



# ELABORAÇÃO DE MEIOS DE CULTIVO A BASE DE RESÍDUOS ORGÂNICOS PARA APLICAÇÃO NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE MICROBIOLOGIA DA UNICESUMAR

*Camilly Cristini Benan Silva<sup>1</sup>, Emylaine Pereira dos Santos<sup>2</sup>, Mariane Castardo Araujo<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI- UniCesumar. camilly007@hotmail.com

<sup>2</sup>Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. emylainepereira4@gmail.com

<sup>3</sup>Orientadora, Mestre, Docente, Departamento de Ciências Biológicas, UNICESUMAR. castardomari96@gmail.com

## RESUMO

A prática laboratorial em microbiologia desempenha um papel vital no desenvolvimento do estudante universitário. Nos últimos anos, o aumento na demanda por procedimentos laboratoriais nas áreas microbiológica e biotecnológica tornou fundamental considerar a utilização de meios e materiais alternativos para a realização das aulas práticas de microbiologia, garantindo a integração adequada dos aspectos teóricos. A Unicesumar possui um laboratório didático de microbiologia que utiliza diversos tipos de meios de cultura, além de várias cantinas que geram resíduos orgânicos comuns. A proposta deste estudo foi confeccionar meios de cultivo utilizando resíduos de alimentos provenientes de uma das cantinas, visando à redução de desperdício e custos. Foram selecionados os resíduos mais comuns da cantina para a confecção dos meios de cultivo, que foram preparados e inoculados com as bactérias e leveduras de uso comum no laboratório. O desempenho de crescimento desses microrganismos nos meios de cultivo preparados com os resíduos foi satisfatório, sendo observada a preferência de alguns microrganismos por alguns substratos em detrimento de outros. Essa abordagem buscou não apenas aproveitar os resíduos alimentícios de forma sustentável, mas também promover a utilização de materiais alternativos de baixo custo em práticas laboratoriais de microbiologia. O estudo alinhou-se com as demandas atuais por práticas mais sustentáveis, contribuindo para uma abordagem inovadora e eficiente no laboratório de microbiologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cultura microbiológica; Reaproveitamento de recursos; Sustentabilidade.

## 1 INTRODUÇÃO

A prática laboratorial em microbiologia desempenha um papel vital no desenvolvimento do estudante universitário da área de ciências biológicas e da saúde. Nos últimos anos, o aumento na demanda por procedimentos laboratoriais na área microbiológica e biotecnológica resultou em um encarecimento de materiais como vidrarias, meios de cultura, equipamentos, entre outros. Assim, é fundamental considerar a utilização de meios e materiais alternativos para a realização das aulas práticas de microbiologia, garantindo a integração adequada dos aspectos teóricos (Barbosa et al., 2010).

O meio de cultura é um composto nutritivo criado em ambiente laboratorial, utilizado para o cultivo de microrganismos *in vitro*. Sua função principal é fornecer os nutrientes necessários para o crescimento desses organismos. Eles incluem fontes de carbono e energia, como açúcares, nitrogênio, fósforo e sais minerais. Em um meio específico para um organismo determinado, podem ser encontrados componentes mais específicos, como fatores de crescimento, vitaminas e aminoácidos. Os meios de cultura podem ser produzidos por empresas fornecedoras de materiais para laboratório, assim como podem ser preparados de forma alternativa, utilizando-se de resíduos orgânicos que muitas vezes são desperdiçados pelos serviços geradores e pelos consumidores (Barbosa et al., 2010; Santana et al., 2022).

O meio de cultura pode ser classificado como sintético, também conhecido como quimicamente definido, ou complexo. No primeiro caso, todos os componentes são identificados e possuem uma composição química precisa. Por outro lado, o meio de cultura complexo pode conter ingredientes como extrato de carne, que é rico em vitaminas e outros



fatores de crescimento orgânicos. Nesses meios complexos, a composição química exata pode não ser conhecida (Vermelho et al., 2019).

Segundo Oplustil et al. (2010) e Salvatierra (2014), os meios de cultura são classificados conforme sua finalidade em cinco categorias principais:

- Meios simples: Contém apenas os ingredientes básicos para o crescimento de microrganismos menos exigentes. Exemplo: caldo simples.
- Meios de enriquecimento: Acrescentam substâncias nutritivas ao meio básico, como sangue, ovo e extrato de levedura. Exemplos: ágar sangue, ágar chocolate.
- Meios seletivos: Contêm agentes que favorecem o crescimento de certos microrganismos enquanto inibem outros. Exemplos: ágar manitol, ágar Salmonella Shigella.
- Meios diferenciais: Permitem a diferenciação de microrganismos com base em características bioquímicas. Exemplos: ágar CPS, ágar MacConkey.
- Meios de manutenção: Preservam a viabilidade e características fisiológicas dos microrganismos por períodos prolongados. Exemplo: ágar nutriente.

Diversos estudos têm sido realizados para modificar os meios de cultura, visando atender às necessidades específicas de cada espécie. Os meios de cultura comerciais são complexos e caros, enquanto métodos alternativos utilizando resíduos orgânicos de fácil obtenção têm sido explorados como opções mais econômicas. Estudos mostram que resíduos de alimentos, como frutas e vegetais, são ricos em nutrientes essenciais para o crescimento de microrganismos (Pelczar JR et al., 2005; Soares et al., 2012; Paleta et al., 2016; Noma et al., 2023).

A reutilização de resíduos orgânicos tem sido foco de pesquisas visando criar produtos mais sustentáveis e econômicos. Alguns alimentos geram subprodutos que podem se tornar fontes de contaminação se não forem descartados corretamente. Assim, é essencial buscar o desenvolvimento de produtos que reduzam esses resíduos, como a produção de farinhas a partir de resíduos de alimentos. Essas farinhas podem ser utilizadas em meios de cultivo, oferecendo uma alternativa mais sustentável e acessível em comparação aos meios de cultura convencionais. Estudos exploram o potencial de aplicação desses resíduos em diferentes áreas, contribuindo para a economia circular e a sustentabilidade (Silva et al., 2023).

A Unicesumar possui um laboratório didático de microbiologia que utiliza diversos tipos de meios de cultivo, para o crescimento e manutenção de microrganismos frequentemente utilizados em aulas práticas, sendo eles os fungos do gênero *Candida* - espécies *C. Albicans* e *C. Tropicalis* - e as bactérias *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Shigella flexneri* e *Salmonella* sp.

Também existem, na Unicesumar, diversas cantinas, que produzem resíduos orgânicos diariamente, e que podem ser utilizados na produção de meios de cultivo para o desenvolvimento e crescimento de microrganismos frequentemente utilizados para fins didáticos. Essa abordagem não apenas permite a utilização de resíduos que seriam descartados, mas também visa reduzir os custos associados à aquisição de meios de cultivo, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência do laboratório de microbiologia.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Primeiramente, foi realizada a coleta dos resíduos alimentícios provenientes da cantina localizada no Bloco 05 da Unicesumar, popularmente conhecida como Cantina do Kiko. Os resíduos incluíam cascas e restos de chuchu (*Sechium edule*), cenoura (*Daucus carota* L.), beterraba (*Beta vulgaris*), abóbora-cabotiá (*Cucurbita maxima*) e sementes,



mandioca (*Manihot esculenta*), folhas e talos de alface (*Lactuca sativa*), folhas de repolho roxo e branco (*Brassica oleracea*), e cascas de ovos. Esses resíduos possuem potenciais nutritivos distintos, como vitaminas, minerais, fibras e compostos antioxidantes, além de metabólitos secundários que podem influenciar o crescimento microbiano (Fioroto et al., 2019).

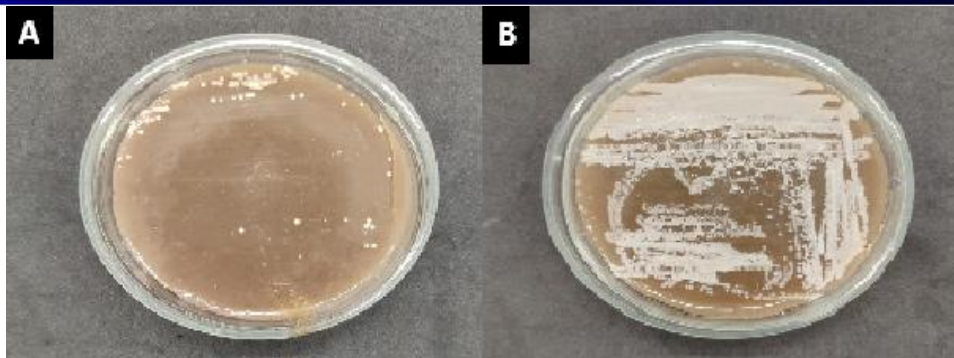
Após a coleta, os materiais foram transportados ao laboratório de microbiologia, onde foram separados, lavados e secos em estufa a 65°C até a estabilização do peso. Em seguida, os resíduos foram macerados até a obtenção de um pó homogêneo, que foi peneirado para a confecção dos meios de cultivo.

Os meios de cultivo foram preparados com 2% de ágar-ágar (p/v), além de 5% do resíduo desidratado. Para os meios suplementados, incorporaram-se 1 g de casca de ovo e 0,5 g de resíduos de alface para cada 100 mL de água destilada. O preparo seguiu etapas padronizadas: pesagem dos resíduos, transferência para um erlenmeyer, adição de água destilada e homogeneização, adição do ágar, aquecimento gradual para dissolução, autoclavagem a 121°C por 15 minutos, resfriamento até 50°C e distribuição em placas de Petri estéreis (Tuite, 1969; Oplustil et al., 2010; Oliveira e Bonaldo, 2022; Noma et al., 2023).

Os testes de crescimento foram realizados para avaliar as propriedades nutritivas dos meios, utilizando cepas de microrganismos comumente empregadas em aulas de microbiologia da Unicesumar. As placas de Petri contendo os meios foram inoculadas com 11 microrganismos: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Proteus mirabilis*, *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus epidermidis*, *Shigella flexneri*, *Salmonella sp.*, *Candida tropicalis* e *Candida albicans*. Após a incubação a 37°C por 24 a 48 horas, as colônias foram avaliadas quanto ao crescimento e desenvolvimento (Oplustil et al., 2010; Alves e Gondim, 2021).

Os resultados indicaram que a maioria dos meios formulados apresentou bom crescimento de microrganismos, com exceção dos meios compostos por mandioca, beterraba e repolho branco, nos quais algumas espécies não cresceram. A mandioca, em particular, contém um alto teor de amido resistente, que não é facilmente degradado por muitas bactérias devido à necessidade de enzimas específicas para sua hidrólise. Isso pode restringir o crescimento microbiano nos meios à base de mandioca. Tanto a beterraba quanto o repolho branco contêm compostos fenólicos, como o ácido gálico, conhecidos por suas propriedades antimicrobianas. Esses compostos podem inibir o desenvolvimento de microrganismos (Walter et al., 2005; Pazinato et al., 2022).

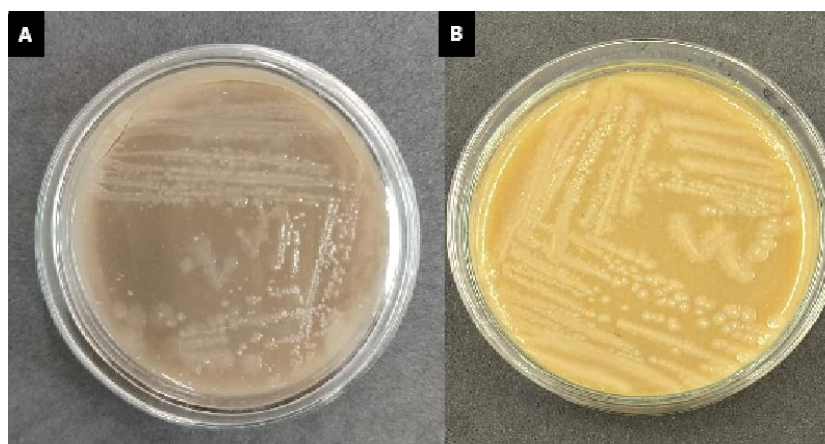
As leveduras *Candida albicans* e *Candida tropicalis* apresentaram crescimento reduzido em comparação com as bactérias, mas foram as únicas a se desenvolver no meio de repolho branco, sendo a segunda com o melhor crescimento entre elas (Figura 1). Além disso, elas cresceram de forma satisfatória nos meios de chuchu, com e sem suplementação, repolho roxo, abóbora (com e sem suplementação), cenoura (com e sem suplementação), mandioca e beterraba (com e sem suplementação), mas não apresentaram crescimento no meio de alface. Por outro lado, *Klebsiella pneumoniae* se desenvolveu apenas nos meios de cenoura e beterraba (com e sem suplementação). Já *Staphylococcus aureus* não apresentou crescimento nos meios de repolho (com e sem suplementação), mandioca, cenoura (com e sem suplementação), beterraba (com e sem suplementação) e alface.



**Figura 1:** Colônias de *Candida albicans* (A) e *Candida tropicalis* (B) no meio de repolho branco.

**Fonte:** Imagens cedidas pelas autoras.

Em termos de crescimento bacteriano, *Escherichia coli*, assim como a maioria dos microrganismos testados, apresentou crescimento significativo em diversos meios, incluindo chuchu (com e sem suplementação), abóbora (com e sem suplementação), alface, cenoura (com e sem suplementação), mandioca e repolho roxo. Esse crescimento pode ser atribuído à presença de nutrientes essenciais nesses alimentos, que favorecem o desenvolvimento bacteriano, pois os resíduos alimentares analisados contêm compostos como carboidratos simples, proteínas, aminoácidos e minerais, os quais funcionam como fontes de energia para os microrganismos (Fioroto et al., 2019). Por outro lado, não foi observado crescimento de *E. coli* nos meios contendo repolho branco e beterraba, o que pode indicar que a composição desses resíduos não é suficientemente favorável ao desenvolvimento de algumas cepas bacterianas, possivelmente devido à falta de nutrientes-chave ou à presença de compostos que inibem o seu crescimento. A Figura 2, que ilustra as colônias de *E. coli* nos meios de chuchu e abóbora, evidencia claramente o crescimento das colônias, reforçando a conclusão de que esses alimentos proporcionam um substrato nutritivo adequado para o desenvolvimento bacteriano.



**Figura 2:** Colônias de *E. coli* nos meios de chuchu (A) e abóbora (B).

**Fonte:** Imagens cedidas pelas autoras.

Embora o repolho branco e a beterraba não tenham mostrado ser adequados para o crescimento da maior parte dos microrganismos avaliados, outros alimentos analisados apresentam uma composição química rica em carboidratos como amido, celulose, hemicelulose e pectina, os quais oferecem um substrato nutritivo adequado para o crescimento microbiano. A alface e o repolho roxo, por exemplo, são ricos em carboidratos solúveis, enquanto vegetais como a abóbora e a cenoura, com alta concentração de



açúcares, podem ser fermentados por várias cepas bacterianas, que utilizam esses açúcares como fonte de energia (Fioroto et. al 2017; Pinto et al. 2019; Black, J. G.; Black, L. J., 2021). Da mesma forma, as cascas de chuchu, frequentemente descartadas, também possuem carboidratos, proteínas e outros agentes nutritivos que se equipara, até mesmo, à polpa da fruta, mostrando-se, dessa forma, um excelente substrato para os meios de cultivo (Farias et. al 2019).

As sementes de abóbora, frequentemente descartadas no consumo doméstico e industrial, são fontes de proteínas, fibras, óleos poliinsaturados e compostos antioxidantes. A farinha obtida a partir dessas sementes demonstrou excelente capacidade de fornecer nutrientes essenciais para o desenvolvimento microbiano nos meios de cultura (Naves et al., 2010; Vieira et al., 2021). Já a mandioca, rica em amido, oferece carboidratos complexos que podem ser fermentados por algumas bactérias e leveduras, como *Escherichia coli*, *Candida tropicalis* e *Candida albicans*, resultando na produção de ácidos e gases que favorecem o crescimento dos microrganismos (Pinto et al., 2019).

Resultados semelhantes foram observados para *Enterococcus faecalis* e *Streptococcus pyogenes*, que também apresentaram bom crescimento nos meios de chuchu, abóbora, alface e cenoura, mas não nos de repolho branco e mandioca. *Staphylococcus epidermidis*, por sua vez, teve bom crescimento em chuchu, abóbora, alface, cenoura e repolho roxo, com destaque para o crescimento superior nos meios de cenoura suplementada. *Shigella flexneri* se comportou de forma semelhante, não crescendo apenas nos meios de repolho branco e mandioca. Já *Salmonella sp.* teve crescimento significativo nos meios de chuchu, abóbora, alface, cenoura e repolho roxo, mas não nos de repolho branco, beterraba e mandioca.

Além disso, o meio de alface se destacou por favorecer o excelente crescimento de bactérias, enquanto o meio de abóbora apresentou um contraste visual notável entre a coloração do meio e das colônias, facilitando a leitura e a contagem (Figura 3).



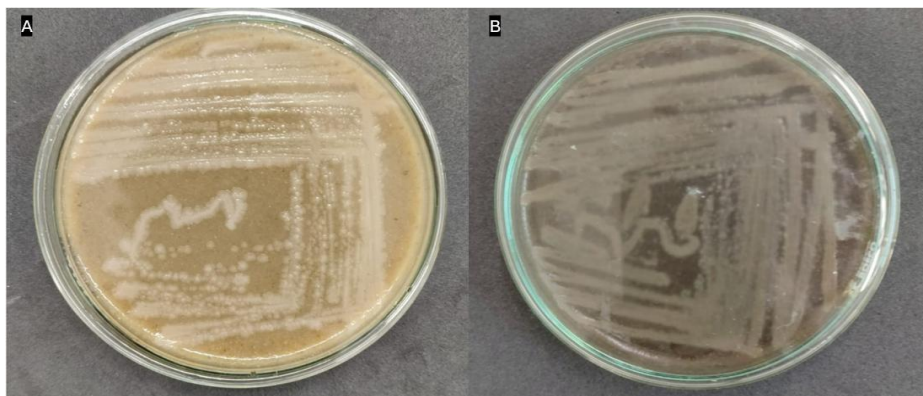
**Figura 3:** Placas de meios de cultivo de alface e abóbora, cultivadas com diversas espécies de microrganismos.

**Legenda:** A – *E. faecalis* em meio de abóbora sem suplementação; B – *S. pyogenes* em meio de abóbora sem suplementação; C – *S. epidermidis* em meio de abóbora com suplementação; D - *E. faecalis* em meio de alface sem suplementação; E - *S. pyogenes* em meio de alface sem suplementação; F - *S. epidermidis* em meio de alface sem suplementação.

**Fonte:** imagens cedidas pelas autoras.



Outro resultado relevante foi observado no crescimento de *P. mirabilis* em meio de alface. Em outros meios, as colônias dessa bactéria apresentaram coloração branca, comportamento semelhante ao de outros organismos cultivados. Contudo, no meio de alface, as colônias de *P. mirabilis* apresentaram coloração marrom, sugerindo o potencial uso do meio como diferencial (Figura 4).



**Figura 4:** Diferença de coloração de *P. mirabilis* em meio de abóbora (A) e alface (B).

**Fonte:** imagens cedidas pelas autoras

A composição metabólica das folhas de alface pode ser significativamente influenciada pelas condições de cultivo. Conforme observado por Tamura et al. (2018), as alfaces cultivadas hidroponicamente apresentaram maiores níveis de aminoácidos, como leucina, isoleucina, lisina, fenilalanina, triptofano, tirosina e valina, em comparação com as cultivadas no solo. Por outro lado, as alfaces cultivadas no solo acumularam mais álcoois derivados de ácidos graxos, lactonas sesquiterpênicas, açúcares e ácidos orgânicos, refletindo o impacto direto das condições de cultivo no perfil metabólico da planta.

Além disso, a atividade da enzima L-triptofano desaminase, característica de *Proteus mirabilis*, também pode influenciar a composição metabólica de meios que contêm L-triptofano. Essa enzima desamina o L-triptofano, resultando na formação de compostos que, quando reagidos com certos reagentes, conferem coloração marrom às colônias bacterianas (Rugai; Teixeira Rugai, 1964). Em 1964, Rugai e Teixeira Rugai desenvolveram um meio de cultura contendo L- triptofano para diferenciar os grupos *Proteus* e *Providencia* de outras enterobactérias, resultando em colônias de coloração amarelo-acastanhada após 18 horas de incubação devido à atividade da L-triptofano desaminase.

Posteriormente, em 1968, Rugai e Araujo propuseram um meio de cultura para identificação presuntiva de bacilos Gram-negativos, que incluía a reação da L-triptofano desaminase para diferenciar microrganismos do grupo *Providencia*. A presença dessa enzima resultava em alterações de coloração no meio, auxiliando na identificação diferencial. Esses estudos sugerem que a coloração marrom observada nas colônias de *P. mirabilis* em meio de alface pode ser atribuída à atividade da L-triptofano desaminase, que, ao desaminar o L-triptofano, gera compostos que conferem a coloração marrom às colônias. Isso indica que o triptofano presente na alface, especialmente nas variedades hidropônicas, pode não apenas influenciar as características metabólicas da planta, mas também desempenhar um papel relevante no desenvolvimento de colônias bacterianas.

Em contraste, a suplementação dos meios com casca de ovo e resíduos de alface não apresentou impacto significativo no crescimento microbiano para a maioria das espécies testadas, reforçando que a composição básica dos resíduos já era suficiente para suportar o crescimento microbiano em muitos casos. A alface contém fibras, vitaminas e minerais essenciais, como cálcio, magnésio e vitamina C. Já a casca de ovo é composta



majoritariamente por carbonato de cálcio, representando uma das fontes naturais mais ricas desse mineral, além de conter proteínas e traços de outros micronutrientes, como magnésio e fósforo. No entanto, a disponibilidade desses nutrientes para as bactérias pode variar, dependendo da sua forma e da capacidade dos microrganismos de metabolizá-los. Assim, embora esses resíduos possuam valor nutricional, sua incorporação aos meios de cultivo não resultou em um aumento expressivo no crescimento bacteriano e das leveduras testadas, sugerindo que os componentes já presentes eram suficientes para sustentar as espécies analisadas (Vilar et. al, 2010; Cozzolino, 2020). O resumo dos resultados obtidos pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Número de colônias observadas no crescimento dos microrganismos testados, com base nos diferentes meios de cultivo utilizados.

	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Candida albicans</i>	<i>Streptococcus epidermidis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Candida tropicalis</i>	<i>Shigella flexneri</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
Chuchu C/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	608 UFC/mL 2,2,5;3;3,5;4,4,2 cm	S/C
Chuchu S/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	608 UFC/mL 2,2,5;3;3,5;4,4,2 cm	S/C
Abóbora C/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	210 UFC/mL 3,5; 6; 6,5 cm	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C
Abóbora S/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C
Alface	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	218 UFC/mL 1,1,5;1,8;2,3;2,9;3,3,3,3,5,4 cm	S/C
Cenoura C/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	520 UFC/mL 2,2;3,5,4 cm	S/C
Cenoura S/S	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	149 UFC/mL	S/C	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	511 UFC/mL 1,3;1,5;2,2,5;2,7,2,9;3,6,3,7,4 cm	480 UFC/mL 2,2;3,5,4 cm
Mandioca	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C	S/C
Repolho C/S	S/C	S/C	S/C	113 UFC/mL	13 colônias após 48h	S/C	S/C	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C	S/C
Repolho roxo	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	>100.000 UFC/mL	S/C	S/C
Beterraba S/S	Não testado	Não testado	Não testado	201 UFC/ml	Não testado	S/C	S/C	536 UFC/mL	Não testado	S/C	54 UFC/mL
Beterraba C/S	Não testado	Não testado	Não testado	130 UFC/mL	Não testado	S/C	S/C	S/C	Não testado	S/C	S/C

**Legenda:** C/S - Com suplemento; S/S - Sem suplemento; S/C - Sem crescimento.

**Fonte:** Tabela confeccionada pelas autoras.

### 3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstram o potencial dos resíduos alimentares, provenientes da cantina da Unicesumar, como uma alternativa viável e sustentável para a produção de meios de cultivo microbiológicos. A utilização desses resíduos, como chuchu, abóbora, cenoura, alface e repolho roxo, proporcionou o crescimento de diversas cepas bacterianas e de leveduras frequentemente utilizadas nas aulas práticas de microbiologia. Os meios formulados com esses resíduos mostraram-se adequados para o desenvolvimento de microrganismos, oferecendo uma opção econômica e ambientalmente sustentável em comparação com os meios comerciais.

Embora a suplementação com casca de ovo e resíduos de alface não tenha mostrado um impacto significativo na maioria dos casos, os resíduos alimentares por si só já forneceram os nutrientes essenciais para o crescimento microbiano, confirmando a adequação desses materiais para a formulação de meios de cultura. Alguns alimentos,



como a mandioca, beterraba e o repolho branco, apresentaram resultados limitados devido à sua composição química, o que destaca a necessidade de uma análise detalhada das características dos resíduos antes de sua aplicação.

Por fim, os achados deste estudo indicam que a reutilização de resíduos orgânicos para a produção de meios de cultivo microbiológicos não só contribui para a redução de desperdícios, mas também se alinha com os princípios da sustentabilidade e economia circular, beneficiando tanto o ensino acadêmico quanto as práticas ambientais. Esse enfoque pode ser expandido para a adoção de métodos alternativos em outros laboratórios acadêmicos e industriais, favorecendo a inovação e a redução de custos no campo da microbiologia.

## REFERÊNCIAS

ALVES, S.; GONDIM, A. L. O. Validação de meios de cultura produzidos em laboratório microbiológico industrial. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v.2, n.2, 2021. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/108/143>. Acesso em: 27 mar. 2024.

BARBOSA, F. H. F.; BARBOSA, L. P. J. L. Alternativas metodológicas em Microbiologia - viabilizando atividades práticas. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 10, n. 2, p. 134-143. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50016922015>. Acesso em: 23 mar. 2024

BEZERRA, C. C. *et al.* Utilização de materiais alternativos para a observação de fungos e bactérias: uma prática no Residência Pedagógica. **Revista Marupiara: revista científica do Centro de Estudos Superiores de Parintins**, v. 7, n. 9, p. 161–170, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uea.edu.br/index.php/marupiara/article/view/2666/1460>. Acesso em: 27 mar. 2024.

BLACK, Jacquelyn G.; BLACK, Laura J. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021. E-book. Capítulo "Conceitos essenciais do metabolismo", p. 113. ISBN 9788527737326. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527737326/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

COZZOLINO, Silvia Maria F. **Biodisponibilidade de nutrientes 6a ed.** 6. ed. Barueri: Manole, 2020. E-book. p.913. ISBN 9786555761115. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555761115/>. Acesso em: 31 jan. 2025.

FARIAS, Tuanne Pereira de; OLIVEIRA, M. V. da Silva; MOUCHREK, C. Nagib; OLIVEIRA, R. W. Santos de; AZEVEDO, L. Carvalho Martiniano de; SOUSA, J. K. Castro; LUZ, D. A. **Avaliação nutricional de cascas in natura de chuchu (Sechium edule Sw.) adquiridos de frutos comercializados na Central de Abastecimento Hortifrúti – CEASA em São Luís – MA**. São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2019. ISBN 978-85-85905-25-5. Área: Alimentos.

FIOROTO, Carla Kelly Santos; SCHÜROFF, Hana Paula; TURCHETTO, Queila; EMANUELLI, Isabele Picada; LIZAMA, Maria de los Angeles Perez; GONÇALVES, José Eduardo. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS DE ALIMENTOS COMO FONTE**



ALTERNATIVA DE NUTRIENTES: SUSTENTABILIDADE ALIADO A PROMOÇÃO DA SAÚDE. **Revista Valore**, [S. l.], v. 4, p. 70–83, 2019. DOI: 10.22408/reva40201931670-83. Disponível em: <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/316>. Acesso em: 27 jan. 2025.

NAVES LP, CORRÊA AD, ABREU CMP, SANTOS CD, Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. **Rev. Ciênc.Tecnol. Alim**, v. 30, n. 1, p. 185-190, 2010.

NOMA, C. *et al.* Obtenção e caracterização da farinha de cascas de batata-doce e beterraba para elaboração de meio de cultura para microrganismos. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 11, p. 12855-12873, 2023. Disponível em: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/2152/1718>. Acesso em: 27 mar. 2024.

OLIVEIRA, G. S.; BONALDO, S. M. Meios de cultura para crescimento e esporulação de *Choanephora spp* e avaliação de agentes de controle biológico *in vitro*. **Nativa**, v. 10, n. 2, p. 197-203, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i2.12958>. Acesso em: 29 mar. 2024.

OPLUSTIL, C. P. *et al.* **Procedimentos básicos da microbiologia clínica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2010.

PALHETA, R. A.; SAMPAIO, A. P. L. Atividades Práticas sobre Microrganismos no Aprendizado do Ensino Médio. Editora Educação, 2022. 150 p. In: **REVISTA DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFAM**, v. 10, n. 1, p. 72-87, jun. 2016. Disponível em: <https://igapo.ifam.edu.br/index.php/igapo/article/view/80/82>. Acesso em: 27 mar. 2024.

PAZINATTO, Bruna Caroline; MARQUES, Dhiennefer Teixeira; LIMA, Cristina Peitz de. Avaliação da atividade antioxidante e compostos bioativos presentes em extratos de beterraba: determinação de fenólicos de extratos de beterraba. **Cadernos da Escola de Saúde**, Curitiba, v. 21, n. 1, p. 44-56, jul. 2022. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/6356>. Acesso em: 29 jan. 2025.

PELCZAR JR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e aplicações**, v. 2, 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PINTO, U. M.; LANDGRAF, M. ; FRANCO, B. D. G. M. . Deterioração Microbiana de Alimentos. In: Jackline Freitas Brilhante de São José; Monise Viana Abranches. (Org.). **MICROBIOLOGIA E HIGIENE DE ALIMENTOS – TEORIA E PRÁTICA**. 1ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2019, v. 1, p. 33-52.

RUGAI, E.; ARAUJO, A. Meio de cultura para identificação presuntiva de bacilos Gram-negativos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 28, n. 1-2, p. 79–84, 1968. DOI: 10.53393/rial.1968.28.33442. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/33442>. Acesso em: 30 jan. 2025.



RUGAI, E.; TEIXEIRA RUGAI, R. Meio de cultura para diferenciar o grupo *Proteus* e *Providencia* de outras enterobactérias pela l-triptofano desaminase. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 24, n. 1-2, p. 29–32, 1964. DOI: 10.53393/rial.1964.24.33419. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/33419>. Acesso em: 30 jan. 2025.

SALVATIERRA, C. M. **Microbiologia**. Editora Saraiva, 2014. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536530550/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

SANTANA, L. S. B.; PEREIRA, L. P.; RODRIGUES, M. F. R.; CASTELUBE, M. C. F. Meio de cultivo alternativo para o ensino prático de microbiologia nos cursos de Ciências e Biologia do ensino fundamental e médio. **Revista Ciência et Praxis**, v. 13, n. 25, p. 41-46, 2020. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/4556/2852>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SILVA, R. O. *et al.* Adição de valor ao resíduo de abacaxi: Caracterização e avaliação do potencial para meio de cultura de bactérias e leveduras. **Concilium**, v. 23, n. 16, p. 208-224, 2023. Disponível em: <https://www.clium.org/index.php/edicoes/article/view/1895/1261>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SOARES, J. S. *et al.* *Cultivo in vitro de Brassavola tuberculata* (Orchidaceae) em meio de cultura alternativo suplementado com diferentes concentrações de açúcar e carvão ativado. **Magistra**, v. 24, n. 3, p. 226-233, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275642547\\_Cultivo\\_in\\_vitro\\_de\\_Brassavola\\_tuberculata\\_Orchidaceae\\_em\\_meio\\_de\\_cultura\\_alternativo\\_suplementado\\_com\\_diferentes\\_concentracoes\\_de\\_acucar\\_e\\_carvao\\_ativado](https://www.researchgate.net/publication/275642547_Cultivo_in_vitro_de_Brassavola_tuberculata_Orchidaceae_em_meio_de_cultura_alternativo_suplementado_com_diferentes_concentracoes_de_acucar_e_carvao_ativado). Acesso em: 29 mar. 2024.

TAMURA, Y. *et al.* Metabolomic evaluation of the quality of leaf lettuce grown in practical plant factory to capture metabolite signature. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 665, 27 jun. 2018. DOI: 10.3389/fpls.2018.00665. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00665>. Acesso em: 9 fev. 2025.

TUITE, J. F. **Plant Pathological Methods: Fungi and Bacteria**. Minneapolis: Burgess Publishing Company, 1969.

VERMELHO, A. B. **Práticas de Microbiologia**. Grupo GEN, 2019. E-book. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735575/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

VIEIRA, Kássia Héllen; LIMA, Fabiana Regina; MELO, Regiane de; PEREIRA, Keyla Carvalho; OLIVEIRA, Cássia Duarte; MENDES, Cristina Ferreira; PINTO, Nísia Andrade Villela Dessimoni; SOUZA, Poliana Mendes de. Caracterização da farinha de semente de abóbora obtida por secagem em micro-ondas e estufa. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 22267-22283, mar. 2021. Disponível em: ResearchGate. Acesso em: 31 jan. 2025.

VILAR, JULIANA DOS SANTOS; SABAA-SRUR, ARMANDO UBIRAJARA OLIVEIRA; MARQUES, RUY GARCIA. Composição química da casca de ovo de galinha em pó. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [S. l.], v. 28, n. 2,



2010. DOI: 10.5380/cep.v28i2.20439. Disponível em:  
<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/20439>. Acesso em: 31 jan. 2025.

WALTER, Melissa; SILVA, Leila Picolli da; EMANUELLI, Tatiana. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974-981, ago. 2005. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000400041>. Acesso em: 29 jan. 2025.