

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE BORRAS DE CAFÉS ESPECIAIS ORGÂNICAS E NÃO ORGÂNICAS EXTRAÍDAS EM FILTRO KOAR

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LAS BORRAS DE CAFÉ ESPECIALES ORGÁNICOS Y NO ORGÁNICOS EXTRAÍDOS CON FILTRO KOAR

EVALUATION OF THE PHYCOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF ORGANIC AND NON-ORGANIC SPECIALTY COFFEE GROUNDS EXTRACTED WITH KOAR FILTER

Marisa Oliveira dos Santos¹; Maria Vitória Lima Costa Donato²; Wallysson Wagner Vilela Santos³ Gustavo Henrique Daniel Santos Silva⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0087>

RESUMO

A borra do café é um resíduo sólido composto por uma combinação de grãos moídos, óleos essenciais, compostos solúveis e insolúveis que não foram completamente extraídos durante a infusão da bebida e, categorizada em dois tipos diferentes: orgânica e não-orgânica. Quando descartada de maneira inadequada, a borra de café pode contribuir para poluição do meio ambiente, entretanto, pode ser utilizada de várias maneiras, seja elas: promovendo a reciclagem de nutrientes, promovendo a melhoria do solo, agindo como repelente para pragas, utilização na indústria cosmética, matéria-prima para produção de biodiesel, causando impactos socioeconômicos e ambientais positivos. O objetivo do presente estudo foi caracterizar física e físico-quimicamente as borras de café orgânicas e não-orgânicas cedidas por uma cafeteria da cidade de Garanhuns, Pernambuco, assim como seus benefícios, males e importância para futuros estudos em áreas diferentes da agroindústria. Foram realizadas análises físico-químicas nas borras, incluindo umidade, cinzas, lipídios, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor, açúcares redutores e cafeína. Os resultados mostraram diferenças significativas entre as borras orgânicas e não-orgânicas em relação aos diversos parâmetros. Concluindo-se, que através da metodologia e análises empregadas, foi possível relacionar os resultados obtidos para borras de café orgânicas e não orgânicas, onde os parâmetros de umidade, atividade de água, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e cor apresentaram diferença significativa., apresentando semelhanças em relação à quantidade de compostos inorgânicos, teores lipídico e proteico, acidez, açúcares e cafeína. Sendo importante investir em pesquisa e inovação sobre os resíduos gerados no processamento pós-colheita e no pós-extração da bebida café, a fim de que os produtores, baristas e consumidores de café tornem-se mais informados e definam a forma mais sustentável, viável e eficiente deste subproduto.

Palavras-Chave: Análises físico-químicas; Borra de café; Borrás orgânicas; Borrás não-orgânicas; Reutilização de resíduos.

¹ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, marisamilckchst35@gmail.com

² Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, vitoriadonato57@gmail.com

³ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, wallysson70@gmail.com

⁴ Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, gd0440@gmail.com

⁵ Doutora em Engenharia Química, Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, suzana.pedroza@ufape.edu.br

RESUMEN

La borra de café es un residuo sólido compuesto por una combinación de granos molidos, aceites esenciales, compuestos solubles e insolubles que no fueron completamente extraídos durante la infusión de la bebida, y se clasifica en dos tipos diferentes: orgánico y no orgánico. Cuando se desecha de manera inadecuada, el poso de café puede contribuir a la contaminación del medio ambiente. Sin embargo, se puede utilizar de varias formas, ya sea promoviendo el reciclaje de nutrientes, mejorando el suelo, actuando como repelente de plagas, utilizándolo en la industria cosmética o como materia prima para la producción de biodiesel, generando impactos socioeconómicos y ambientales positivos. El objetivo de este estudio fue caracterizar física y físico-químicamente los posos de café orgánicos y no orgánicos proporcionados por una cafetería de la ciudad de Garanhuns, Pernambuco, así como analizar sus beneficios, daños e importancia para futuras investigaciones en diferentes áreas de la agroindustria. Se realizaron análisis físico-químicos de los posos, incluyendo humedad, cenizas, lípidos, proteínas, actividad del agua, pH, conductividad, acidez total titulable, sólidos solubles totales, color, azúcares reductores y cafeína. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los posos orgánicos y no orgánicos en relación a varios parámetros. En conclusión, a través de la metodología y los análisis empleados, fue posible relacionar los resultados obtenidos para los posos de café orgánicos y no orgánicos, donde los parámetros de humedad, actividad del agua, pH, conductividad eléctrica, sólidos solubles totales y color presentaron diferencias significativas, mostrando similitudes en cuanto a la cantidad de compuestos inorgánicos, contenido de lípidos y proteínas, acidez, azúcares y cafeína. Es importante invertir en investigación e innovación sobre los residuos generados en el procesamiento poscosecha y posextracción del café, con el fin de que los productores, baristas y consumidores de café estén más informados sobre este subproducto y determinen la forma más sostenible, viable y eficiente de gestionar este residuo.

Palabras Clave: Análisis físico-químico; Borra de café; Borrás orgánicas; Borrás no-orgánicas; Reutilización de residuos.

ABSTRACT

Coffee grounds are a solid residue composed of a combination of ground beans, essential oils, soluble and insoluble compounds that were not completely extracted during the brewing process. They are categorized into two different types: organic and non-organic. When improperly disposed of, coffee grounds can contribute to environmental pollution. However, they can be used in various ways, such as promoting nutrient recycling, improving soil quality, acting as pest repellents, being used in the cosmetic industry, or serving as raw material for biodiesel production, leading to positive socio-economic and environmental impacts. The objective of this study was to characterize the physical and physicochemical properties of organic and non-organic coffee grounds provided by a coffee shop in Garanhuns, Pernambuco, as well as to analyze their benefits, drawbacks, and importance for future studies in different areas of the agro-industry. Physicochemical analyses were conducted on the coffee grounds, including moisture content, ash, lipids, proteins, water activity, pH, conductivity, total titratable acidity, total soluble solids, color, reducing sugars, and caffeine. The results showed significant differences between organic and non-organic coffee grounds in relation to various parameters. In conclusion, through the methodology and analyses employed, it was possible to relate the results obtained for organic and non-organic coffee grounds, where parameters such as moisture content, water activity, pH, electrical conductivity, total soluble solids, and color exhibited significant differences, while similarities were observed in terms of inorganic compound content, lipid and protein levels, acidity, sugars, and caffeine. It is important to invest in research and innovation regarding the waste generated in post-harvest processing and post-extraction of coffee, in order to inform producers, baristas, and coffee consumers about this byproduct and determine the most sustainable, viable, and efficient approach for managing this waste.

Keywords: Coffee grounds; Organic coffee grounds; Non-organic coffee grounds; Waste reuse; Physicochemical analyses

INTRODUÇÃO

A borra do café, resíduo sólido gerado no preparo da bebida ou na produção industrial de café solúvel apresenta um grande potencial de reuso devido à possibilidade de aplicação dos seus constituintes em diferentes processos (CARDOSO, 2013). O café, por sua vez, é uma bebida popular extraída dos grãos torrados do cafeeiro que além de ser apreciado por seu sabor único, contém diversas substâncias bioativas, entre elas a cafeína e os antioxidantes, que trazem benefícios à saúde e são de interesse científico (SOUSA, 2017). O uso da borra de café é considerado um recurso valioso em setores como a agricultura, onde é utilizado como fertilizante natural e repelente de insetos para as plantas (FERREIRA, 2011).

Além de ser objeto de pesquisa para aplicações na indústria alimentícia, cosmética e outras áreas, é ainda utilizado como material para a produção de bioplásticos (Dognini et al., 2020). Segundo a ABIC (2021), o Brasil é considerado um grande exportador, consumidor e produtor de café, a nível mundial. Este fato está associado a grande produção de resíduos dentro de sua cadeia produtiva. De acordo com Mussatto et al. (2011a) para a obtenção de 1 kg de café solúvel, são formados 2 kg de borra úmida.

A borra de café é rica em nutrientes, nitrogênio, carbono e matéria orgânica, além de ser isenta de bactérias, contém ácidos suficientes para ajudar a fortalecer o solo, tornando-se uma excelente escolha de substrato. A sua utilização é uma forma de aproveitamento de resíduos que muitas vezes são mal aproveitados e descartados de forma incorreta, causando danos à fauna e flora, contribuindo para com a sustentabilidade do planeta e sendo promissora no setor científico (BOMFIM, 2022).

Logo, o presente estudo teve como objetivo caracterizar física e físico-quimicamente as borras de café de manejo agrônômico orgânico e não orgânico, tipo arábica e, comparar estatisticamente os resultados obtidos para fins sustentáveis de uso doméstico ou agroindustrial.

REFERENCIAL TEÓRICO

A agroindústria é o setor que combina a agricultura com a indústria, a fim de transformar e agregar valor aos produtos agrícolas, tornando-se essencial para garantir a segurança alimentar, gerar empregos e impulsionar o desenvolvimento econômico. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2013), o setor agroindustrial representa cerca de 30% do PIB mundial, sendo uma importante fonte de renda para pequenos agricultores e comunidades rurais em muitos países.

No entanto, é evidente que a agroindústria gera resíduos em várias etapas do processo de produção, incluindo resíduos sólidos que podem ser de natureza orgânica ou química e têm o potencial de impactar negativamente o meio ambiente e a saúde pública. A associação entre agricultura e sustentabilidade, estando atreladas a preservação ambiental e a melhoria de qualidade de vida, exige um gerenciamento cuidadoso, visto que existem atividades agrícolas insustentáveis que agredem o meio ambiente, a qualidade da água, do solo, do ar e à saúde humana (TRINH et al., 2019).

Segundo Alves et al. (2017), os subprodutos provenientes do processamento do café incluem os derivados do processamento da colheita, da torrefação e do consumo de café (dentre eles, encontram-se a casca, a mucilagem, a polpa e a borra de café), podendo serem reutilizados para aumentar a viabilidade econômica da produção. Esses resíduos, caso não sejam descartados corretamente, contribuem para a poluição da fauna e flora, além da emissão de gases de efeito estufa e práticas agrícolas inadequadas, afetando a sustentabilidade socioambiental das regiões produtoras de café (BINI, 2018).

Diante disso, várias medidas estão sendo adotadas para combater o impacto socioambiental da agroindústria cafeeira, como a compostagem dos resíduos de café para a produção de fertilizantes orgânicos sendo uma estratégia promissora (HORTA, 2021), onde a busca por soluções tecnológicas desempenha um papel importante para tornar o agroprocessamento de café mais sustentável.

Segundo Matos et al. (2020), o café orgânico tem um valor de mercado mais elevado em comparação com o café não orgânico, a crescente demanda por produtos orgânicos, juntamente com a percepção de maior qualidade e sustentabilidade agrega valor nutricional e de mercado ao produto. Por outro lado, o café não orgânico, por ser mais acessível, é amplamente cultivado e comercializado em todo o mundo, contribuindo para a economia de muitos países, gerando mais empregos e aumento de renda nas regiões produtoras (GONÇALVES, 2019).

O cultivo de café orgânico é mais amigável ao meio ambiente porque utiliza práticas agrícolas sustentáveis, ajudando a preservar o solo, a diversidade de plantas e animais, e a qualidade da água (MATOS et al., 2017). Além disso, o café orgânico não contém resíduos de agroquímicos, reduzindo a exposição a substâncias tóxicas durante o consumo, o que pode contribuir para a saúde do coração e proteção contra certas doenças (MARCOMINI et al.,

2022).

O café é uma das bebidas mais populares em todo o mundo, mas seu consumo em larga escala tem levantado preocupações sobre seu impacto ambiental, principalmente devido à geração de grandes quantidades de resíduos (TAVARES, 2018). Em Evangelista et al. (2019) destacam o aumento significativo do consumo de café na Europa, o que resultou em desafios relacionados à gestão adequada dos resíduos de produção e embalagens descartadas.

Ao comparar o consumo de café orgânico e não orgânico, Gonçalves (2022) identificou diferenças nos parâmetros químicos dos grãos de café sugerindo que o café orgânico pode ter um perfil nutricional mais favorável. Ramos (2022) ressaltaram que o café orgânico contribui para a preservação da diversidade agrícola, a segurança alimentar e é uma opção mais sustentável em comparação ao café convencional.

É importante destacar a importância da implementação de práticas de economia circular na indústria do café. Conforme enfatizado por Silva (2022), a adoção de estratégias circulares pode ajudar a reduzir a geração de resíduos e promover a sustentabilidade em todas as etapas da cadeia de produção, desde o cultivo até o consumo final.

A borra de café (Figura 01) é o principal subproduto do preparo do café obtido após a extração com água quente ou vapor, consiste em um resíduo sólido marrom-escuro de alta umidade, rica em compostos bioativos, sendo obtida no preparo doméstico da bebida, em residências, cafeterias e restaurantes e, no preparo industrial do café solúvel, havendo um grande interesse na busca de usos para agregar valor (ALVES et al., 2017).

Figura 01: Borras de café obtidas pelo manejo orgânico (a) e não orgânico (b)



(a)

(b)

Fonte: Própria (2023).

Por ser rica em nutrientes e matéria orgânica contribui para o fortalecimento do solo, e ser livre de bactérias; se torna uma excelente opção de substrato para cogumelos (LOURENÇO, 2022). Quando a borra de café é descartada em grandes quantidades ou de forma inadequada, pode-se causar problemas de poluição no solo e na água, devido à presença de compostos orgânicos e cafeína na borra, que podem ser liberados durante o descarte inadequado e sua utilização adequada maximizando seus benefícios e minimizando seus impactos negativos no meio ambiente (CAMPOS, 2020).

METODOLOGIA

A pesquisa realizada caracteriza-se como do tipo quantitativa. As borras de café, orgânica e não orgânica, utilizadas foram cedidas por uma cafeteria de cafés especiais da cidade de Garanhuns, Pernambuco, “Coffeeciência”. As borras foram provenientes de cafés especiais (acima de 80 pontos) sob condição de torra média com moagem com 32 Mesh (0,5 mm) e 4 minutos para o tempo de extração, por método de extração por filtro Koar.

Na caracterização físico-química, foram realizadas as seguintes análises: umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, atividade de água, pH, condutividade, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor, açúcares redutores e cafeína, seguindo as metodologias do do Instituto Adolfo Lutz (2008), Quast e Aquino (2004), Bradford (1976). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Para o tratamento dos dados obtidos nas análises físicas foi utilizado o software R e RStudio, sendo considerada a diferença estatisticamente significativa quando $p \leq 0,05$ de acordo com a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos em relação aos parâmetros avaliados para a caracterização físico-química das borras obtidas de cafés orgânicos e não orgânicos.

O parâmetro umidade apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a borra não-orgânica apresentou maior resultado (53,26%), levando a considerar que borras provenientes de cafés não orgânicos contém maior percentual de água, em comparação com a borra orgânica. Cruz et al. (2015) apresenta este parâmetro como um excesso de água não ligada decorrente do processo de extração do café e também como a pequena quantidade ligada na

microestrutura das partículas sólidas da borra, variando de acordo com o método de extração utilizado, a origem e o tipo do grão.

Tabela 01: Parâmetros avaliados para caracterização físico-química das borras obtidas por cafés orgânicos e não-orgânicos.

Parâmetros	Borra Orgânica	Borra Não-Orgânica	Coefficiente de Variação (%)
Umidade (%)	30,36±0,96 ^b	53,26±2,43 ^a	4,41
Cinzas (%)	16,24±5,97 ^a	12,40±6,27 ^a	42,76
Lipídeos (%)	30,19±0,84 ^a	25,33±3,29 ^a	8,74
Proteínas (g/L)	0,33±0,01 ^a	0,27±0,05 ^a	13,07
Aw	0,99±0,00 ^a	0,95±0,00 ^b	0,19
pH	5,34±0,10 ^a	5,04±0,02 ^b	1,34
Cond.(μ s.cm ⁻¹)	349,90±0,53 ^b	669,53±0,25 ^a	0,08
ATT(%)	1,29±0,14 ^a	1,49±0,14 ^a	8,45
SST (%)	1,00±0,10 ^a	0,33±0,06 ^b	12,25
Δ E	11,89±1,09 ^b	50,26±2,08 ^a	5,34
AR (g/L)	1,76±0,16 ^a	1,70±0,02 ^a	6,55
Cafeína (mg/100mL)	0,18±0,10 ^a	0,05±0,00 ^a	59,33

Resultados são apresentados como média \pm desvio padrão, onde os que estão na mesma linha seguidos por diferentes letras (a, b) são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Proteínas: expresso em gramas por litro; A_w : Atividade de água; Cond.: Condutividade elétrica; ATT: Acidez Total Titulável; SST: Sólidos Solúveis Totais; Δ E: valor total na diferença de cor; A.R.: Açúcares Redutores: expresso em gramas por litro; Cafeína: expresso em miligramas de cafeína por 100 mL de clorofórmio. Fonte: Própria (2023).

O parâmetro de cinzas não apresentou diferença estatística entre as amostras, levando a afirmação de que os dois tipos de borra possuem quantidades semelhantes de resíduos inorgânicos. Assim como nos grãos de café, este parâmetro está associado à quantidade de compostos inorgânicos residuais, como nutrientes e sais minerais, remanescentes na amostra após o processo de extração da bebida (TEIXEIRA et al., 2017) e a qualidade dos cafés especiais comercializados pela cafeteria.

Para o teor de lipídeos, não houve diferença estatística entre as amostras, indicando que as borras, independente do tipo de beneficiamento, possuem altas concentrações lipídicas. Segundo Dias (2020), a formação da borra pode ocorrer em diferentes condições durante o preparo da bebida, levando a diferentes concentrações e distribuições de lipídeos. Com isso, a quantidade lipídica presente nas borras de café está diretamente relacionada ao teor de umidade e ao método e o tempo de extração da bebida café (PICHAJ; KRIT, 2015).

Para o teor de proteínas, as amostras não diferiram significativamente, indicando que ambas as amostras apresentaram concentração proteica similar. Campos-Vega et al. (2015) apresenta que após a extração da bebida uma parcela proteica fica retida na borra e permanece insolúvel devido a desnaturação e associação das mesmas a polissacarídeos formados no processo de torrefação do grão. Segundo Reis (2022), o manejo adotado para colheita de grãos de café também influencia na quantidade de compostos proteicos presentes na bebida café e, consequentemente, na borra.

O parâmetro atividade de água apresentou diferença significativa entre as amostras, embora as amostras apresentaram resultados similares, a borra não orgânica apresentou maior resultado (0,99 Aw). Este fato indica que as amostras encontram-se na faixa de atividade de água onde o crescimento microbológico é máximo (FENEMA, 2010), sendo justificado pela capacidade de retenção de água que este resíduo apresenta.

O parâmetro de pH apresentou diferença estatística entre as amostras, onde a borra orgânica apresentou maior resultado (5,34), indicando que esta apresenta tendência à menor acidez em comparação a não orgânica. Este parâmetro é influenciado pela composição química dos grãos, assim como o processamento e a operação de torrefação (ALSAAD et al., 2021).

O parâmetro condutividade apresentou diferença estatística significativa, onde borra não-orgânica apresentou maior resultado (669,53 $\mu\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$), indicando maior presença de íons nesta amostra após o processo de extração, sendo associados a presença de diferentes compostos em cada tipo de borra de café (MONTEIRO, 2022).

Para o teor de acidez total titulável (ATT), não houve diferença estatística entre as borras, indicando que ambas apresentam o mesmo teor de acidez, devido a similaridade de

compostos inorgânicos ácidos que ficaram retidos após o processo de extração (VIEIRA, 2021). Além disso, é possível observar uma relação proporcional entre este parâmetro e o pH, onde o aumento do pH na borra orgânica (5,34), levou a uma diminuição de sua acidez total titulável (1,29%).

O parâmetro sólidos solúveis totais (SST) apresentou diferença estatística dentre as amostras, onde a borra orgânica teve maiores resultados (1,00%), indicando maior concentração de sólidos solúveis totais. Esse fator indica que a borra orgânica teve maior capacidade de se dissolver em uma determinada quantidade de água durante o processo de extração (BOLIGON, 2015).

Para o parâmetro de cor, observou-se que as amostras diferiram estatisticamente, onde a borra não-orgânica obteve um valor de variação total de cor (ΔE) maior (50,26), indicando que esta apresenta coloração mais escura que a borra orgânica. Este fato justifica-se através do tipo do café e processo de torrefação, visto que borras não-orgânicas em sua maioria são provenientes de cafés submetidos a temperaturas mais elevadas que influenciam na Reação de Maillard, tendendo a ficar com aspecto de cor mais escura (CARNEIRO, 2021).

Para o teor de açúcares redutores, as amostras não diferiram estatisticamente, demonstrando que ambas possuem a mesma concentração de glicose e frutose em sua composição. Santos et al. (2017) apresenta que a concentração de açúcares em borras de café está diretamente relacionada ao método de extração utilizado e ao tempo de preparo da bebida café.

O parâmetro cafeína não apresentou diferença estatística entre as amostras, indicando que ambas as cascas possuem quantidades similares. Por ser uma molécula muito solúvel em água quente, após o processo de extração da bebida, a quantidade remanescente na borra é muito baixa levando a mesma similaridade em relação a quantificação (CUNHA, 2018).

A reutilização da borra de café é de suma importância para redução do desperdício, promovendo a sustentabilidade e redução do impacto ambiental, apresentando uma abordagem mais consciente em relação ao reaproveitamento de resíduos gerados pelo café (MARQUET et al., 2020). Santos et al. (2021) apresentam sua utilização como adubo para plantas, por conter compostos essenciais ao solo, como o nitrogênio, potássio e fósforo. Pode, também, ser usada como repelente natural contra pragas, a fim de afastar insetos indesejados em plantas (FERREIRA, 2011); como esfoliante natural para pele, atuando na remoção de células mortas (BERTOI, 2022); e na produção de biodiesel a partir da extração do seu óleo (SILVA, 2020).

CONCLUSÕES

Através da metodologia empregada foi possível relacionar os resultados obtidos para borras de café orgânicas e não orgânicas, onde os parâmetros de umidade, atividade de água, pH, condutividade elétrica, sólidos solúveis totais e cor apresentaram diferença significativa. A partir disso é possível afirmar que borras provenientes de cafés não-orgânicos são caracterizadas por sua maior retenção de água, maior potencial de condutividade elétrica, e coloração mais escura. Enquanto que, as borras orgânicas têm como características um maior teor de sólidos solúveis totais e maior atividade de água. Apresentando ainda, quantidades semelhantes em relação à quantidade de compostos inorgânicos, teores lipídico e proteico, acidez, açúcares e cafeína.

Diante disso, demonstra-se a importância do investimento contínuo em pesquisa e inovação sobre resíduos gerados no processamento pós-colheita e pós extração da bebida café, para que os produtores, baristas e consumidores de café consigam definir, de forma viável e eficiente, o melhor direcionamento e gerenciamento sustentável do referente subproduto, seja na agroindústria ou em residências.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ, a Universidade Federal do Agreste de Pernambuco - UFAPe e a Cafeteria “Coffeeciência”.

REFERÊNCIAS

ALVES, R.C.; RODRIGUES, F.; NUNES, M.A.; VINHA, A.F.; OLIVEIRA, M.B.P.P. State of the art in coffee processing by-products. *In*: GALANAKIS, C.M. **Handbook of Coffee Processing By-Products**. Academic Press, Elsevier, v.1, p.1-26. 2017.

ALSAAD, A.A.; MOON, W.; RENDLEMAN, C.M. International Trade in Specialty Agricultural Products: Demand for Organic Green Coffee - A Case Study. **Indian Journal of Ecology**, v.48, n.13, p.249-253. 2021..

BERTOI, J.M. Reaproveitamento do resíduo do café em pó para formulação de um sabonete esfoliante em barra. 58 p. **TCC** (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Bagé. Bagé-RS, 2022.

BINI, D.A. A dimensão econômica da sustentabilidade socioambiental na agropecuária brasileira. **Tese** (Doutorado em Economia Aplicada). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo - USP. Piracicaba-SP, 2017.

BOLIGON, J. Produção e caracterização de carvão ativado a partir da borra de café solúvel. 79 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Londrina-PR, 2015.

BOMFIM, R.O. Prospecção tecnológica do aproveitamento de resíduos do processamento de café na indústria de beleza e saúde. **TCC** (Graduação em Química Industrial). Escola de Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro - RJ, 2022.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**. 1976.

CAMPOS, T.S. Análise de isothermas de adsorção da cafeína em diferentes adsorventes e dimensionamento de um pré-projeto de uma unidade de adsorção. 53f. **TCC** (Bacharel em Química Tecnológica). Universidade de Brasília - UNB. Brasília-DF, 2020.

CAMPOS-VEGA, R.; LOARCA-PIÑA, G.; VERGARA-CASTAÑEDA, H.A.; OOMAH, B.D. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**, v.45, n.1, p.24-36. 2015.

CARDOSO, B. T. Caracterização química e estudo da secagem da borra de café espresso. 2013. 76p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Processos). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos - PPGEP. Universidade Tiradentes - UNIT. Aracaju - SE. 2013.

CARNEIRO, C.M. Processo produtivo do café: torrefação e qualidade. 37 f. **TCC** (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2021.

CRUZ, F.J.G.; PERAGÓN, F.C.; PELÁEZ, P.J.C.; CARNICERO, J.M.P. A vital stage in the large-scale production of biofuels from spent coffee grounds: The drying kinetics. **Fuel Processing Technology**, v.130, p.188–196. 2015.

CUNHA, L.M. Análise comparativa das metodologias para análise da cafeína. 2018. **TCC** (Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos). - Faculdade de Tecnologia de Campinas. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula de Souza. Campinas-SP, 2018.

DIAS, M.E.S. Digestão anaeróbia de efluente de liquefação hidrotérmica de borra de café. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo-USP. São Carlos-SP, 2020.

DOGNINI, D.; SILVA, E.B.; TIGRE, I.J.S.; MACHADO, A.T.P.; KNOP, A.F.; ARDILES, L.G.; LIMA, S.; DIAS, A.N. Síntese de Bioplástico Utilizando a Celulose Extraída da Borra de Café. **Anais**. Semana de Formação Acadêmica e Científica e Cultural e Humanística e... (FACCHU - IFC Campus Brusque), v. 2, n. 1. Brusque-SC, 2020.

EVANGELISTA, B.V.V. BAPTISTA, J.A.A.; NOVAIS, R.A.B.. Estudo das Exportações de Café Brasileiro no Mercado Internacional. **Encontro de Gestão e Tecnologia - EnGeTec**. São Paulo-SP, 2019.

FAO. **Desperdício de alimentos tem consequências no clima, na água, na terra e na biodiversidade**. Disponível em: <http://www.fao.org.br/daccatb.asp>. Acesso em: 26 de Julho de 2023.

FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, A.D. Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (*Lactuca sativa* L.). **Dissertação** (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar). Escola Superior Agrária. Instituto Politécnico de Bragança - IPB. Bragança, 2011.

FERREIRA, Anabela Dias. **Influência da borra de café no crescimento e nas propriedades químicas e biológicas de plantas de alface (Lactuca sativa L.)**. 2011. Tese de Doutoramento. Instituto Politécnico de Bragança (Portugal).

GONÇALVES, J.M. Efeito do manejo convencional e orgânico na qualidade do grão e bebida de café. **Dissertação** (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural). Programa de Pós Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural. Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Araras-SP, 2022.

GONÇALVES, M.D.B. Produção e Consumo de Café: Uma análise do custo de oportunidade de produção de cafés especiais e convencionais. 63f. **Dissertação** (Mestrado em Agronegócio). Escola de Economia de São Paulo. Fundação Getulio Vargas. São Paulo - SP, 2018.

HORTA, I.A. Otimização do processo de compostagem de resíduos da torrefação de café. 77p. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico químicos para análises de alimentos**. 1020 p. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.

LOURENÇO, E. C. Caracterização do Substrato Exaurido do Cultivo de Pleurotus Ostreatus composto por Borra de Café e Gramíneas e Avaliação do Potencial Bioquímico de Metano. **TCC** (Licenciatura em Química). Universidade Federal da Integração Latino-Americana - UNILA. Foz do Iguaçu-PR, 2022.

MARCOMINI, G.R. Análise da produção de café orgânico no Brasil através da teoria da ecologia populacional. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, v. 21, n. 40, p. 53-68.

MARQUET, R. D. L.; NICHELE, A. G. Reaproveitamento da Borra do Café: possibilidades de vincular a temática ao Ensino de Química. **ScientiaTec**, v. 7, n. 1, 2020. Edição Especial 4º Seminário de Pós-Graduação do IFRS, p: 220-235, Junho 2020.

MATOS, K.F.S., BRAGA, M.J. Direcionadores da produção de café orgânico no Brasil. **Revista de política agrícola**, v. 29, n.2. 2020.

MONTEIRO, T.; RAMOS, T.B.; DAROUICH, H.; OLIVEIRA, A.R.; FARZAMIAN, M.; CASTANHEIRA, N.; PAZ, A.M.; ALEXANDRE, C.; GONÇALVES, M.C. Avaliação do balanço de água e de sais no solo em três culturas permanentes do perímetro de rega do Roxo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 45, n. 4, p. 551-554, 2022.

MUSSATTO, S.I.; MACHADO, E.M.S.; MARTINS, S.; TEIXEIRA, J.A. Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. **Food Bioprocess Technology**, 2011a.

QUAST, L. B.; AQUINO, A. D. oxidação dos lipídios em café arábica (*Coffea arabica* L.) e

café robusta (*Coffea canephora* P.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.22, n.2, p.325-336. Curitiba, 2004

PICHAU, E. S. Otimização da razão sólido-solvente e tempo para extração de óleo de borras de café usando metodologia de superfície de resposta. **ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 10 , p.7049–7052. 2015.

RAMOS, G.S.A. Os efeitos do tipo de produto e de sinalizações sustentáveis das embalagens na qualidade percebida e disposição a pagar dos consumidores de café. 78f. **TCC** (Bacharelado em Administração). Universidade de Brasília - UNB. Brasília-DF, 2022.

REIS, W.J.V. Análise do teor de minerais de grão verde, torrado, borra e bebida de cafés cultivados em sistema orgânico e organomineral. **TCC** (Graduação em Engenharia Agrônoma). Centro de Ciências Agrárias - CCA. Universidade Federal de São Carlos-UFSCar. Araras-SP, 2022.

SANTOS, A.A.; DEOTI, J.R.; MÜLLER, G.; DÁRIO, M.G.; STAMBUK, B.U.; ALVES, S.L. Dosagem de açúcares redutores com o reativo DNS em microplaca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

SANTOS, E. S. P. M. D., FERREIRA, G. I., SILVA, J. M. N., SANTOS, J. E. N. D., & FERRARI, R. F. D. O. Adubo Orgânico-ADUB-X. **TCC** (Curso Técnico em Administração). Escola Técnica Professor Massuyuki Kawano-ETEC. Centro Paula Souza. Quintana- SP 2021.

SILVA, E.R. Produção de biodiesel a partir do óleo extraído da borra do café pela rota supercrítica. 41f. **TCC** (Graduação em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN. Natal-RN, 2020.

SILVA, L.V.; ANDRADE, L.C.S.; ANDRADE, M.E.M. Estudo dos Resíduos Gerados no Segmento de Café e o Uso Potencial como Co-produtos. **14º Jornada Científica e Tecnológica e 11º Simpósio de Pós-Graduação do IFSuldeMinas**, v. 14, n. 1, 2022.

SOUSA, F.A. Avaliação de polifenóis e atividade antioxidante do Café arábica (*Coffea arábica*). 43 f. **TCC** (Graduação em Agronomia). Instituto de Desenvolvimento Rural. Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira. Redenção-CE, 2017.

TAVARES, M.P.F. Avaliação das diferentes formas de preparo da bebida de café sob a ótica ambiental. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Tecnologia de Embalagem - CETEA. Instituto de Tecnologia de Alimentos-ITAL. Campinas-SP, 2018.

TEIXEIRA, O.R., PASSOS, F.R., MENDES, F.Q. Qualidade físico-química e microscópica de 14 marcas comerciais de café torrado e moído. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 396 – 403. Lavras-MG, 2017.

TRINH, L.T.K; HU, A.H; LAN, Y.C.; CHEN, Z.H. Comparative life cycle assessment for conventional and organic coffee cultivation in Vietnam. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v.17, p.1037-10324, 2020.

VIEIRA, K. Síntese e caracterização de um compósito polimérico biodegradável utilizando poli(ácido láctico) e borra de café. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia e Ciências Mecânicas). Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC. Campus Joinville. Programa de

Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Mecânicas. Joinville-SC, 2021.