

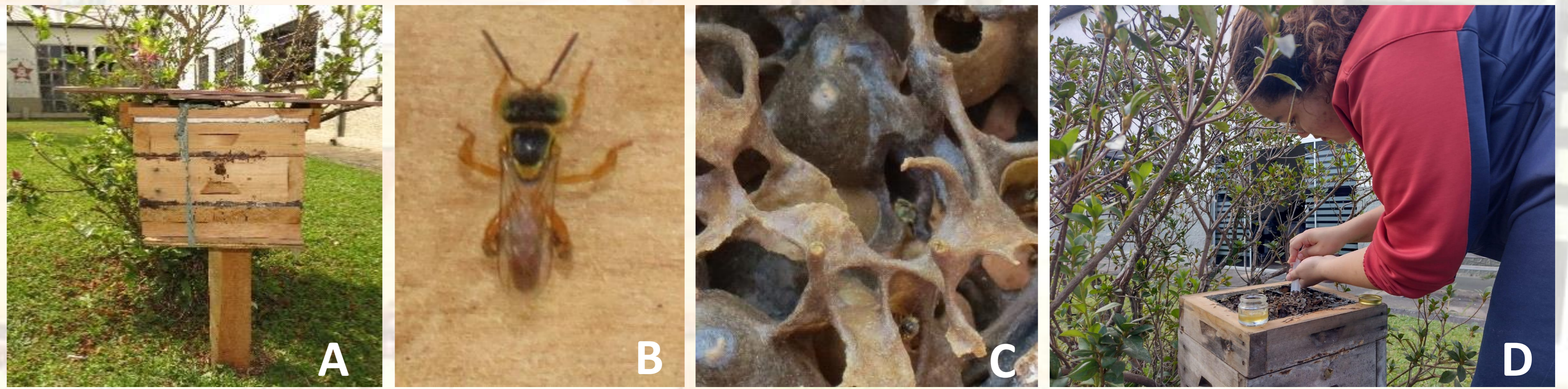
RESUMO

O plástico revolucionou a produção de uma infinidade de itens, suprimindo as mais variadas necessidades da sociedade, contribuindo para muitas áreas, como a medicina (ASSIS & DOS SANTOS, 2020). Sinônimo de praticidade, de preço baixo e acessibilidade, demora aproximadamente 400 anos para se decompor, sendo um dos maiores problemas ambientais atuais (WARD & REDDY, 2020). Dentre os descartes provenientes de saúde, que se inserem de maneira agressiva nesta problemática, estão os curativos (ROCHA, 2021). Indicado para proteção de pequenos cortes e feridas, se tornaram populares entre jovens na camuflagem de acne. Doença inflamatória comum da pele humana, causada principalmente pela proliferação de bactérias *Propionibacterium acnes*, residentes majoritários da face (Figura 1; LEE *et al.*, 2014). Demonstramos anteriormente que o mel de abelha jataí (Figura 2; *Tetragonisca angustula*) apresenta potencial atividade antimicrobiana como tratamento alternativo de acne vulgar (FRANCESCHINI *et al.*, 2022). Atividade antimicrobiana de mel de abelha africanizada (*Apis mellifera*) vem sendo reportada (BORGES *et al.*, 2021), inclusive contra *P. acnes* (SRISAYAM & CHANTAWANNAKUL, 2010). Buscamos desenvolver curativo biodegradável combinado com mel para tratamento de acne. O amido é um polímero natural biodegradável abundante, vantajoso na manufatura de curativos dérmicos, cujas características físico-químicas dependem da fonte vegetal, variando a temperatura de elaboração do biofilme (MALI *et al.*, 2010). O mel de jataí mantém sua propriedade antimicrobiana quando aquecido até 50 °C, 10 °C a menos que mel de *A. mellifera* (Tabela 1), direcionando a seleção de amido de mandioca, cuja temperatura de gelatinização varia entre 45 °C e 75 °C (BOBBIO & BOBBIO, 2003), mas necessita de adição de plastificante para melhorar suas propriedades mecânicas e térmicas (MALI *et al.*, 2010). Obtido das raízes da mandioca e comercializado no Brasil *in natura*, seco (polvilho doce), hidratado (tapioca) ou fermentado (polvilho azedo; SILVA *et al.*, 2015), adicionados a glicerol, chegaram próximo ao desejado, mas o mel não aderiu a biofilme de amido (Figura 3). Filme de fitocolóide ágar-ágar, proveniente de algas marinhas vermelhas, que apresenta alto poder gelificante em temperaturas entre 32 °C e 45 °C (LOPES *et al.*, 2005), mesmo com adição de glicerol mostrou-se quebradiço e de coloração escura (Figura 4). Além de polissacarídeos, as proteínas são biopolímeros utilizados na elaboração de filmes (GONTARD *et al.*, 1992). Biofilme de gelatina, apresentou boa resistência mecânica e alta elasticidade, homogeneizou-se ao mel de abelhas jataí e africanizada, apresentou secagem rápida, dissolveu-se em água, sem agitação, após 27 horas (Figura 4), aderiu-se facilmente à pele, e manteve as propriedades antimicrobianas contra microrganismos causadores de acne vulgar (Figura 5).



Fonte: Autores (2023).

Figura 1: Obtenção de microrganismos isolados de acne vulgar. Microrganismos foram coletados de acne vulgar de face de adolescente (A), com auxílio de agulha e alça de platina após esterilização do local, e crescidas em caldo de tioglicolato em condições anaeróbicas à 37 °C por 12 horas (B; BARBOSA *et al.*, 2014).



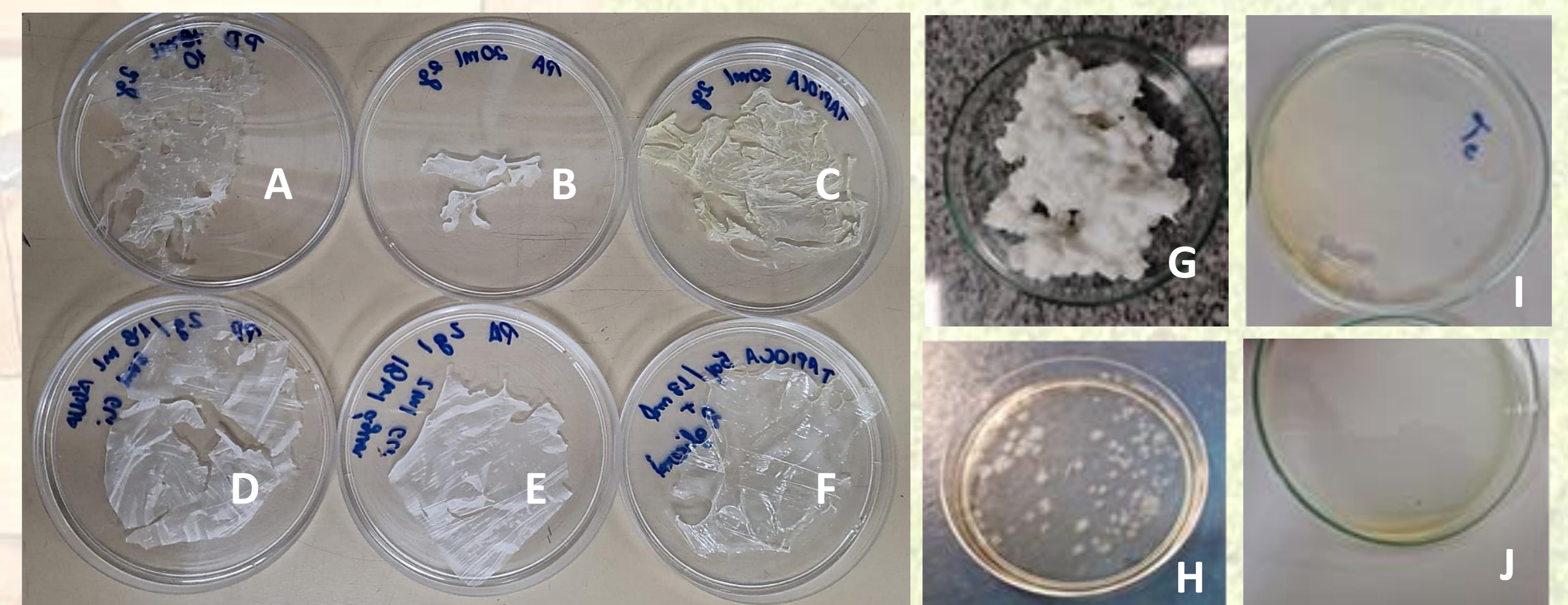
Fonte: Autores (2023).

Figura 2: Coleta de mel. Mel de abelhas nativas sem ferrão foi coletado diretamente na caixa de jataí do CMC, em junho de 2023. A) Caixa de criação de jataí do CMC; B) Abelha jataí (*T. angustula*); C) Potes de pólen e mel; D) Coleta de mel com auxílio de seringa e acondicionamento em pote de vidro. Mel de abelha melífera (*A. mellifera*) foi comprado diretamente de produtor da cidade de Curitiba, coleta de março 2023.

Tabela 1. Bioensaio da ação antimicrobiana do mel de abelha jataí e africanizada em função da temperatura. 1 ml de mel de abelha jataí (*T. angustula*) ou africanizada (*A. mellifera*) foi acondicionado em pote plástico e submetido a diferentes temperaturas por 20 minutos e mantido a temperatura ambiente. Foi observado o crescimento (+) ou não (-) de 100 µl de microrganismos coletados de acne vulgar em caldo de tioglicolato após 24 horas mantida à 37 °C e em condições anaeróbicas (controle positivo; BARBOSA *et al.*, 2014) adicionados a 100 µl de mel cozido ou cru. Como controle negativo inoculou-se apenas mel cru.

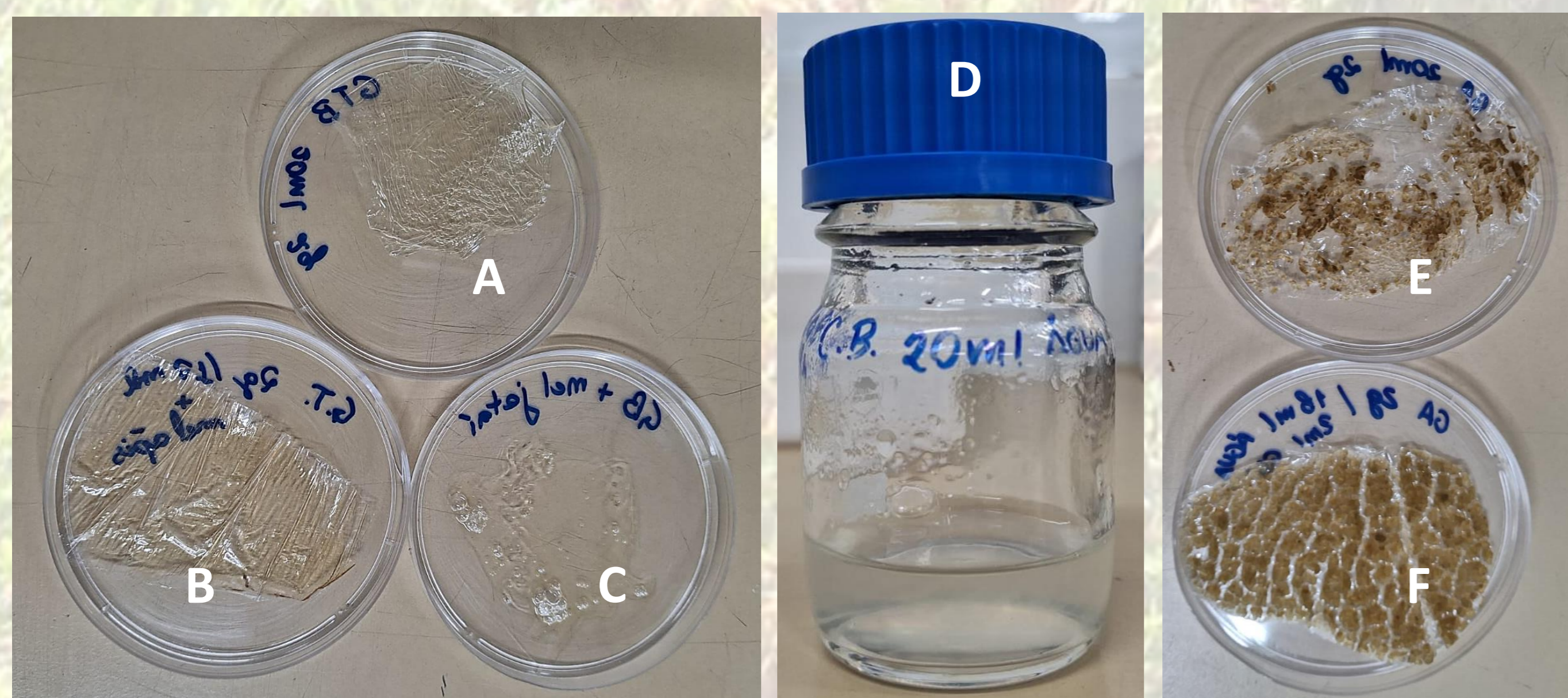
Condições	Crescimento de microrganismos	
	<i>Tetragonisca angustula</i>	<i>Apis mellifera</i>
Mel cru	-	-
Mel cozido à 40 °C	-	-
Mel cozido à 50 °C	-	-
Mel cozido à 60 °C	+	-
Mel cozido à 70 °C	+	+
Mel cozido à 80 °C	+	+
Mel cozido à 90 °C	+	+
Sem mel	+	

Fonte: Autores (2023).



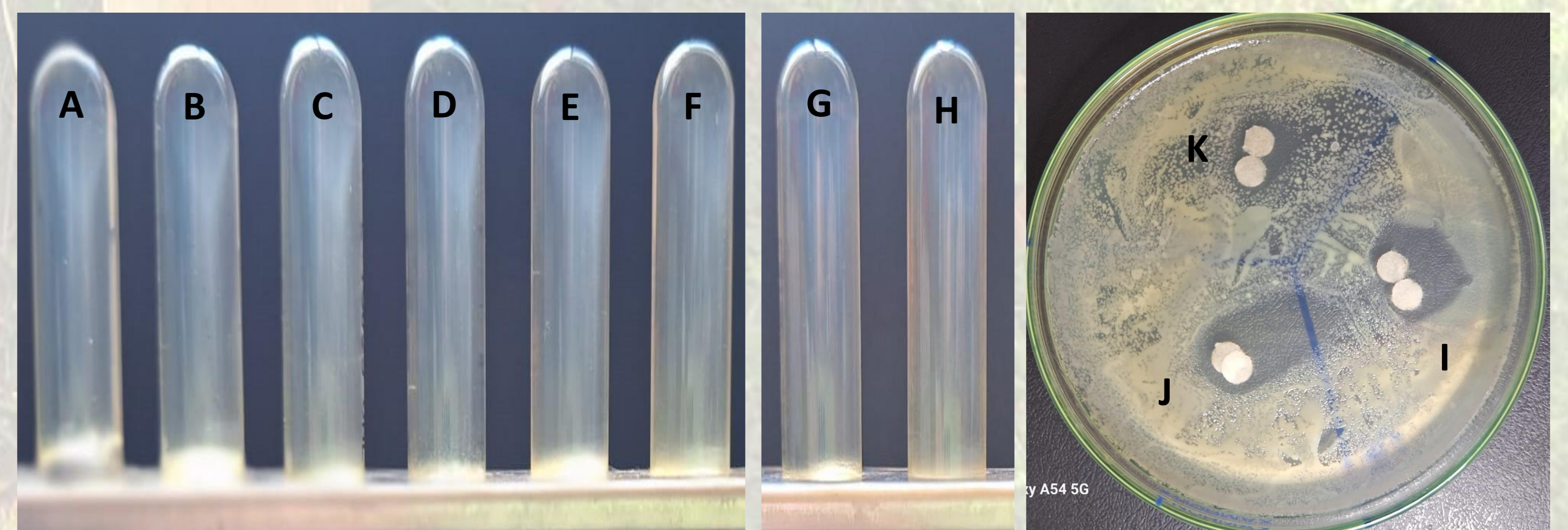
Fonte: Autores (2023).

Figura 3. Biofilmes formulados a partir de amido de mandioca. 2 g de amido foram dissolvidas em 20 ml de água destilada pré-aquecida para elaboração de biofilmes pela técnica de *casting* (adaptado de MALI *et al.*, 2005). Após 3 dias em temperatura ambiente, os biofilmes elaborados com polvilho doce (A), polvilho azedo (B) ou tapioca (C) craquelaram. Com adição de 2 ml de glicerol na formulação, os biofilmes tornaram-se maleáveis (D – polvilho doce; E – polvilho azedo; F – tapioca). O sagu não dissolveu nem com o dobro de água (G). Biofilme com adição de 5% de mel de jataí na formulação, fungou (H). Após acréscimo de 10% de mel de jataí, mesmo com secagem rápida, o mel dissociou da mistura (I – tapioca; J – polvilho doce).



Fonte: Autores (2023).

Figura 4. Biofilmes formulados a partir de gelatina ou ágar-ágar. 2 g de gelatina ou ágar-ágar foram dissolvidas em 20 ml de água destilada pré-aquecida para elaboração de biofilmes pela técnica de *casting* (adaptado de MALI *et al.*, 2005). Após 24 horas em temperatura ambiente, os biofilmes elaborados com gelatina (A) com adição de 10% de mel de abelha africanizada (*A. mellifera*; B) ou de abelha jataí (*T. angustula*; C), secaram. 20 cm² de biofilme com mel de jataí foi submerso em 20 ml de água dissolvendo em 27 horas (D). Biofilmes com ágar-ágar, sem (E) ou com adição de 2 ml de glicerol (F), craquelaram.



Fonte: Autores (2023).

Figura 5. Bioensaio da atividade antimicrobiana de biofilme de gelatina formulado com mel de abelha jataí ou africanizada. 5 ml de biofilme de gelatina formulado sem mel (A; B) ou com mel de *A. mellifera* (C; D) ou de *T. angustula* recém coletado (E; F) ou coletado a 9 meses (G; H), foram adicionados 100 µl de microrganismos coletados de acne vulgar (B; D; F; H) e observado seu desenvolvimento após 24 horas mantidas a 37 °C e em condições anaeróbicas (BARBOSA *et al.*, 2014). A atividade antimicrobiana de mel foi observada em halo de inibição de crescimento de inóculo de 1 ml de microrganismos coletados de acne vulgar em ágar batata dextrosado (OXOID) em presença de mel de abelha africanizada (I), mel de jataí recém coletado (J) e coletado a 9 meses (K).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, M.W.V. e DOS SANTOS, T.T. Propriedades químicas, problemas ambientais e reciclagem de plástico: uma revisão de literatura. *Jorn. Inter. Bioc.*, v.5, n.1, 2020.
- BARBOSA, V. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana do óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. e tintura de própolis frente à bactéria causadora da acne *Propionibacterium acnes*. *Ver. Bras. Pl. Med.*, v. 16, n.2, p.169-173, 2014.
- BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. *Introdução à química de alimentos*. 3ª ed. São Paulo: Varela, 237 p., 2003.
- BORGES, M.S. *et al.* Utilização do mel como terapia complementar: uma revisão sobre as propriedades biológicas associadas ao mel. *Brazilian Applied Science Review*. Curitiba, v.5, n.2, p. 1027-1045, mar./abr. 2021.
- FRANCESCHINI, M.; OLIVEIRA, G.D.; PINHEIRO, E.S.; MILITÃO, I.M.P.; LONGO NETO, W.S. Propriedade bactericida do mel de jataí contra acne. *Kur'yt'ya*, v.13, n.1, 2022.
- GONTARD, N.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science*, v. 53, n. 1, p. 206-211, 1992.
- LOPES, C.M.; LOBO, J.M.S.; COSTA, P. Formas farmacêuticas de liberação modificada: polímeros hidrofílicos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, Porto, v. 41, n. 2, p.143-155, abr. 2005.
- MALI, S.; SAKANAKA, L.S.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M.V.E. Water Sorption And Mechanical Properties Of Cassava Starch Films And Their Relation To Plasticizing Effect. *Carbohydrate Polymers*, v.60, p.283-289, 2005.
- MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Revisão. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, nº 1, p. 137-156, 2010.
- ROCHA, M.S. *Desenvolvimento de biofilme biodegradável de amido de bambu para curativos dérmicos*. 2021. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Engenharia Mauá de Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (CEUN-IMT), São Caetano do Sul – SP, 2021.
- SILVA, P.A. *et al.* Processamento e caracterização da farinha de tapioca, amplamente consumida no Estado do Pará. *In: IV Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia*. Anais, v. III, p. 332-340. Belém – PA. 18 a 20 nov. de 2015.
- SRISAYAM, M. E CHANTAWANNAKUL, P. Antimicrobial and antioxidant properties of honeys produced by *Apis mellifera* in Thailand. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*. v. 2, n. 2, p. 77-83, 2010.
- WARD, C.P. E REDDY, C.M. We need better data about the environmental persistence of plastic goods. *PNAS*, v.117, n.26, 2020.

Apoio

