

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

GABRIELA ROCHA LOPES

**CRESCIMENTO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DAS ACIDOBACTÉRIAS AB46
E AB29**

PATOS DE MINAS
MARÇO DE 2026

GABRIELA ROCHA LOPES

**CRESCIMENTO E DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DAS ACIDOBACTÉRIAS AB46
E AB29**

Monografia apresentada ao Instituto de
Biotecnologia da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito final para a
obtenção do título de Bacharel em
Biotecnologia.

**PATOS DE MINAS
MARÇO DE 2026**

GABRIELA ROCHA LOPES

Crescimento e descrição morfológica das Acidobactérias AB46 e AB29

Monografia apresentada ao Instituto de Biotecnologia da Universidade Federal de Uberlândia como requisito final para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Cristine Chaves Barreto - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas
Presidente

Dra. Maria Wanna Figueiredo Sena Macedo - Universidade Católica de Brasília
Membro

Dr. Carlos Emanuel Vieira Flores Soares - Universidade Católica de Brasília
Membro

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa que se encontra no Sistema Eletrônico de Informações (SEI) da Universidade Federal de Uberlândia.

PATOS DE MINAS, MARÇO DE 2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, por me apoiarem e sempre incentivarem a estudar, aos meus amigos por tornarem minha vida mais feliz.

Ao meu grupo de pesquisa MicroCer, por toda ajuda, durante a realização deste trabalho.

Além das técnicas do laboratório, em especial a Carla, durante toda a graduação, sempre dando dicas e ajudando no que fosse necessário.

E a minha orientadora Cristine, por todas as conversas, planos e ensinamentos que me aproximou ainda mais da ciência e fez esse trabalho possível.

RESUMO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, com uma grande biodiversidade microbiana, apresentando diferentes mecanismos de sobrevivência. Entre esses microrganismos, têm-se as acidobactérias, capazes de produzir componentes de interesse industrial. Apesar disso, são bactérias de difícil cultivo, com um número reduzido de espécies cultiváveis e descritas taxonomicamente. O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e a morfologia das acidobactérias AB46 e AB29 em diferentes fontes de carbono e comparar com outras acidobactérias previamente caracterizadas obtidas de solo de Cerrado. Para isso, foram descritas as morfologias das células e das colônias e o crescimento foi acompanhado pela formação de unidades formadoras de colônia ao longo de um período de 20 dias, em meio VL-55 adicionado de uma das seguintes fontes de carbono: xilana, xilose, celobiose e lactose. Os resultados demonstraram que a AB29 é uma bactéria em forma de cocobacilos que forma colônias brancas e mucosas. O crescimento dessa cepa foi observado em todos os meios contendo diferentes fontes de carbono com destaque para celobiose nos seis primeiros dias. A cepa AB46 apresentou coloração típica para Gram positiva, resultado não compatível com todos os demais membros do filo Acidobacteriota e a coloração rosa, típica de acidobactérias produtoras de carotenoides não foi observada em todas as placas indicando a contaminação da cultura. Dessa forma, as cepas AB29 parecem ser distintas das demais cepas de acidobactéria já previamente caracterizadas provenientes de solo do Cerrado e os resultados para a cepa AB46 foram incompletos devido à contaminação.

Palavras-chave: Acidobacteriota. Cerrado. Morfofisiologia.

ABSTRACT

The Cerrado is Brazil's second-largest biome, boasting a rich microbial biodiversity and exhibiting diverse survival mechanisms. Among these microorganisms are acidobacteria, which are capable of producing compounds of industrial interest. Despite this, they are difficult to culture, with only a small number of species that can be cultured and have been taxonomically described. The objective of this study was to evaluate the growth and morphology of acidobacteria AB46 and AB29 on different carbon sources and to compare them with other previously characterized acidobacteria obtained from Cerrado soil. To this end, the morphologies of the cells and colonies were described, and growth was monitored by the formation of colony-forming units over a 20-day period in VL-55 medium supplemented with one of the following carbon sources: xylan, xylose, cellobiose, and lactose. The results demonstrated that AB29 is a coccobacillus-shaped bacterium that forms white, mucous colonies. Growth of this strain was observed in all media containing different carbon sources, with celobiose being particularly prominent during the first six days. Strain AB46 exhibited typical Gram-positive staining, a result not consistent with all other members of the phylum Acidobacteriota, furthermore, the pink staining typical of carotenoid-producing acidobacteria was not observed on all plates, indicating culture contamination. Thus, the AB29 strains appear to be distinct from the other previously characterized acidobacteria strains from Cerrado soil, and the results for the AB46 strain were incomplete due to contamination.

Keywords: Acidobacteriota. Cerrado. Morphophysiology.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Referencial teórico	9
1.1.1 As acidobactérias e o bioma Cerrado.....	9
1.1.2 Métodos de estimativa de crescimento bacteriano.....	10
1.2 Hipótese.....	11
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Meio de Cultura	12
3.2 Cepas Bacterianas	12
3.3 Morfologia das células bacterianas e das colônias	13
3.4 Avaliação de crescimento em meio sólido.....	13
3.5 Análise Estatística.....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Coloração de Gram	15
4.2 Morfologia das colônias.....	16
4.3 Avaliação do crescimento em diferentes fontes de carbono	17
5 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS.....	22
APÊNDICE A - Crescimento das acidobactérias (A) AB29 e (B) AB46 na fonte de xilana, durante o período de 20 dias.....	28
APÊNDICE B - Placas AB46 contaminadas que não apresentaram pigmentação, fonte de carbono para celobiose e xilose	29

1 INTRODUÇÃO

As bactérias do filo Acidobacteriota apresentam, em geral, preferência por solos ácidos, podendo ser encontradas em uma variedade de locais extremos, por exemplo, ambientes frios, como na tundra (MÄNNISTÖ *et al.*, 2012) e ambientes quentes como solos geotermiais (CROWE *et al.*, 2014). Apesar dessa capacidade de adaptação, são consideradas bactérias de difícil cultivo, devido a não seguir as técnicas convencionais de cultivo, além das condições ideais de crescimento ainda são pouco conhecidas. Por outro lado, as acidobactérias já descritas têm a capacidade de sintetizar pigmentos, sintetizar enzimas hidrolíticas e há forte indicação de que participam no ciclo biogeoquímico do carbono em ambientes terrestres (KIRTI *et al.*, 2014; WARD *et al.*, 2009; LLADÓ *et al.*, 2016). Essas características são aplicáveis em áreas distintas com fins farmacêuticos, têxteis, alimentícios, cosméticos e produção de biocombustíveis.

Entre os diferentes locais que essas bactérias são encontradas, o bioma Cerrado se destaca, como referência brasileira. Em um estudo de 2011 (ARAÚJO, 2011), adotando-se de bibliotecas do gene do RNAr 16S, a porcentagem do filo Acidobacteriota era superior em relação aos outros filos. As razões para essa abundância ainda são desconhecidas pois, o conhecimento sobre o metabolismo, estrutura e organização dessas bactérias ainda é escasso, sendo necessários estudos mais aprofundados para orientar esses mecanismos de ação. Nosso grupo de pesquisa possui uma coleção com oito Acidobactérias isoladas de solo do Cerrado, sendo que apenas duas foram completamente caracterizadas, as cepas AB23 e AB60. O presente trabalho buscou compreender a morfofisiologia de outras cepas ainda não caracterizadas de Acidobacteriota do Cerrado, a fim de explorar esse potencial biotecnológico, dessa forma contribuindo no cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS 2) e 15 (ODS 15), proposto pela Organização das Nações Unidas na Agenda 2030. Essa agenda é um plano de ação, que inclui os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. (Organização das Nações Unidas, 2015)

"ODS 2. Fome zero e agricultura sustentável - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável."

"ODS 15. Vida terrestre - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade."

1.1 Referencial teórico

1.1.1 As acidobactérias e o bioma Cerrado

O nome do filo veio a partir do seu primeiro organismo, isolado de uma amostra de drenagem ácida de mina, nomeado de *Acidobacterium capsulatum* (espécie referência), apesar do filo Acidobacteria só ter sido proposto, anos depois, em 1997 (KISHIMOTO; TANO, 1987; KISHIMOTO *et al*, 1991; LUDWIG *et al*, 1997). O filo está dividido em 26 subgrupos (BARNS *et al*, 2007), sendo somente 7 subdivisões (as subdivisões 1, 3, 4, 6, 8, 10 e 23), descritos taxonomicamente, dentre as 56 espécies cultiváveis até 2018, tem como características, serem Gram-negativos, não formadores de esporos e nutrição oligotrófica (DEDYSH; YILMAZ, 2018; VIEIRA *et al.*, 2017; OVERMANN *et al.*, 2017; EICHORST, *et al* 2018). Segundo QIU e CAO (2025) esse número foi atualizado para 62 espécies isoladas, sendo 12 do gênero da subdivisão 1 (*Acidobacteriae*) e 40 das 62 espécies, pertencentes à família *Acidobacteriaceae* (DEDYSH; YILMAZ, 2018; KIELAK, *et al*, 2016). Em 2021, o *International Committee on Systematics of Prokaryotes* (ICSP) mudou o nome do filo para Acidobacteriota (OREN; GARRITY *et al*, 2021), dessa forma, no presente trabalho o termo “acidobactéria” será usado de maneira a se referir a esse grupo informalmente, como se usa por exemplo o termo: bactérias lácticas, bacilos ou cianobactérias.

Como citado anteriormente, as acidobactérias tem a capacidade de sintetizar pigmentos (KIRTI *et al.*, 2014) como os carotenoides, segundo Barredo (2012) eles são sintetizados, por duas vias: a via do mevalonato, onde possui o acetil-coA, como substrato inicial ou a via 2-C-metil-D-eritritol 4-fosfato / 1-desoxi-D-xilulose 5-fosfato (MEP/DOXP) que possui como substrato inicial o piruvato.

Na natureza, esse pigmento atua como proteção contra radiação, por exemplo (KIRTI *et al.*, 2014). Em termos aplicados, porém, há interesse industrial, visto que apresentam um menor risco a saúde humana ao ser comparado com pigmentos sintéticos não biológicos, exibindo características antioxidantes, como função médica (YE *et al*, 2008) e capacidade de produção em larga escala de baixo custo (KIRTI *et al*, 2014). Dentre as acidobactérias do Cerrado, *Occallatibacter savannae* AB23 e *Telmatobacter* sp. AB60 também tiveram sua produção de carotenoides demonstrada (PINTO *et al*, 2021; RODRIGUES *et al*, 2020).

Outro aspecto importante associado à ecofisiologia de acidobactérias é a produção de enzimas hidrolíticas ou hidrolases. Entre as enzimas descritas, tem-se as celulases, aplicada na

indústria têxtil, para melhorar o acabamento de tecidos, como também na indústria alimentar e de biocombustíveis através da sacarificação, transformando a matéria prima em açúcares fermentáveis (ZHAO, *et al* 2016). Outra enzima, com destaque nesse cenário, são as xilanases, aplicada na indústria de papel e celulose, além da indústria alimentícia (BELOVA, *et al* 2018; SUBRAMANIYAN; PREMA, 2002; RODRIGUES *et al*, 2020).

Em estudos anteriores foi obtida uma coleção de acidobactérias de solo nativo do Cerrado (DO NASCIMENTO, 2013; DE CASTRO *et al.*, 2013), dentre as elas, apenas duas foram bem estudadas, e tem seu genoma sequenciado, são elas as cepas AB23 e AB60 (PINTO *et al*, 2021; RODRIGUES *et al*, 2020). Todas são mantidas em meio quimicamente definido contendo xilana como única fonte de carbono e sua atividade xilanolítica já foi demonstrada. Algumas cepas são produtoras de carotenoides, como AB23, AB60 e AB46 e outras parecem não ter essa capacidade.

Essa variedade de espécies foi corroborada pela identificação de diferentes gêneros, pela análise inicial da sequência do gene do RNAr 16S indicando que pertencem aparentemente aos gêneros: *Occallatibacter* (AB20, 23 e 158), *Telmatobacter* (AB60 e 46) e *Edaphobacter* (AB29, 39 e 55). Dessa forma, essa coleção contém diferentes acidobactérias, obtidas do mesmo local do Cerrado que ainda carecem de caracterização.

1.1.2 Métodos de estimativa de crescimento bacteriano

Medidas de crescimento bacteriano são bem estabelecidas e aplicadas no controle de qualidade da água potável, alimentos, medicamentos e até cosméticos, a fim de detectar contaminação e prevenir a disseminação de doenças (MOTA *et al*, 2017; ABIHPEC, 2015).

Os métodos utilizados para estimar o número de células bacterianas em uma amostra podem ser divididos em dois tipos: os métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos, estimam o número de células individuais, como por exemplo, a contagem em placas por diluição seriada. Nesse método, executa-se a inoculação das bactérias em um meio sólido, após diluição seriada.

Após o tempo e condições de incubação apropriados, realiza-se a contagem de colônias para calcular Unidades Formadoras de Colônias por mililitros (UFC/mL) (MCCRADY, 1915; HALVORSON; ZIEGLER, 1933; MARTINI, *et al*, 2024), onde cada colônia representa o crescimento de uma célula bacteriana viável. Esse método é conhecido por “Contagem de viáveis” e é amplamente utilizado em análises de qualidade de água ou alimentos. Outro método direto é a contagem em microscópio com a câmara de Petroff-Hausser, onde a partir da média de células contadas da suspensão bacteriana nos quadrantes, calcula-se o número de

células por mililitros (células/mL) (PARKER; RIVERS, 1936; RAHMAN; BUTZIN, 2024; TREUER; HAYDEL, 2011).

Métodos indiretos não observam células individuais, mas outros fatores como turbidez e atividade metabólica. O método de atividade metabólica, pode ser aplicado à dosagem de luz emitida pela técnica de bioluminescência (PATIL, *et al*, 2025; JIANG, *et al*, 2024) e estimativa pela biomassa produzida, por exemplo (Mira, *et al*, 2022). A turbidez, mede a densidade óptica de uma cultura líquida, e para isso pode ser usado um espectrofotômetro ou da comparação com a suspensão padronizada na escala 0,5 de McFarland (MAHESH, *et al*, 2025).

O método que utiliza a turbidimetria é considerado de maior facilidade de execução no laboratório e o registro dos dados ao longo do tempo é utilizado para cálculo de taxas de crescimento e observação das distintas fases de crescimento em meio de batelada. No entanto, a turbidimetria requer o preenchimento de duas premissas: as células bacterianas estão em cultura puras e se distribuem de forma homogênea por todo o caldo da cultura.

Taxas de crescimento de bactérias que formam grumos, ou aglomerados em meio líquido não pode ser corretamente avaliado pelo método de turbidimetria. Esse é o caso de muitas espécies de acidobactérias, como as estudadas no presente trabalho. Dessa forma, os métodos diretos de estimativa de crescimento podem ser mais apropriados para comparar a fisiologia de diferentes acidobactérias (MADIGAN *et al*, 2016).

1.2 Hipótese

As acidobacterias AB46 e AB29 se assemelham as acidobactérias de solo do Cerrado já previamente caracterizadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Descrever a morfofisiologia das cepas de acidobactérias AB46 e AB29.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever a morfologia das células bacterianas e das colônias das cepas estudadas;
- Avaliar o crescimento em meio sólido VL-55 em xilana como fonte de carbono;
- Comparar o crescimento em meio sólido VL-55 de culturas nas diferentes fontes de carbono: xilose, celobiose e lactose.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Meio de Cultura

O meio de cultura utilizado foi o VL-55, sendo um meio quimicamente definido com o pH ajustado para 5,5 (SAIT *et al*, 2002, De CASTRO *et al*, 2013), por meio da solução de NaOH. Para um litro de meio de cultura preparou-se inicialmente a solução de sais: CaCl_2 (0,6 mM), MgSO_4 (0,4 mM), $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ (0,4 mM). Para cada litro de solução de sais, adicionou-se: 0,2 mL de solução de tungstato/selenito (por litro: NaOH, 0,5 g; $\text{Na}_2\text{SeO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 3 mg; $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 4 mg), 2 mL de solução de elementos traço (BALCH *et al*. 1979) e 2 mL de solução de vitaminas de Wolfe (ATLAS, 2005), o agente gelificante utilizado foi o ágar nobre (SIGMA), a 1,5% (m/v). E o meio VL-55 utilizado para manutenção das bactérias contém 0,05% (m/v) de xilana como única fonte de carbono, sendo esse considerado o controle positivo de crescimento. No presente trabalho, foram testadas outras três fontes de carbono: celobiose, a lactose e a xilose, todas as fontes a 0,05% (m/v).

3.2 Cepas Bacterianas

As cepas utilizadas foram as acidobactérias AB46 e AB29, isoladas de amostras do Cerrado (DO NASCIMENTO, 2013; DE CASTRO *et al*, 2013) que foram originalmente isoladas em meio VL-55 contendo quitina coloidal como única fonte de carbono. Suas identidades foram previamente obtidas do sequenciamento do gene do RNAr 16S, indicando que AB46 apresenta maior similaridade com gênero *Telmatobacter sp.*, enquanto a AB29, apresenta similaridade ao gênero *Edaphobacter sp.* (DO NASCIMENTO, 2013). Essas cepas

encontram-se depositadas na coleção de microrganismo da Universidade Católica de Brasília (UCB).

Essas bactérias foram obtidas a partir de estoques fornecidos pela UCB, e o estudo foi realizado, por meio do repique de outras placas preparadas anteriormente no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Patos de Minas (MICRO - UFU), mantidas em meio VL-55 contendo xilana de faia como única fonte de carbono, como as demais acidobactérias da coleção.

3.3 Morfologia das células bacterianas e das colônias

A morfologia das células foi determinada pela coloração de Gram. A coloração foi realizada da seguinte forma: células foram removidas das colônias com o auxílio de uma alça de platina e espalhadas em uma lâmina de microscopia, as células foram fixadas pelo calor da chama de um bico de Bunsen. A seguir, foi aplicado sobre a lâmina a solução de cristal violeta, deixando agir por 1 minuto, depois realizou-se uma lavagem com água destilada, para retirar o excesso, em seguida, aplicou-se a solução de lugol por 1 minuto, realizando novamente uma lavagem com água destilada, lavou-se a lâmina com álcool 70% por 20 segundos e, por fim, adicionou-se a fucsina fenicada durante 30 segundos. Posteriormente, as lâminas foram observadas em microscópio óptico com um aumento de 100 x, com o auxílio do óleo de imersão (SMIBERT; KRIEG, 1994; BRASIL, 1997; MADIGAN *et al*, 2016).

A morfologia das colônias foi inicialmente descrita em meio de cultura VL-55 contendo xilana como fonte de carbono e posteriormente, essa morfologia foi comparada entre os meios contendo as diferentes fontes de carbono. As colônias foram crescidas inicialmente no escuro e ao final de duas semanas, foram expostas à luz branca, por uma semana, fotoperíodo 24h/dia, para verificação de produção de pigmentos.

3.4 Avaliação de crescimento em meio sólido

Como as acidobactérias formam agregados em meio líquido, tentativas anteriores de curva de crescimento por espectrofotometria foram inconclusivas. O presente trabalho utilizou pela primeira vez, estimativas de Unidades Formadoras de Colônias (UFC) ao longo do período de incubação.

A inoculação foi realizada pelo método de diluição seriada. Inicialmente foi obtida uma suspensão de bactérias a partir de uma placa crescida previamente, adicionando-se 1 mL de

solução de sais de VL-55 (sem os micronutrientes e fonte de carbono) e pipetando suavemente a solução sobre as colônias até que fossem desprendidas do meio de cultura. Então, a solução inicial foi adicionada em microtubos e misturada em vórtex por 1 minuto, em seguida, as células foram sedimentadas por centrifugação a 5.000 G por 15 minutos, o sobrenadante foi descartado e foi adicionado 1 mL de solução de sais, repetindo-se o uso do vórtex.

Esse procedimento de lavagem foi repetido 2 vezes para remoção de restos de fonte de carbono na suspensão celular. As células foram então ressuspensas em 1 mL de solução de sais, para realizar a diluição seriada até 10^{-8} como descrito a seguir. Em um microtubo com 900 μ L de solução de sais, foi adicionado 100 μ L da solução primária com as células bacterianas e levado ao vórtex, tornando a diluição 10^{-1} , em outro microtubo com 900 μ L de solução de sais, foi adicionado 100 μ L, do volume do primeiro tubo, tornando-se a diluição a 10^{-2} , essa etapa foi repetida sucessivamente até a diluição 10^{-8} .

As placas contendo o meio VL-55 com cada uma das fontes de carbono foi dividida em 8 partes e o inóculo foi realizado em 3 gotas de 20 μ L (triplicata) para cada diluição correspondente. O crescimento foi registrado por fotografia e o número de UFC foi tabulado, aproximadamente a cada dois dias de crescimento a 28 °C em BOD, na ausência de luz por duas semanas. Ao final desse período, as placas foram incubadas na luz branca, fotoperíodo 24h/dia, para verificação de produção de pigmentação para descrição morfológica das colônias.

Em paralelo as bactérias foram inoculadas pelo método de estriamento em placas em cada meio de cultura testado, para manutenção e verificação da cultura pura. Para cada bactéria, foram preparadas duas placas de diluição seriada e duas placas pelo método de estriamento, para as quatro fontes de carbono, com exceção, para o meio de xilana e xilose, que foram preparadas somente placas de diluição seriada, totalizando oito placas para cada bactéria. A xilana, foi usada como controle positivo ao ser comparada com as outras três fontes de carbono, visto o seu desempenho em estudos anteriores (DE OLIVEIRA, 2023).

3.5 Análise Estatística

O tratamento dos dados foi realizado no Excel. A estimativa de unidades formadoras de colônias foi realizada de acordo com o método descrito por Miles *et al* (1938). Apenas as gotas inoculadas em que o número de colônias o encontrou no intervalo entre 2 a 20 colônias foi utilizada para a contagem de colônias nas placas de diluição seriada, dessa maneira foi possível obter a média e o desvio padrão. A análise das Unidades Formadoras de Colônias (UFC) veio a partir da multiplicação entre a média (contagem de colônias da triplicata) e o

fator de diluição, dividido pelo volume (em mL), para que os dados sejam expressos em UFC/mL, a fórmula geral para esse cálculo, é apresentada a seguir:

$$UFC/mL = \frac{\text{Número de colônias} \times \text{Fator de diluição}}{\text{Volume (mL)}}$$

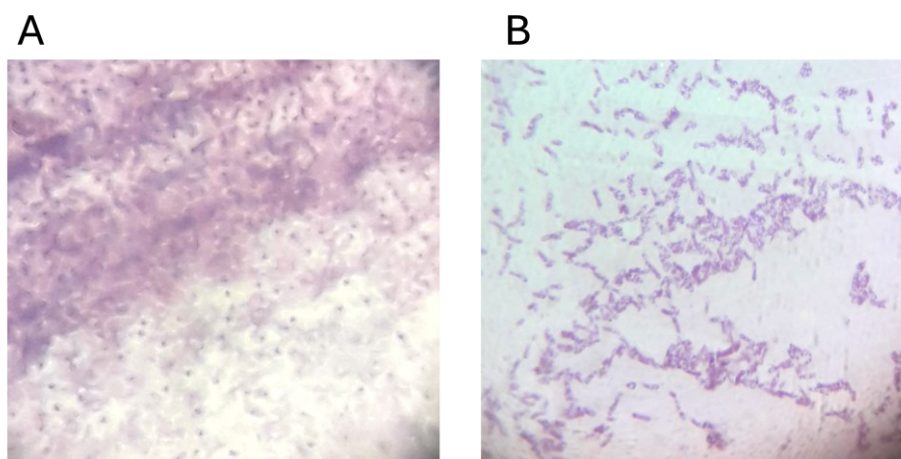
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Coloração de Gram

Ao observar os resultados da coloração de Gram (Figura 1), é concluído que AB29 é Gram-negativa, corada de rosa e enquanto a AB46 parece ser Gram-positiva, pois estão coradas de roxo (TORTORA, *et al*, 2024). A morfologia da célula da cepa AB29 se assemelha ao formato entre cocos (esféricas) e cocobacilos, enquanto a AB46 apresenta um formato similar a bacilos (bastonetes). O resultado da coloração difere do que é visto na literatura, em razão que todas as acidobactérias são Gram-negativas, o que sugere que a cepa AB46 esteja contaminada, com outras bactérias presentes apresentando uma possível cápsula.

Por outro lado, embora a maioria das acidobactérias apresentem forma de bacilos, outras morfologias podem ser encontradas, por exemplo o gênero *Blastocatella*, sendo esferas móveis a bastonetes com tendência a formar cadeias e agregados maiores, fazendo filamentos (FOESEL *et al*, 2013), a espécie *Acidisarcina polymorpha*, com células polimórficas dispostas em agregados semelhantes a sarcinas ou clusters (BELOVA *et al*, 2018; BELOVA *et al*, 2022) e espécie *Acidobacterium capsulatum* sendo bacilos encapsuladas (KISHIMOTO *et al*, 1991; SABREE *et al*, 2006).

Figura 1: Coloração de Gram para a bactéria (A) AB29 e (B) AB46



Fonte: autora

4.2 Morfologia das colônias

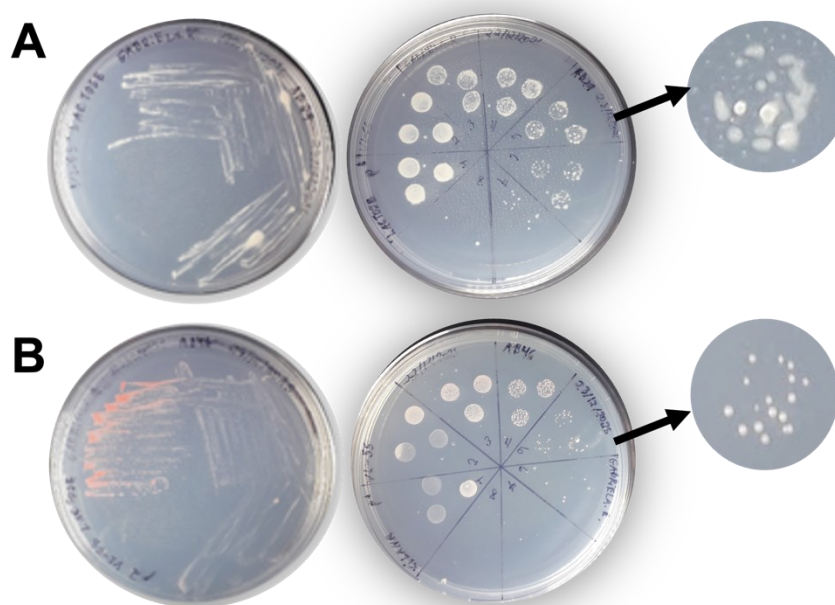
O tamanho das colônias das duas bactérias foi de aproximadamente 1 mm de diâmetro, sem mudanças durante o período de incubação, para todas as fontes de carbono, a morfologia das colônias, é aquela adotada no momento da inoculação das gotas (Figura 2), porém as colônias da cepa AB29 apresentaram bordas irregulares com aparência viscosa, sugerindo a presença de biofilme, as colônias sempre apresentaram coloração branca, mesmo na presença de luz (Figura 2A). A morfologia das colônias se parece com outras já descritas que não possuem pigmentação como os gêneros *Granulicella* e *Edaphobacter* e a espécie *Terracidiphilus gabretensis*, como estudadas em PINTO *et al* (2021).

A cepa AB46 apresentou bordas mais regulares, com elevações convexas, margem inteira, textura seca, com pigmentação rosa pálido quando incubadas na luz (Figura 2B). Quando comparado na literatura, a morfologia da AB46 não se assemelha ao gênero *Telmatobacter*, com qual apresentou maior similaridade pelo sequenciamento do gene do RNAr 16S, visto que a descrição em PANKRATOV (2012) eram colônias pequenas, opacas, com perfil sinuoso, bordas onduladas, consistência homogênea, mas sim, às descrições das colônias de *Occallatibacter savannae* AB23 e *Telmatobacter* sp. AB60, porém a pigmentação da cepa AB46 é bem menos intensa (PINTO, *et al* 2017; RODRIGUES, *et al*, 2020).

Na literatura, aspectos como a textura e cor/pigmentação exibem algumas variações, dependendo da cepa, a título de exemplo, o gênero *Terriglobus roseus* com colônias rosadas e limosas (EICHORST *et al*, 2007) e a espécie *Telmatobacter bradus* que possui colônias no tom

de branco-leitosa ou bege claro, dependendo das condições de crescimento, onde não houve detecção de pigmentos (PANKRATOV *et al*, (2012).

Figura 2: Morfologia das colônias das cepas AB29 (A) e AB46(B).



Fonte: autora

4.3 Avaliação do crescimento em diferentes fontes de carbono

Crescimento foi observado em todos os meios testados, nas duas acidobactérias (Figura 3). Embora o crescimento tenha sido avaliado por até 20 dias (Apêndice A), no gráfico só foi apresentado até o 10º dia, em virtude de esse dia em diante, os valores permaneceram constantes (Figura 3).

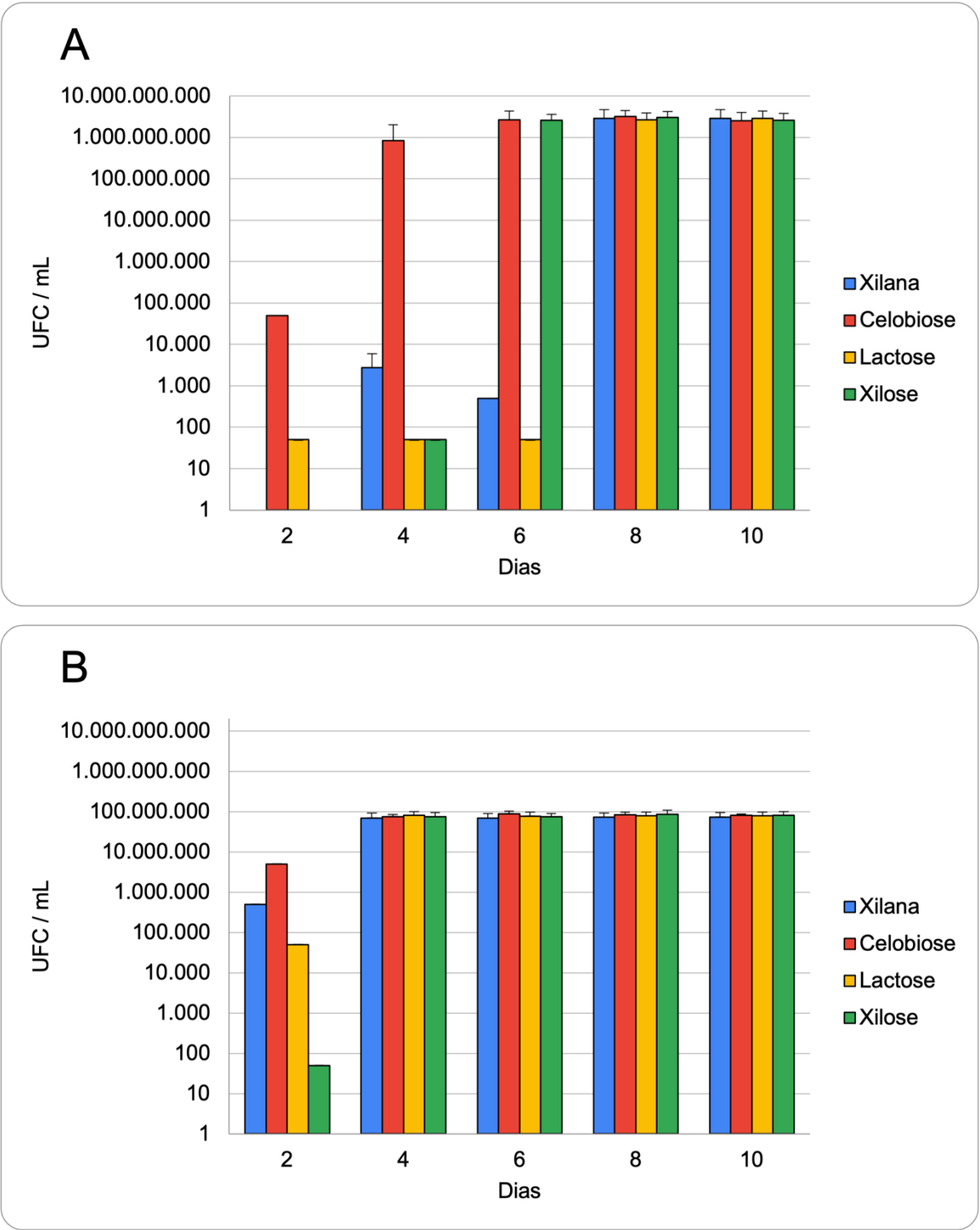
A estimativa de Unidades Formadoras de Colônias, revelou que essas bactérias são capazes de crescer e desenvolver com resultados similares em todas as fontes de carbono, do 8º dia em diante. As acidobactérias AB29 apresentaram crescimento visível, em destaque, na fonte de celobiose nos 6 primeiros dias, a celobiose é um dissacarídeo, produto da hidrólise da celulose (polímero abundante), sendo uma fonte de carbono de rápida assimilação na natureza, o que explicaria esse crescimento (LYND, *et al*, 2002; PEDERSEN, *et al*, 2023; WARD, *et al*, 2009) (Figura 3A). Já se era esperado o crescimento em xilana e lactose, pois apresentaram um

bom crescimento, descrito no estudo DE OLIVEIRA (2023). Chama a atenção o crescimento em poucos dias, devido ao gênero *Edaphobacter modestus*, apresentar colônias visíveis apenas após duas semanas de crescimento em meio complexo, R2A (KOCH, *et al*, 2008), enquanto que o meio VL-55 é um meio quimicamente definido com apenas uma única fonte de carbono, nitrogênio e fósforo disponíveis, apesar disso, supõe-se que essas cepas, pertencente a coleção do grupo de pesquisa das oito acidobactérias isoladas de solo do Cerrado, se adaptaram ao meio VL-55, apresentando colônias visíveis entre uma e duas semanas.

O crescimento da AB46 foi similar em relação às fontes de carbono, porém apresenta valores superiores de UFC/mL em todas as fontes a partir do segundo dia, em comparação com a cepa AB29, além do mais, no quarto dia em diante, os valores são constantes. Comparativamente, a espécie *Telmatobacter bradus* apresenta colônias visíveis em sete dias, em cultura no meio MM, que contém os sais do meio VL-55, mas é suplementado com 0,005 % de extrato de levedura e 0,05% de pectina, no lugar da solução de vitaminas e elementos-traço presentes no meio VL-55 (PANKRATOV, *et al*, 2012).

Como as acidobactérias apresentam crescimento lento (RODRIGUES, *et al*, 2020; DE CASTRO, *et al*, 2013), com períodos de incubação mais longos para formar colônias visíveis, esse resultado não condiz com estudos anteriores sobre acidobactérias (WARD *et al*, 2009). Dessa forma, é possível que as colônias da AB46 estejam contaminadas com uma outra espécie de crescimento mais rápido, não sendo uma cultura pura. Por isso, o resultado da coloração de Gram, também foi prejudicado, devido a possibilidade de existência de outras bactérias no meio.

Figura 3: Comparação da xilana e as outras fontes de carbono para as ambas as acidobactérias, no período de 10 dias A) cepa AB29; B) cepa AB 46



Fonte: autora

O tom rosado já era notável na placas de AB46, no 4º dia, para todas as fontes de carbono, indicando a presença dos carotenoides, como visto em outro estudo para acidobactérias utilizando a cepa AB23 (PINTO, 2017) dado que esses pigmentos bacterianos, são amarelados, alaranjados, rosados ou vermelhos (KIRTI *et al.*, 2014). Durante o período de uma semana exposto à luz, o tom rosado se tornou mais presente, pois são produzidos em resposta ao estresse causado pela luz, como um mecanismo de resistência (PINTO, 2017). Apesar da coloração das bactérias, duas das oito placas de AB46 continuaram brancas, sendo o meio de celobiose por estriamento e xilose por diluição seriada (Apêndice B), o que corrobora a contaminação dessas culturas, ademais é importante destacar, que talvez essa pigmentação seja na verdade dos organismos contaminantes, não sendo possível determinar se esse organismos são classificados como outras acidobactérias. É incerto se a contaminação ocorreu no repique, ou se a placa original já estava contaminada, mas a coloração nessas duas placas não se desenvolveu mesmo após 2 semanas a mais de exposição. Por outro lado, as acidobactérias AB29 continuaram brancas, durante todo o período de incubação, indicando a falta de operon de síntese de carotenoides.

5 CONCLUSÃO

A hipótese inicial proposta foi rejeitada, pois as acidobactérias do estudo não demonstraram tempo de crescimento e nem morfologia similares a outras isoladas de solo do Cerrado. Os objetivos propostos, porém, foram alcançados, as acidobactérias AB29 foram capazes de crescer em 3 diferentes fontes de carbono, com desempenho similar ao controle positivo, apontando que essas fontes de carbono não foram limitantes para seu crescimento, porém a celobiose ganhou destaque, devido ao número superior de Unidades Formadoras de Colônias nos seis primeiros dias do experimento como apresentado no gráfico. Ademais, de acordo com as descrições de morfologia e crescimento descrita nesse estudo, essa cepa se assemelha ao gênero *Edaphobacter*, possivelmente de uma nova espécie, sendo a primeira cepa do Cerrado a ser caracterizada.

Embora tenha sido observado crescimento nas acidobactérias AB46, em todas as fontes de carbono, devido a contaminação, causando interferência nas demais análises, tornando seus resultados inconclusivos. Por outro lado, o uso do método de contagem de unidades formadoras

de colônias apresentou resultado satisfatório, sendo possível realizar uma comparação semiquantitativa do crescimento nas diferentes condições testadas.

Como perspectivas do presente trabalho, será preciso isolar novamente as acidobactérias AB46, a fim de obter culturas puras e prosseguir com sua caracterização, além da caracterização dos contaminantes que cresceram no meio de cultura e se equiparam às mesmas ou pertencem a outra classificação de bactérias. Em seguida realizar testes bioquímicos, para aprimorar a caracterização das duas cepas em relação ao seu metabolismo, síntese de enzimas, fermentação etc. Por fim, será interessante realizar o sequenciamento do genoma dessas cepas, com o propósito de encontrar sua identificação em bancos de dados genômicos, buscando melhorar sua classificação em nível de espécie e, se possível, com a descrição de novas espécies de Acidobactérias do Cerrado.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Guia De Microbiologia: Controle Microbiológico Na Indústria De Higiene Pessoal, Perfumaria E Cosméticos**. 1 ed. 2015. Disponível em: <https://abihpec.org.br/guia-microbiologia/files/assets/common/downloads/Guia%20de%20Microbiologia.pdf>. Acesso em: 22 fev 2026.

ATLAS, R. M. **Handbook of media for environmental microbiology**. In: Ronald M. Atlas (ed) 2nd ed. Taylor & Francis, Boca Raton, U.S. 2005. <https://doi.org/10.1201/9781420037487>.

BALCH W.E., *et al.* Methanogens: reevaluation of a unique biological group. **Microbiological Reviews**; v. 43, p 260–96. 1979. doi: 10.1128/mr.43.2.260-296.1979.

BARNS, S. M. *et al.* Acidobacteria phylum sequences in uranium-contaminated subsurface sediments greatly expand the known diversity within the phylum. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 73, n. 9, 3113-3116, 2007.

BARREDO, J-L. Microbial carotenoids from bacteria and microalgae. **Methods in Molecular Biology**, v. 892, p. 133-141, 2012.

BELOVA, S. E., *et al.* Hydrolytic Capabilities as a Key to Environmental Success: Chitinolytic and Cellulolytic Acidobacteria From Acidic Sub-arctic Soils and Boreal Peatlands. **Frontiers in microbiology**, 9, 2775. 2018. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02775>.

BELOVA, S. E., *et al.* Building a Cell House from Cellulose: The Case of the Soil Acidobacterium *Acidisarcina polymorpha* SBC82T. **Microorganisms**, v. 10, n. 11, 2253. 2022. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10112253>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Técnica de Coloração de Gram**. Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS. Brasília: Ministério da Saúde. Série TELELAB. 63 p. 1997. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/115_03gram.pdf. Acesso em: 21 fev. 2026.

CROWE, M. A. *et al.* *Pyrinomonas methylaliphatogenes* gen. nov., sp. nov., a novel group 4 thermophilic member of the phylum Acidobacteria from geothermal soils. **International Journal of Systematics and Evolutionary Microbiology**, v. 64, n. Pt 1, p. 220-7, Jan 2014.

DE CASTRO, V. H. L., *et al.* Acidobacteria from oligotrophic soil from the Cerrado can grow in a wide range of carbon source concentrations. **Canadian Journal of Microbiology**, v. 59, p. 1-8, 2013. [dx.doi.org/10.1139/cjm-2013-0331](https://doi.org/10.1139/cjm-2013-0331).

DE OLIVEIRA, L.C.A. **Avaliação do crescimento de Acidobacterias do Cerrado em diferentes polissacarídeos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) - Universidade Federal De Uberlândia, Patos De Minas - MG, 2023.

DEDYSH, S.N.; YILMAZ, P. Refining the taxonomic structure of the phylum Acidobacteria. **International Journal of Systematics and Evolutionary Microbiology**, v. 68, n. 12, p 3796–3806. 2018. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.003062>.

DO NASCIMENTO, P. F. Obtenção de bactérias do filo acidobactéria em meio de cultura contendo quitina como fonte de carbono. Brasília, 2013. 14 p. Relatório CNPq.

EICHORST, S. A. *et al.* Genomic insights into the Acidobacteria reveal strategies for their success in terrestrial environments. **Environmental microbiology**, v. 20, n. 3, p 1041–1063. 2018. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.14043>.

EICHORST, S. A.; BREZNAK J.A.; SCHMIDT T.M. Isolation and characterization of soil bacteria that define *Terriglobus* gen. nov., in the phylum Acidobacteria. **Applied and Environmental Microbiology** v. 73, n. 8, p 2708-17. 2007. doi: 10.1128/AEM.02140-06.

FOESEL, B. U.; ROHDE, M.; OVERMANN, J. *Blastocatella fastidiosa* gen. nov., sp. nov., isolated from semiarid savanna soil - the first described species of Acidobacteria subdivision 4. **Systematic and applied microbiology**, v. 36, n. 2, p 82–89. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2012.11.002>.

HALVORSON H. O.; ZIEGLER, N. R. Application of statistics to problems in bacteriology: I. A means of determining bacterial population by the dilution method. **Journal of Bacteriology**, v26, n. 6, p 101–121. 1933. doi: 10.1128/jb.26.6.559-567.1933.

JIANG, T.; BAI, X.; LI, M. Advances in the Development of Bacterial Bioluminescence Imaging. **Annual review of analytical chemistry** (Palo Alto, Calif.), v. 17, n. 1, p 265–288. 2024. <https://doi.org/10.1146/annurev-anchem-061622-034229>.

KIELAK, A.M. *et al.* The Ecology of Acidobacteria: Moving beyond Genes and Genomes. **Frontiers in Microbiology**. v. 7, p 1-7. 2016. doi: 10.3389/fmicb.2016.00744.

KIRTI, K. *et al.* Colorful World of Microbes: Carotenoids and Their Applications. **Advances in Biology**, v. 2014, 837891, p 1-13. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/837891>.

KISHIMOTO, N.; KOSAKO, Y.; TANO, T. *Acidobacterium capsulatum* gen. nov., sp. nov.: An acidophilic chemoorganotrophic bacterium containing menaquinone from acidic mineral environment. **Current Microbiology**. v. 22, p 1-7. 1991. <https://doi.org/10.1007/BF02106205>.

KISHIMOTO, N. TANO, T. Acidophilic heterotrophic bacteria isolated from acidic mine drainage, sewage, and soils. **Journal of General and Applied Microbiology**, v. 33, p.11-25, 1987.

KOCH, I. H. *et al.* *Edaphobacter modestus* gen. nov., sp. nov., and *Edaphobacter aggregans* sp. nov., acidobacteria isolated from alpine and forest soils. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. v. 58, n. 5, p 1114–1122. 2008. <https://doi.org/10.1099/ijs.0.65303-0>.

LLADÓ, S. *et al.* Functional screening of abundant bacteria from acidic forest soil indicates the metabolic potential of Acidobacteria subdivision 1 for polysaccharide decomposition. **Biology and Fertility of Soils**, v. 52, n. 2, p. 251-260, 2016. doi:10.1007/s00374-015-1072-6.

LUDWIG, W. *et al.* Detection and in situ identification of representatives of a widely distributed new bacterial phylum. **FEMS Microbiology Letters**, v. 153, p. 181-190, 1997. doi: 10.1111/j.1574-6968.1997.tb10480.x

LYND, L. R. *et al.* Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. **Microbiology and molecular biology reviews: MMBR**, v. 66, n. 3, p 506–577. 2002. <https://doi.org/10.1128/MMBR.66.3.506-577.2002>.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 22 fev 2026.

MADIGAN, M. T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2016. E-book. p.158. ISBN 9788582712986. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582712986/>. Acesso em: 22 fev 2026.

MAHESH, P. P., *et al.* McFarland Standards-Based Spectrophotometry Method for Calculating Approximate Multiplicity of Infection for an Obligate Intracellular Bacterium *Anaplasma phagocytophilum*. **Microorganisms**, v. 13 n. 3, 662. 2025. <https://doi.org/10.3390/microorganisms13030662>.

MÄNNISTÖ, M. K. *et al.* *Granulicella arctica* sp. nov., *Granulicella mallensis* sp. nov., *Granulicella tundricola* sp. nov. and *Granulicella sapmiensis* sp. nov., novel acidobacteria from tundra soil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 62, n. 9, p. 2097-106. 2012. doi: 10.1099/ij.s.0.031864-0.

MARTINI, K. M. *et al.* Maximum likelihood estimators for colony-forming units. **Microbiology Spectrum**. v 12, n. 9, p 1-17, 2024. <https://doi.org/10.1128/spectrum.03946-23>.

MCCRADY M. H. The numerical interpretation of fermentation-tube results. **Journal of Infectious Diseases**.v. 17, p 183–212. 1915. <https://doi.org/10.1093/infdis/17.1.183>.

MILES, A. A.; MISRA, S. S; IRWIN, J. O. The estimation of the bactericidal power of the blood. **Epidemiology & Infection**, v. 38, n. 6, p.732-749. 1938. <https://doi.org/10.1017/s002217240001158x>.

MIRA, P. *et al.* Estimating microbial population data from optical density. **PloS one**, v. 17 (10), e0276040. 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276040>.

MOTA, V. A. M.; JUNIOR, J. A. O.; CHIARI-ANDRÉO, B. G. O. O Controle da Contaminação Microbiológica De Produtos Magistrais. **Revista Brasileira Multidisciplinar**. v. 20, n.1. 2017. doi:10.25061/2527-2675/ReBraM/2017.v20i1.474.

OREN, A.; GARRITY. G. M. Valid publication of the names of forty-two phyla of prokaryotes. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**. v.71, n. 10. 2021. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.005056>.

OVERMANN, J.; ABT, B. SIKORSKI, J. Present and Future of Culturing Bacteria. **Annual review of microbiology**, v. 71, p 711–730. 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-090816-093449>.

PANKRATOV, T. A, *et al.* *Telmatobacter bradus* gen. nov., sp. nov., a cellulolytic facultative anaerobe from subdivision 1 of the Acidobacteria, and emended description of *Acidobacterium capsulatum* Kishimoto *et al.* 1991. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. v. 62, n. 2, p 430–437. 2012. <https://doi.org/10.1099/ij.s.0.029629-0>.

PARKER, R. F.; RIVERS, T. M. Immunological and chemical investigations of vaccine virus: IV. Statistical studies of elementary bodies in relation to infection and agglutination. In: THE JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE. **The Journal of Experimental Medicine**. [S.l.]: Rockefeller University Press, 1936. p. 439–452. Disponível em: <https://doi.org/10.1084/jem.64.3.439>.

PATIL M., *et al.* Real-time evaluation of antibacterial efficacy using bioluminescent assays for *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus*. **Frontiers in Microbiology**. 16:1569217. 2025. doi: 10.3389/fmicb.2025.1569217.

PEDERSEN, G. B. *et al.* Cellulose synthesis in land plants. **Molecular plant**, v. 16, n. 1, p 206–231. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2022.12.015>.

PINTO, O. H. B. **Caracterização taxonômica de *Occallatibacter savannae* AB23 e avaliação enzimática e pigmentos de acidobacteria: um enfoque biotecnológico**. 2017. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Genômicas e Biotecnologia), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2017.

PINTO, O. H. B., *et al.* Soil Acidobacteria strain AB23 resistance to oxidative stress through production of carotenoids. **Microbial Ecology**, v. 81, n. 1, p 169-179. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00248-020-01548-z>.

QIU, L.; CAO, L. Description of *Silvibacterium acidisoli* sp. nov. and *Edaphobacter albus* sp. nov. and a Proposal for Taxonomic Rearrangements Within the Family *Acidobacteriaceae* Based on Comparative Genome Analysis. **Taxonomy**, v. 5, n. 40. 2025. <https://doi.org/10.3390/taxonomy5030040>.

RAHMAN, K. M. T.; BUTZIN, N. C. Counter-on-chip for bacterial cell quantification, growth, and live-dead estimations. **Scientific reports**, v. 14(1), p 782. 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-51014-2>.

RODRIGUES, G. R., *et al.* Unraveling the xylanolytic potential of *Acidobacteria bacterium* AB60 from Cerrado soils. **FEMS Microbiology Letters**, v. 367, n. 18, fnaa149. 2020. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnaa149>.

SABREE, Z. L., *et al.* Identification and characterization of the gene encoding the *Acidobacterium capsulatum* major sigma factor. **Gene**, v. 376, n. 1, p 144–151. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2006.02.033>.

SAIT, M.; HUGENHOLTZ, P.; JANSSEN, P. H. Cultivation of globally distributed soil bacteria from phylogenetic lineages previously only detected in cultivation-independent surveys. **Environmental Microbiology**. 4: 654-66. 2002. doi: 10.1046/j.1462-2920.2002.00352.x

SMIBERT, R. M.; KRIEG, N. R. **Phenotypic characterization**. In: Methods for General and Molecular Bacteriology. American Society for Microbiology, Washington, DC, pp. 607-654, 1994.

SUBRAMANIYAN S.; PREMA, P. Biotechnology of microbial xylanases: Enzymology, molecular biology, and application. **Critical Reviews in Biotechnology**. v. 22. 2002. doi: 10.1080/07388550290789450.

TORTORA, G. J. *et al.* **Microbiologia**. 14. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2024. E-book. ISBN 9786558822585. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786558822585/>. Acesso em: 22 fev 2026.

TREUER R.; HAYDEL, S. E. Acid-fast staining and Petroff-Hausser chamber counting of mycobacterial cells in liquid suspension. **Current Protocols in Microbiology** v. 20, n. 1, p 1061–1066. 2011. doi: 10.1002/9780471729259.mc10a06s20.

VIEIRA, S. *et al.* *Luteitalea pratensis* gen. nov., sp. nov. a new member of subdivision 6 Acidobacteria isolated from temperate grassland soil. **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 67, n. 5, p 1408–1414. 2017. <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001827>.

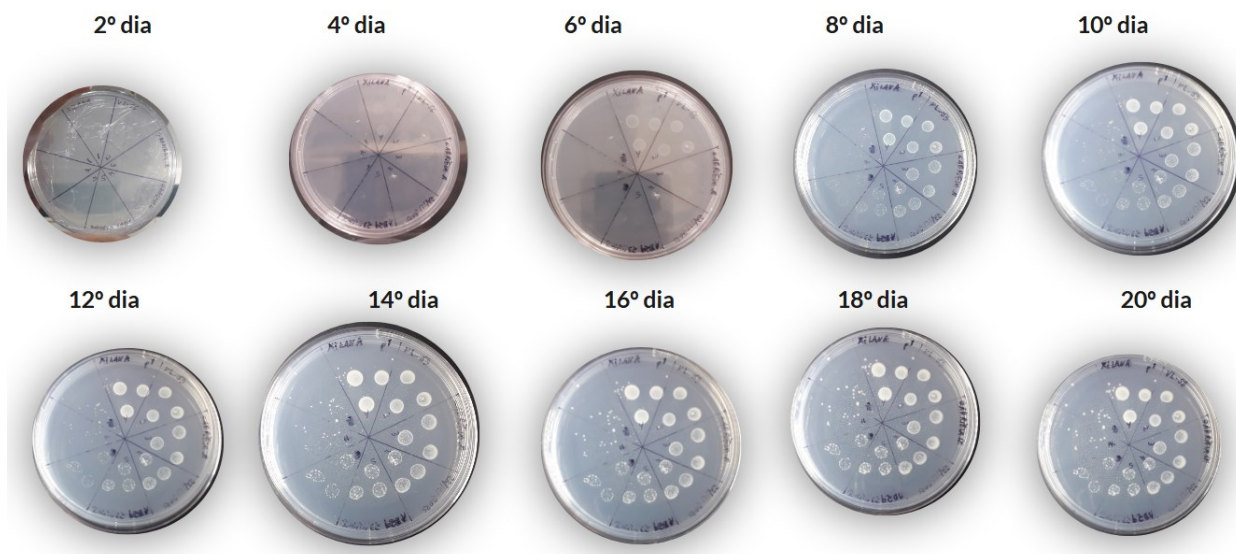
WARD, N. L. *et al.* Three genomes from the phylum Acidobacteria provide insight into the lifestyles of these microorganisms in soils. **Applied and Environmental Microbiology**. 75: 2046-56. 2009. <https://doi.org/10.1128/AEM.02294-08>.

YE, Z. W. JIANG, Jian-Guo, W.U., Guang-Hong. Biosynthesis and regulation of carotenoids in *Dunaliella*: progresses and prospects. **Biotechnology Advances**, v. 26, n. 4, p. 352-60. 2008. doi: 10.1016/j.biotechadv.2008.03.004.

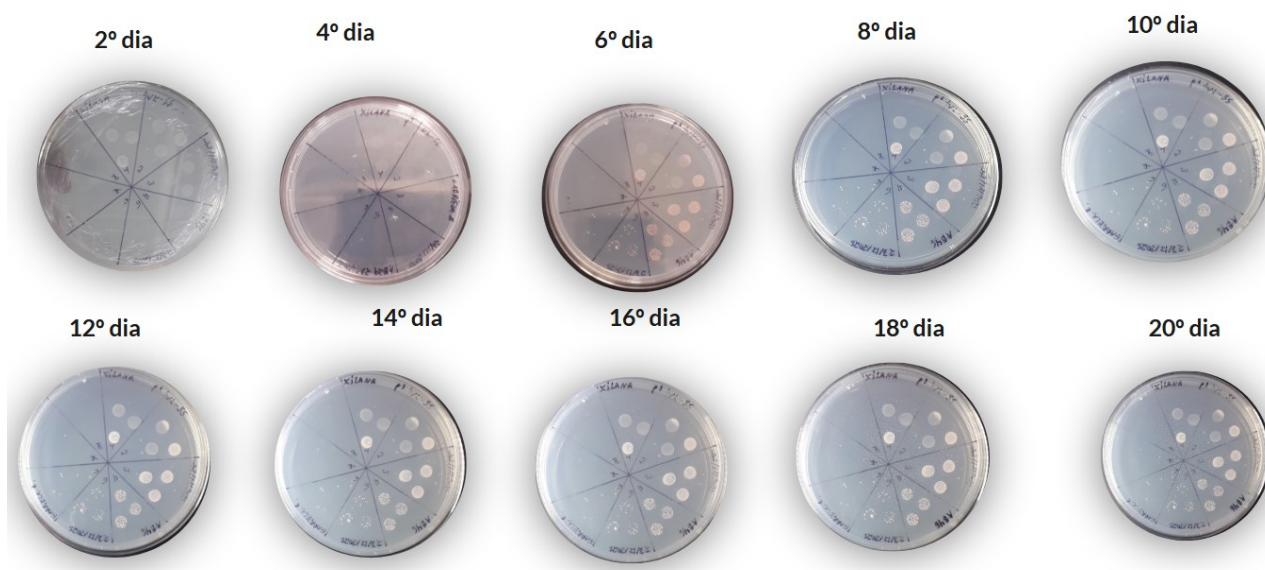
ZHAO, X.Q; XU, X. N.; CHEN, L. Y. Chapter Seven - Production of Enzymes from Marine Actinobacteria. **Advances in Food and Nutrition Research**. v 78, p 137-151. 2016. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.06.002>.

APÊNDICE A - Crescimento das acidobactérias (A) AB29 e (B) AB46 na fonte de xilana, durante o período de 20 dias

A



B



APÊNDICE B - Placas AB46 contaminadas que não apresentaram pigmentação, fonte de carbono para celobiose e xilose

Celbiose



Xilose

