

RESUMO

Os monumentos históricos, embora protegidos por lei (Lei Federal nº 25/1937), tem sua conservação constantemente afetada por intempéries bióticas e abióticas. Essas variações e pressões ambientais constantes potencializam e levam ao estabelecimento de diversos microrganismos, incluindo as cianobactérias. Esses procariotos formam biofilmes nas áreas externas de monumentos e edificações e podem desencadear diversas patologias estruturais e estéticas nesses locais, acarretando gastos com restauração e manutenção, principalmente nas fachadas dos edifícios. No entanto, pouco se sabe sobre essa comunidade. No Brasil, apenas nove trabalhos científicos focam em cianobactérias que crescem sobre monumentos e edifícios, com apenas um para o Nordeste brasileiro. Estima-se que a diversidade desse grupo seja expressiva, uma vez que, fora do Brasil diversos novos *taxa* foram encontrados e descritos especificamente para monumentos históricos, tendo em vista que esses organismos apresentam interações e características singulares quando comparadas a cianobactérias de outros hábitos (e.g. aquáticas). Adicionalmente, a ausência de conhecimento sobre essas comunidades dificulta que alternativas de controle mais específicas sejam desenvolvidas e aplicadas nos processos de restauro e conservação de monumentos. Dessa forma, o presente trabalho objetiva entender a biodiversidade de cianobactérias aerofíticas que crescem sobre monumentos em regiões tropicais, a partir de análises taxonômicas clássicas e moleculares, e testar extratos vegetais que possam inibir o crescimento delas nos biofilmes. Foram realizadas coletas em cinco igrejas presentes no Sítio Histórico de Olinda, PE onde foram coletadas 56 amostras. As amostras foram submetidas a análises taxonômicas por microscopia óptica e direcionadas a tratamento para isolamento em cultura e quantitativas, a partir da contagem de indivíduos. A partir disso, foram diferenciadas 36 espécies e isoladas 16 cepas em cultura. Desse total, foram 19 são cianobactérias cocoides, 11 filamentosas heterocitadas e seis homocitadas. Entre os gêneros com mais representantes, destacam-se *Gloeocapsopsis*, *Gloeocapsa*, *Chroococciopsis* e *Scytonema*, que estiveram presentes em todas as amostras analisadas. Sendo *Scytonema* e *Asterocapsa* os gêneros de organismos heterocitados e cocoides, respectivamente, mais abundante nas amostras analisadas. Análises de microscopia eletrônica de varredura indicaram padrões variados na organização dos biofilmes sobre os substratos. Análises moleculares realizadas com cepas isoladas, possibilitaram a identificação de cinco diferentes *taxa*, sendo três possíveis novas espécies e um possível novo gênero. Para avaliar a distribuição dos *taxa* entre as igrejas e avaliar a semelhança das comunidades foram aplicadas análises estatísticas, como Análise de Componentes Principais e índices de similaridade. Além disso, extratos vegetais aquosos de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden e *Ceratophyllum demersum* L. foram testados *in vitro* para avaliar a potencial de inibição às cianobactérias aerofíticas, no entanto seus resultados foram comprometidos por questões

metodológicas e intercorrências durante o experimento. Os resultados obtidos nesse estudo, evidenciam a expressiva diversidade de cianobactérias para monumentos, e salientam a necessidade de adotar uma abordagem polifásica (dados morfológicos, ecológicos e moleculares) para melhor delimitação e caracterização dos biofilmes que acometem edificações históricas. Para facilitar o acesso e aplicação dos dados gerados no presente estudo, foi elaborado um guia de identificação de cianobactérias aerofíticas que crescem sobre monumentos históricos, direcionados a pesquisadores e restauradores que atuam na área de restauro e manutenção de edificações.

PALAVRAS-CHAVE: Cianobactérias aerofíticas, Edifícios históricos, Taxonomia, Nordeste brasileiro, Diversidade.

ABSTRACT

Historical monuments, although protected by law (Federal Law No. 25/1937), face constant threats to their preservation due to both biotic and abiotic weathering factors. These continuous environmental variations and pressures contribute to the establishment of various microorganisms, including cyanobacteria. These prokaryotes form biofilms on the external surfaces of monuments and buildings, potentially causing structural and aesthetic pathologies, leading to increased costs related to restoration and maintenance, particularly on building façades. However, little is known about this microbial community. In Brazil, only nine scientific studies focus on cyanobacteria growing on monuments and buildings, with only one study conducted in the Brazilian Northeast. It is estimated that the diversity of this group is considerable, as several new taxa have been found and described for historical monuments outside Brazil, given that these organisms exhibit unique interactions and characteristics when compared to cyanobacteria from other habitats (e.g., aquatic). Additionally, the lack of knowledge about these communities hampers the development and application of more specific control alternatives in the restoration and conservation processes of monuments. Therefore, this study aims to understand the biodiversity of aerophytic cyanobacteria growing on monuments in tropical regions, through classical and molecular taxonomic analyses, and to test plant extracts that could inhibit their growth in biofilms. Sampling was conducted in five churches located in the Historic Site of Olinda, PE, where 56 samples were collected. The samples underwent taxonomic analysis using optical microscopy and were subjected to culture isolation treatments and quantitative analysis through individual counting. As a result, 36 species were identified, and 16 strains were isolated in culture. Of these, 19 are coccoid cyanobacteria, 11 are heterocystous filamentous species, and six are non-heterocystous filaments. The genera with the most representatives include *Gloeocapsopsis*, *Gloeocapsa*, *Chroococcidiopsis*, and *Scytonema*, which were present in all analyzed samples. Among these, *Scytonema* and *Asterocapsa* were the most abundant heterocystous and coccoid genera, respectively. Scanning electron microscopy analyses indicated diverse patterns in biofilm organization on the substrates. Molecular analyses of the isolated strains allowed for the identification of five different taxa, including three possible new species and one potential new genus. To assess the distribution of taxa among the churches and evaluate the community similarity, statistical analyses such as Principal Component Analysis and similarity indices were applied. Additionally, aqueous plant extracts from *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden and *Ceratophyllum demersum* L. were tested in vitro to evaluate their potential inhibitory effect on aerophytic cyanobacteria; however, the results were compromised due to methodological issues and unforeseen events during the experiment. The findings from this study highlight the considerable diversity of cyanobacteria found on monuments and emphasize the need

for a polyphasic approach (morphological, ecological, and molecular data) to better delimit and characterize the biofilms affecting historical buildings. To facilitate access to and application of the data generated in this study, a guide for identifying aerophytic cyanobacteria on historical monuments has been developed, aimed at researchers and restorers working in the field of restoration and maintenance of buildings.

KEYWORDS: Aerophytic cyanobacteria, Historical buildings, Taxonomy, Brazilian Northeast, Diversity