

CARACTERIZAÇÃO MACROMORFOLÓGICA DE FUNGOS FILAMENTOSOS EXOFÍTICOS DE FRUTOS DE CAFÉ ARÁBICA EM DIFERENTES TEMPOS DE FERMENTAÇÃO EM MEIO SABOURAUD

Maria Rita Oliveira Santos^{1*}, Karen Chrislan Faria Ribeiro Jamar², Brida Maria Texeira Gonçalves², Raniere Ribeiro Lima², Vivian Machado Benassi²

¹ Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri campus JK (UFVJM), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Diamantina, Minas Gerais, Brasil

(*maria.rita@ufvjm.edu.br)

² Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri campus JK (UFVJM), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Diamantina, Minas Gerais, Brasil

Resumo: Fungos filamentosos exofíticos de frutos de café arábica Catuai 144 foram caracterizados em diferentes tempos de fermentação. Onze isolados foram reativados e cultivados em Ágar Sabouraud Dextrose a 30 °C. Os isolados fermentados apresentaram maior crescimento micelial e ampla variação de textura, superfície, bordas, topografia e aspecto, indicando diversidade morfológica e potencial para estudos biotecnológicos.

Palavras-chave: Micologia; Pós-colheita; Crescimento micelial; Bioprospecção; Crescimento micelial.

INTRODUÇÃO

A microbiota associada aos frutos do cafeeiro exerce forte influência nas características sensoriais e na qualidade da bebida. Dentre esses microrganismos, os fungos filamentosos destacam-se pela capacidade de colonizar o fruto em diferentes estágios, bem como na decomposição da biomassa, como as cascas do café. Por se tratar de uma matriz agroindustrial de alto valor econômico, o café passa por complexas etapas de processamento e beneficiamento pós-colheita, onde o manejo adequado das variáveis operacionais e do tempo de fermentação torna-se estratégico para agregação de valor ao produto final (PEREIRA *et al.*, 2024a).

No contexto biotecnológico, a investigação desses fungos filamentosos atende as demandas atuais de sustentabilidade e valorização de resíduos. Esses microrganismos são amplamente reconhecidos pelo seu potencial biotecnológico na síntese de complexos enzimáticos de interesse industrial, sendo capazes de degradar compostos recalcitrantes presentes nos resíduos gerados pelo beneficiamento do café, como a casca e a polpa, que frequentemente seriam descartados no ambiente. O isolamento dessas linhagens abre caminhos para o aproveitamento dessa biomassa residual, transformando passivos ambientais em matérias-primas para a produção de novos subprodutos de alto valor agregado, observado na Figura 1.

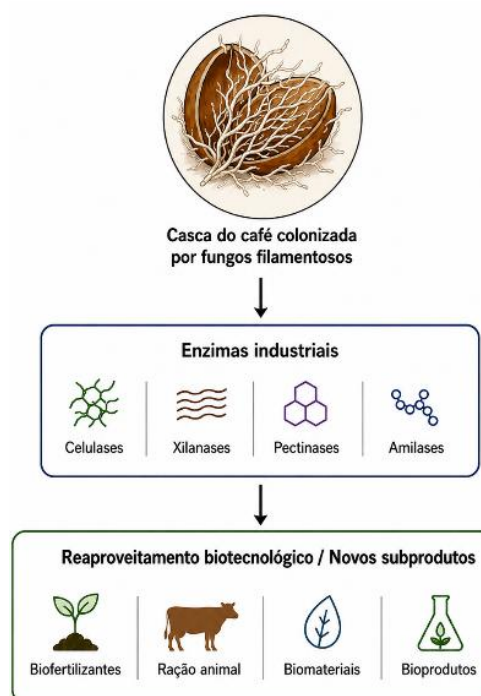




Figura 1. Potencial biotecnológico da casca do café para isolamento de fungos filamentosos.
Fonte: Autores 2026

A composição e a abundância da comunidade fúngica variam significativamente entre frutos frescos (sem fermentação) e aqueles submetidos a processos fermentativos em diferentes tempos, uma vez que o metabolismo microbiano altera continuamente as condições físico-químicas do substrato durante o tempo de fermentação (Silva *et al.*, 2008).

Os frutos do café arábica Catuaí 144 submetidos a diferentes tempos de fermentação podem apresentar uma diversidade de fungos filamentosos com características macromorfológicas distintas, evidenciando a importância da recuperação e caracterização desses microrganismos (Pina *et al.*, 2024a).

Para recuperar, manter e caracterizar macromorfológicamente os fungos filamentosos provenientes desses diferentes tratamentos, o cultivo em meio sólido torna-se uma etapa crucial. Nesse contexto, o meio Ágar Sabouraud Dextrose destaca-se como uma alternativa eficaz para o crescimento qualitativo desses microrganismos, favorecendo a observação de características macroscópicas das colônias como textura, superfície, bordas, topografia, coloração e presença de pigmentação (Mendes *et al.*, 2022).

O presente trabalho teve como objetivo realizar a análise macromorfológica dos fungos filamentosos provenientes dos frutos do café Arábica Catuaí 144, avaliando o impacto dos diferentes tempos de fermentação sobre o perfil morfológico das colônias obtidas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os fungos filamentosos avaliados neste estudo são provenientes do banco de fungos do Laboratório de

Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP), da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) *campus* JK, Diamantina, Minas Gerais, Brasil, onde encontravam-se preservados em sílica-gel. Os microrganismos deste estudo estão devidamente cadastrados no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), sob o número A64AD93.

Microrganismos em Estudo e Reativação dos Isolados

Os isolados fúngicos foram obtidos originalmente de frutos do cultivar *Coffea arabica* Catuaí 144, cultivados na fazenda experimental do Núcleo de Estudos em Cafeicultura (NECAF/UFVJM), localizada na UFVJM.

Para esse estudo foram analisados onze isolados mantidos em sílica-gel, distribuídos conforme o tempo de processamento pós-colheita: dois provenientes de frutos não fermentados (CF321-A e CF321-B); um correspondente a 24 horas de fermentação (F24061); quatro a 48 horas (F48042, F48082, F48083 e F48231); um a 72 horas (F72011); e três referentes a 96 horas de fermentação (F96122, F96182 e F96241).

A reativação fúngica foi feita mediante a transferência das sílica-gel para placas de Petri contendo meio de cultura sólido composto por 4% (m/v) de farinha de aveia e 2% (m/v) de ágar bacteriológico, conforme metodologia descrita por Emerson (1941). Na sequência, as placas foram incubadas em estufa microbiológica à 30 °C, por sete dias, para a recuperação e o desenvolvimento do fungo.

Avaliação Macromorfológica e Crescimento Micelial

Para a caracterização morfológica, preparou-se o meio sólido Ágar Sabouraud Dextrose (SDA). O meio de cultura e as placas de Petri foram esterilizados em autoclave à 120 °C, por 30 minutos, sob pressão de 1 atm. O meio estéril foi vertido em ambiente asséptico, sob fluxo laminar e próximo à área de segurança do bico de Bunsen nas placas de Petri esterilizadas.

A inoculação pontual foi realizada após a completa solidificação do meio, no centro de cada placa, utilizando os isolados fúngicos previamente reativados. As culturas foram mantidas em estufa bacteriológica à 30 °C, durante 72 horas.

As colônias foram avaliadas por observação direta, considerando características macroscópicas como coloração, textura, topografia, aspecto da superfície, perfil das bordas e presença ou ausência de

pigmentação difusível no meio de cultura (Imamura *et al.*, 2021).

Análise dos dados

Para garantir a reprodutibilidade dos dados, todos os ensaios foram realizados em triplicata independentes. Os valores reportados corresponderam à média final obtida a partir das réplicas de cada isolado. As etapas metodológicas empregadas nesta etapa do procedimento estão apresentadas na Figura 2.

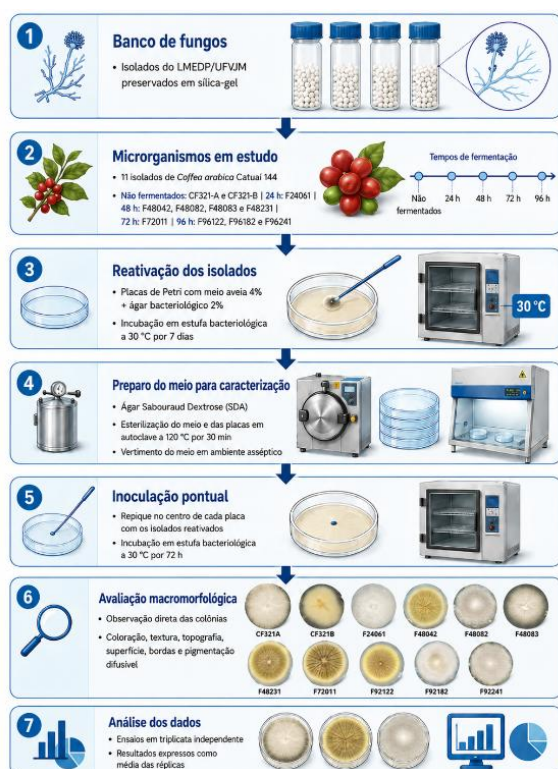


Figura 2. Esquema metodológico da reativação, cultivo e análise macromorfológica dos isolados fúngicos em meio Ágar Sabouraud Dextrose.

Fonte: Autores 2026

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os isolados fúngicos avaliados apresentaram crescimento em meio Sabouraud após 72 horas de incubação à 30 °C, resultado que reforça a adequação desse meio para o cultivo e a manutenção de fungos filamentosos (Silva *et al.*, 2022).

Os valores de raio micelial variaram de 1,0 a 4,1 cm, evidenciando diferenças no desenvolvimento das colônias entre os fungos analisados, representados na Tabela 1.

Os raios miceliais menores foram observados nos isolados provenientes dos frutos não fermentados, CF321A e CF321B, com 1,2 cm e 1,0 cm,

respectivamente. O maior crescimento foi registrado para o isolado F24061, correspondente ao tempo de 24 horas de fermentação, com raio micelial de 4,1 cm (Tabela 1).

Enquanto que o isolado F72011, proveniente do tempo de 72 horas, também apresentou crescimento expressivo, com 4,0 cm (Tabela 1). Esses resultados indicaram que os fungos oriundos dos frutos fermentados apresentaram, em geral, maior desenvolvimento micelial quando comparados aos isolados de frutos não fermentados.

Esse comportamento pode estar relacionado às alterações promovidas durante o processo fermentativo, uma vez que a fermentação pode modificar quimicamente e biologicamente o substrato, além de favorecer a transformação de compostos por microrganismos (Costa *et al.*, 2021). Ressalta que o processo fermentativo é caracterizado pela ausência de oxigênio, e os fungos filamentosos são organismos aeróbicos.

Tabela 1. Raio micelial dos isolados fúngicos cultivados em meio Ágar Sabouraud Dextrose após 72 horas de incubação.

Fungos	Raio micelial (cm)
CF321A	1,2
CF321B	1,0
F24061	4,1
F48042	3,3
F48082	3,0
F48083	2,0
F48231	3,4
F72011	4,0
F96122	3,4
F96182	3,8
F96241	3,2

Nota: o raio micelial do isolado F24061 foi mensurado após 24 horas de incubação.

Fonte: Autores 2026.

Os isolados provenientes de 48 horas de fermentação apresentaram raios entre 2,0 e 3,4 cm, com destaque para F48231, que atingiu 3,4 cm. Assim como, os isolados referentes a 96 horas de fermentação apresentaram crescimento entre 3,2 e 3,8 cm, indicando manutenção do desenvolvimento micelial mesmo em estágios mais avançados do processamento pós-colheita (Tabela 1).

Esse comportamento pode estar relacionado às alterações físico-químicas promovidas durante a fermentação do café, uma vez que esse processo modifica a composição dos grãos e a disponibilidade de compostos utilizados no metabolismo microbiano (Lopes; Souza; Peluzio, 2025).

A caracterização macromorfológica é uma etapa importante para a diferenciação preliminar de fungos filamentosos, pois permite observar variações visíveis nas colônias, como textura, superfície, bordas, topografia, coloração e pigmentação (Mendes *et al.*, 2022). No presente estudo, os isolados fúngicos apresentaram variação expressiva quanto a esses parâmetros, representados na Tabela 2.

Tabela 2. Características macromorfológicas dos isolados fúngicos cultivados em meio Ágar Sabouraud Dextrose.

Fungos	Características macromorfológicas			
	Textura	Superfície	Bordas	Topografia
CF321A	Cotonosa	Granulosa	Filamentosa	Achatada e pregueada
CF321B	Cotonosa	Granulosa	Filamentosa	Achatada e pregueada
F24061	Algodonosa	Granulosa	Franjeada e filamentosa	Convexa e pregueada
F48042	Camurça	Estrias radiais	Filamentosa	Achatada e pregueada
F48082	Algodonosa	Granulosa	Ondulada e irregular	Convexa e pregueada
F48083	Cotonosa	Granulosa	Filamentosa	Crateriforme com pregas centrais
F48231	Aveludada	Estrias radiais	Filamentosa	Achatada e pregueada
F72011	Camurça	Granulosa	Filamentosa	Achatada e pregueada
F96122	Camurça	Estrias radiais	Filamentosa	Crateriforme com pregas centrais
F96182	Algodonosa	Granulosa	Ondulada e irregular	Convexa e pregueada
F96241	Algodonosa	Granulosa	Ondulada e irregular	Convexa e pregueada

Fonte: Autores 2026

As texturas observadas foram classificadas como cotonosa, algodonosa, camurça e aveludada. A textura algodonosa foi observada nos isolados F24061, F48082, F96182 e F96241, enquanto a textura cotonosa ocorreu em CF321A, CF321B e F48083. Os isolados F48042, F72011 e F96122 apresentaram textura camurça e o isolado F48231 foi caracterizado como aveludado (Tabela 2).

A superfície das colônias apresentou predominância de aspecto granuloso, observado na maior parte dos isolados. Estrias radiais foram registradas em F48042, F48231 e F96122, indicando organização micelial mais evidente a partir do centro da colônia (Tabela 2).

As bordas foram majoritariamente filamentosas, característica compatível com o crescimento radial típico de fungos filamentosos. Bordas onduladas e irregulares foram observadas nos isolados F48082, F96182 e F96241 (Tabela 2), evidenciando diferenças no padrão de crescimento das colônias, como observado na Figura 3.

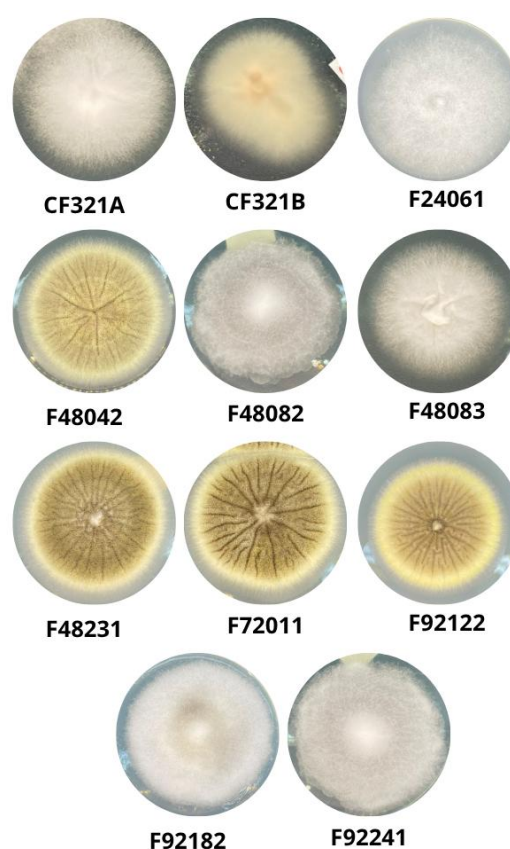


Figura 3. Fotografia dos isolados fúngicos exofíticos cultivados em meio sólido Sabouraud, durante 72 horas, à 30° C.

A topografia também variou entre os isolados. As formas achatada e pregueada foram observadas em cinco microrganismos sendo eles: CF321A, CF321B, F48042, F48231 e F72011. A topografia convexa e pregueada em quatro deles: F24061, F48082, F96182 e F96241 (Tabela 2).

Os isolados F48083 e F96122 apresentaram aspecto crateriforme com pregas centrais. Essas diferenças reforçam a diversidade morfológica dos fungos filamentosos avaliados, mesmo quando cultivados sob



as mesmas condições de meio, temperatura e tempo de incubação, comportamento também observado em isolados fúngicos provenientes de frutos de café (Pina *et al.*, 2024b)

O aspecto geral das colônias variou entre opaco, seco e úmido. Colônias opacas foram observadas nos isolados CF321A, CF321B, F24061 e F48083. O aspecto seco ocorreu em F48042, F48231, F72011 e F96122, enquanto o aspecto úmido foi registrado em F48082, F96182 e F96241. Essa variação pode estar associada às diferenças fisiológicas entre os isolados, à produção de estruturas reprodutivas, à organização do micélio e à interação de cada fungo com o meio SDA, uma vez que o meio de cultura pode influenciar o crescimento micelial, a esporulação e a formação do micélio aéreo em fungos filamentosos (Andrade *et al.*, 2024)

Os resultados obtidos estão de acordo com Pina *et al.* (2024a), que também observaram diversidade macromorfológica em fungos filamentosos isolados de frutos de café arábica Catuaí 144 antes e após a fermentação. A presença de diferentes texturas, superfícies, topográficas e padrões de crescimento reforça que os tempos de fermentação podem influenciar o perfil dos fungos recuperados. A ocorrência de isolados morfologicamente distintos em um mesmo tratamento também indica que a microbiota exofítica associada ao café apresenta elevada diversidade.

A caracterização macromorfológica permitiu diferenciar os isolados avaliados de forma preliminar, fornecendo informações relevantes sobre o comportamento das colônias em meio SDA. Os dados obtidos indicam que os fungos filamentosos provenientes dos frutos fermentados apresentaram maior crescimento micelial e ampla variação morfológica, com destaque para os isolados F24061 e F72011, que exibiram os maiores raios miceliais. Essa diversidade reforça o potencial dos isolados para estudos posteriores de identificação das espécies e avaliação biotecnológica, incluindo a investigação da capacidade de produção de enzimas de interesse industrial (Martins *et al.*, 2024).

CONCLUSÃO

Os isolados fúngicos provenientes de frutos de café arábica Catuaí 144 apresentaram crescimento em meio Ágar Sabouraud Dextrose, permitindo a avaliação do desenvolvimento micelial e das características macromorfológicas após o período de incubação. Os fungos oriundos dos tratamentos fermentativos demonstraram, em geral, maior crescimento micelial quando comparados aos isolados provenientes de frutos não fermentados, indicando possível influência

do processamento pós-colheita sobre o perfil dos microrganismos recuperados.

A caracterização macromorfológica evidenciou ampla diversidade entre os isolados, com variações quanto à textura, superfície, bordas, topografia, aspecto geral e pigmentação difusível no meio de cultura.

Esses resultados demonstraram que os fungos filamentosos associados aos frutos de café apresentaram perfis morfológicos distintos, mesmo quando submetidos às mesmas condições de cultivo.

Os dados obtidos reforçam a importância da caracterização macromorfológica como etapa inicial para diferenciação dos isolados fúngicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), ao Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), ao Programa de Pós-Graduação em Biocombustíveis, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e ao Laboratório de Micologia, Enzimologia e Desenvolvimento de Produtos (LMEDP) pelo apoio institucional. Agradecem também às agências de fomento CNPq, FAPEMIG e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE**, Maria Gabriela Monteiro de Carvalho; **AMORIM**, Claudjane Batista; **COSTA**, Ester da Silva; **FERRO**, Luan Henrique da Silva; **SILVA**, Marcus Vinícius Santos da; **MELO**, Pedro Henrique Mesquita. Comparação entre meios de cultura para crescimento micelial do gênero *Fusarium*. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 22, número especial, p. 1-5, 2024.
- COSTA**, Bruno; **PANSERA**, Marcia Regina; **SARTORI**, Valdirene Camatti. Avaliação de fermentados botânicos no controle de *Colletotrichum fructicola* isolado de *Acca sellowiana*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e48910515116, 2021.
- EMERSON**, R. An experimental study of the Life Cycles and Taxonomy of Allomyces. **Lloydia**, v. 4, p. 77-144, 1941.



IMAMURA, Rafaela Yukaren Canovas; **ALBERGHINI**, Laura Fenerich; **OLIVEIRA**, Marcell Sant'anna Camacho de; **COLOMBO**, Tatiana Elias. Isolamento e identificação de fungos filamentosos em slimes. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 39, n. 1, p. 13-17, 2021.

LOPES, Krisley Camila Moraes; **SOUZA**, Tércio da Silva de; **PELUZIO**, João Batista Esteves. Alterações químicas em grãos in natura de café arábica de altitude promovidas por fermentação controlada. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura) – Instituto Federal do Espírito Santo, campus Alegre, Alegre, 2025.

MARTINS, Raeslen Araújo; **LOPES**, Jennifer Matos; **ALMEIDA**, Adriano Ferrari de; **FERREIRA**, Renan da Silva; **BATISTA**, Ieda Hortêncio; **SOUZA**, Antônia Queiroz Lima de; **PEREIRA**, José Odair; **BARBOSA**, Larissa Kirsch; **ALBUQUERQUE**, Patrícia Melchionna; **FERREIRA**, Francisca da Silva. Morfocaracterização de fungos endofíticos isolados de *Gustavia cf. hexapetala* na Amazônia e seu potencial para produção de enzimas industrialmente relevantes. In: **Biotecnologia e Biodiversidade: novas perspectivas em pesquisa**. v. 1, p. 51-67, 2024. DOI: 10.37885/240316201

MENDES, Wanderson de Jesus de Moura; **GONÇALVES**, Brida Maria Teixeira; **COSTA**, Nayane Carvalho; **SANTOS**, Miguel Jairo Freire; **OLIVEIRA**, Tarcisio Michael Ferreira de Soares; **BENASSI**, Vivian Machado. Caracterização macromorfológica de fungos filamentosos isolados em Minas Gerais e Espírito Santo. In: **I Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2022. Diamantina: UFVJM, 2022.

PINA, Luana Teixeira et al. Café e fungos: uma jornada pela prospecção e caracterização de organismos exofíticos filamentosos no Norte de Minas Gerais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MICOLOGIA**, 10., 2024, São Lourenço. Anais [...]. São Lourenço: Sociedade Brasileira de Micologia, 2024.

PINA, Luana Teixeira; **FRANÇA**, André Cabral; **BENASSI**, Vivian Machado. Isolamento e caracterização macromorfológica de fungos filamentosos a partir de cultivares de café Arara, Catucaí Amarelo 2SL e Mundo Novo IAC 379/19 na região de Diamantina - Minas Gerais. In: **IV Semana da Engenharia de Alimentos, 2024**, Patos de Minas. Trabalhos científicos [...]. Patos de Minas: UFU, 2024b.

PEREIRA, G. V. de M.; **LIMA**, M. N. de; **OLIVEIRA**, C. D. de; **LAGO**, H. S.; **PINHEIRO**, H.

M.; **COELHO**, L. F.; **SOCCOL**, C. R. Enhancing Sensory Quality of Coffee: The Impact of Fermentation Techniques on *Coffea arabica* cv. Catiguá MG2. **Fermentation**, v. 10, n. 3, p. 135, 2024.

SILVA, C. F.; **SCHWAN**, R. F.; **DIAS**, E. S.; **WHEALS**, A. E. Microbial succession during fermentation of Organic Coffee (*Coffea arabica* L. var. *Acaia*). **International Journal of Food Microbiology**, v. 125, n. 3, p. 286-291, 2008.

SILVA, Paulo Gustavo Otaviano da; **MENDONÇA**, Rafael de Souza; **COSTA**, Everton Ricardo Carneiro; **CAMPOS-TAKAKI**, Galba Maria de; **ANDRADE**, Rosileide Fontenele da Silva; **RODRÍGUEZ**, Dayana Montero. Bioprospecção de fungos filamentosos isolados de sedimentos de mangue do estado de Pernambuco para biodegradação de petroderivados. Research, **Society and Development**, v. 11, n. 9, e11311931559, 2022.