representa, aproximadamente, 52 a 76% do peso da fruta e para cada tonelada de semente seca do cacau produzida, dez toneladas da casca do fruto são acumuladas, acarretando um desafio para o gerenciamento de resíduos (DONKOH et al., 1991; FIGUEIRA, 1993). Os resíduos da casca do fruto do cacau podem ser considerados como fonte de enzimas hidrolase para a preparação de agregados enzimáticos reticulados, usados na produção de biodiesel de baixo custo (KHANAHMADI et al., 2016; YUSOF et al., 2016).

As cascas de maracujá são geralmente descartadas ou utilizadas na produção de ração animal ou biofertilizante. Os resíduos da fruta podem ser usados na dieta, devido ao potencial nutricional com efeito hipoglicêmico comprovado, redução significativa de triglicerídeos séricos e gordura hepática (MACAGNAN et al., 2015; SOUZA et al., 2008). Além disso, apresentam compostos fenólicos com alta capacidade antioxidante, sendo este, um fator benéfico para a saúde (DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ et al., 2019).

A casca da semente do cacau é um subproduto obtido da indústria de chocolate. É rico em proteínas, fibras alimentares e cinzas, assim como em alguns outros compostos bioativos, como metilxantinas e fenólicos (OKIYAMA et al., 2017). Seus resíduos podem se tornar uma matéria-prima desejável em um amplo espectro de produtos funcionais, farmacêuticos, alimentares ou cosméticos, bem como na produção de energia e/ou biocombustíveis (HANDOJO et al., 2019; PANAK BALENTIĆ et al., 2018).

Em todo o mundo, 673,3 milhões de toneladas de resíduos de palha de arroz foi estimada na década de 1990 (BELEWU MA et al., 2009). Os resíduos da palha de arroz possuem um potencial na produção de uma fonte alternativa de energia: o bioetanol (BELAL, 2013; CHEEWAPHONGPHAN et al., 2018).

Com isso, este trabalho tem como objetivo estudar os parâmetros físico-químicos, como umidade, teor de resíduo mineral fixo total, lipídios, proteínas totais e potencial hidrogeniônico, a fim de pressupor possíveis aplicações para cada resíduo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos da casca do maracujá, caroço de açaí e palha de arroz foram obtidos no mercado da região metropolitana de Belém, Pará, Brasil. Já a casca do fruto e da semente do cacau foram obtidos a partir da produção dessa matéria-prima no município de Tomé-Açu, Pará, Brasil.

Previamente ao estudo físico-químico, os resíduos agroindustriais foram secos em estufa de circulação a 60°C *overnight* e moídos em moinho de facas (Ika® modelo A11B). As análises físico-químicas foram realizadas em duplicata.

3 UMIDADE

O teor de umidade foi determinado por balança infravermelho (GEHAKA modelo IV 2000v), seguindo a metodologia descrita pelo manual. Utilizou-se 5 g de amostra, a qual foi submetida a raios infravermelhos, com temperatura constante de 105 °C. O resultado foi apresentado em porcentagem pelo próprio equipamento.

4 RESÍDUO MINERAL FIXO TOTAL

O resíduo mineral fixo total (RMFT) – cinzas totais, foi determinado de acordo com o método da AOAC (2006), onde os cadinhos foram previamente incinerados a 550 °C por uma hora e resfriados em dessecador. Duas gramas de amostra foram pesados em balança analítica e o teor de resíduo mineral fixo total foi determinado por incineração em mufla a 550 °C. Os resultados foram expressos em % de cinzas totais.

5 LIPÍDIOS

O teor de lipídios foi mensurado de acordo com o método da AOAC (2006), onde os balões foram previamente secos em estufa por uma hora a 105 °C e resfriados em dessecador. Cartuchos foram previamente preparados para que quatro gramas de amostra fossem pesadas em balança analítica. A extração foi feita em extrator de Soxhlet com éter de petróleo. Os resultados foram expressos em % de lipídios.

6 PROTEÍNAS TOTAIS

O teor de proteínas totais foi determinado pelo método de Kjeldahl, de acordo com o método da AOAC (2006), com fator de conversão de 6,25. Para tal análise, foi utilizada uma grama de amostra desengordurada (proveniente da análise de lipídios). Os resultados foram expressos em % de proteína.

7 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado de acordo com o método da AOAC (2006), onde cinco gramas de amostra foram pesados e adicionou-se 45 ml de água destilada a 50 °C, o conteúdo foi homogeneizado durante 10 minutos e o pH foi mensurado.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas dos resíduos agroindustriais estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Avaliação físico-química de diferentes resíduos agroindustriais. CM: casca do maracujá; CA: caroço de açaí; PA: palha de arroz; CFC: casca do fruto do cacau; CSC: casca da semente do cacau.

RESÍDUO	Umidade (%)	Cinzas (%)	Lipídios (%)	Proteínas (%)	pH
CM	9,75 ± 1,52 ^b	3,19 ± 0,27 ^c	1,49 ± 4,75 ^c	4,89 ± 1,23 ^d	4,64 ± 0,91 ^d
CA	11,70 ± 3,02 ^a	1,22 ± 3,98 ^d	3,76 ± 8,61 ^c	6,00 ± 1,00 ^{cd}	5,40 ± 0,52 ^c
PA	6,90 ± 3,48 ^c	1,48 ± 8,34 ^d	2,63 ± 0,44 ^d	14,68 ± 2,05 ^b	6,16 ± 0,69 ^a
CFC	4,06 ± 5,22 ^d	10,86 ± 0,05 ^a	4,41 ± 4,16 ^b	7,83 ± 1,54 ^c	6,26 ± 0,45 ^a
CSC	10,20 ± 3,47 ^b	6,36 ± 0,50 ^b	6,53 ± 2,65 ^a	19,92 ± 5,44 ^a	5,80 ± 0,49 ^b

* Médias ± coeficiente de variação com letras iguais em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$, Teste de Tukey).

9 CASCA DO MARACUJÁ

É possível observar que o teor de umidade entre os resíduos agroindustriais é diferente, uma vez que o teor inicial distingue devido à natureza de cada material. A casca do maracujá apresentou teor de umidade alto (9,75%), em comparação aos demais materiais, por ser um resíduo que estava em contato direto com a polpa (DE SOUZA et al., 2018).

A casca do maracujá não apresentou teores significativos de cinzas (3,19%), lipídios (1,49%) e proteínas totais (4,89%), o que corroboram com os resultados de MACAGNAN et al. (2015), os quais encontraram valores de 6,04, 1,26 e 5,26%, respectivamente. E de acordo com o estudo, esse resíduo apresenta grande potencial na dieta alimentar, uma vez que os ratos que receberam a dieta suplementada com a casca do maracujá apresentaram níveis de glicemia mais baixos em jejum, quando comparados com o grupo controle, além de promover melhora na saúde intestinal, atribuído principalmente pelo alto teor de fibra (MACAGNAN et al., 2015).

Além disso, a fibra dietética da casca do maracujá apresentou efeito gastroprotetivo contra úlceras gástricas (ABBOUD et al., 2019). Com isso, é possível adicionar a casca do maracujá em produtos que possam ser consumidos na dieta humana (DE SOUZA et al., 2018), como por exemplo

em iogurtes (DO ESPÍRITO SANTO et al., 2012), além de poder ser utilizado como hidrocolóide em formulações de produtos (COELHO et al., 2017).

10 CAROÇO DE AÇAÍ

O caroço do açaí apresentou o maior valor de umidade (11,70%), uma vez que anteriormente à obtenção deste resíduo, o mesmo continha uma polpa ao redor, o qual passou por diversos processos para o despulpamento, fazendo com que o material obtido apresentasse grande retenção de umidade (YAMAGUCHI et al., 2015). Esse resíduo apresentou pH de 5,40, levemente ácido.

O caroço do açaí apresentou baixo teor de cinzas (1,22%), o menor valor, quando comparado aos demais resíduos. ALTMAN (1956) encontrou o valor de 1,34% e BUFALINO et al. (2018) encontraram o valor médio de 1,09 %, valores aproximados deste estudo. Esse resíduo já foi utilizado em estudos de produção de energia e o baixo teor de cinzas é importante para um rendimento satisfatório de energia (BUFALINO et al., 2018; PROTÁSIO et al., 2013; SATO et al., 2019). Esse resíduo não apresentou porcentagem de lipídios elevada (3,76%), o que foi relatado por ALTMAN (1956), no qual o valor foi de 3,01%, aproximado ao deste estudo e em ARRUDA et al. (2018), no qual foi de 1,42%.

O caroço do açaí apresentou baixo teor de proteína total (6,00%). Valores semelhantes foram relatados por ALTMAN (1956), onde a porcentagem foi de 4,34%, e por ARRUDA et al. (2018), que foi de 3,78% para o resíduo. Neste estudo, os autores obtiveram resultados satisfatórios nos testes do uso do farelo do caroço do açaí na suplementação da ração para frangos de crescimento lento, onde não houve diferença com o grupo controle, gerando, dessa maneira, uma alternativa para a reutilização desse resíduo (ARRUDA et al., 2018).

11 PALHA DE ARROZ

A palha de arroz apresentou umidade baixa (6,90%), por ser um material naturalmente mais seco, desde a sua colheita, que é feito em períodos menos chuvosos, até o seu armazenamento e comercialização, onde é conservado em ambiente mais seco, uma vez que o excesso de umidade pode acarretar a proliferação de microrganismos toxigênicos (HE et al., 2018).

A palha de arroz apresentou baixo teor de cinzas (1,48%), o segundo menor valor. As cinzas da palha de arroz já foram utilizadas em estudo na produção de cimento, e foi observado que esse teor influencia no resultado do endurecimento do material (EL-SAYED et al., 2006). Esse resíduo já foi utilizado também, após ser semi-queimado, em estudo para a preparação de nanopartículas de sílica (ZAKY et al., 2008).

Esse resíduo apresentou teor de lipídios razoável (2,63%), o segundo menor valor e pH de 6,16, levemente ácido. A palha de arroz apresentou um alto teor de proteína (14,68%), o segundo maior valor. DRAKE et al. (2002) obtiveram um valor de 4,3% de proteína deste resíduo e segundo este estudo, a palha de arroz pode ser usada para complementar ração para gado, porém, não está apta para suprir uma ração completa (DRAKE et al., 2002). No entanto, de acordo com o teor encontrado, de 14,68%, o potencial da palha de arroz na utilização como suplemento proteico na ração para gado é maior.

12 CASCA DO FRUTO DO CACAU

A casca do fruto do cacau apresentou o menor teor de umidade (4,06%), quando comparados aos demais resíduos estudados. Isso ocorre devido ao fato de que esse resíduo não está diretamente ligado à polpa, como a casca da semente e, além disso, é espessa, possuindo uma camada de proteção, tanto interna como externamente, evitando, dessa maneira, a fácil passagem de água da parte externa para a interna e vice-versa (VÁSQUEZ et al., 2019).

A casca do fruto do cacau apresentou alto teor de cinzas (10,86%), quando comparado aos demais resíduos. DONKOH et al. (1991) encontraram o valor de 10,1%, o qual se aproxima ao deste estudo. Com isso, infere-se que este material apresenta significativo teor de material inorgânico, como por exemplo: cálcio, fósforo, magnésio, ferro, potássio, manganês, zinco, cobre e sódio (DONKOH et al., 1991; EKPA et al., 1993). Tais componentes podem auxiliar na nutrição de solos (AYENI et al., 2008) (AYENI et al., 2008) e também na dieta animal, como aves, podendo ser suplementado com mix multienzimático, para melhorar a digestibilidade da casca do fruto do cacau (ALEMAWOR et al., 2009).

Esse resíduo não apresentou teor de lipídios elevado (4,41%), o que é característico desse material (ADAMAFIO et al., 2004). O baixo teor de proteínas da casca do fruto do cacau (7,83%) também é comumente observado (ALEMAWOR et al., 2009; VRIESMANN et al., 2011). O pH desse material foi de 6,26, sendo levemente ácido, podendo ser atribuído à presença de substâncias pécticas, que estão presentes de forma significativa na casca do fruto do cacau (VÁSQUEZ et al., 2019).

13 CASCA DA SEMENTE DO CACAU

A casca da semente do cacau, assim como a casca do maracujá, também apresentou alto teor de umidade (10,20%), em comparação aos demais materiais, por ser um resíduo que estava diretamente ligada com a polpa (VÁSQUEZ et al., 2019).

A casca da semente do cacau apresentou teor de cinzas de 6,36%, lipídios de 6,53% e proteínas totais de 19,92%, sendo pH de 5,80. Os percentuais dos macronutrientes encontrados corroboram

com os mostrados no trabalho de VÁSQUEZ et al. (2019), onde a porcentagem de cinzas varia entre 5,96 a 11,42%, lipídios entre 2,02 a 6,87% e proteínas totais entre 15,79 a 18,1%.

O teor de proteínas totais nesse material foi o mais elevado dentre os resíduos estudados. Isso mostra um grande potencial na suplementação de meios de cultivo para microrganismos ou de tecidos vegetais, através da hidrólise para posterior utilização para tal, a fim de dispor moléculas livres de aminoácidos para a metabolização pelo inóculo e o crescimento do mesmo (MADIGAN et al., 2016).

Além disso, os minerais também são importantes para o desenvolvimento do microrganismo e do tecido vegetal (MADIGAN et al., 2016), os quais também se fazem presentes na casca da semente do cacau, como é possível observar através do teor de cinzas.

14 CONCLUSÃO

De acordo com o estudo físico-químico dos resíduos agroindustriais, foi possível observar grande potencial no reaproveitamento dos mesmos para diversas finalidades. A casca do maracujá pode ser utilizada como suplemento alimentar, devido ao teor de fibras significativo presente nesse material, gerando benefícios ao trato gastrointestinal.

O caroço de açaí pode ser utilizado na geração de energia, devido ao teor de cinzas baixo, bem como na suplementação alimentar de aves, por exemplo. A palha de arroz pode auxiliar na produção de materiais como cimento e sílica, mas também pode ser usada como suplemento na ração animal.

Já a casca do fruto do cacau pode auxiliar na nutrição de solos e na dieta animal, suplementando-o com um mix multienzimático para melhorar a digestibilidade. Por fim, a casca da semente do cacau pode ser utilizada na formulação de meios de cultivo para microrganismos e/ou tecidos vegetais.

REFERÊNCIAS

ABBOUD, K. Y. et al. **Gastroprotective effect of soluble dietary fibres from yellow passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) peel against ethanol-induced ulcer in rats.** Journal of Functional Foods, v. 54, n. August 2018, p. 552–558, 2019.

ADAMAFIO, N.A et al. **Biochemical composition and in vitro digestibility of cocoa (*Theobroma cacao*) pod husk, cassava (*Manihot esculenta*) peel and plantain (*Musa paradisiacal*) peel.** Ghana Journal of Science, v. 44, n. 1, 25 Sep. 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4314/gjs.v44i1.15896>>.

ALEMAWOR, F. et al. **Enzyme cocktail for enhancing poultry utilisation of cocoa pod husk**. Scientific Research and Essay, v. 4, n. 6, p. 555–559, 2009. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/SRE>>.

ALTMAN, R.F.A. **Estudo químico de plantas amazônicas**. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte, v. 31, p. 109–111, 1956.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of The AOAC International**. 16 ed. Arlington, 2006.

ARRUDA, J. C. B. et al. **Açaí seed bran in the feed of slow-growth broilers**. Acta Amazonica, v. 48, n. 4, p. 298–303, 2018.

AYENI, L.S et al. **Comparative and Cumulative Effect of Cocoa Pod Husk Ash and Poultry Manure on Soil and Maize Nutrient Contents and Yield**. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, v. 2, n. 1, p. 92–97, 2008.

BANERJEE, J. et al. **Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals**. Food Chemistry, v. 225, p. 10–22, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.093>>.

BELAL, E. B. **Bioethanol production from rice straw residues**. Brazilian Journal of Microbiology, v. 44, n. 1, p. 225-234, 2013.

BELEWU M. A e BABALOLA F. T. **Nutrient enrichment of waste agricultural residues after solid state fermentation using *Rhizopus oligosporus***. Journal of Applied Biosciences, 2009.

BUFALINO, L. et al. **Local variability of yield and physical properties of açaí waste and improvement of its energetic attributes by separation of lignocellulosic fibers and seeds**. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 2018.

CARRILLO-NIEVES, D. et al. **Current status and future trends of bioethanol production from agro-industrial wastes in Mexico**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 102, n. June 2018, p. 63–74, 2019.

CHEEWAPHONGPHAN, P. et al. **Study on the potential of rice straws as a supplementary fuel in very small power plants in Thailand.** *Energies*, 2018.

COELHO, E. M. et al. **Passion fruit peel flour – Technological properties and application in food products.** *Food Hydrocolloids*, v. 62, p. 158–164, 2017.

DE SOUZA, C. B. et al. **Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel.** *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, v. 16, p. 90–99, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.08.001>>.

DELGADO ADÁMEZ, J. et al. **In vitro estimation of the antibacterial activity and antioxidant capacity of aqueous extracts from grape-seeds (*Vitis vinifera* L.).** *Food Control*, 2012.

DO ESPÍRITO SANTO, A. P. et al. **Influence of milk type and addition of passion fruit peel powder on fermentation kinetics, texture profile and bacterial viability in probiotic yoghurts.** *LWT - Food Science and Technology*, v. 47, n. 2, p. 393–399, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.038>>.

DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ, G. et al. **Revalorization of *Passiflora* species peels as a sustainable source of antioxidant phenolic compounds.** *Science of the Total Environment*, v. 696, p. 134030, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134030>>.

DONKOH, A. et al. **Chemical composition of cocoa pod husk and its effect on growth and food efficiency in broiler chicks.** *Animal Feed Science and Technology*, v. 35, n. 1–2, p. 161–169, 1991.

DRAKE, D.; NADER, G.; FORERO, L. **Feeding rice straw to cattle.** UCANR Publications, 2002.

EKPA, O.; AKPAN, A. A.; UDO, A. E. **Industrially important parameters and mineral composition of cocoa: A comparative study of cocoa pod husks and beans from plantations in south-eastern Nigeria.** *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 61, n. 1, p. 47–50, 1993. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.2740610108>>.

EL-SAYED, Mohamed A.; EL-SAMNI, Taher M. **Physical and Chemical Properties of Rice Straw Ash and Its Effect on the Cement Paste Produced from Different Cement Types**. Journal of King Saud University - Engineering Sciences, 2006.

HANDOJO, L.; TRIHARYOGI, H.; INDARTO, A. **Cocoa bean shell waste as potential raw material for dietary fiber powder**. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2019.

HE, P. et al. **Optimisation of the harvesting time of rice in moist and non-moist dispersed fields**. Biosystems Engineering, v. 170, p. 12–23, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2018.03.008>>.

JULIAN, A. V.; REYES, R. G.; EGUCHI, F. **Agro-Industrial Waste Conversion Into Medicinal Mushroom Cultivation**. 2018.

KATALINIĆ, V. et al. **Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 Vitis vinifera varieties grown in Dalmatia (Croatia)**. Food Chemistry, 2010.

KHANAHMADI, S. et al. **Cocoa pod husk: A new source of CLEA-lipase for preparation of low-cost biodiesel: An optimized process**. Journal of Biotechnology, 2016.

MACAGNAN, F. T. et al. **Biological properties of apple pomace, orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre**. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 2015.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock-14ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

MONTEIRO, A. F. et al. **High concentration and yield production of mannose from açai (Euterpe oleracea Mart.) seeds via mannanase-catalyzed hydrolysis**. Scientific Reports, 2019.

NGUYEN, T. A. D. et al. **Pretreatment of rice straw with ammonia and ionic liquid for lignocellulose conversion to fermentable sugars**. Bioresource Technology, 2010.

OKIYAMA, D. C. G; NAVARRO, S. L. B; RODRIGUES, C. E. C. **Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry.** Trends in Food Science and Technology, v. 63, p. 103–112, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.03.007>>.

PANAK BALENTIĆ, J. et al. **Cocoa shell: A by-product with great potential for wide application.** Molecules, v. 23, n. 6, p. 1404, 2018.

PESSOA, J. D. C. et al. **Characterization of Açaí (E. oleracea) fruits and its processing residues.** Brazilian Archives of Biology and Technology, 2010.

PROTÁSIO, T. D. P. et al. **Brazilian Lignocellulosic Wastes for Bioenergy Production: Characterization and Comparison with Fossil Fuels.** BioResources, v. 8, n. 1, Jan. 2013.

SADH, P. K.; DUHAN, S.; DUHAN, J. S. **Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: a review.** Bioresources and Bioprocessing, v. 5, n. 1, p. 1–15, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>>.

SATO, M. K. et al. **Biochar from Acai agroindustry waste: Study of pyrolysis conditions.** Waste Management, 2019.

SHARMA, R.; OBEROI, H. S.; DHILLON, G. S. **Fruit and Vegetable Processing Waste: Renewable Feed Stocks for Enzyme Production.** [S.l.]: Elsevier Inc., 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-802392-1.00002-2>>.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. **Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá.** Alimentos e Nutrição Araraquara, 2008.

VÁSQUEZ, Z. S. et al. **Biotechnological approaches for cocoa waste management: A review.** Waste Management, v. 90, p. 72–83, 2019.

VRIESMANN, L. C.; DE MELLO CASTANHO AMBONI, R. D.; DE OLIVEIRA PETKOWICZ, C. L. **Cacao pod husks (Theobroma cacao L.): Composition and hot-water-soluble pectins.** Industrial Crops and Products, v. 34, n. 1, p. 1173–1181, 2011.

YAMAGUCHI, K. K. D. L. et al. **Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review.** Food chemistry, v. 179, p. 137-151, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.055>>.

YUSOF, F. et al. **Cocoa pod husk, a new source of hydrolase enzymes for preparation of cross-linked enzyme aggregate.** SpringerPlus, 2016.

ZAKY, R. R. et al. **Preparation of silica nanoparticles from semi-burned rice straw ash.** Powder Technology, 2008.