



O POTENCIAL USO DE *HERMETIA ILLUCENS* (DIPTERA: STRATIOMYIDAE) NA GESTÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DE AGROINDÚSTRIAS REGIONAIS

Daniela da Costa e Silva¹, Andreas Köhler¹, Diego Prado de Vargas¹

¹Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental. danielacsilva@mx2.unisc.br, andreas@unisc.br, diegoprado@unisc.br

Resumo

O uso de *Hermetia illucens* para tratar resíduos orgânicos está crescendo em todo o mundo, as larvas dessa espécie (BSFL) são conhecidas por se alimentarem e se desenvolverem em uma ampla variedade de resíduos orgânicos, e muitos estudos demonstram sua eficiência no processamento e redução de matéria orgânica. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência da espécie em degradar resíduos orgânicos agroindustriais da região. A escolha dos resíduos utilizados levou em consideração as atividades agroindustriais da região, e o volume de descarte dessas atividades, sendo então definido o uso de bagaço de uva (uva Merlot e uva Sauvignon Blanc), torta de oliva, bagaço de laranja e bagaço de malte a serem utilizados. Os tratamentos foram realizados em triplicata, e definiu-se como encerrado, quando 30% das larvas atingiram a fase de pré-pupa em todas as repetições. A relação entre os tratamentos de criação foi avaliada por meio da análise de componentes principais (PCA), implementadas no software ChemoStat. A BSFL mostrou-se promissora na redução dos resíduos utilizados, onde podemos verificar que todos os tratamentos apresentaram mais de 50% de redução, sendo as maiores taxas encontradas no bagaço de laranja (86,74%) e bagaço de malte (80,66%). Os resultados encontrados neste estudo corroboram com outros trabalhos já realizados, que mostram a eficiência da espécie em degradar diferentes tipos de resíduos, mas apesar dos progressos alcançados até agora, estudos adicionais na área são necessários para estabelecer protocolos para implementação e melhoramento para aplicação em escala industrial.

Palavras-chave: Black Soldier Fly. Bioconversão. Degradação. Sustentabilidade.



Introdução

A gestão de resíduos orgânicos enfrenta diversos problemas, a alta taxa de geração de resíduos, ligadas principalmente ao crescimento populacional e ao crescimento da agroindústria, contribuem para resultados negativos de saúde ambiental e pública (MOSHAGHIAN *et al.*, 2021). Em geral o descarte indiscriminado, os tratamentos de má qualidade e o uso descontrolado de aterros sanitários refletem as más práticas na gestão, mostrando também um desperdício de energia e nutrientes que poderiam ser usados para atender à crescente demanda por recursos (AKHTARI, 2000).

Devido à abundância de resíduos agroindustriais, os países em desenvolvimento sofrem com a permanente falta de alternativas viáveis para a recuperação e reutilização desses preciosos insumos, o aterro, como método de tratamento e descarte, não só impõe altos custos operacionais, mas também está associado a passivos de longo prazo. Estes incluem agir como uma fonte de lixiviação e outros contaminantes que podem poluir os aquíferos subterrâneos e águas superficiais (DAS, 2020).

As atuais políticas de gestão de resíduos estão muito restritas à coleta, transporte, tratamento e destinação e, portanto, carece de valorização em larga escala dos resíduos orgânicos ricos. Há uma necessidade de desenvolver tecnologias potenciais de valorização desse desperdício de resíduos, para reduzir, bem como mitigar os efeitos adversos que podem ser causados ao meio ambiente (THI *et al.*, 2015).

O processamento de resíduos orgânicos usando larvas da espécie *Hermetia illucens*, é um conceito relativamente novo que atualmente está atraindo interesse de diversos pesquisadores (AMRUL *et al.*, 2022). A utilização das larvas, fornecem uma nova visão nas áreas de práticas sustentáveis de gestão de resíduos, pois seu uso pode superar o resto das tecnologias convencionais atuais, como vermicompostagem e decomposição bacteriana, em termos de custo-efetividade, baixas pegadas ecológicas e alto potencial econômico (LEHMANN *et al.*, 2015).

H. illucens, é uma espécie de mosca, conhecida popularmente como mosca-soldado-negro ou Black Soldier Fly (BSF). As larvas (BSFL) desta espécie são capazes de se alimentar de uma variedade de resíduos orgânicos, reduzindo o volume em uma duração muito curta de tempo (SINGH; KUMARI, 2019). Essas larvas se alimentam de resíduos orgânicos o dobro do próprio peso e por causa dessa qualidade inerente são caracterizadas como meio sustentável de redução de resíduos orgânicos (ÜSTÜNER *et al.*, 2003), além de exibirem uma série de benefícios sociais, econômicos e ambientais para a sociedade (SINGH; KUMARI, 2019).



Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial uso da BSFL na degradação de resíduos agroindustriais regionais, visando a implementação de uma gestão sustentável de resíduos orgânicos.

Material e métodos

Criação da espécie

A espécie foi criada no Laboratório de Entomologia da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), em salas climatizadas com temperatura de $27 \pm 2^\circ \text{C}$, umidade relativa (UR) de $60 \pm 5\%$.

Os adultos foram mantidos em gaiolas de reprodução, confeccionadas com tecido organza cristal. As gaiolas permaneceram suspensas para que os machos possam realizar as exibições de acasalamento para as fêmeas (lekking), e conseqüentemente o acasalamento em voo. As gaiolas de reprodução foram mantidas sobre iluminação natural, com água para hidratação dos adultos e cartuchos de madeira para que as fêmeas colocassem seus ovos em ambiente seco e protegido.

Os ovos foram retirados dos cartuchos de madeira diariamente, colocados em peneiras de malha 1 mm onde permaneceram em um recipiente chamado berçário (contendo ração de pinto acrescido de 70% de água), até a eclosão. Após a eclosão, as larvas iniciais permaneceram no berçário até completarem cinco dias de vida, para que pudessem adquirir resistência, para então serem transferidas para os ensaios com resíduos.

Descrição das matérias-primas e tratamentos

A escolha dos resíduos a serem utilizados levou em consideração as atividades agroindustriais da região, e o volume de descarte dessas atividades.

Uma grande geradora de resíduos, que se destaca no mercado é a indústria do vinho. O processo de vinícola gera diferentes subprodutos, como talos de uva, leveduras esgotadas, borras de vinho e águas residuais altamente carregadas, juntamente com o próprio produto vinícola, alcançando um volume global de resíduos gerados correspondente a cerca de 20 a 30% da massa total de produção de vinho (ZABANIOTOU *et al.*, 2018).

Outra agroindústria economicamente importante, e que também se destaca no mercado, é a produção de *citrus*, com produção anual de 124,3 milhões de toneladas em todo



o mundo, as plantas *cítricas* representam as maiores culturas cultivadas em todo o mundo (MAHATO *et al.*, 2020).

A fruta cítrica é consumida principalmente como produtos frescos (50-60%), e o percentual restante (40-50%) é processado principalmente pela indústria alimentícia para a elaboração de sucos, geleias, geleias e marmeladas. Curiosamente, cerca de 34% das laranjas são destinadas à produção de suco, o que gera cerca de 44% das cascas como subproduto agroindustrial, que é comumente descartado como resíduo (RAFIQ *et al.*, 2018).

Outra agroindústria que vem ganhando elevado crescimento no mercado, como consequência das propriedades saudáveis atribuídas ao azeite de oliva, as oliveiras se espalharam por diferentes partes do mundo, sendo cultivada em mais de 40 países e mais de 10 milhões de há (TAGUAS *et al.*, 2021).

Com o aumento da produção de oliveiras, aumenta-se a geração de resíduos oriundos do seu beneficiamento. Devido a sua elevada acidez e 12 salinidade, e ao fato de entrarem na sua composição os ácidos, gorduras e polifenóis, tornam os subprodutos do processamento potencialmente contaminantes (ROIG *et al.*, 2006).

Temos também o bagaço de malte ou bagaço de cevada, originado em grandes quantidades na produção de cerveja, corresponde a até 85% dos resíduos gerados nesse processo e tem como principal destino ração animal ou aterros sanitários (TOMBINI *et al.*, 2020).

A produção de cerveja gera para cada 100 litros, 14-20 Kg de resíduos de malte. Mostrando a necessidade de se estudar soluções que ajudem a reduzir os impactos negativos (PEREIRA *et al.*, 2021).

Levando em conta estas informações, definiu-se para o estudo, o uso de bagaço de uva (uva Merlot e uva Sauvignon Blanc), torta de oliva, bagaço de laranja e bagaço de malte.

Utilizou-se as concentrações de 100, 75, 50 e 25% para todos os resíduos e levando em consideração a necessidade nutricional da BSFL, onde (CAMMACK; TOMBERLIN, 2017) sugere que seja acrescentado no mínimo 21% de resíduos com alto teor de carboidratos para um melhor desempenho da espécie, as concentrações de 75, 50 e 25% foram complementadas com resíduos farináceos provenientes de uma empresa da região.

Todos os resíduos utilizados foram congelados por 48 horas para eliminar a presença de qualquer inseto que pudesse interferir nos resultados, e para padronizar os tratamentos, os resíduos foram secos em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas e após passaram pelo moinho de facas tipo Willey em malha de 1 mm, obtendo uma consistência farinácea.



Conforme metodologia adaptada de Park (2016), o tratamento iniciou-se com 3kg de resíduo sólido, acrescido de 70% de água, totalizando 5,1kg de resíduo úmido, onde 2g de larvas iniciais (0,3 a 0,5mm) para cada kg de resíduo úmido foram inseridas nos tratamentos.

Os tratamentos foram realizados em triplicata, e definiu-se como encerrado, quando 30% das larvas atingiram a fase de pré-pupa em todas as repetições.

A taxa de redução do resíduo e o ganho de biomassa larval foi avaliado usando os seguintes parâmetros, conforme Bosch *et al.* (2020).

- I. Ganho de biomassa (% , peso fresco)

$$= \text{peso larval final} - \text{peso larval inicial} \times 100$$

- II. Redução do substrato

$$\frac{\text{Total de resíduo adicionado} - \text{resíduo após o tratamento}}{\text{Total de resíduo adicionado}} \times 100$$

Análises estatísticas

A relação entre os tratamentos de criação foi avaliada por meio da análise de componentes principais (PCA), implementadas no software ChemoStat.

Resultados e discussão

Os tratamentos utilizando 100% de resíduo de bagaço de uva Merlot, bagaço de uva Sauvignon Blanc, torta de oliva e bagaço de laranja apresentaram alta mortalidade larval e por isso foram descartados do estudo.

A BSFL mostrou-se promissora na redução dos resíduos utilizados, onde podemos verificar que todos os tratamentos apresentaram mais de 50% de redução, sendo as maiores taxas encontradas no bagaço de malte e bagaço de laranja (tabela 1).

Na Análise de Componente Principal (PCA) (figura 1), verificou-se que a componente principal um (PCA1) e dois (PCA2) explicaram 83,81% da variação total dos dados, sendo que a PCA1 tem influência das variáveis biomassa larval e tempo de processo e a PCA2 tem influência da variável redução de substrato (figura 1).

Podemos verificar que os tratamentos contendo bagaço de uva e bagaço de oliva foram os que apresentaram menor taxa de redução e maior tempo de processo, sendo responsáveis pela formação de um grupo na PCA. Os tratamentos utilizando bagaço de

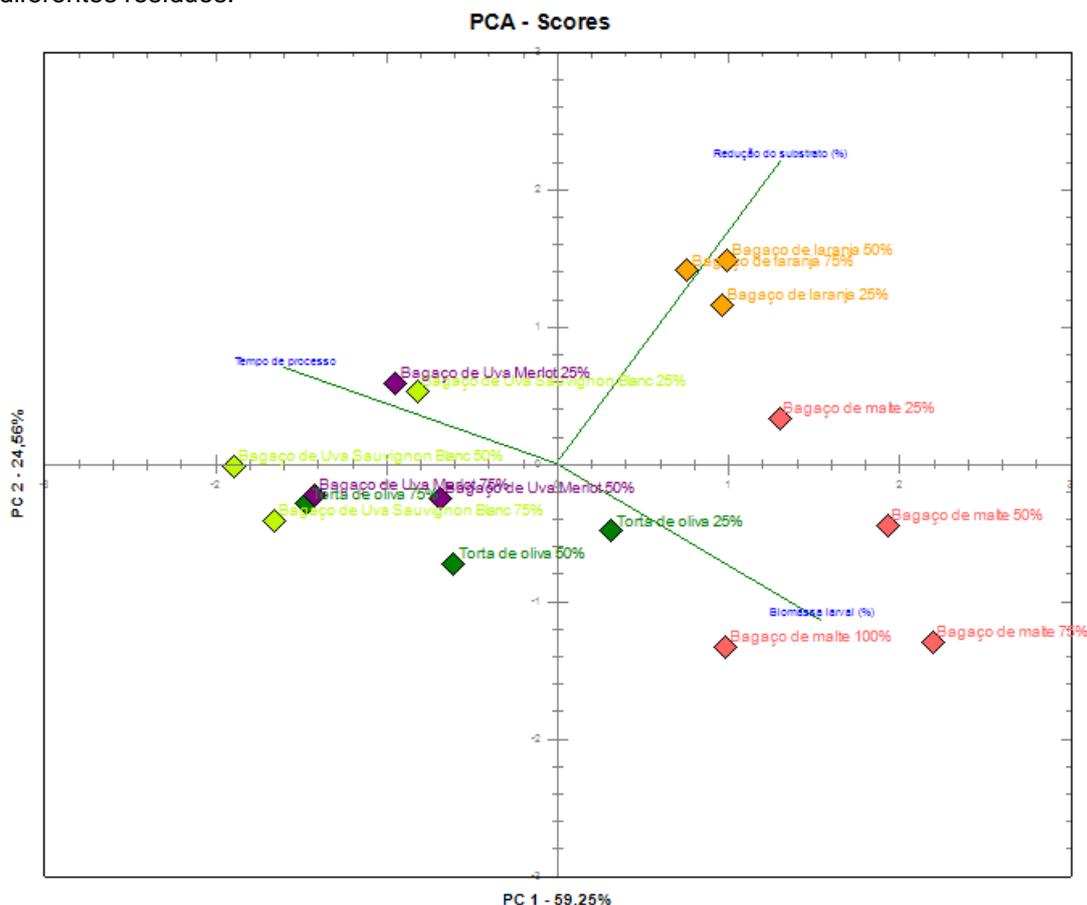


laranja foram os que apresentaram maior taxa de redução de resíduo, sendo responsáveis pela formação de um segundo grupo no cluster, e por fim os tratamentos com bagaço de malte foram os que apresentaram a maior taxa de biomassa larval, formando um terceiro grupo.

Tabela 1. Dados sobre o desempenho da BSFL alimentadas em diferentes resíduos.

Tratamentos	Biomassa larval (%)	Redução (%)	Tempo
Bagaço de uva Merlot 25%	849,1 ± 102,3	67,79 ± 2,83	26 ± 1,15
Bagaço de uva Merlot 50%	888,9 ± 43,16	60,29 ± 1,82	23 ± 0,57
Bagaço de uva Merlot 75%	849,7 ± 9,91	56,75 ± 3,98	26 ± 1,73
Bagaço de uva Sauvignon Blanc 25%	784 ± 56,7	67,27 ± 4,41	24 ± 1,15
Bagaço de uva Sauvignon Blanc 50%	693,1 ± 38,8	55,47 ± 3,52	26 ± 1,52
Bagaço de uva Sauvignon Blanc 75%	818,8 ± 23,41	53,32 ± 1,15	26 ± 0
Torta de oliva 25%	1085,7 ± 63,1	64,11 ± 2,01	21 ± 0,57
Torta de oliva 50%	877,1 ± 70,0	55,4 ± 2,77	21 ± 0,57
Torta de oliva 75%	848,7 ± 113,8	55,8 ± 4,01	26 ± 1,52
Bagaço de laranja 25%	892,8 ± 51,1	83,45 ± 1,17	19 ± 1,15
Bagaço de laranja 50%	848,2 ± 74,0	86,74 ± 0,8	19 ± 1,15
Bagaço de laranja 75%	906 ± 74	85,29 ± 0,69	21 ± 1,15
Bagaço de malte 25%	1432,7 ± 20,2	80,66 ± 1,44	25 ± 0,57
Bagaço de malte 50%	1295,1 ± 46,6	74,03 ± 1,66	17 ± 1,0
Bagaço de malte 75%	1446,7 ± 99,7	67,29 ± 0,33	16 ± 0
Bagaço de malte 100%	1074,5 ± 53,7	58,06 ± 0,70	15 ± 1,15

Figura 1. Análise de componentes principais (PCA) do desenvolvimento da BSFL alimentadas com diferentes resíduos.



Um dos fatores limitantes para uma menor taxa de redução da BSFL em resíduos de bagaço de uva, pode estar associado a presença de taninos. Os taninos são compostos naturais, presentes nas cascas, sementes e caules das uvas (POZZAN *et al.*, 2012), e diversos estudos mostram que esses polifenóis possuem fatores antinutricionais e podem afetar o valor nutricional de animais que os consomem (DE LIMA JÚNIOR *et al.*, 2010).

Outro fator limitante para o bom desenvolvimento da BSFL é o alto teor de fibras que podem ser encontrados tanto no bagaço de uva como na torta de oliva. As fibras são menos digeríveis no trato digestivo da BSFL e tendem a diminuir as taxas de crescimento larval (LIU *et al.*, 2018).

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com Surendra *et al.* (2020), onde são apresentadas taxas de redução de diferentes tipos de resíduos, mostrando que a espécie pode consumir uma ampla variedade de recursos orgânicos, desde resíduos alimentares, resíduos agroindustriais, resíduos animais e até mesmo resíduos a base de carnes.



Nossos resultados também estão de acordo com o levantamento bibliográfico apresentado na tabela 2, onde BSFL apresenta diferentes taxas de redução variando de 53 a 85%.

Tabela 2: Levantamento de trabalhos que avaliaram a redução de resíduos utilizando BSFL

Resíduo	Redução (%)	Autor
Soja	85	Chiam <i>et al.</i> , 2021
Palha de milho	48	Gao <i>et al.</i> , 2019
Estrume de frango	75	Bortolini <i>et al.</i> , 2020
Desperdício de restaurante	72	Ebeneezer <i>et al.</i> , 2021
Fezes humanas	48	Lalander <i>et al.</i> , 2019
Abatedouro + frutas e vegetais	61	Lalander <i>et al.</i> , 2019
Lodo primário	63	Lalander <i>et al.</i> , 2019
Orgânicos municipais	68	Diener <i>et al.</i> , 2011
Subprodutos do trigo	56	Gold <i>et al.</i> , 2020
Estrume de gado	43	Gold <i>et al.</i> , 2020
Coalhada de soja	72	Somroo <i>et al.</i> , 2019
Estrume de suíno	53	Zhou <i>et al.</i> , 2013

Além do grande ganho em relação a taxa de redução dos resíduos, também temos outros benefícios utilizando *H. illucens*, como pré-pupas/larvas que podem ser utilizadas na alimentação animal, além de um resíduo valioso conhecido como “frass”, que é uma mistura de excrementos da BSFL, substratos não consumidos e exoesqueletos descartados (AMRUL *et al.*, 2022).

A farinha e o óleo BSFL já são considerados uma alternativa de qualidade animal à farinha e ao óleo de peixe usados para alimentação de peixes carnívoros e em outras dietas animais (WANG *et al.*, 2022).

Conclusão

H. illucens é uma espécie considerada promissora entre os pesquisadores, por ser um excelente agente de compostagem com impacto ambiental mínimo. O tratamento usando BSFL é uma tecnologia em evolução para converter resíduos orgânicos em produtos sustentáveis com valor agregado.

A gestão de resíduos via BSFL representa um recurso inovador e economicamente viável para empresas agroindustriais regionais e nacionais; esta abordagem oferece novas possibilidades para o desenvolvimento industrial sustentável e ambientalmente correto, no qual os subprodutos agrícolas podem ser descartados e melhorados de forma não convencional.



Apesar dos progressos alcançados até agora, estudos adicionais na área são necessários para estabelecer protocolos para implementação e melhoramento para aplicação em escala industrial.

Referências

AKHTARI, M. Prospective assessment for long-term impact of excessive solid waste generation on the environment. **Environment**, n. 6, 2000.

AMRUL, N. F.; KABIR AHMAD, I.; AHMAD BASRI, N. E.; SUJA, F. *et al.* A review of organic waste treatment using black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Sustainability**, 14, n. 8, p. 4565, 2022.

BORTOLINI, S.; MACAVEI, L. I.; SAADOUN, J. H.; FOCA, G. *et al.* *Hermetia illucens* (L.) larvae as chicken manure management tool for circular economy. **Journal of Cleaner Production**, 262, p. 121289, 2020/07/20/ 2020.

BOSCH, G.; OONINCX, D. G. A. B.; JORDAN, H. R.; ZHANG, J. *et al.* Standardisation of quantitative resource conversion studies with black soldier fly larvae. **Journal of Insects as Food and Feed**, 6, n. 2, p. 95-109, 2020. Article.

CAMMACK, J. A.; TOMBERLIN, J. K. The Impact of Diet Protein and Carbohydrate on Select Life-History Traits of The Black Soldier Fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). **INSECTS**, 8, n. 2, JUN 2017.

CHIAM, Z.; LEE, J. T. E.; TAN, J. K. N.; SONG, S. *et al.* Evaluating the potential of okara-derived black soldier fly larval frass as a soil amendment. **Journal of Environmental Management**, 286, p. 112163, 2021/05/15/ 2021.

DAS, T. K. **Industrial environmental management: Engineering, science, and policy.** John Wiley & Sons, 2020. 1119591589.

DE LIMA JÚNIOR, D. M.; MONTEIRO, P. D. B. S.; DO NASCIMENTO RANGEL, A. H.; DO VALE MACIEL, M. *et al.* Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, 4, n. 3, p. 132-143, 2010.

DIENER, S.; SOLANO, N. M. S.; GUTIÉRREZ, F. R.; ZURBRÜGG, C. *et al.* Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. **Waste and Biomass Valorization**, 2, n. 4, p. 357-363, 2011.

EBENEZAR, S.; D, L. P.; C.S, T.; N.S, J. *et al.* Nutritional evaluation, bioconversion performance and phylogenetic assessment of black soldier fly (*Hermetia illucens*, Linn. 1758) larvae valorised from food waste. **Environmental Technology & Innovation**, p. 101783, 2021/07/10/ 2021.



GAO, Z.; WANG, W.; LU, X.; ZHU, F. *et al.* Bioconversion performance and life table of black soldier fly (*Hermetia illucens*) on fermented maize straw. **Journal of Cleaner Production**, 230, p. 974-980, 2019/09/01/ 2019.

GOLD, M.; CASSAR, C. M.; ZURBRÜGG, C.; KREUZER, M. *et al.* Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates. **Waste Management**, 102, p. 319-329, 2020.

LALANDER, C.; DIENER, S.; ZURBRÜGG, C.; VINNERÅS, B. Effects of feedstock on larval development and process efficiency in waste treatment with black soldier fly (*Hermetia illucens*). **Journal of Cleaner Production**, 208, p. 211-219, 2019/01/20/ 2019.

LEHMANN, J. R. K.; NIEBERDING, F.; PRINZ, T.; KNOTH, C. Analysis of unmanned aerial system-based CIR images in forestry—A new perspective to monitor pest infestation levels. **Forests**, 6, n. 3, p. 594-612, 2015.

LIU, Z.; MINOR, M.; MOREL, P. C.; NAJAR-RODRIGUEZ, A. J. Bioconversion of three organic wastes by black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae. **Environmental Entomology**, 47, n. 6, p. 1609-1617, 2018.

MAHATO, N.; SHARMA, K.; SINHA, M.; BARAL, E. R. *et al.* Bio-sorbents, industrially important chemicals and novel materials from citrus processing waste as a sustainable and renewable bioresource: A review. **Journal of Advanced Research**, 23, p. 61-82, 2020/05/01/ 2020.

MOSHTAGHIAN, H.; BOLTON, K.; ROUSTA, K. Challenges for upcycled foods: definition, inclusion in the food waste management hierarchy and public acceptability. **Foods**, 10, n. 11, p. 2874, 2021.

PARK, H. H. Black soldier fly larvae manual. 2016.

PEREIRA, É. C.; DOS SANTOS, N. M. S.; FORMAGGINI, R. S.; DE OLIVEIRA, R. G. Geração de biogás a partir da biomassa do malte da fabricação de cervejas artesanais Biogas generation from the biomass of craft beer malt. **Brazilian Journal of Development**, 7, n. 10, p. 99933-99946, 2021.

POZZAN, M. S. V.; BRAGA, G. C.; SALIBE, A. B. Teores de antocianinas, fenóis totais, taninos e ácido ascórbico em uva'bordô'sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Ceres**, 59, p. 701-708, 2012.

RAFIQ, S.; KAUL, R.; SOFI, S. A.; BASHIR, N. *et al.* Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, 17, n. 4, p. 351-358, 2018. Review.

ROIG, A.; CAYUELA, M. L.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. An overview on olive mill wastes and their valorisation methods. **Waste management**, 26, n. 9, p. 960-969, 2006.



SINGH, A.; KUMARI, K. An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review. **Journal of Environmental Management**, 251, p. 109569, 2019/12/01/ 2019.

SOMROO, A. A.; UR REHMAN, K.; ZHENG, L.; CAI, M. *et al.* Influence of *Lactobacillus buchneri* on soybean curd residue co-conversion by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) for food and feedstock production. **Waste Management**, 86, p. 114-122, 2019.

SURENDRA, K.; TOMBERLIN, J. K.; VAN HUIS, A.; CAMMACK, J. A. *et al.* Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.))(Diptera: Stratiomyidae)(BSF). **Waste Management**, 117, p. 58-80, 2020.

TAGUAS, E. V.; MARÍN-MORENO, V.; DÍEZ, C. M.; MATEOS, L. *et al.* Opportunities of super high-density olive orchard to improve soil quality: Management guidelines for application of pruning residues. **Journal of Environmental Management**, 293, p. 112785, 2021/09/01/ 2021.

THI, N. B. D.; KUMAR, G.; LIN, C.-Y. An overview of food waste management in developing countries: Current status and future perspective. **Journal of environmental management**, 157, p. 220-229, 2015.

TOMBINI, C.; AGNOL, J. D.; CAPELEZZO, L.; GODOY, J. S. *et al.* Desenvolvimento, caracterização físico-química e análise sensorial de pães integrais adicionados de resíduo da fabricação de cerveja estilo Pilsen e Porter. **Research, Society and Development**, 9, n. 11, p. e499119274-e499119274, 2020.

WANG, B. T.; WU, H. L.; DONG, Y. W.; JIANG, B. *et al.* Effects of fishmeal substitution with *Hermetia illucens* L on the growth, metabolism and disease resistance of *Micropterus salmoides*. **JOURNAL OF INSECTS AS FOOD AND FEED**, 8, n. 11, p. 1343-1353, 2022.

ZABANIOTOU, A.; KAMATEROU, P.; PAVLOU, A.; PANAYIOTOU, C. Sustainable bioeconomy transitions: Targeting value capture by integrating pyrolysis in a winery waste biorefinery. **Journal of Cleaner Production**, 172, p. 3387-3397, 2018/01/20/ 2018.

ZHOU, F.; TOMBERLIN, J. K.; ZHENG, L.; YU, Z. *et al.* Developmental and waste reduction plasticity of three black soldier fly strains (Diptera: Stratiomyidae) raised on different livestock manures. **Journal of medical entomology**, 50, n. 6, p. 1224-1230, 2013.

ÜSTÜNER, T.; HASBENLÍ, A.; ROZKOŠNÝ, R. The first record of *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758)(Diptera, Stratiomyidae) from the Near East. **Studia dipterologica**, n. 1, 2003.