



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**

**CENTRO DE CIÊNCIAS**

**DEPARTAMENTO DE BIOQUÍMICA E BIOLOGIA MOLECULAR**

**CURSO DE BIOTECNOLOGIA**

**MARIA JAMILI SOUSA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE ACTINOBACTÉRIAS DO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO**

**FORTALEZA**

**2019**

MARIA JAMILI SOUSA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE ACTINOBACTÉRIAS DO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biotecnologia do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Miranda Martins

Coorientadora: Ma. Juliani Barbosa de Sousa

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S581c Silva, Maria Jamili Sousa.  
Caracterização fenotípica de actinobactérias do semiárido nordestino / Maria Jamili Sousa Silva. – 2019.  
54 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,  
Curso de Biotecnologia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Claudia Miranda Martins .

Coorientação: Profa. Ma. Juliani Barbosa de Sousa .

1. Actinobactérias. 2. Caracterização fenotípica. 3. Semiárido. 4. Streptomyces. I. Título.

CDD 661

---

MARIA JAMILI SOUSA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DE ACTINOBACTÉRIAS DO SEMIÁRIDO  
NORDESTINO

Monografia apresentada ao curso de Bacharelado em Biotecnologia do Departamento de Bioquímica Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Miranda Martins

Coorientadora: Ma. Juliani Barbosa de Sousa

Aprovada em: 19/06/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Miranda Martins  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Daniele de Oliveira Bezerra de Sousa  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzana Cláudia Silveira Martins  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos meus amados pais, Elizabete e Genival.

Aos meus queridos irmãos e irmã, Jackson,  
Janilo e Janaina.

A todos meus familiares, amigos e conhecidos  
que me apoiaram e me ajudaram durante essa  
jornada.

## AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma forma me apoiaram, ajudaram e me incentivaram durante todos esses anos de graduação.

Aos meus amados pais, Elizabete e Genival, por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e me dando conforto em todos os momentos que é preciso.

A minha querida mãe, meu maior exemplo de força, persistência e sabedoria. Meu porto seguro, meu alicerce que sempre me incentivou a estudar, a valorizar cada oportunidade que surge e não desistir mesmo quando tudo parece difícil de suportar.

Ao meu inestimável pai, que venceu tantas adversidades durante a vida e me deu suporte para que eu chegasse até aqui. Que me ensinou que muitas vezes é preciso trabalhar duro para se alcançar seus objetivos.

Ao meu irmão mais velho, Jackson, sempre disposto a me ajudar independentemente da situação.

Ao meu irmão e minha irmã mais jovens, Janilo e Janaina, por me proporcionarem momentos únicos de alegria.

Aos meus preciosos amigos e amigas, Letícia, Fabiana, Josué, Juvelina, Raquel, Taynara Matos, Natanael, Thaynara Domingos, Ana Clara, Cristiano, Daniel, Agna, Shirley, Judite e todos os que mesmo não podendo estarem tão presentes me deram suporte de alguma forma. Que eu tive o privilégio de compartilhar momentos únicos, que serão eternos. Que me fizeram rir em tantas situações, me proporcionaram tantos momentos de alegrias, me ajudaram a levantar tantas vezes durante essa caminhada e que jamais me deixaram desistir.

Ao casal Paulo e Luana, que tão gentilmente me recebeu em seu lar quando cheguei em Fortaleza. Mesmo sem me conhecerem direito me acolheram como um membro da família, serei eternamente grata a esses dois seres humanos incríveis que com esse gesto me permitiram conhecer um mundo de oportunidades.

A minha orientadora, professora Claudia, que de forma acolhedora me recebeu em seu laboratório e cordialmente me auxiliou em meu trabalho com boas ideias e sugestões. Sempre me incentivando a fazer o melhor de forma a contribuir para meu crescimento acadêmico e pessoal.

A futura doutora Juliani (Ju), minha coorientadora, que apesar de muitos afazeres, sempre foi muito solícita, reservando um tempo para pacientemente me ouvir. Por toda dedicação e disposição em me ajudar e por todos os ótimos conselhos.

A toda equipe do LAMAB, pelos conselhos, companheirismo e troca de experiências. Especialmente a Valéria, Fernando e Clarice, que sempre se dispuseram a me ajudar em todos momentos que precisei.

Aos meus professores do ensino básico e ensino médio que pouco a pouco me ajudaram a construir o alicerce de conhecimento para chegar ao ensino superior.

Aos excelentes exemplos de educadores que eu tive o privilégio de conhecer durante a graduação, que me fazem ter orgulho de ter sido aluna deles, que me ensinaram muitas coisas que não estão escritas em livros e que sempre terão meu respeito e admiração.

“ E você aprende que realmente pode suportar...  
que realmente é forte, e que pode ir mais longe,  
depois de pensar que não se pode mais. E que  
realmente a vida tem valor e que você tem valor  
diante da vida! Nossas dúvidas são traidoras e  
nos fazem perder o bem que poderíamos  
conquistar se não fosse o medo de tentar. ”

O menestrel, William Shakespeare

## RESUMO

Actinobactérias são bactérias Gram-positivas com DNA rico em guanina e citosina, mas morfológicamente se assemelham aos fungos. Representam uma das classes mais importantes de bactérias devido a sua capacidade de produzir uma vasta gama de metabólitos biologicamente ativos, é um grupo presente no semiárido nordestino, caracterizando-se pela diversidade cultural apresentada. Tendo conhecimento dessa heterogeneidade, a caracterização morfológica que tem como critério a determinação da cor do micélio aéreo e reverso, textura apresentada pela colônia e análise micromorfológica da cadeia de esporos, converte-se em um instrumento para classificar e identificar esses organismos. Dessa forma, objetivou-se caracterizar culturalmente e identificar o gênero de 50 cepas de actinobactérias do semiárido oriundas da RPPN “Fazenda Não Me Deixes”-Quixadá (CE). A caracterização cultural em virtude da cor do micélio aéreo e reverso e da textura das colônias evidenciaram a diversidade das cepas, sendo classificadas em 31 grupos distintos. Os gêneros foram identificados como *Streptomyces* (58%), *Nocardia* (26%), *Micromonospora* (8%), *Streptosporangium* (6%) e *Actinomadura* (2%). O acervo de imagens gerado com foco nas diferenças culturais de actinobactérias do semiárido contribuirá com futuras pesquisas acerca desse grupo microbiano.

**Palavras-chave:** Caatinga, micélio, *Streptomyces*

## ABSTRACT

Actinobacteria are Gram-positive bacteria with DNA rich in guanine and cytosine, but morphologically resemble fungi. They represent one of the most important classes of bacteria due to their ability to produce a wide range of biologically active metabolites. It is a group present in the northeastern semi-arid region, characterized by the cultural diversity presented. Having knowledge of this heterogeneity, the morphological characterization that has as criterion the determination of the color of the aerial and reverse mycelium, texture presented by the colony and micromorphological analysis of the spore chain, becomes an instrument to classify and identify these organisms. The objective was to characterize culturally and identify the genus of 50 strains of semi-arid actinobacteria from the RPPN "Fazenda Não Me Deixes" - Quixadá (CE). The cultural characterization due to the aerial and reverse mycelium color and the texture of the colonies evidenced the diversity of the strains, being classified in 31 different groups. The genera were identified as *Streptomyces* (58%), *Nocardia* (26%), *Micromonospora* (8%), *Streptosporangium* (6%) and *Actinomadura* (2%). The collection of images generated with focus on the cultural differences of actinobacteria of the semiarid will contribute with future research on this microbial group.

**Keywords:** Caatinga, mycelium, *Streptomyces*.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Diversidade microbiana dos solos .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Semiárido .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 Actinobactérias.....</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>21</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Local de coleta .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Actinobactérias.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3. Cultivo das cepas.....</b>	<b>23</b>
<b>4.4. Caracterização cultural.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5. Análise micromorfológica .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. Agrupamento de dados.....</b>	<b>23</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>36</b>
<b>APÊNDICE A- REGISTRO FOTOGRÁFICO AÉREO E REVERSO DE PLACA INTEIRA DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE SOLO DE QUIXADÁ (CE) .....</b>	<b>42</b>
<b>APÊNDICE B - REGISTRO FOTOGRÁFICO AÉREO E REVERSO COLÔNIA ISOLADA DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE SOLO DE QUIXADÁ (CE) .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNCIDE C – TABELA COM A CLASSIFICAÇÃO DE CORES DAS CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRA DE SOLOS DE QUIXADÁ (CE).</b>	<b>52</b>

<b>APÊNDICE D – TABELA COM A CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE CADEIA DE ESPOROS E GÊNERO DAS CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE SOLO DE QUIXADÁ (CE).....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE E – ARTIGO DIVERSIDADE DE CEPAS DE ACTINOBACTERIAS DA RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES” – QUIXADÁ (CE).....</b>	<b>56</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As actinobactérias, anteriormente denominadas actinomicetos, são bactérias Gram-positivas com DNA rico em guanina e citosina (PEREIRA *et al.*, 2012; PÉREZ CORRAL *et al.*, 2015). Esses microrganismos são amplamente distribuídos no solo, na água e em outros ambientes naturais (MAATAOUI *et al.*, 2014). Também podem ser encontrados em ambientes extremos, como fontes termais, solos alcalinos, salinos e sedimentos do fundo do mar, além do intestino de animais (GONG *et al.*, 2018).

As actinobactérias morfologicamente se assemelham a fungos (SHOUCHE; BHATI, 2019) e fisiologicamente se assemelham a bactérias (SULTAN *et al.*, 2002). Crescem como hifas assim como os fungos, mas a composição da parede celular é similar à das bactérias Gram-positivas. Devido à sua natureza filamentosa e características culturais, elas foram colocadas em um grupo separado das bactérias comuns (SHOUCHE; BHATI, 2019).

Esses microrganismos representam uma das classes mais importantes de bactérias devido sua capacidade de produzir uma ampla gama de compostos orgânicos biologicamente ativos (GANESAN *et al.*, 2017). Produzem cerca de dois terços de todos antibióticos de origem natural em uso clínico atual, bem como muitos anticancerígenos, anti-helmínticos e antifúngicos (BARKA *et al.*, 2016). No semiárido existem relatos de produção de enzimas hidrolíticas por essas bactérias, como celulase, amilase (ALVES *et al.*, 2016; LOPES *et al.*, 2018) e xilanase (SOUSA *et al.*, 2018).

O gênero *Streptomyces* produz uma variedade e diversidade de metabólitos secundários bioativos (BARKA *et al.*, 2016). Mais de 6000 compostos são produzidos por *Streptomyces spp.* e muitos deles têm importância comercial como anti-infecciosos (SANASAM *et al.*, 2011). Consequentemente, essas bactérias são de grande importância para a biotecnologia, medicina e agricultura (BARKA *et al.*, 2016).

Habitats negligenciados estão provando ser uma fonte de novas cepas de actinobactérias que produzem novos compostos bioativos, como exemplificado por estudos sobre actinobactérias isoladas de solo desértico, árido e semiárido (OKORO *et al.*, 2009; MOHAMMADIPANAH; WINK, 2016; SILVA *et al.*, 2019).

A Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, está situada predominantemente, na região nordeste do Brasil, ocupando uma área de cerca de 844.453 quilômetros quadrados, o equivalente a 11% do território nacional (BRASIL, 2019). Os microrganismos existentes neste bioma são adaptados a estresses ambientais, tais como altas

temperaturas, salinidade, alta incidência de radiação solar, e estresse hídrico (VURUKONDA *et al.*, 2016; BARBOSA *et al.*, 2017). Desta forma, as características ambientais limitantes desse ecossistema fazem do mesmo uma excelente fonte para a busca por microrganismos que atuem no controle biológico, melhorando o estado fitossanitário das plantas e aumentando a produtividade (BRITO *et al.*, 2015). Entre os microrganismos que compõem esse ambiente, existe uma grande predominância do filo de actinobactérias (TAKETANI *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2017).

Ainda há muito a ser explorado sobre a diversidade, o potencial ecológico e biotecnológico de actinobactérias oriundas de solos do semiárido nordestino. O objetivo do estudo foi realizar a caracterização cultural e micromorfológica de cepas de actinobactérias isoladas de solo da Reserva Particular de Patrimônio Natural “Fazenda Não Me Deixes”- Quixadá (CE). Como fruto desse trabalho criou-se um acervo de imagens que poderá tornar-se um material de referência para consultas em pesquisas relacionadas a esse grupo microbiano.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Diversidade microbiana dos solos

O solo é um meio natural constituído das frações orgânica e inorgânica (rochas e minerais) e habitado por inúmeras espécies, formando um ecossistema (CUNHA *et al.*, 2014). É considerado um ambiente importante tanto para a natureza quanto para os seres humanos, pois é ele que fornece boa parte dos alimentos e atua como sistema natural, cumprindo um importante papel no ciclo da água e dos nutrientes, e com intensa atividade microbiológica (SILVA, 2017).

A diversidade microbiana encontra-se diretamente relacionada com um conjunto de fatores abióticos (atmosfera, temperatura, água, pH, potencial redox, fontes nutricionais, entre outros) e bióticos (genética microbiana, a interação entre os microrganismos, entre outros) que permitem o desenvolvimento microbiano e a estruturação da comunidade viva dos solos (MAZETO, 2016). A variabilidade genética dentro de táxons entre espécies; proximidade filogenética entre os microrganismos e abundância relativa de táxons e de grupos funcionais em comunidades edáficas influenciarão na diversidade (TORSVIK; ØVREÅS, 2002).

As comunidades microbianas, no solo, retratam o maior reservatório de diversidade biológica conhecida (BERENDSEN, 2013). Alguns estudos relatam que em apenas um grama de solo pode ocorrer cerca de 2000 a 8,3 milhões de bactérias, das quais uma parcela significativa corresponde a bactérias não cultiváveis (MELO; AZEVEDO, 2008). Nesse contexto, Stursa *et al.*, (2009) enfatizam que a diversidade dos microrganismos dos solos é tão ampla quanto desconhecida.

É neste local que se encontra diferentes funções, interações, fisiologia e nutrição, onde se destaca uma grande diversidade microbiológica que se apresenta com maior intensidade em condições tropicais (SILVA-LACERDA, 2013). Nos trópicos, várias espécies de microrganismos são de ocorrência geral, sendo encontradas em todas as amostras de solos, enquanto muitas espécies são restritas a ambientes específicos (MICHEREFF *et al.*, 2005).

Vários estudos sobre a diversidade microbiana de solos têm relatado a dominância de bactérias em relação aos outros microrganismos. Chelius e Triplett (2001) estudando arqueias e bactérias associadas a rizosfera de milho (*Zea mays L.*), verificaram uma alta diversidade de Bacteria obtendo-se 27 filos, com a dominância de abundância relativa dos filos Actinobacteria e Proteobacteria, em contrapartida a baixa diversidade de arqueias. Delgado-Baquerizo *et al.*, (2017) em um estudo realizado sobre a riqueza e diversidade microbiana

presentes em solos australianos, verificaram a presença de cepas bacterianas pertencentes a seis filos que possuem taxa filogenéticas dominantes em ambientes terrestres, pertenciam ao filo *Actinobactérias*, *Firmicutes*, *Bacteroidetes* e *Proteobactérias* classes  $\alpha$ -*Proteobacteria*,  $\beta$ -*Proteobacteria* e  $\gamma$ -*Proteobacteria*. Mais recentemente em um estudo conduzido por Borsetto *et al* (2019) ao analisarem cepas obtidas dos mais diversos ambientes naturais terrestres (Deserto do Saara argelino, oásis de Marte na Antártida, Islândia, Sourhope e Warwick no Reino Unido, Toscana e Tirol do Sul na Itália, Kilkenny na Irlanda, Cayo Blanco e Trinidad em Cuba) observaram a dominância dos filos *Acidobacteria*, *Actinobacteria*, *Bacteroidetes*, *Chloroflexi*, *Cyanobacteria*, *Firmicutes*, *Gemmatimonadetes*, *Nitrospirae*, *Planctomycetes*, *Proteobacteria* e *Verrucomicrobia*.

## 2.2. Semiárido

Ambientes áridos e semiáridos são aqueles em que a precipitação é menor do que a evapotranspiração potencial (LUIJK *et al.*, 2013). Regiões semiáridas são áreas em geral caracterizadas por uma estação quente e seca durante o verão que pode atingir até 60 °C e um inverno chuvoso com temperaturas de moderadas a quente (ROTENBERG; YAKIR, 2010). Essas características contrastantes moldam e selecionam os habitantes desses locais para serem capazes de resistir às condições adversas e contrastantes apresentadas pelas diferentes estações do ano (BARROS *et al.*, 2019).

O semiárido brasileiro é um dos sistemas mais complexos do clima no mundo (MACEDO *et al.*, 2010). O mesmo abrange mais de 1000 municípios em uma área de aproximadamente 983 mil km<sup>2</sup>, correspondendo a quase 90% da área total do Nordeste (IBGE, 2019). A precipitação dentro da região nordeste varia de extremamente úmida, com uma precipitação anual de até 2000 mm ao longo da costa, para apenas 300-500 mm na zona semiárida, onde a precipitação é geralmente restrita a alguns meses durante o ano (VIANA *et al.*, 2012). A disponibilidade de água é um fator que exerce uma influência controladora sobre toda a biodiversidade presente nessa região (GIULIETTI *et al.*, 2006).

É na região do semiárido nordestino, que se encontra a Caatinga, um bioma exclusivamente brasileiro (LACERDA JÚNIOR *et al.*, 2017). Este bioma abrange cerca de 11% de todo o território nacional. Engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (BRASIL, 2019). Cercada pelas regiões méxicas da Mata Atlântica a oeste e savanas do Cerrado ao sul (SANTOS *et al.*, 2011).

A vegetação da Caatinga consiste em floresta tropical seca composta principalmente de mosaico de árvores e arbustos espinhosos com características de sobrevivência xerofítica, como longos espinhos para reduzir a perda de água e tecidos suculentos para armazenamento de água (DA COSTA; ARAÚJO; LIMA-VERDE, 2007).

Este bioma também apresenta como características: elevadas temperaturas, chuvas curtas e irregulares com longos períodos de seca, baixa disponibilidade de água e alta radiação ultravioleta (UV), todos esses fatores inserem a Caatinga no contexto de um ambiente extremo (SANTOS *et al.*, 2010). Mesmo com essas condições estressantes que caracterizam esse ambiente e embora essas condições sejam fatores que limitam o crescimento de populações bacterianas, alguns microrganismos, como as actinobactérias compõem um grupo significativo

em se tratando de riqueza e diversidade presente nos solos desse bioma (LIMA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2018).

A Caatinga ainda é pouco investigada, e grande parte do esforço tem se concentrado em plantas (LACERDA JÚNIOR *et al.*, 2017) e animais (GUEDES; NOGUEIRA; MARQUES, 2014) com poucos estudos sobre a diversidade microbiana. Entretanto, nos últimos anos, essa negligência tem sido posta de lado, visto que microrganismos que vivem em condições extremas, como as presentes na Caatinga, passaram a ter uma atenção especial de muitos pesquisadores e conseqüentemente algumas descobertas foram feitas sobre a diversidade bacteriana da Caatinga, como a predominância de alguns filos no período de chuva e de seca (KAVAMURA *et al.*, 2013; TAKETANI *et al.*, 2015) e potencial biotecnológico nesse ambiente (SANTOS *et al.*, 2013).

A partir desses estudos, é possível destacar que esse ambiente abriga uma variedade de microrganismos, algumas vezes levando à descrição de novas espécies (SANTOS *et al.*, 2015) entre estas as que produzem enzimas com aplicações biotecnológicas (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

### 2.3 Actinobactérias

São bactérias Gram-positivas que possuem uma elevada concentração de G + C (guanina, citosina) no DNA (SHARMA; DAVID, 2012), encontradas em diversos ambientes, principalmente no solo (LEWIS, 2016). Integra um dos maiores grupos microbianos.

A distribuição das espécies e diversidade biológica do Filo Actinobactéria são bastantes influenciados por alguns fatores ambientais, como temperatura, pH e disponibilidade de nutrientes, atuando no desenvolvimento e proliferação das actinobactérias (ZHAO *et al.*, 2011). Esses microrganismos apresentam distribuição cosmopolita, sendo encontrados em plantas, principalmente, de folhas e raízes (ZHAO *et al.*, 2011) solo, sendo este o habitat mais comum, abundante na rizosfera, região do solo influenciada pelas raízes da planta (MEHRAVAR.; SARDARI; OWLIA, 2011) deserto (NOROVSUREN; ZENOVA; MOSINA, 2007) incluindo habitats extremos, como sedimentos marinhos (PATHOM-AREE *et al.*, 2006), geleira (REDDY *et al.*, 2010) e solos desérticos hiperáridos (OKORO *et al.*, 2009). Outros são patógenos de plantas e animais, simbiontes, comensais ou habitantes do trato gastrintestinal de alguns animais (GOODFELLOW; FIEDLER, 2010).

O filo inclui organismos fenotipicamente diversos que exibem uma grande variedade morfológica que varia de cocos a micélios altamente diferenciados e produção de esporos que podem ser vantajosos para a dispersão a longa distância (GOODFELLOW *et al.*, 2012). Também, exibem diversas propriedades fisiológicas e metabólicas, tais como a produção de enzimas extracelulares (ARAUJO; COELHO, 2017). A maioria das actinobactérias são aeróbias, heterotróficas e habitam naturalmente o solo (SILVA *et al.*, 2015). No solo estas bactérias realizam funções importantes no processo de ciclagem de nutrientes, degradando compostos complexos de difícil decomposição como lignocelulose, lignina, celulose e outros materiais recalcitrantes, devido à sua capacidade em produzir diversas enzimas hidrolíticas e lipolíticas (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017). São mais abundantes na rizosfera, região do solo influenciada pelas raízes da planta onde ocorre uma grande diversidade de microrganismos, especialmente o gênero *Streptomyces* (BENZIRI; BAUDOIN; GUCKERT, 2001).

As actinobactérias são importantes representantes de bactérias produtoras de compostos bioativos e representam o maior grupo de microrganismos produtores de metabólitos secundários (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017). A produção de uma grande variedade e diversidade de compostos bioativos fazem desses microrganismos uma fonte de grande interesse para biotecnologia.

Algumas das aplicações que esses microrganismos podem ter são na produção de antibióticos (HASSAN; EL-BARAWY; EL MOKHTAR, 2011), pigmentos (ABREU *et al.*, 2014), vitaminas (PONTES; ESCHER, 2014) e enzimas (SAHA *et al.*, 2013). O gênero *Streptomyces* é o de maior importância biotecnológica dentro deste grupo, pois é responsável por sintetizar metabólitos que apresentam atividades antibiótica, herbicida, pesticida e antiparasitária (RODRIGUES; BEZERRA; COELHO, 2006).

A caracterização taxonômica das actinobactérias, especialmente as produtoras de metabólitos bioativos, é um aspecto muito importante para a seleção de compostos com ação farmacológica de interesse, pois garante informações sobre o microrganismo produtor em estudo, sobre a natureza do metabólito gerado, e associar se o mesmo já foi isolado ou não (ADEGBOYE; BABALOLA, 2012).

Actinobactérias possuem uma aparência compacta, muitas vezes coriácea, com aspecto cônica com uma superfície seca no meio de cultura e são frequentemente cobertas com micélio aéreo (PAUL; KAVITHA; VIMALA, 2009). O micélio aéreo é geralmente mais espesso que o micélio substrato. O micélio aéreo apresenta diferenciação suficiente para que uma variedade de isolados possa ser segregada em vários grupos com características morfológicas semelhantes sob condições fixas (RANJANI *et al.*, 2016)

Várias observações morfológicas, incluindo germinação de esporos, alongamento e ramificação de micélio vegetativo, formação de micélio aéreo, cor de micélio aéreo e substrato e pigmento produção, foram usados para identificar Actinobacteria (HOLT *et al.*, 1994). Não se pode contestar a legitimidade da morfologia para identificação de actinobactérias, dado que a mesma viabiliza um rápido e útil guia para revelar a identidade de um isolado até o seu devido gênero (LECHEVALIER; LECHEVALIER, 1967). As características morfológicas tais como: ramificação do micélio sobre o substrato, formação de micélio aéreo e sua fragmentação ou produção de esporos, são fatores que auxiliam o processo de identificação desses microrganismos (ARAUJO; COELHO, 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Caracterizar culturalmente e micromorfológicamente cepas de actinobactérias isoladas de solo da Reserva Particular do Patrimônio Natural “Fazenda Não Me Deixes”- Quixadá (CE).

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar culturalmente 50 cepas de actinobactérias isoladas de solo da Reserva Particular do Patrimônio Natural “Fazenda Não Me Deixes”- Quixadá (CE).
- Caracterizar micromorfológicamente 50 cepas de actinobactérias isoladas de solo da Reserva Particular do Patrimônio Natural “Fazenda Não Me Deixes”- Quixadá (CE).
- Verificar a diferença entre as cepas oriundas das duas áreas de estudo, antropizada e conservada.
- Criação do acervo de imagens das características culturais e micromorfológicas das cepas.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Local de coleta

As cepas utilizadas neste estudo foram isoladas de amostras de solo de duas áreas, uma área antropizada e uma área conservada, da Fazenda Não Me Deixes, localizada no município de Quixadá, Ceará. A propriedade possui 929 hectares, dos quais 300 foram reconhecidos, em 1998, como Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). A localização geográfica é latitude 4°49'34'' S e longitude 38° 58'9'' W, com 210 m de altitude.

O clima do município de Quixadá é identificado como Tropical Quente Semiárido, com pluviosidade média de 717,5 mm, centralizada no período de fevereiro a abril, e temperatura média de 26,6°C (FUNCEME, 2017), o solo da fazenda é classificado como Argissolo Eutrófico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Foram realizadas duas coletas de amostras de solo no início do ano, começo do período de chuvas da região. A amostragem foi feita em padrão zigue-zague, na profundidade de 0-10 cm em duas áreas, uma área antropizada, estando em pousio, e a área da reserva, composta por uma vegetação natural sem uso antrópico.

### 4.2. Actinobactérias

As actinobactérias foram isoladas do solo através da técnica spread plate, utilizando o meio caseína dextrose ágar (CDA) (CLARK, 1965) e o resultado expresso em UFC.mL<sup>-1</sup>, para determinar a diversidade em cada área.

Foram isoladas um total de 50 cepas de actinobactérias, sendo 22 cepas da área antropizada e 28 da área conservada, estas foram identificadas como “QX”, indicativo de Quixadá, seguido pelo número. As cepas foram nomeadas como: QX-01, QX-02, QX-03, QX-04, QX-05, QX-07, QX-09, QX-10, QX-12, QX-13, QX-14, QX-15, QX-16, QX-17, QX-19, QX-21, QX-23, QX-24, QX-25, QX-27, QX-28, QX-29, QX-30, QX-31, QX-32, QX-33, QX-47, QX-48, QX-49, QX-50, QX-52, QX-53, QX-54, QX-55, QX-56, QX-57, QX-58, QX-59, QX-60, QX-61, QX- 62, QX- 63, QX-64, QX-65, QX-67, QX-68, QX-70, QX-71, QX-75 e QX-76. Essas cepas estão depositadas na Coleção de Culturas de Actinobactérias do Laboratório de Microbiologia Ambiental (LAMAB) do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará.

### 4.3. Cultivo das cepas

As cepas foram inoculadas em meio CDA: 0,5 g de  $K_2HPO_4$  (fosfato de potássio), 0,2 g de  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  (sulfato de magnésio), 2 g de glicose, 0,01g de  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  (sulfato de ferro), 0,2 g de caseína (dissolvida em 10 mL de NaOH 0,1 N precedentemente), 15 g de ágar, 10 mL NaOH e 2,5 mL de nistatina, concentrações para 1000 mL (pH 6,5). As placas foram incubadas em B.O.D., 28 °C, por sete dias, em seguida foi realizado o registro fotográfico. Uma segunda inoculação foi realizada com o objetivo de obter colônias isoladas com diâmetro maiores, onde, as cepas foram propagadas em meio CD e gotejado 2 µL do caldo no centro da placa de Petri contendo meio CDA. As placas foram incubadas em B.O.D., 28 °C, por 14 dias, sucedendo pelo registro fotográfico.

### 4.4. Caracterização cultural

As cepas de actinobactérias foram caracterizadas culturalmente, sendo as colônias classificadas como: aveludada, concêntrica, radial, umbonada e convexa (AUGUSTINE *et al.*, 2013). As cores do micélio aéreo e reverso foram descritas tendo como base a cartela de cores (WINK, 2012).

### 4.5. Análise micromorfológica

A análise micromorfológica foi realizada segundo a técnica de KERN ; BLEWINS (1999) modificada. Foram utilizadas placas de Petri esterilizadas, contendo em seu interior uma lâmina e um pedaço de algodão umedecido, com água destilada. Uma fração de meio de cultura CDA foi cortada e colocada sobre a lâmina contida no interior da placa. As cepas foram inoculadas nas laterais da fração de meio, a qual foi coberta por uma lamínula esterilizada. Por fim, foi colocado algodão umedecido na placa, que foi fechada e incubada em estufa B.O.D por sete a 14 dias, a 28°C. Após esse tempo, a lamínula foi retirada e colocada sobre outra lâmina limpa contendo uma gota do corante Lactofenol de Amann, sendo as bordas vedadas com esmalte incolor. As lâminas preparadas foram observadas sob um microscópio de luz Zeiss a uma ampliação de 1000x.

### 4.6. Agrupamento de dados

Os resultados obtidos foram convertidos em uma matriz binária e utilizada uma matriz de similaridade para elaboração de um dendrograma que permitiu o agrupamento de cepas semelhantes. Adotou-se o algoritmo UPGMA (unweighted pair-group method) e coeficiente de Jaccard.

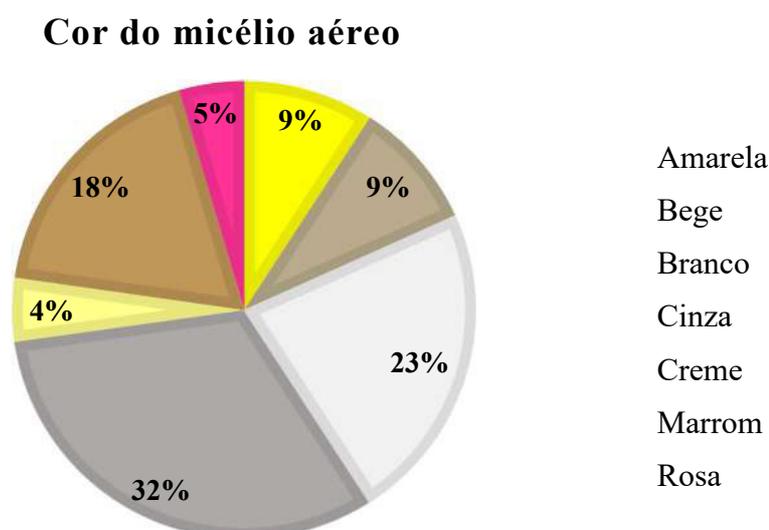
## 5 RESULTADOS

A observação do micélio aéreo e reverso das cepas estudadas tornou possível identificar a presença de um total de nove cores nas cepas de actinobactérias provenientes de amostras de solo de Quixadá (Figura 1, 2, 3 e 4). As cores identificadas foram: amarela, bege, cinza, creme, laranja, marrom, rosa e roxa.

Em relação as cores visualizadas no micélio aéreo, verificou-se nas duas áreas a presença de apenas sete cores. A análise do micélio reverso revelou que a área conservada apresentou uma diversidade de cores maior do que a área antropizada. Foi possível identificar na área conservada a presença de todas as cores registradas enquanto na área antropizada registrou-se apenas a presença de cinco cores. Esses resultados revelam uma diferença no perfil de cores apresentado pelas cepas das duas áreas de estudo.

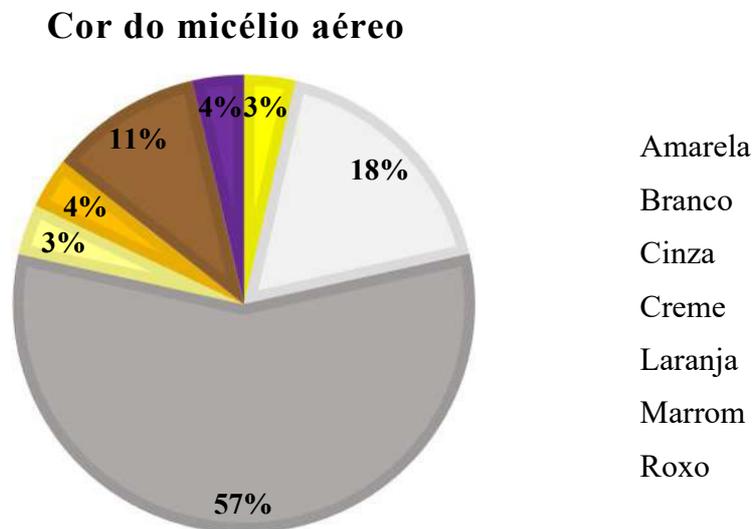
Ao observar as cores do micélio aéreo foi possível verificar o predomínio das cores cinza (antropizada (32%), conservada (57%)), branca (antropizada (23%), conservada (18%)) e marrom (antropizada (18%), conservada (11%)). Em relação as cores observadas no micélio reverso, a cor predominante na área antropizada foi a amarela (59%) seguida pelas cores cinza (14%) e creme (14%). Na área conservada há o predomínio da cor cinza (41%) seguida pelas cores amarela (17%) e creme (17%).

**Figura 1-** Percentual das cores observadas no micélio aéreo das cepas de actinobactérias isoladas de amostras de solo da área antropizada em Quixadá (Ce).



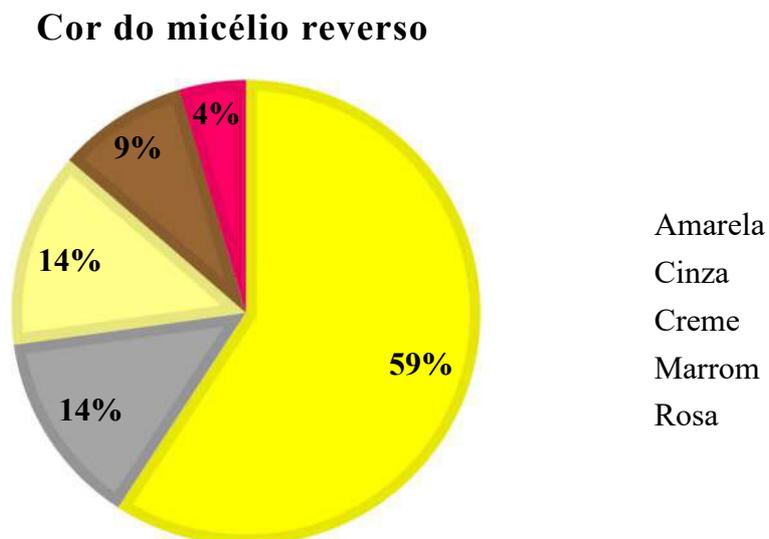
Fonte: o autor.

**Figura 2-** Percentual das cores observadas no micélio aéreo das cepas de actinobactérias isoladas de amostras de solo da área conservada em Quixadá (Ce).



Fonte: o autor.

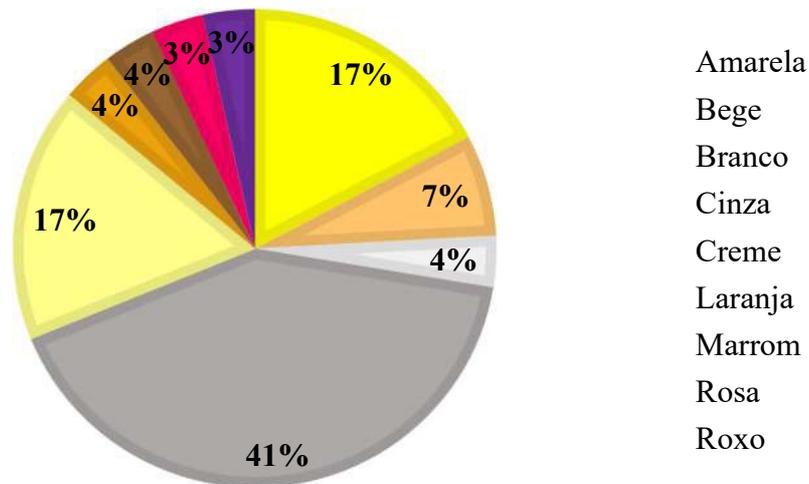
**Figura 3** - Percentual das cores observadas no micélio reverso das cepas de actinobactérias isoladas de amostras de solo área antropizada em Quixadá (Ce).



Fonte: o autor.

**Figura 4** – Percentual das cores observadas no micélio reverso das cepas de actinobactérias isoladas de amostras de solo da área conservada em Quixadá (Ce).

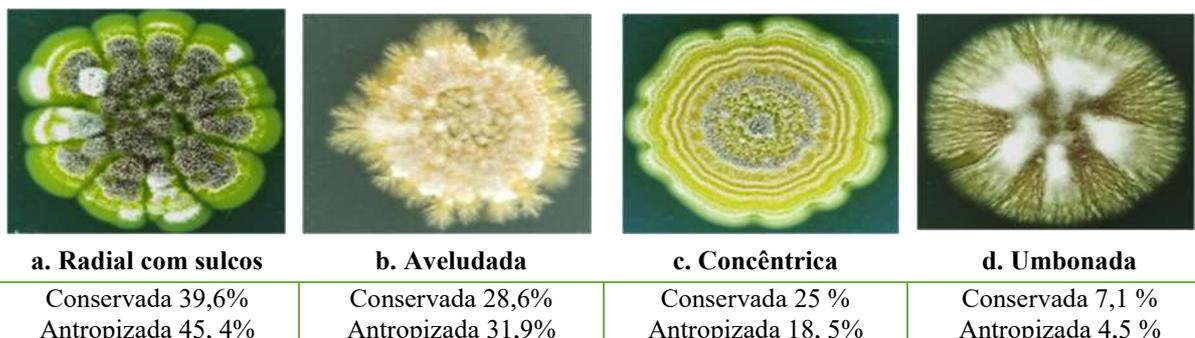
### Cor do micélio reverso



Fonte: o autor.

Além da cor do micélio aéreo e reverso foram analisadas as texturas das colônias de actinobactérias, variando entre aveludada, radial com sulcos, concêntrica e umbonada (Figura 5). Na área conservada a maioria das cepas apresentaram textura do tipo radial com sulcos (39,6%), seguida por aveludada (28,6%), concêntrica (25%) e umbonada (7,1%). Os resultados obtidos para área antropizada são semelhantes aos da área conservada, onde ocorreu uma predominância da textura radial com sulcos (45,4%), aveludada (31,9%), concêntrica (18,5%) e umbonada (4,5%). Em nenhuma das duas áreas foi verificada a presença da textura convexa.

**Figura 5 (a - d)** - Classificação da textura das colônias das cepas de actinobactérias de Quixadá (CE).

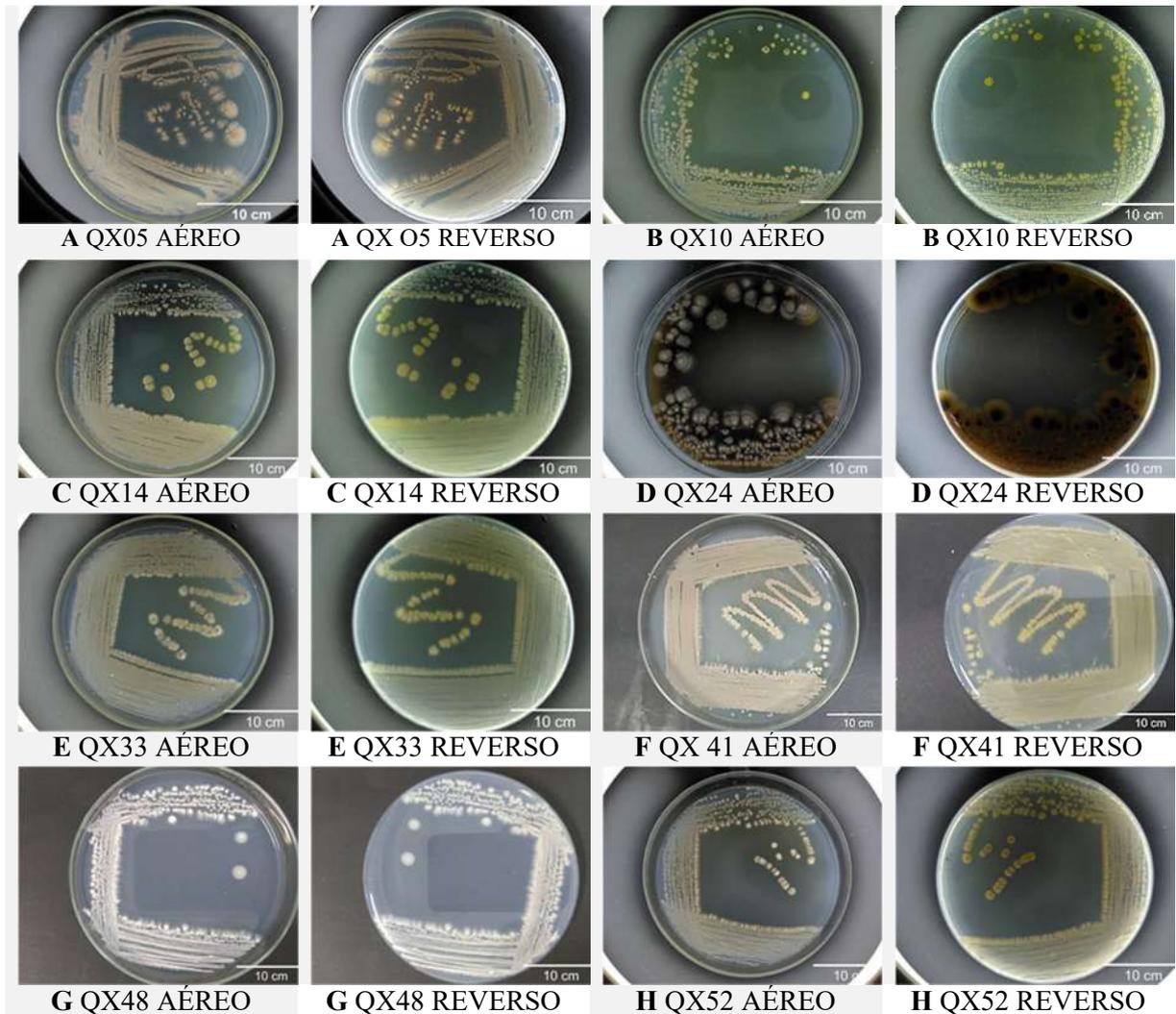


Fonte: o autor

Através da análise das características morfológicas apresentadas pelas cepas de actinobactérias isoladas de solos das duas áreas estudadas de Quixadá – Ce, constatou-se a

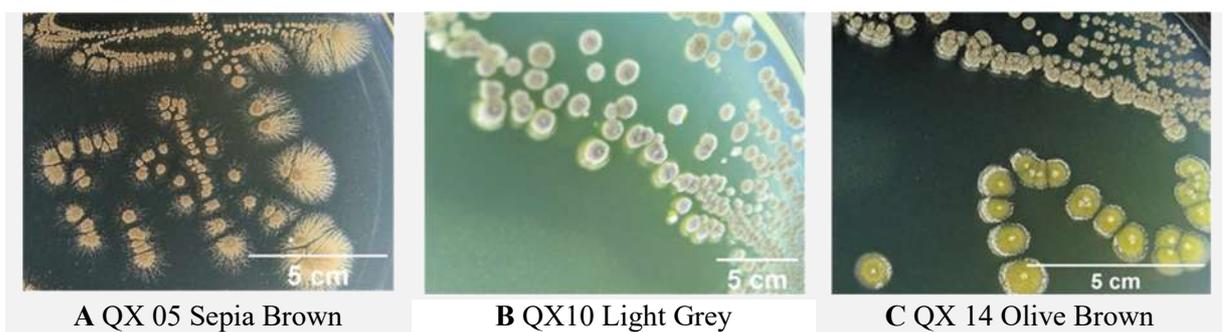
variação cultural existente, com foco no micélio aéreo e no micélio reverso (Figura 6), no plano horizontal (Figura 7) e colônias isoladas (Figura 8).

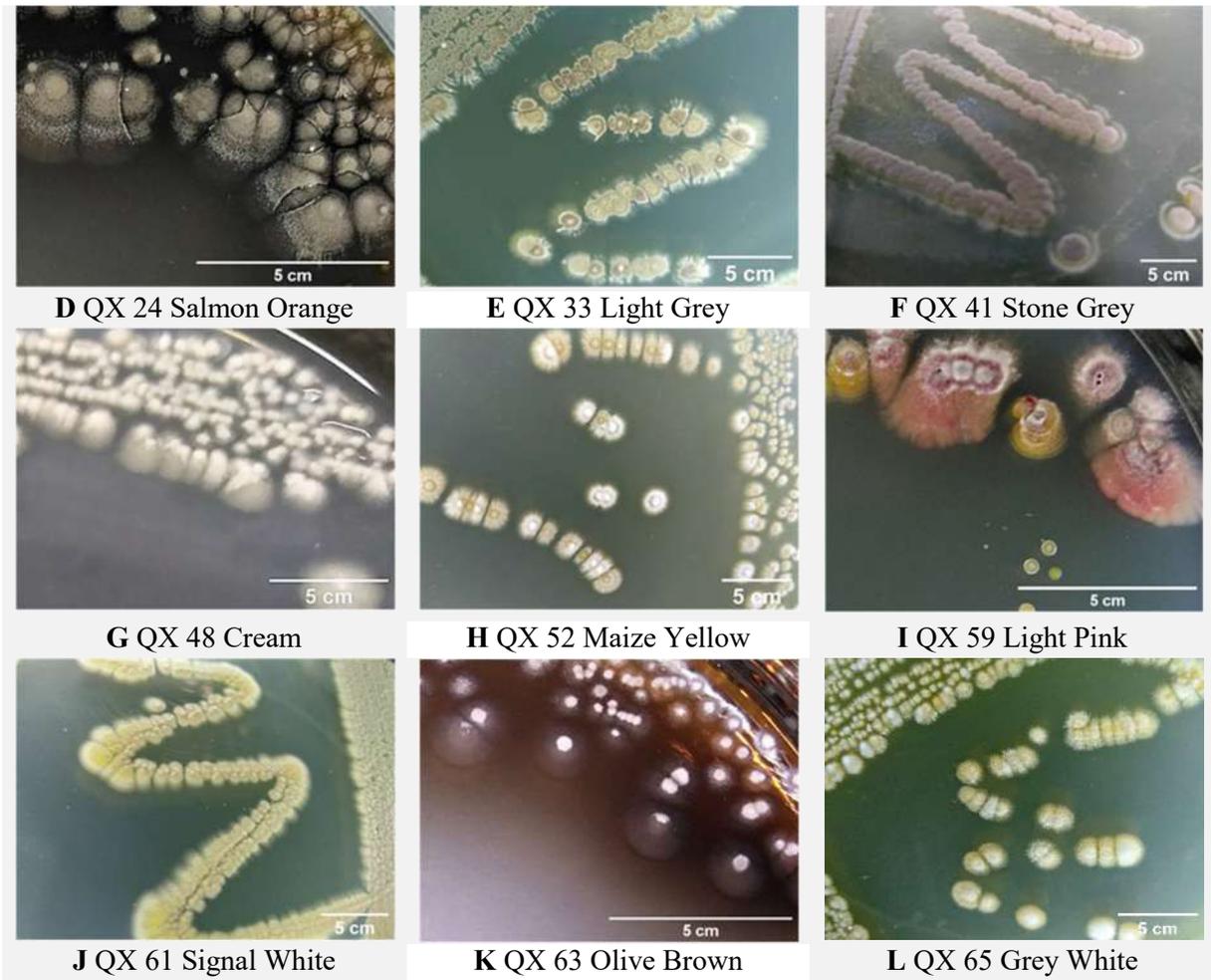
**Figura 6** – Diversidade cultural das cepas de actinobactérias isoladas de Quixadá (Ce), micélio aéreo e reverso.



Fonte: o autor.

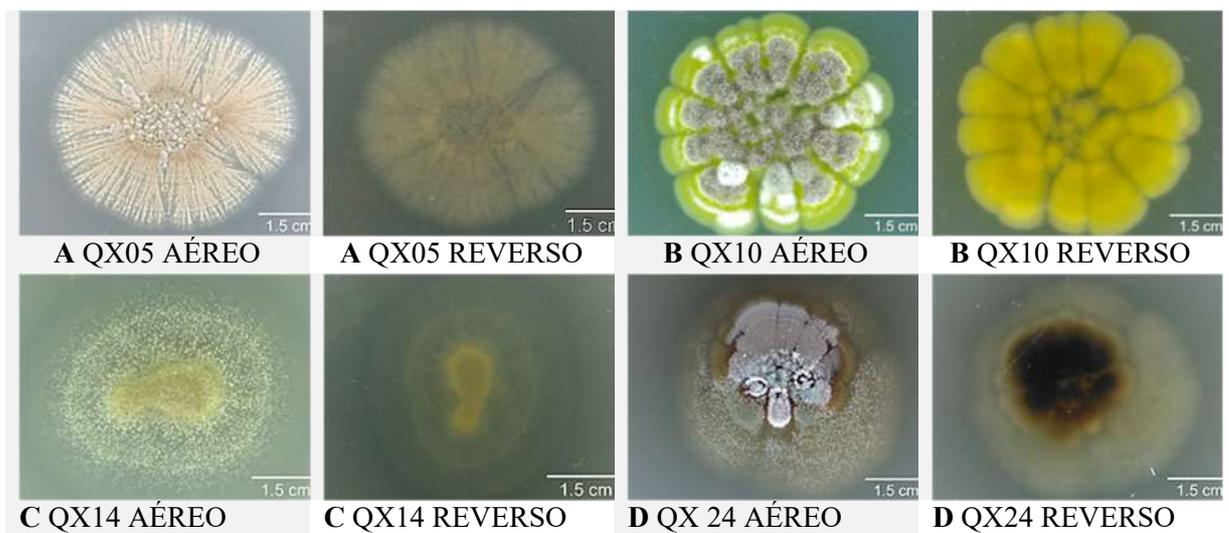
**Figura 7** – Diversidade cultural das cepas de actinobactérias naturais de Quixadá (Ce), plano horizontal.

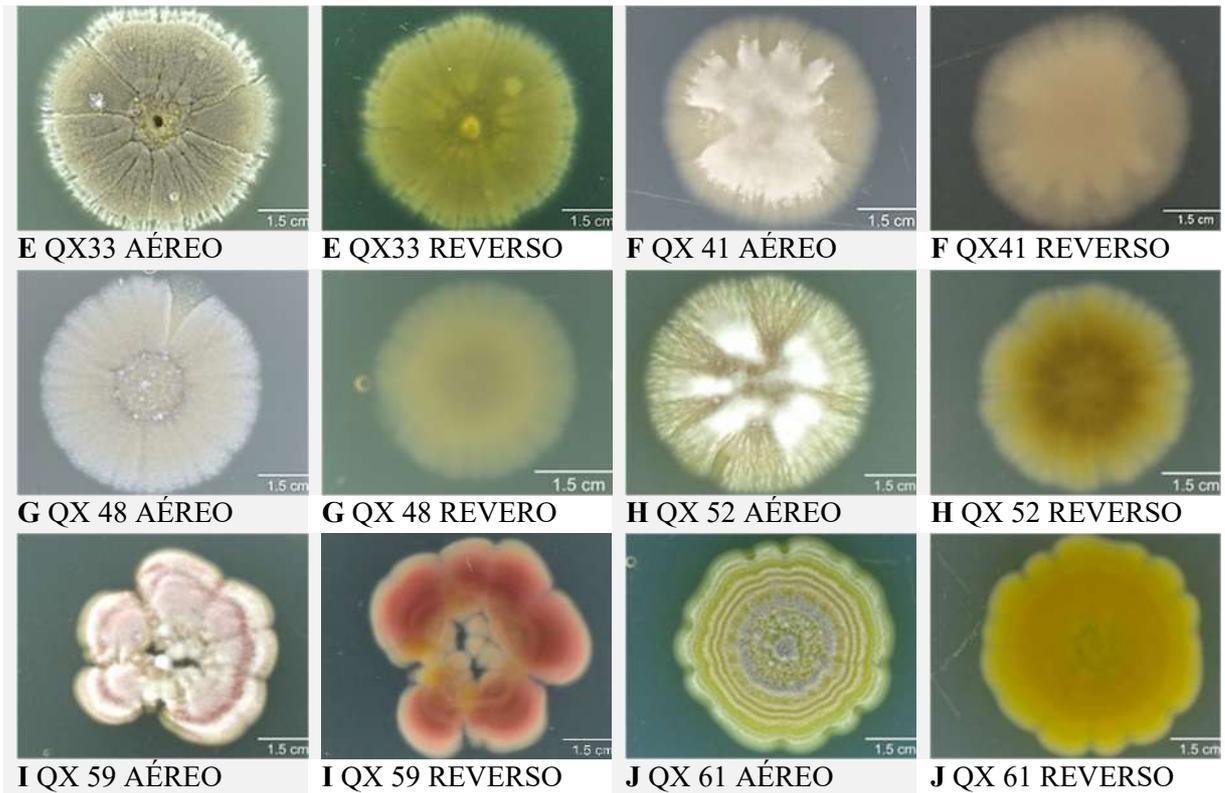




Fonte: o autor.

**Figura 8** – Diversidade cultural das colônias de cepas de actinobactérias naturais de Quixadá (Ce), colônia isolada.



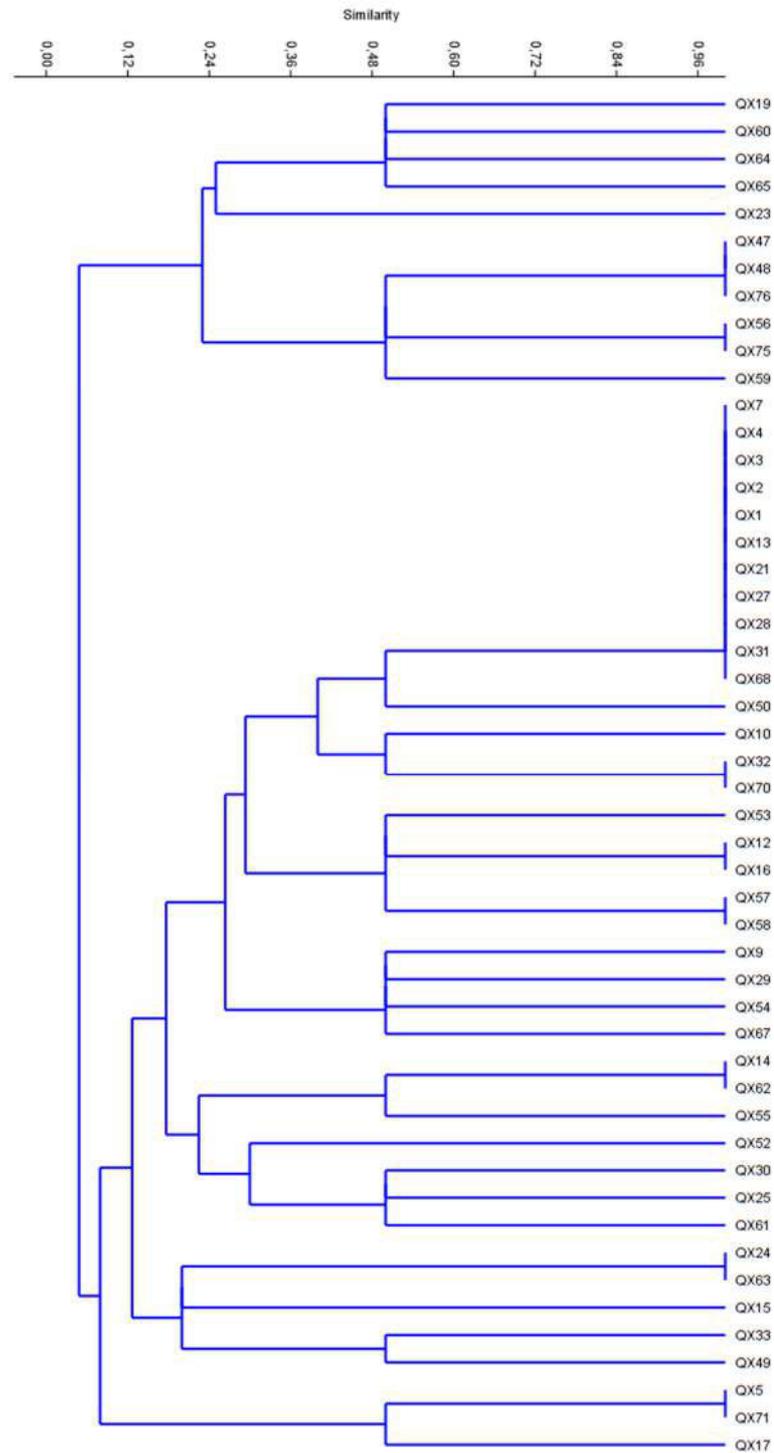


Fonte: o autor.

A observação do micélio aéreo e o reverso mostrou que 72 % das cepas apresentaram o micélio reverso distinto do micélio aéreo. Enquanto apenas as cepas QX 05, QX 09, QX 14, QX 17, QX 19, QX 29, QX 32, QX 47, QX 48, QX 50, QX 53, QX 70, QX 71 e QX 75 apresentaram semelhança entre os dois micélios.

Utilizando-se os dados obtidos foi gerado um dendrograma de similaridade (Figura 9), onde com 96% de similaridade formou-se 31 grupos. Desses, 22 são compostos por cepas isoladas, que apresentam características únicas. Os outros 9 grupos albergam 28 cepas, distribuídas em 7 grupos com 2 cepas, 1 grupo contendo 3 cepas e 1 composto por 11 cepas (QX 1, QX 2, QX 3, QX 4, QX 7, QX 13, QX 21, 27, QX 28, QX 31) sendo o maior grupo formado, onde todas as cepas que o constituem tem o formato radial e o micélio aéreo e reverso na cor cinza e amarelo respectivamente.

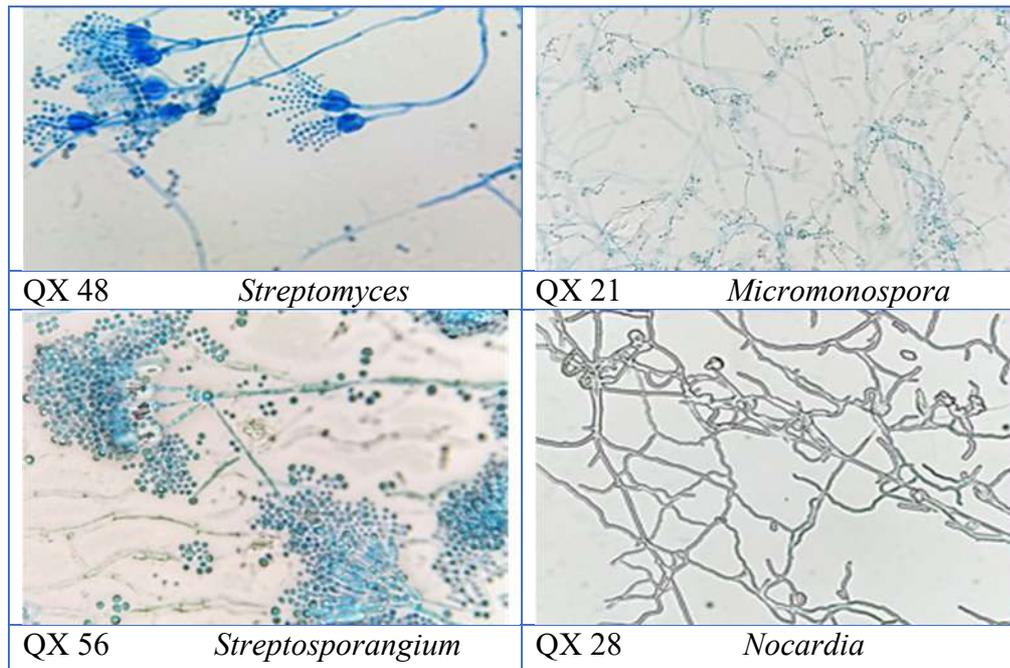
**Figura 9** - Dendrograma de similaridade em função do formato e cor da colônia de cepas de actinobactérias oriundas de Quixadá (CE).



Fonte: o autor.

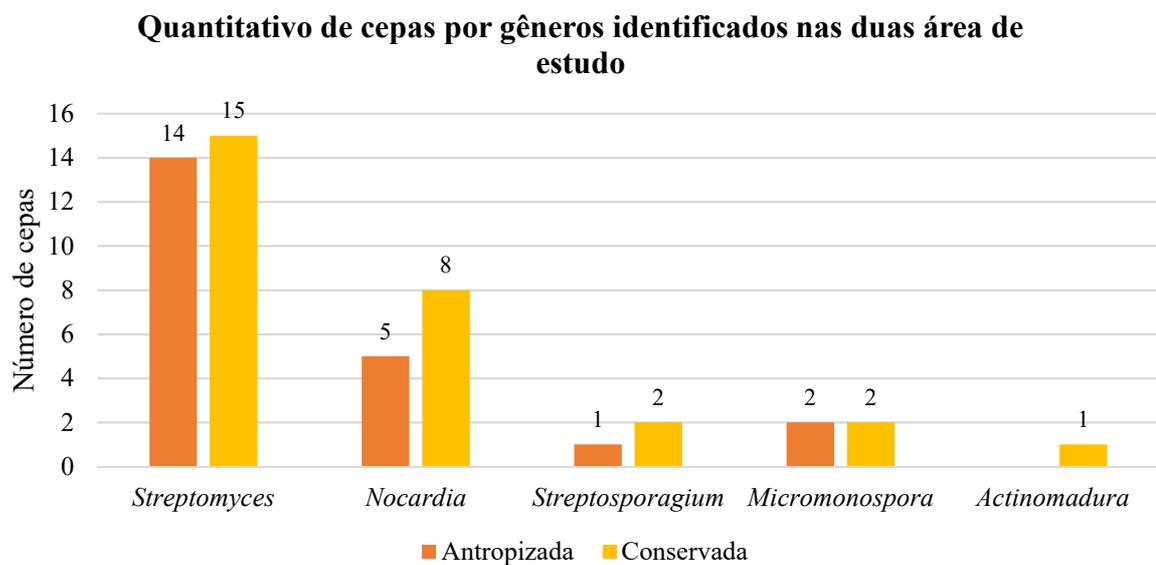
A análise micromorfológica realizada pela observação da cadeia de esporos permitiu identificar cinco gêneros diferentes (Figura 10), *Streptomyces* (58%), *Nocardia* (26%), *Micromonospora* (8%), *Streptosporangium* (6%) e *Actinomadura* (2%) sendo o último presente apenas na área conservada.

**Figura 10** – Morfologia da cadeia de esporos e identificação a nível de gênero.



Fonte: o autor

**Figura 11** – Distribuição quantitativa de cepas da área antropizada e conservada por gêneros



Fonte: o autor.

## 6 DISCUSSÃO

Neste estudo foi observado o predomínio das cores cinza, marrom e branca (Figura 1 e 2) esses resultados se assemelham aos encontrados por Dornelas *et al.*, (2017) que trabalharam com cepas de actinobactérias isoladas de solos tropicais e também por Silva *et al.*, (2015) que ao descrever culturalmente cepas de actinobactérias provenientes do semiárido, observaram a predominância das cores cinza, creme e branco. Actinobactérias podem ser diferenciadas de forma rápida pela cor das suas colônias.

Sabe-se que alguns gêneros apresentam cepas com a predominância de certas cores, o gênero *Micromonospora* em geral apresenta colônias com uma coloração que varia entre o amarelo claro e o laranja (LEIVA *et al.*, 2015). O gênero *Streptomyces* apresenta colônias com uma vasta gama de cores (RUAN, 2013), entretanto há estudos que demonstram a predominância de cores como marrom, vermelho, amarelo e cinza em cepas pertencentes a esse gênero (TARAZONA *et al.*, 2018; KAMJAM *et al.*, 2019). A cor do micélio aéreo e do reverso é considerada uma característica importante (AUGUSTINE *et al.*, 2013; BARKA *et al.*, 2015) que junto a outros parâmetros, tais como a forma da cadeia de esporos e textura da colônia, permite realizar o agrupamento e identificação gêneros (TARAZONA *et al.*, 2018). No semiárido, existe registro da utilização dessas características no auxílio da classificação e identificação das actinobactérias até o nível de gênero (BRITO *et al.*, 2015; RAMOS *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015; MEDEIROS *et al.*, 2018). Utilizando as imagens como ferramenta é possível comparar as cores com a produção dos carotenoides e taxonomia das culturas, ajudando a melhorar a seleção das colônias (ROMERO *et al.*, 2012).

Há um grande interesse por parte de setores industriais na prospecção de microrganismos que produzem pigmentos naturais. Considerando os efeitos tóxicos dos corantes sintéticos, tem havido um esforço renovado para estudar e implementar os vários corantes naturais na indústria de corantes (FRANCALANCI *et al.*, 2001). Além disso, os biopigmentos, pigmentos obtidos de microrganismos, podem ser implementados em finalidades médicas, como tratamentos antitumorais e anticâncer (CHAKRABORTY *et al.*, 2015). Para Miyaura e Tatsumi (1961) actinobactérias produzem vários tipos de antibióticos e estes incluem diferentes pigmentos. Esses pigmentos naturais também podem ser utilizados como indicadores e marcadores, em trabalhos de pesquisa em laboratório (CHAKRABORTY *et al.*, 2015).

Ao analisar a figura 9 percebe-se que houve uma diversidade elevada entre as cepas que foi representada pela cor dos micélios e a textura da colônia demonstrando a heterogeneidade da região semiárida. Essa distinção entre o micélio aéreo e o reverso e a textura da colônia pode

ser explicada por actinobactérias apresentarem características culturais diferentes quando cultivadas em superfície de ágar (SHOUCHE; BHATI, 2019). Portanto, é muito importante usar as mesmas condições de meio de cultura para todas as cepas que serão comparadas.

Neste estudo foi evidenciado através dos dados obtidos da análise microcultivo a predominância do gênero *Streptomyces*, que também foi relatado em estudos realizados em cepas de actinobactérias do semiárido por Brito *et al.* (2015) e Ramos *et al.* (2015). Alguns trabalhos mostram variação de gêneros encontrados, tendo o gênero *Streptomyces* como mais abundante, como em solos do deserto do Atacama no Chile (OKORO *et al.*, 2009), Índia (KUMAR *et al.*, 2012) e Egito (MABROUK; SALEH, 2014). A frequência do gênero *Streptomyces* nos estudos se deve principalmente por este ser o grupo de actinobactérias mais abundante (70%) no solo (ANANDAN *et al.*, 2016). A predominância do gênero *Streptomyces* no solo justifica-se por ser um grupo de actinobactérias que não apresenta muitas exigências nutricionais (LEWIS *et al.*, 2016).

Lechevalier (1989) afirma que na identificação das actinobactérias é importante levar em consideração diferentes características dessas bactérias filamentosas, o que implica na utilização de várias técnicas diferentes para esse fim. Segundo estudos realizados por WINK; MOHAMMADIPANAH; PANAH (2017) para identificação através da descrição da cor do micélio aéreo, dois pontos devem ser lembrados. O primeiro é que a cor típica só é expressa se a cultura também estiver esporulando. Espécies diferentes muitas vezes esporulam em diferentes meios, de modo que várias culturas de ágar têm que estar preparadas para obter bons resultados. A segunda é a difusão de pigmentos do micélio substrato para o micélio aéreo que pode influenciar a sombra do micélio aéreo.

Não se pode contestar a legitimidade da morfologia para identificação de actinobactérias, dado que a mesma viabiliza um rápido e útil guia (LECHEVALIER; LECHEVALIER, 1967). As características morfológicas tais como: ramificação do micélio sobre o substrato, formação de micélio aéreo e sua fragmentação ou produção de esporos, são fatores que auxiliam o processo de identificação desses microrganismos (ARAÚJO; COELHO, 2017).

Neste estudo foi possível verificar que a área conservada apresentou uma diversidade de actinobactérias relativamente maior que a área antropizada. Estudos realizados por MAZZETO *et al.* (2016) sobre a alteração da diversidade microbiana no solo em relação às diferentes formas de uso da terra ao comparar áreas de uso agrícola e uma área nativa

demonstraram que a diversidade de microrganismo diminui nas áreas com ação antrópica. A forma de uso e fatores ambientais tais como pH, temperatura e disponibilidade de nutrientes no solo tem uma grande influência sobre a diversidade microbiana presente nos solos (FARIAS *et al.*, 2018).

## 7 CONCLUSÃO

A caracterização fenotípica das cepas de actinobactérias da Fazenda “Não Me Deixes”-Quixadá (CE) com base nos parâmetros morfológicos cor do micélio aéreo e reverso, textura da colônia e micromorfologia da cadeia de esporos evidenciou a diversidade cromogênica e textural, com predominância das cores branca, cinza e marrom, e textura da colônia radial com sulcos e aveludada, com a predominância do gênero *Streptomyces*. Essas características, em conjunto com o acervo de imagens, podem facilitar estudos ecológicos de actinobactérias oriundas do semiárido. Além disso todas as informações obtidas podem servir como base para estudos de bioprospecção de microrganismos provenientes da região semiárida.

Constatou-se que a área conservada apresentou uma diversidade relativamente maior em relação a área antropizada. Entretanto são necessários mais estudos para entender e estabelecer os fatores que causam essa diversidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, B. T. R. *et al.* BioStudio: cultivando estampas vivas. **2º CONTEXMOD**, v. 1, n. 2, p. 16, 2014
- ADEGBOYE, M. F; BABALOLA, O. O. Taxonomy and ecology of antibiotic producing actinomycetes. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 15, p. 2255-2261, 2012.
- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. Londres: Academic Press, 1995. 576 p.
- ALVAREZ, A. *et al.* Actinobacteria: current research and perspectives for bioremediation of pesticides and heavy metals. **Chemosphere**, v. 166, p. 41-62, 2017.
- ALVES, D. A. S. *et al.* Produção de celulase e amilase por actinobactérias do semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.24, p.1303-1315, 2016.
- ARAUJO COELHO, L.V. *et al.* O potencial de *Streptomyces* isolados na região de maués na produção de enzimas hidrolíticas. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, 2017.
- AUGUSTINE, D. *et al.* Actinobacteria from sediment samples of arabian sea and bay of bengal: biochemical and physiological characterization. **International Journal of Research in Marine Sciences**, v. 2, p.56-63, 2013.
- BARBOSA, A. F. S.; SILVEIRA, L. A.; LEAL, P. L. Caracterização de rizobactérias associadas à *Melocactus coinodeus* quanto a mecanismos de promoção de crescimento de plantas. **Ciência & Desenvolvimento-Revista Eletrônica da FAINOR**, v.10, n.3, 2017.
- BARKA, E. A. *et al.* Taxonomy, physiology, and natural products of Actinobacteria. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.80, n.1, p.1-43, 2016.
- BARROS, V. D. C. *et al.* Biodiversidade rizobiana em função de solo e clima no semiárido pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 24, n. 1, 2019
- BERENDSEN, B.J.A. LC-MS residue analysis of antibiotics. What selectivity is adequate? PhD. Thesis Wageningen University. **Netherlands**. 2013
- BENIZRI, E.; BAUDOIN, E.; GUCKERT, A. Root colonization by inoculated plant growth-promoting rhizobacteria. **Biocontrol Science and Technology**, v. 11, n. 5, p. 557-574, 2001.
- BORSETTO, C. *et al.* Microbial community drivers of PK/NRP gene diversity in selected global soils. **Microbiome**, v. 7, n. 1, p. 78, 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 2019. **Caatinga**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga>>. Acesso em: 19 mar. 2019.
- BRITO, F. A. E. *et al.* Actinobacteria from rizospheric soil in the caatinga biome. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, p. 1992-2004, 2015.
- CHAKRABORTY, I. *et al.* Isolation and characterization of pigment producing marine actinobacteria from mangrove soil and applications of bio-pigments. **Der Pharmacia Lettre**, v 7 n. 4, p. 93-100, 2015

CHELIUS, M. K.; TRIPLETT, E. W. The diversity of archaea and bacteria in association with the roots of *Zea mays* L. **Microbial ecology**, v. 41, n. 3, p. 252-263 2001.

CLARK, F. E. Agar-plate method for total microbial count 1. **Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties**, n. methods of soil an b, p. 1460-1466, 1965.

CUNHA, J. L. X. L. *et al.* Comunidade microbiana do solo cultivado com pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional associado ao manejo de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 32, n. 3, 2014.

DA COSTA R. C.; DE ARAÚJO F. S.; LIMA-VERDE L.W. Flora and life-form spectrum of deciduous thorn woodland (caatinga) in northeastern, Brazil. **Journal of Arid Environments**, v 68:237-47, 2007

DA SILVA, K. *et al.* Isolamento e diversidade de bactérias fixadoras de nitrogênio obtidas de diferentes espécies de estilosantes no cerrado de Roraima. **Embrapa Roraima-Documentos (INFOTECA-E)**, 2017.

DELGADO-BAQUERIZO, Manuel *et al.* Microbial richness and composition independently drive soil multifunctionality. **Functional ecology**, v. 31, n. 12, p. 2330-2343, 2017.

DE OLIVEIRA, S. M. *et al.* Prospecção de enzimas de interesse industrial produzidas por actinobactéria isolado de solo rizosférico da Amazônia. **Scientia Plena**, v. 13, n. 3, 2017.

DHARMARAJ, S.; ASHOKKUMAR, B.; DHEVENDARAN, K. Fermentative production of carotenoids from marine actinomycetes. **Iranian Journal of Microbiology**. v. 1, n.4, p.36-41, 2009.

DORNELAS, J. C. M. *et al.* Characterization and phylogenetic affiliation of Actinobacteria from tropical soils with potential uses for agro-industrial processes. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

EMBRAPA–EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2018.

FARIAS, F. J. *et al.* Qualidade microbiológica do solo em sistema agroecológico de produção. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

GANESAN, P. *et al.* Antimicrobial activity of some actinomycetes from Western Ghats of Tamil Nadu, India. **Alexandria Journal of Medicine**, v.53, n.2, p.101-110, 2017.

GIULIETTI A. M. *et al.* To set the scene. In: QUEIROZ LP *et al* (eds) **Towards greater knowledge of the Brazilian semi-arid biodiversity**. Ministério de Ciência e Tecnologia, Brasília, 2006.

GONG, Y. *et al.* Phylogenetic diversity and investigation of plant growth-promoting traits of actinobacteria in coastal salt marsh plant rhizospheres from Jiangsu, China. **Systematic and Applied Microbiology**, v.41, n.5, p.516-527, 2018.

GOODFELLOW M, FIEDLER H.P. A guide to successful bioprospecting: informed by actinobacterial systematics **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 98, n. 2, p. 119-142, 2010.

GOODFELLOW M. *et al.* Taxonomic outline of the phylum Actinobacteria. In: Whitman WB Editor. **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, 2nd edition. New York: **Springer** 1-2024, 2012.

GUEDES T.B.; NOGUEIRA C.; MARQUES O. A. Diversity, natural history, and geographic distribution of snakes in the caatinga, Northeastern Brazil. **Zootaxa**, v. 3863, n. 1, p. 1-93, 2014.

HASSAN A. A, EL-BARAWY A. M, EL MOKHTAR M. N. Evaluation of biological compounds of *Streptomyces* species for control of some fungal diseases. **Journal of American Science**, v. 7, n. 4, p. 752-60, 2011.

HERCULANO MACEDO, M. J. *et al.* Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5, n. 1, 2010.

HOLT J. G. *et al.* Williams ST. **Bergey's manual of determinative bacteriology** (9th ed). 1994, Williams and Wilkins, Baltimore.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. **Cadastro de Municípios localizados na Região Semiárida do Brasil**. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/semiario.shtm>>. Acesso: 24 mar. 2019.

KAMJAM, M. *et al.* *Streptomyces polaris* sp. nov. and *Streptomyces septentrionalis* sp. nov., isolated from frozen soil. **Antonie van Leeuwenhoek**, v. 112, n. 3, p. 375-387, 2019.

KAVAMURA V.N. *et al.* Water regime influences bulk soil and rhizosphere of *Cereus jamacaru* bacterial communities in the Brazilian Caatinga biome. **PloS one**, v. 8, n. 9, p. e73606, 2013.

LACERDA JÚNIOR, G. V. *et al.* Potential of semiarid soil from Caatinga biome as a novel source for mining lignocellulose-degrading enzymes. **FEMS microbiology ecology**, v. 93, n. 2, p. 248-263, 2017.

LECHEVALIER, H. Nocardioform actinomycetes. **Bergey's manual of systematic bacteriology**, v. 4, p. 2348-2408, 1989.

LEIVA, Sergio *et al.* Diversity of pigmented Gram-positive bacteria associated with marine macroalgae from Antarctica. **FEMS microbiology letters**, v. 362, n. 24, p. 6-12, 2015.

LEWIN, Gina R. *et al.* Evolution and ecology of actinobacteria and their bioenergy applications. **Annual review of microbiology**, v. 70, p. 235-254, 2016.

LIMA, J. V. L. *et al.* Characterization of actinobacteria from the semiarid region, and their antagonistic effect on strains of rhizobia. **African Journal of Biotechnology**, v.16, n.11, p.499-507, 2017.

- LOPES, J. B. A. C. *et al.* Produção de enzimas hidrolíticas extracelulares por actinobactérias oriundas do solo e serrapilheira de região semiárida. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, n.27, p.35-50, 2018.
- LUIJK G. *et al.* Hydrological implications of desertification: degradation of South African semi-arid subtropical thicket. **Journal of arid environments**, v. 91, p. 14-21, 2013.
- MAATAOUI, H. *et al.* Physicochemical characterization of actinomycetes isolated from decayed cedar wood: Contact angle measurement. **Journal of Adhesion Science and Technology**, v.28, n.20, p.2046-2053, 2014.
- MACEDO, M. J. H. *et al.* Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambi-Agua**, v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.
- MADIGAN, M. T. **Microbiologia de Brock**, 12<sup>a</sup> Ed. Porto Alegre: Artmed, p 459-451, 2010.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003
- MAZZETTO, A. M. *et al.* Activity of soil microbial biomass altered by land use in the southwestern Amazon. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 79-86, 2016.
- MICHEREFF, S. J.; ANDRADE, D.E.G.T.; MENEZES, M. **Ecologia e manejo de patógenos radiculares em solos tropicais**. Recife, UFRPE, 2005, 388 p.
- MEDEIROS, E. J. T. *et al.* Diversidade cultural de cepas de actinobactérias do semiárido. **Enciclopédia Biosfera**, v.15, n.27, p.205-218, 2018.
- MEHRAVAR, M; SARDARI, S; OWLIA, P. Screening of membrane active antimicrobial metabolites produced by soil actinomycetes using membrane models. **Indian Journal of Experimental Biology**, v. 49, n. 12, p. 946-52, 2011.
- MOHAMMADIPANAH, F., WINK, J. Actinobacteria from arid and desert habitats: diversity and biological activity. **Frontiers in Microbiology**, v.28, n.6, p.1541, 2016.
- MÜLLER, T; FELDMANN, N. A; MÜHL, F. R. Avaliação da inoculação com *Azospirillum* e *Rhizobium* na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 3, p. 23- 34, 2018.
- NOROVSUREN Z; ZENOVA G. M.; MOSINA L. V. Actinomycetes in the rhizosphere of semidesert soils of Mongolia. **Eurasian Soil Science**, v. 40, n. 4, p. 415-418, 2007.
- OKORO C. K. *et al.* Diversity of culturable actinomycetes in hyper-arid soils of the Atacama desert, Chile. **Antonie van Leeuwenhoek**, v.95, p.121-133, 2009.
- OLIVEIRA, R. L. *et al.* Production and characterization of endoglucanase secreted by *Streptomyces capoamus* isolated from Caatinga. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, n. 42, p. 2394-2401, 2016.

- PATHOM-AREE, W. *et al.* Diversity of actinomycetes isolated from Challenger Deep sediment (10,898 m) from the Mariana Trench. **Extremophiles**, v. 10, n. 3, p. 181-189, 2006.
- PAUL, S.; KAVITHA, S.; VIMALA, R. Isolation of actinomycetes and optimization of process parameters for antimicrobial activity. **Research Journal of Pharmacy and Technology**, v. 9, n. 11, p. 1913, 2016.
- PEREIRA, D. S., GOMES, R. S., SEMÊDO, L. T. A. S. Potencial das actinobactérias na biodegradação de hidrocarbonetos. **Revista Eletrônica TECCEN**. v.5, p.71, 2012.
- PÉREZ CORRAL, D. *et al.* Aislamiento de actinomicetos asociados a rizosfera de árboles de manzano antagonísticos a *Fusarium equiseti*. **Revista mexicana de ciencias agrícolas**, v. 6, n. 7, p. 1629-1638, 2015.
- PETROSYAN, P.; GÁRCIA-VARELA, M.; LUZ-MADRIGAL, A.; HUITRÓN, C.; FLORES, M.E. *Streptomyces mexicanus* sp., a xylanolytic micro-organism isolated from soil. **Internacional Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. v. 53, p. 269-273, 2003.
- PONTES, A. F, ESCHER, S. K. S. Antibiose de *Streptomyces aureus* frente a microrganismos de interesse clínico. **Revista EM FOCO-Fundação Esperança/IESPES**, v. 1, n. 22, p. 32-37, 2014.
- RANJANI, A.; DHANASEKARAN, D.; GOPINATH, M. An Introduction to Actinobacteria. **Actinobacteria - Basics and Biotechnological Applications**, [s.l.], p.3-37, 2016.
- REDDY, G. S. N. *et al.* *Cryobacterium roopkundense* sp. nov., a psychrophilic bacterium isolated from glacial soil **International journal of systematic and evolutionary microbiology**, v. 60, n. 4, p. 866-870, 2010.
- ROTENBERG E.; YAKIR D. Contribution of semi-arid forests to the climate system. **Science**, v. 327, n. 5964, p. 451-454, 2010.
- RUAN, J. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology Volume 5 and the study of Actinomycetes systematic in China. **Wei sheng wu xue bao Acta microbiologica Sinica**, v. 53, n. 6, p. 521-530, 2013.
- SAHA S. *et al.* Nocardiosis sp. SD5: a potent feather degrading rare actinobacterium isolated from feather waste in Tamil Nadu, India. **Journal of basic microbiology**, v. 53, n. 7, p. 608-616, 2013.
- SHARMA, S. C. V.; DAVID, E. A comparative study on selected marine actinomycetes from Pulicat, Muttukadu, and Ennore estuaries. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 8 p. 1827-1834, 2012.
- SANASAM, S., SALAM, N., NINGTHOUJAM, D. Novel bioactive actinomycetes from a niche biotope, Loktak Lake, in Manipur, India. **Journal of Pharmacy Research**, v.4, p.1707-1710, 2011.
- SANTOS J.C. *et al.* Caatinga: the scientific negligence experienced by a dry tropical forest. **Tropical Conservation Science**, v. 4, n. 3, p. 276-286, 2011.

SHARMA, O. P.; DARWRA, R. K. Thin layer chromatographic separations of lantadenes, the pentacyclic triterpenoids from lantana (*Lantana camara*) plant. **Journal of Chromatography**, v. 567, p 351-354, 1991

SHOUCHE, S; BHATI, P. Potencial of actinomycetes as bioremediating and biocontrolling agents. **Paripex - Indian Journal of Research**, v.8, p.36-40, 2019.

SILVA V. M. A. *et al.* Atividade enzimática de actinobactérias do semiárido Revista **Brasil Geofísica**, v. 8, p. 560-572, 2015.

SOARES, J. D. R. *et al.* Agricultural waste composting: a source of humic substances. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 4, p. 414-421, 2017.

ŠTURSA, P. *et al.* Approaches for diversity analysis of cultivable and non-cultivable bacteria in real soil. **Plant, Soil and Environment**, v. 55, n. 9, p. 389-396, 2009.

SULTAN, M.Z. *et al.* In vitro antibacterial activity of an active metabolite isolated from *Streptomyces* species. **Biotechnology**, v.1, p.100-106, 2002.

TAKETANI, R. G. *et al.* Functional congruence of rhizosphere microbial communities associated to leguminous tree from Brazilian semiarid region. **Environmental Microbiology Reports**, v. 7, n. 1, p. 95-101, 2015.

TARAZONA, U. *et al.* Caracterización de actinomicetos de sedimento marino y su actividad antagonista frente a *Vibrio* sp. aislados de «langostino blanco» *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). **Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú**, v. 29, n. 2, p. 676-691, 2018.

TORSVIK, V.; ØVREÅS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, v. 5, n. 3, p. 240-245, 2002.

VIANA, J. C. C. *et al.* Mudanças e variabilidades climáticas nos últimos dois mil anos no nordeste brasileiro: Lagoa do Boqueirão-RN. 2012.

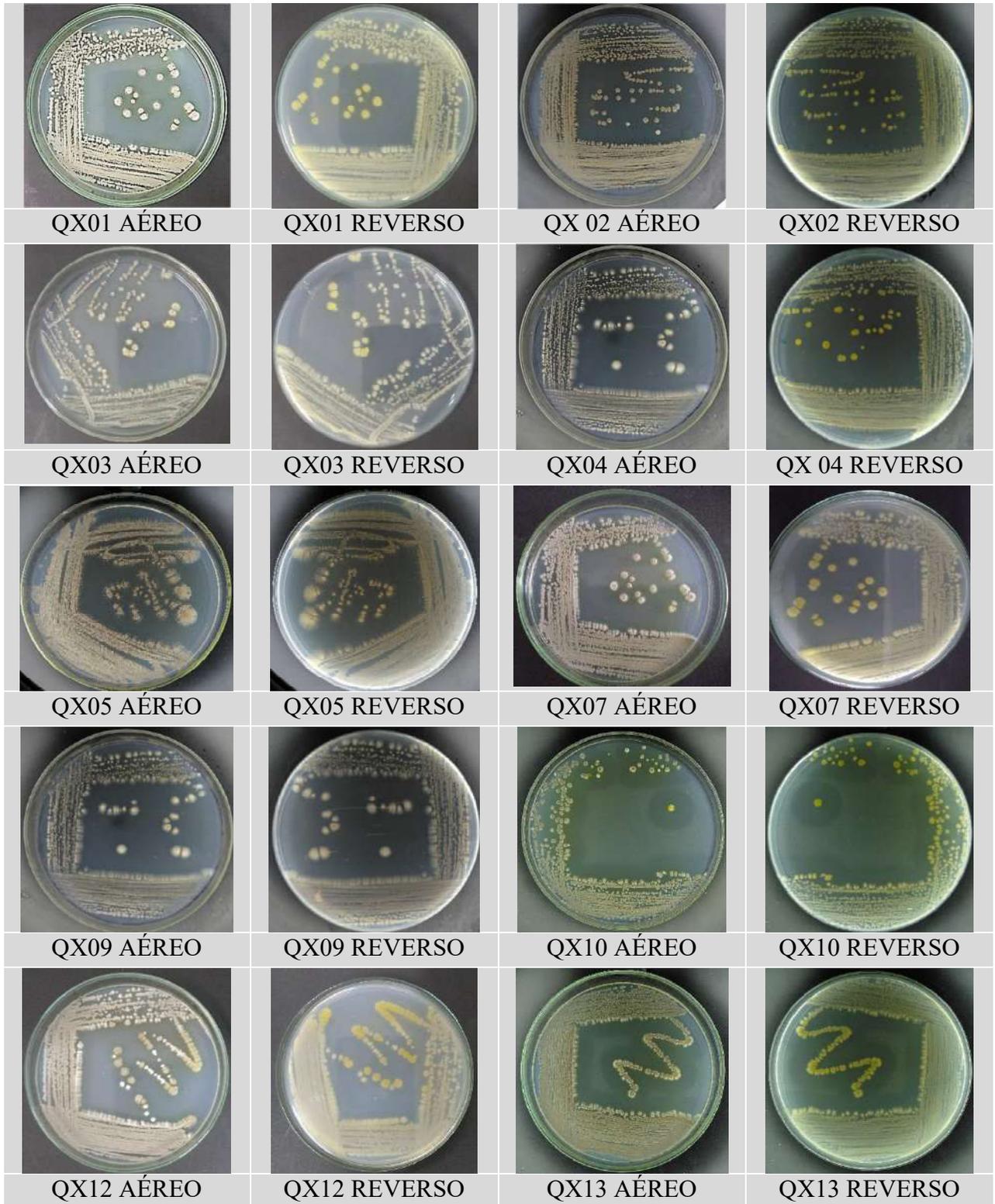
VURUKONDA, S. S. K. P. *et al.* Multifunctional *Pseudomonas putida* strain FBKV2 from arid rhizosphere soil and its growth promotional effects on maize under drought stress. **Rhizosphere**, v.1, p.4-13, 2016.

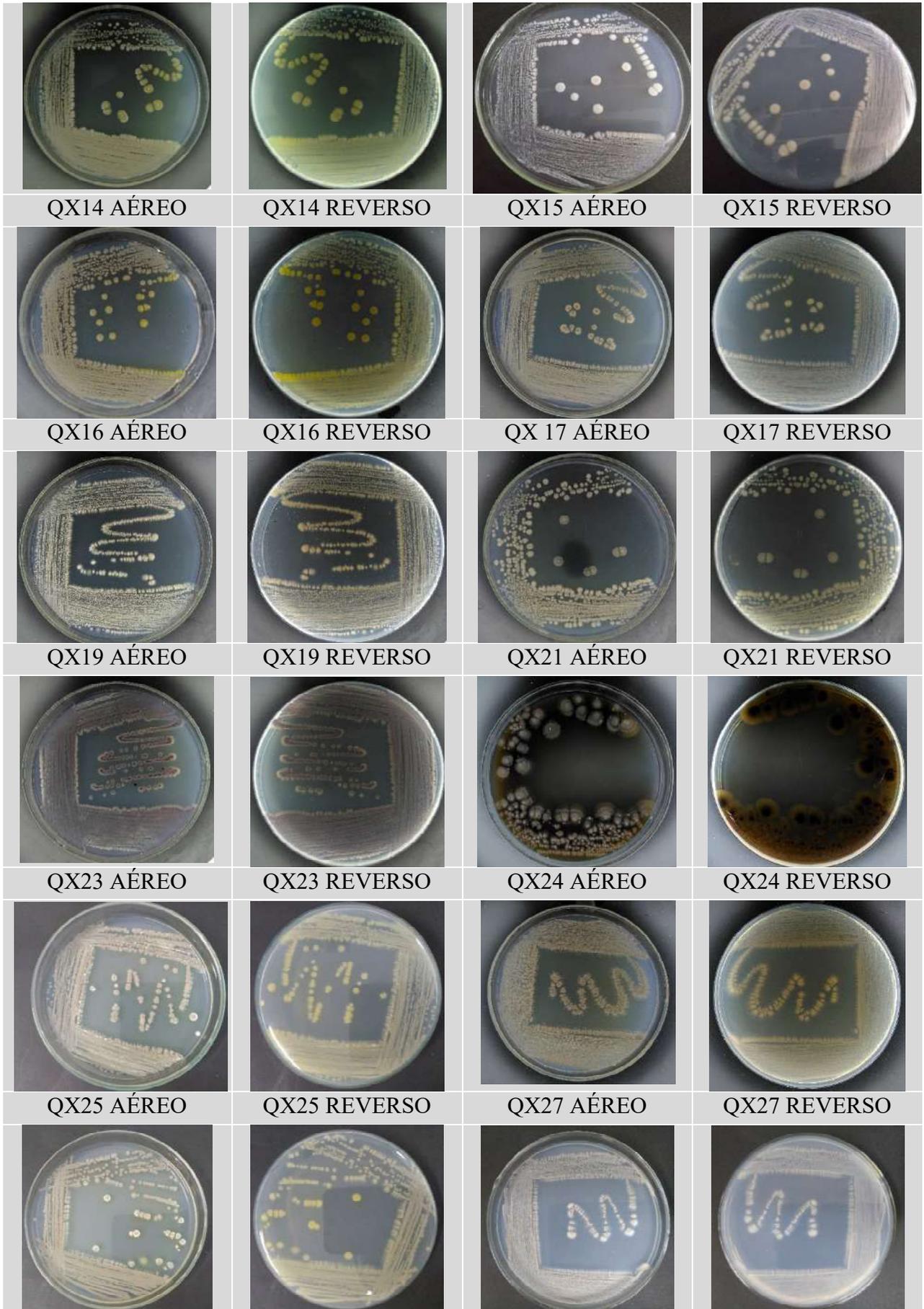
WINK, J. M. **Compendium of actinobacteria**. University of Braunschweig. p.1-37, 2012.

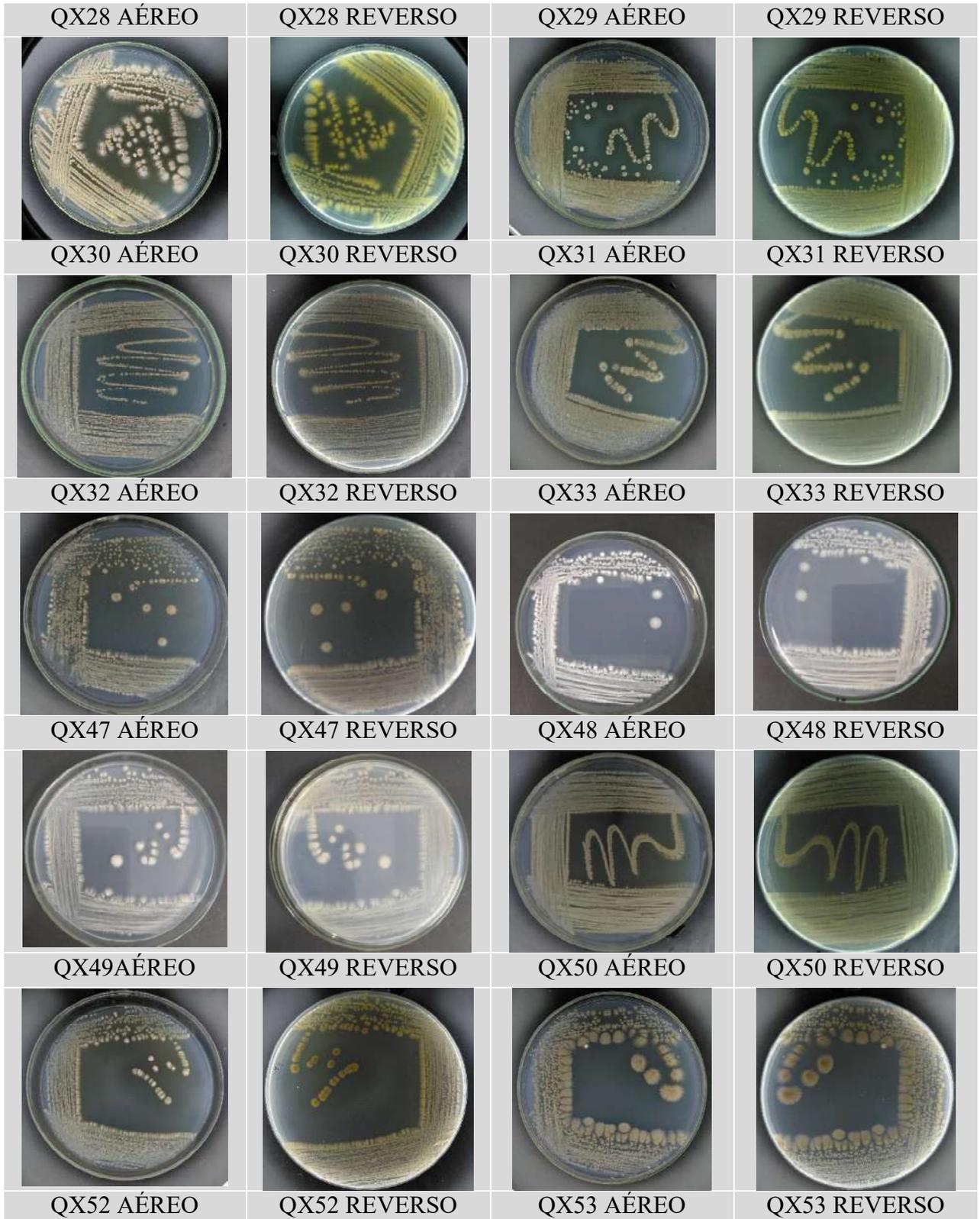
WINK, J; MOHAMMADIPANAH, F; PANAHI, H. K. S. Practical Aspects of Working with Actinobacteria. In: **Biology and Biotechnology of Actinobacteria**. Springer, Cham, 2017. p. 329-376.

ZHAO K. *et al.* The diversity and anti-microbial activity of endophytic actinomycetes isolated from medicinal plants in Panxi Plateau China **Current microbiology**, v. 62, n. 1, p. 182-190, 2011.

**APÊNDICE A- REGISTRO FOTOGRÁFICO AÉREO E REVERSO DE PLACA INTEIRA DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE SOLO DE QUIXADÁ (CE)**



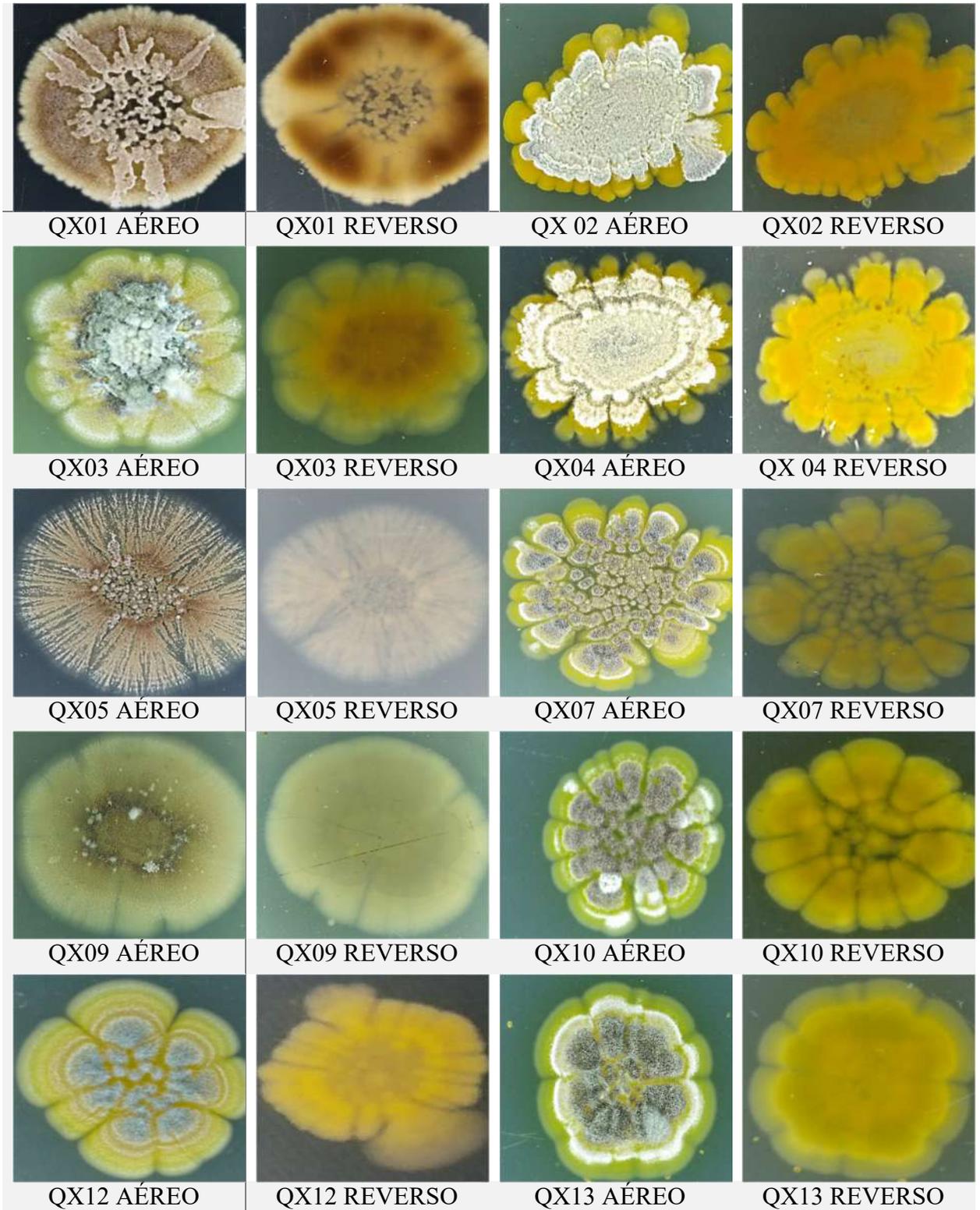


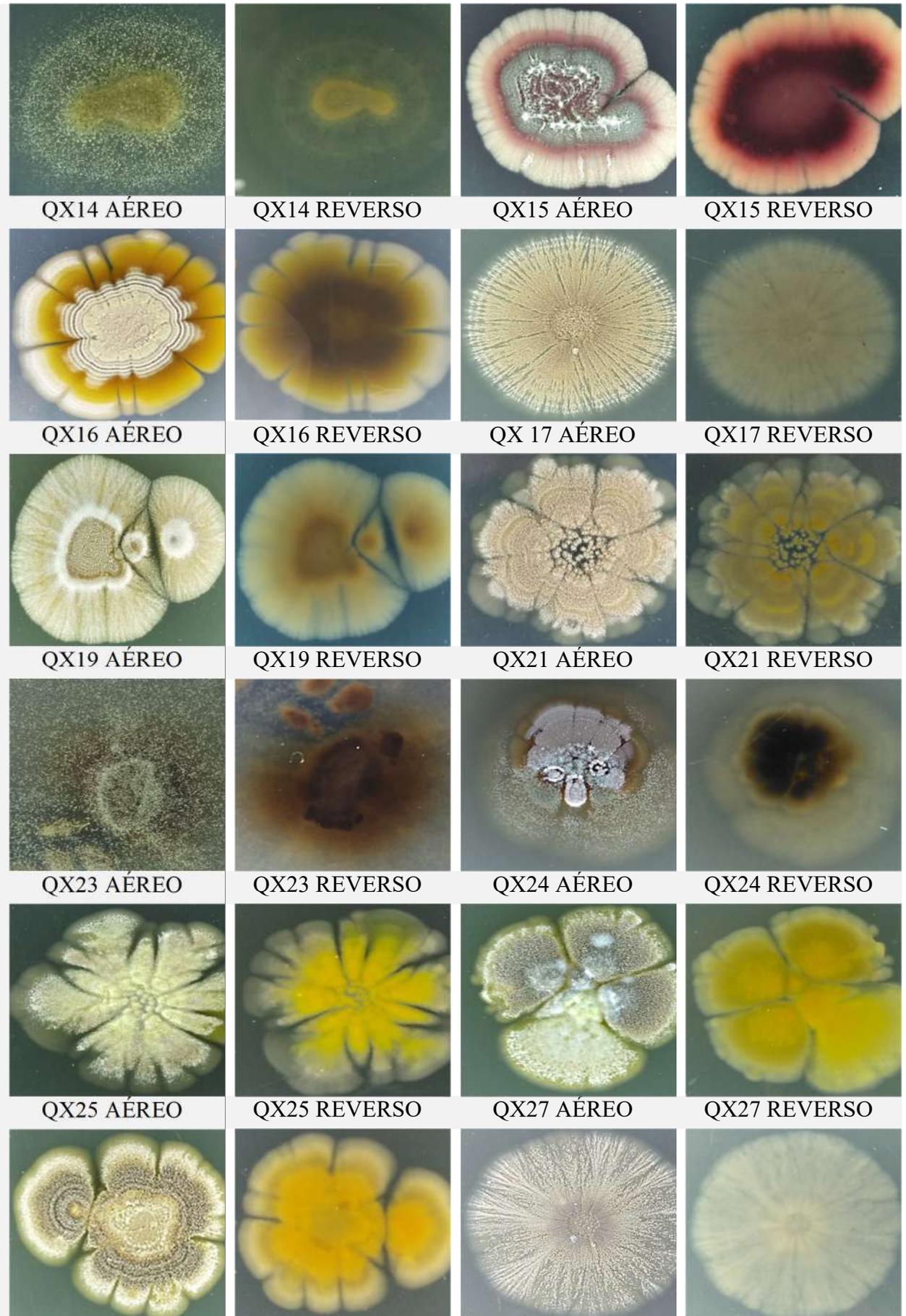


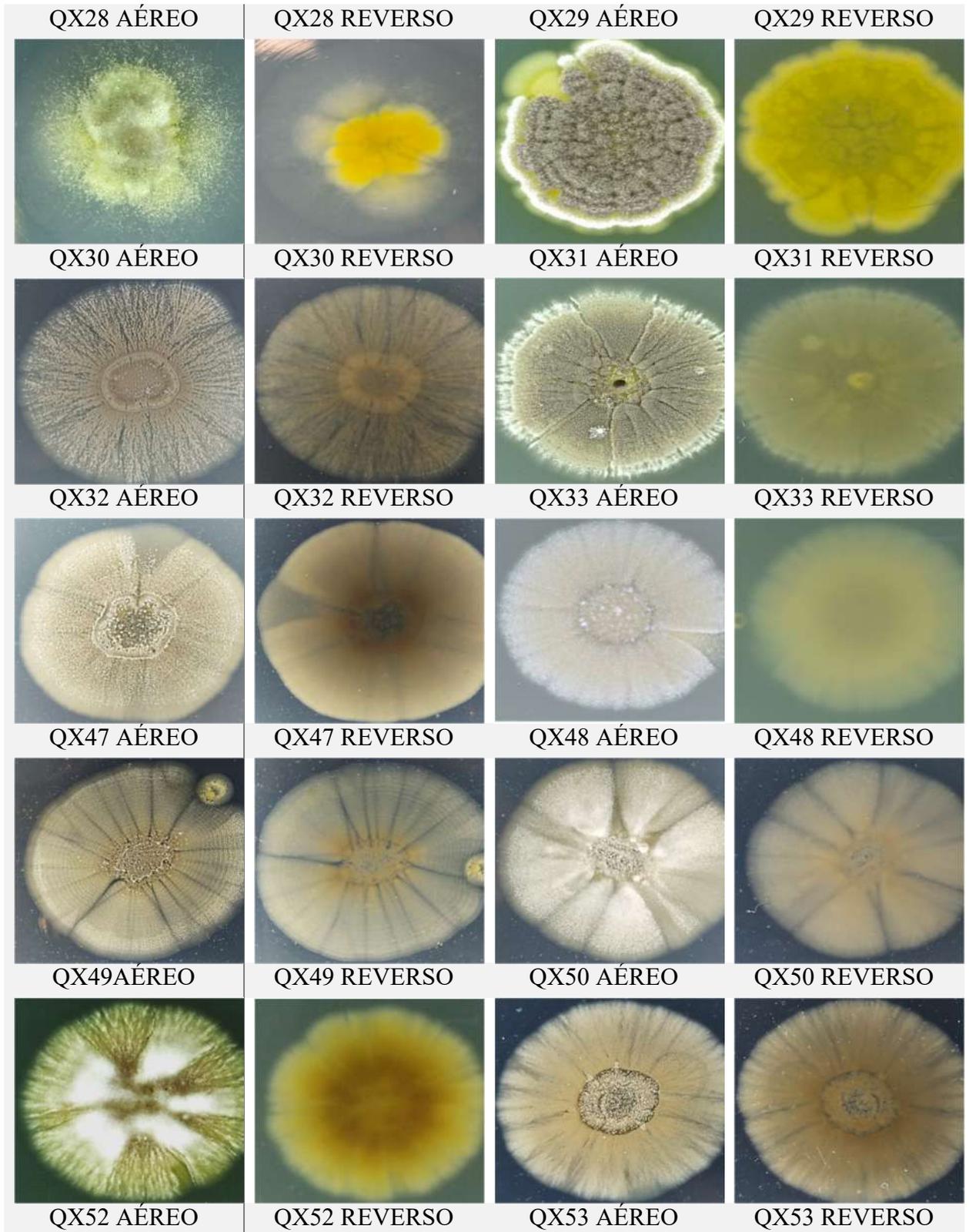


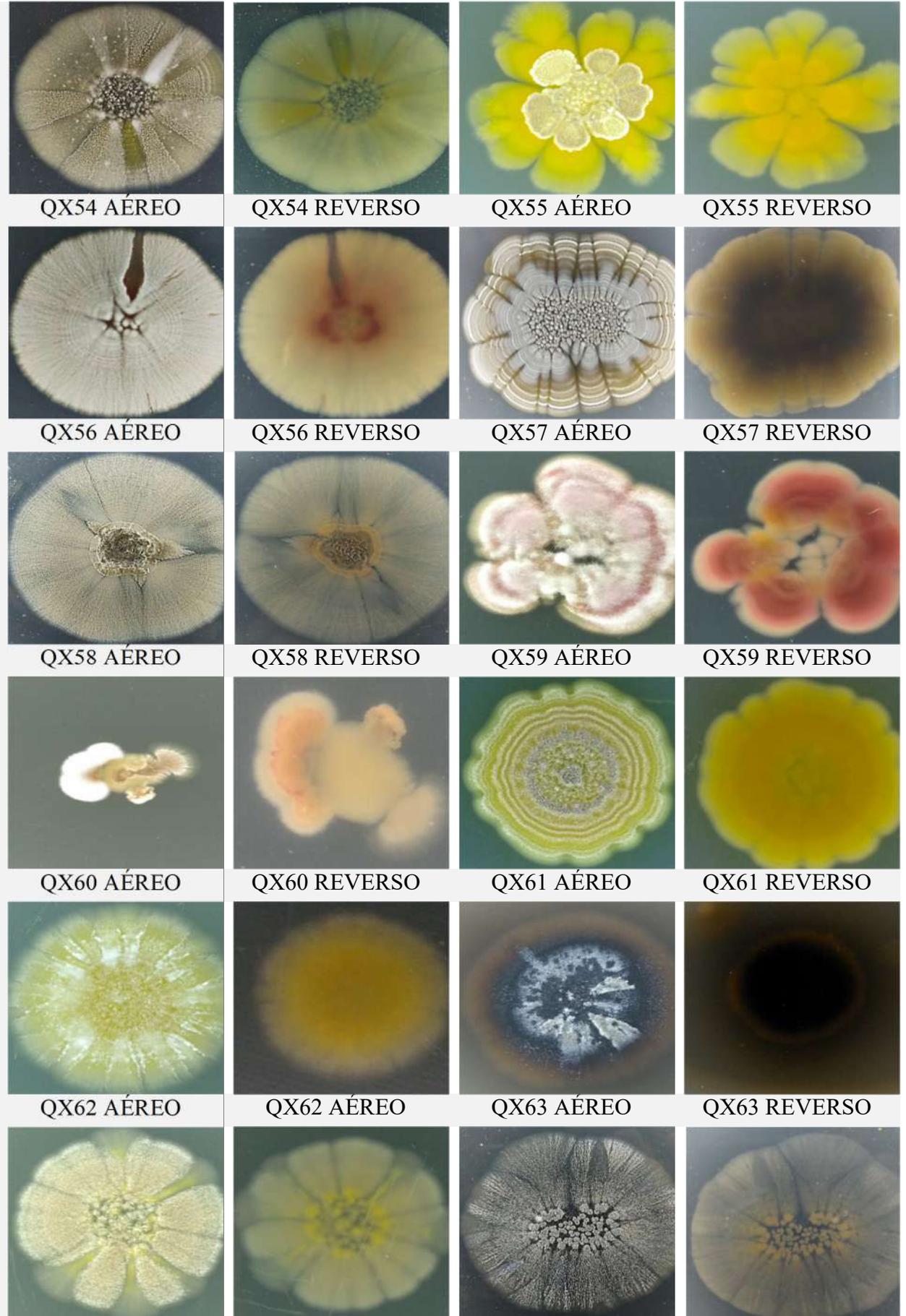


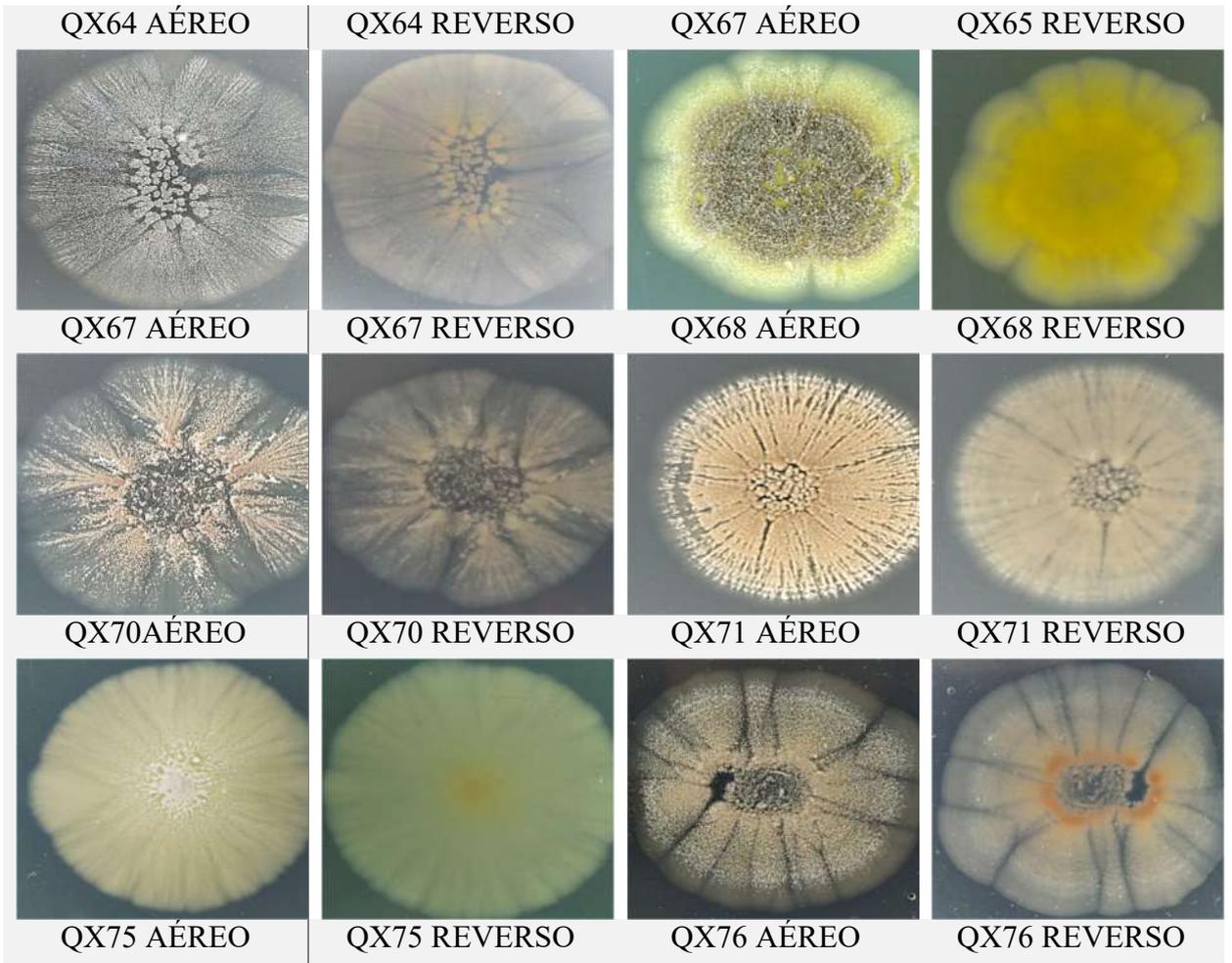
**APÊNDICE B - REGISTRO FOTOGRÁFICO AÉREO E REVERSO COLÔNIA  
ISOLADA DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRAS DE  
SOLO DE QUIXADÁ (CE)**











**APÊNCIDE C – TABELA COM A CLASSIFICAÇÃO DE CORES DAS CEPAS DE  
ACTINOBACTÉRIAS ISOLADAS DE AMOSTRA DE SOLOS DE QUIXADÁ (CE)**

**Tabela 1 – Classificação de cores segunda a cartela de cores de Wink das cepas de actinobactérias isoladas de amostra de solos de Quixadá (Ce).**

<b>CEPA</b>	<b>CÓDIGO DA COR</b>	<b>COR DO MICÉLIO AÉREO</b>	<b>CÓDIGO DA COR</b>	<b>COR DO MICÉLIO REVERSO</b>
<b>QX 1</b>	RAL 9006	White aluminium	Código da cor	Pale brown
<b>QX 2</b>	RAL 1016	Sulfer yellow	RAL 8025	Sulfer yellow
<b>QX 3</b>	RAL 8014	Sepia brown	RAL 1016	Broom yellow
<b>QX 4</b>	RAL 8014	Sepia brown	RAL 1016	Broom yellow
<b>QX 5</b>	RAL 8014	Sepia brown	RAL 8014	Sepia brown
<b>QX 7</b>	RAL 8014	Sepia brown	RAL 8014	Sepia brown
<b>QX 9</b>	RAL 7040	Window grey	RAL 9001	Telegrey 4
<b>QX 10</b>	RAL 9006	White aluminium	RAL 7046	Telegrey 2
<b>QX 12</b>	RAL 7006	Beige grey	RAL 1006	Maize yellow
<b>QX 13</b>	RAL 3015	Light pink	RAL 4006	Traffic purple
<b>QX 14</b>	RAL 8008	Olive brown	RAL 4008	Mahogany brown
<b>QX 15</b>	RAL 1032	Broom Yellow	RAL8016	Cream
<b>QX 16</b>	RAL 8017	Chocolate brown	RAL 9001	Telegrey 1
<b>QX 17</b>	RAL 9003	Signal white	RAL 7045	Signal white
<b>QX 19</b>	RAL 9003	Signal white	RAL 9003	Signal white
<b>QX 21</b>	RAL 7040	Window grey	RAL 9003	Cream
<b>QX 23</b>	RAL 4007	Purple violet	RAL 7044	Purple violet
<b>QX 24</b>	RAL 2012	Salmon orange	RAL 4007	Pure orange
<b>QX 25</b>	RAL 3015	Light pink	RAL 2004	Light pink
<b>QX 27</b>	RAL 9010	Pure white	RAL 3015	Pure white
<b>QX 28</b>	RAL 7006	Beige grey	RAL 9010	Beige grey
<b>QX 29</b>	RAL 9018	Papyrus white	RAL 7006	Papyrus white
<b>QX 30</b>	RAL 1016	Sulfer yellow	RAL 9018	Sulfer yellow
<b>QX 31</b>	RAL 4007	Purple violet	RAL 1016	Violet blue
<b>QX 32</b>	RAL 9006	White aluminium	RAL 5000	White aluminium
<b>QX 33</b>	RAL 7035	Light grey	RAL 9006	Light grey
<b>QX 40</b>	RAL 1000	Green beige	RAL 7035	Green beige
<b>QX 47</b>	RAL 9018	Papyrus white	RAL 1000	Papyrus white
<b>QX 48</b>	RAL 9001	Cream	RAL 9018	Cream
<b>QX 49</b>	RAL 9002	Grey white	RAL 9001	Grey white
<b>QX 50</b>	RAL 4007	Purple violet	RAL 9002	Purple violet
<b>QX 52</b>	RAL 4008	Signal violet	RAL 4007	Purple violet
<b>QX 53</b>	RAL 9018	Papyrus white	RAL 4007	Papyrus white
<b>QX 54</b>	RAL 1014	Ivory	RAL 9018	Oyster white
<b>QX 55</b>	RAL 9007	Grey aluminium	RAL 1013	Olive grey
<b>QX 56</b>	RAL 9003	Signal white	RAL 7002	Cream
<b>QX 57</b>	RAL 9007	Grey aluminium	RAL 9001	Grey beige
<b>QX 58</b>	RAL 9006	White aluminium	RAL 1019	Cream
<b>QX 59</b>	RAL 3015	Light pink	RAL 9001	Light pink
<b>QX 60</b>	RAL 7035	Ligth grey	RAL 3015	Cream
<b>QX 61</b>	RAL 9003	Signal white	RAL 9001	Sand yellow
<b>QX 62</b>	RAL 7046	Telegrey 2	RAL 1002	Telegrey 1
<b>QX 63</b>	RAL 8008	Olive brown	RAL 7045	Nut brown
<b>QX 64</b>	RAL 7047	Telegrey 4	RAL 8011	Grey white
<b>QX 65</b>	RAL 9002	Grey white	RAL 9002	Cream
<b>QX 67</b>	RAL 9006	White aluminium	RAL 1017	Silk grey

<b>QX 68</b>	RAL 9007	Grey aluminium	RAL 7023	Concrete grey
<b>QX 70</b>	RAL 9007	Grey aluminium	RAL 9018	Oyster white
<b>QX 71</b>	RAL 7035	Ligth grey	RAL 1019	Cream
<b>QX 75</b>	RAL 1014	Ivory	RAL 9018	Oyster white
<b>QX 76</b>	RAL 7044	Silk grey	RAL 9001	Silk grey

**APÊNDICE D – TABELA COM A CLASSIFICAÇÃO DO TIPO DE CADEIA DE  
ESPOROS E GÊNERO DAS CEPAS DE ACTINIBACTÉRIAS ISOLADAS DE  
AMOSTRAS DE SOLO DE QUIXADÁ (CE)**

**Tabela 2 - Classificação do tipo de cadeia de esporos e gênero das cepas de actinobactérias isoladas de amostras de solo de Quixadá (Ce).**

CEPA	MORFOLOGIA DA CADEIA DE ESPOROS	POSSÍVEL GÊNERO
QX 01	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX 02	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX 03	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX 04	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX 05	Cocos	<i>Micromonospora</i>
QX 07	Cocos e bacilos	<i>Nocardia</i>
QX 09	Cocos	<i>Nocardia</i>
QX 10	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>
QX 12	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>
QX13	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>
QX14	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>
QX15	Bacilos	<i>Nocardia</i>
QX16	Espira	<i>Streptomyces</i>
QX17	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
QX19	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX21	Cocos	<i>Micromonospora</i>
QX23	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX24	Cocobacilos	<i>Nocardia</i>
QX25	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX27	Coco	<i>Nocardia</i>
QX28	Coco	<i>Nocardia</i>
QX29	Cocobacilos	<i>Nocardia</i>
QX30	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
QX31	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX32	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
QX33	Vesícula de esporos	<i>Streptosporagium</i>
QX47	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX47	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX48	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
QX49	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>
QX50	Bacilos	<i>Nocardia</i>
QX52	Reta	<i>Actinomadura</i>
QX53	Cocos	<i>Micromonospora</i>
QX54	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
QX55	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX56	Vesícula de esporos	<i>Streptosporagium</i>
QX57	Cocos	<i>Nocardia</i>
QX58	Bacilos	<i>Nocardia</i>
QX 59	Reta	<i>Streptomyces</i>
QX 60	Espiral	<i>Streptomyces</i>
QX 61	Vesícula de esporos	<i>Streptosporangium</i>
QX 62	Reta	<i>Streptomyces</i>

<b>QX 63</b>	Espiral	<i>Streptomyces</i>
<b>QX 64</b>	Cocos	<i>Micromonospora</i>
<b>QX 65</b>	Cocos	<i>Nocardia</i>
<b>QX 67</b>	Fasciculada	<i>Streptomyces</i>
<b>QX 68</b>	Espiral	<i>Streptomyces</i>
<b>QX 70</b>	Reta	<i>Streptomyces</i>
<b>QX 71</b>	Bacilos	<i>Nocardia</i>
<b>QX 75</b>	Bacilos	<i>Nocardia</i>
<b>QX 76</b>	Flexuosa	<i>Streptomyces</i>

## APÊNDICE E – ARTIGO DIVERSIDADE DE CEPAS DE ACTINOBACTERIAS DA RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES” – QUIXADÁ (CE)



### DIVERSIDADE DE CEPAS DE ACTINOBACTÉRIAS DA RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES”-QUIXADÁ (CE)

Maria Jamili Sousa Silva<sup>1</sup>, Juliani Barbosa de Sousa<sup>2</sup>, Suzana Cláudia Silveira Martins<sup>3</sup>, Claudia Miranda Martins<sup>4</sup>

1. Graduanda do Curso de Bacharelado em Biotecnologia na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil. jamilisousa@alu.ufc.br
2. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil.
3. Docente na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil.
4. Docente na Universidade Federal do Ceará-Campus do Pici, Fortaleza-CE, Brasil. claudia.miranda.martins@gmail.com

Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019  
DOI: 10.18677/EnciBio\_2019A143

#### RESUMO

Actinobactérias são bactérias Gram-positivas com DNA rico em guanina e citosina, mas morfologicamente se assemelham aos fungos. Representam uma das classes mais importantes de bactérias devido a sua capacidade de produzir uma vasta gama de metabólitos biologicamente ativos, é um grupo presente no semiárido nordestino, caracterizando-se pela diversidade cultural apresentada. Tendo conhecimento dessa heterogeneidade, a caracterização cultural converte-se em um instrumento para classificar e identificar esses organismos, dessa forma, objetivou-se caracterizar culturalmente cepas de actinobactérias do semiárido oriundas da RPPN “Fazenda Não Me Deixes”-Quixadá (CE). A caracterização cultural em virtude da cor do micélio aéreo e reverso e da textura das colônias evidenciaram a diversidade das cepas, sendo classificadas em 23 grupos distintos. O acervo de imagens gerado com foco nas diferenças culturais de actinobactérias do semiárido contribuirá com futuras pesquisas acerca desse grupo microbiano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Caatinga, micélio, *Streptomyces*

#### CULTURAL DIVERSITY OF ACTINOBACTERIA STRAINS ISOLATED FROM RPPN “FAZENDA NÃO ME DEIXES”- QUIXADÁ (CE)

#### ABSTRACT

Actinobacteria are Gram-positive bacteria with DNA rich in guanine and cytosine, but morphologically resemble fungi. They represent one of the most important classes of bacteria because of their ability to produce a wide range of biologically active metabolites. It is a group present in the northeastern semi-arid region, characterized by the cultural diversity presented. Having knowledge of this diversity, the cultural characterization becomes an instrument to classify and identify these organisms, in order to characterize culturally strains of actinobacteria from the semi-arid region of the RPPN “Fazenda Não Me Deixes”-Quixadá (CE). The cultural characterization due to the aerial and reverse mycelium color and the texture of the colonies evidenced the diversity of the strains. The collection of images generated with focus