



# Estudo, valorização e divulgação da diversidade de líquenes e briófitos no município de Lisboa

**Coordenação científica:** Cristina Branquinho

**Equipa:** Erika Almeida, Filipa Grilo, Juliana Monteiro, Pedro Pinho, Cecília Sérgio, Margarida Santos-Reis

# Índice

<b>1. Introdução</b>	<b>7</b>
1.1. Biodiversidade urbana	7
1.2. Líquenes e briófitos epífitos	8
1.3. Âmbito e objetivos	9
<b>2. Metodologia</b>	<b>10</b>
2.1. Amostragem de campo	10
2.1.1. Seleção das áreas a amostrar	10
2.1.2. Estratégia de amostragem	12
2.2. Seleção e caracterização das variáveis ambientais e antropogénicas	13
2.3. Índices de diversidade e Análise de dados	15
<b>3. Resultados</b>	<b>16</b>
3.1. Caracterização da vegetação epífita	16
3.2. Briófitos	22
3.2.1. Inventariação, abundância e áreas de interesse	22
3.3. Líquenes	28
3.3.1. Inventariação, abundância e áreas de interesse	28
3.4. Caracterização das áreas de amostragem	37
3.5. Influência de variáveis ambientais e antropogénicas nas comunidades de briófitos e líquenes epífitos	44
<b>4. Síntese dos principais resultados e proposta de gestão</b>	<b>52</b>
<b>5. Referências bibliográficas</b>	<b>54</b>
<b>Anexos</b>	<b>56</b>
Anexo A – Listas das espécies observadas e registo de observações	57
Anexo B – Caracterização ambiental das áreas de amostragem	62
Anexo C – Materiais de divulgação científica	74

# Lista de figuras

- Figura 1.** Mapa das áreas de amostragem em cada uma das tipologias de espaços verdes selecionadas para este estudo e nas três zonas do concelho de Lisboa. 11
- Figura 2.** Identificação de líquenes e briófitos epífitos com recurso a uma grelha de amostragem (10 x 50 cm) dividida em 5 quadrados (10 x 10 cm). 13
- Figura 3.** Mapa com representação dos *buffers* de 200, 500 e 1000 m em torno do centróide das áreas selecionadas para amostragem, em cada uma das tipologias de habitats consideradas e nas três zonas da área do concelho de Lisboa. 15
- Figura 4.** Cobertura média (%) de líquenes e briófitos epífitos por área de amostragem (esquerda) e tipologia de espaço verde (direita). AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins. 17
- Figura 5.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de briófitos e líquenes epífitos, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa. 18
- Figura 6.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de líquenes e briófitos epífitos em cada local de amostragem. 19
- Figura 7.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de líquenes e briófitos epífitos por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins. 20
- Figura 8.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de líquenes e briófitos epífitos por zona. 21
- Figura 9.** Percentagem de espécies únicas de briófitos e líquenes epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem. 21
- Figura 10.** Frequência de briófitos epífitos (%) em relação ao número total de áreas amostradas (n = 17); a) *Orthotrichum diaphanum*, b) *Orthotrichum tenellum*. 23
- Figura 11.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de briófitos, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa. Inf – locais onde não foram observados briófitos. 24
- Figura 12.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de briófitos em cada local de amostragem. Apenas estão representados os locais onde foram registados briófitos (n = 14). 25
- Figura 13.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de briófitos por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo

em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins. 26

**Figura 14.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de espécies de briófitos por zona. 27

**Figura 15.** Percentagem de espécies únicas de briófitos epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem. 27

**Figura 16.** Frequência de líquenes epífitos (%) em relação ao número total de áreas amostradas (n = 17); a) *Xanthoria parietina*, b) *Punctelia borreri*, c) *Flavoparmelia caperata*, d) *Bacidia rubella*. 30

**Figura 17.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de líquenes, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa. 32

**Figura 18.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de taxa de líquenes em cada local de amostragem. 33

**Figura 19.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de taxa de líquenes por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins. 34

**Figura 20.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de Simpson) de taxa de líquenes por zona. 35

**Figura 21.** *Lichen Diversity Values* (soma das médias das frequências de líquenes para cada orientação), para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa. 36

**Figura 22.** *Lichen Diversity Values* (soma das médias das frequências de líquenes para cada orientação) para cada local de amostragem. 36

**Figura 23.** Percentagem de espécies únicas de líquenes epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem. 37

**Figura 24.** Mapas dos valores médios da variável 'Índice de urbanização' ajustada aos *buffers* de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centróide das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do concelho de Lisboa. 37

**Figura 25.** Mapas dos valores médios da variável 'NDVI' ajustada aos *buffers* de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centróide das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do concelho de Lisboa. 39

**Figura 26.** Mapas dos valores médios das variáveis 'Infraestrutura verde', 'Urbanização esparsa' e 'Urbanização densa', ajustada aos *buffers* de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centróide das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do

concelho de Lisboa. As variáveis representadas agregam variadas variáveis do Urban Atlas 2018, discriminadas na tabela 2 do relatório. 39

**Figura 27.** Média e desvio padrão das variáveis do Urban Atlas 2018 (em m<sup>2</sup>) para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins). As variáveis representadas agregam variadas variáveis do Urban Atlas 2018, discriminadas na tabela 2 do relatório. 41

**Figura 28.** Média e desvio padrão da variável 'Índice de Urbanização' para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins). 42

**Figura 29.** Média e desvio padrão da variável 'NDVI' para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins). 44

**Figura 30.** Mapas preditivos da riqueza específica de líquenes (a) e briófitos (b) potencial para a cidade de Lisboa.

## Lista de tabelas

**Tabela 1.** Descrição das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de espaços verdes, distribuídas pelas três zonas do concelho de Lisboa consideradas para este estudo. O forófito (árvore que serve de suporte para líquenes e briófitos epífitos) amostrado em cada área também se encontra descrito. Na impossibilidade de amostrar as áreas selecionadas no relatório anterior (Santos-Reis *et al.* 2021), os símbolos †, †† e ††† indicam, respetivamente, que i) o local foi anteriormente amostrado apenas para aves e morcegos, ii) foi selecionado um local com tipologia semelhante na mesma zona da cidade, iii) o local amostrado encontra-se nas imediações do polígono original. [ ] número de árvores amostradas por local. 11

**Tabela 2.** Variáveis ambientais (de tipo ambiental e antropogénico) selecionadas para este estudo. 14

**Tabela 3.** Lista de espécies de briófitos epífitos (musgos e hepáticas) identificados. Estatuto de conservação, de acordo com Sérgio *et al.* (2013): Pouco preocupante (LC). Nomenclatura de musgos de acordo com Ros *et al.* (2013) e nomenclatura de hepáticas de acordo com Ros *et al.* (2007). 22

**Tabela 4.** Lista de taxa de líquenes epífitos identificados na cidade de Lisboa, respetiva família e ordem. Nomenclatura de acordo com Nimis & Martellos (2016). 28

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação (*Spearman*  $\rho$ ) entre as variáveis ambientais e antropogénicas analisadas (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Estr. – Estruturas; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços; IU – Índice de Urbanização) e a riqueza específica (Riq. Esp.), Índice de Simpson (diversidade) e *Lichen Diversity Values* (LDV), para briófitos e líquenes. Os símbolos utilizados na tabela resumem o nível de significância da correlação: \* -  $\rho < 0.05$ ; \*\* -  $\rho < 0.01$ ; \*\*\* -  $\rho < 0.001$ . A variável ambiental 'Unidades de tipo variado' inclui unidades industriais, comerciais, públicas, militares, privadas e de transporte. Sombreado a cinzento-escuro estão representadas as classes 'Urbanização densa', 'Urbanização esparsa' e 'Infraestrutura verde' que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada uma. 46

**Tabela 6.** Coeficientes de correlação (*Spearman*  $\rho$ ) entre as variáveis ambientais analisadas (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Estr. – Estruturas; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços) e a Community Weighted Mean (CWM) das características funcionais relacionadas com a tolerância à perturbação para as espécies de líquenes encontradas. Os símbolos utilizados na tabela resumem o nível de significância da correlação: \* -  $\rho < 0.05$ ; \*\* -  $\rho < 0.01$ ; \*\*\* -  $\rho < 0.001$ . A variável ambiental 'Unidades de tipo variado' inclui unidades industriais, comerciais, públicas, militares, privadas e de transporte. Sombreado a cinzento-escuro estão representadas as classes 'Urbanização densa', 'Urbanização esparsa' e 'Infraestrutura verde' que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada classe. 48

# Diversidade de líquenes e briófitos na Cidade de Lisboa



52 taxa de líquenes

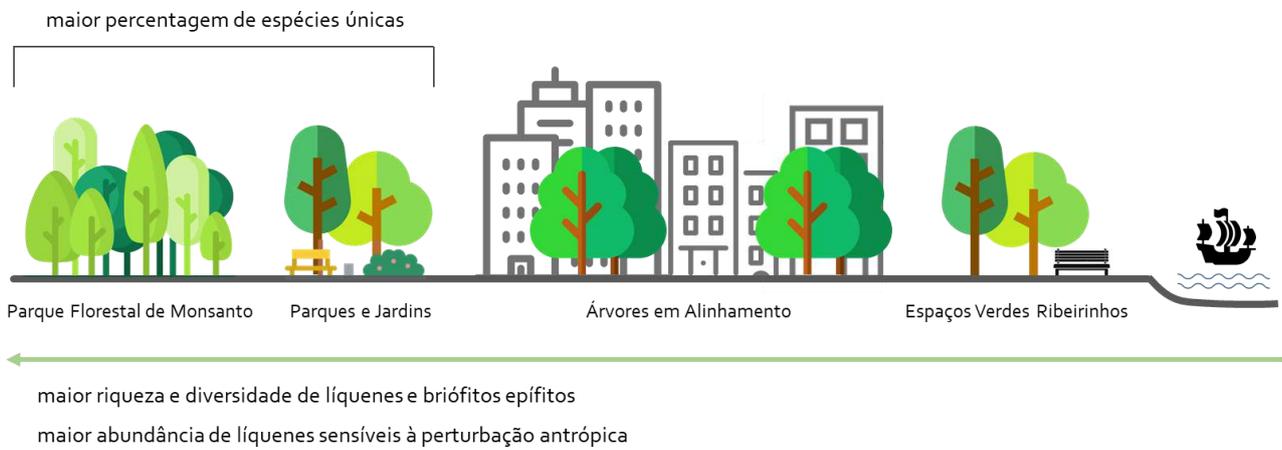
## Qual a sua tolerância à perturbação antrópica?

27 % tolerantes  
56 % moderadamente tolerantes  
17 % pouco tolerantes



15 espécies de briófitos

80 % musgos  
20 % hepáticas



## A influência da cidade nas comunidades de líquenes e briófitos



Biodiversidade de briófitos influenciada por variáveis ambientais e antropogénicas localizadas num raio de 200 e 500 m



Biodiversidade de líquenes influenciada por variáveis ambientais e antropogénicas localizadas num raio de 1000 m

# 1. Introdução

## 1.1. Biodiversidade urbana

Apesar das áreas urbanas ocuparem apenas 3% da superfície global terrestre, de acordo com um relatório das Nações Unidas publicado em 2015, estas áreas continham mais de 54% da população humana, um número que está previsto aumentar para 66% em 2050 (United Nations Department of Economic Social Affairs - Population Division 2015). Assim, e apesar da reduzida área que ocupam, os efeitos das cidades no clima, no consumo de recursos, no aumento da poluição e nas alterações da biodiversidade apresentam uma extensão muito além dos limites das suas áreas (Grimm *et al.* 2008).

De facto, o aumento populacional, bem como a crescente urbanização, têm como consequência um maior consumo de recursos naturais e energia. Esta sobre-exploração de recursos, em conjunto com uma degradação ambiental generalizada e aumento da poluição (do ar, água e solos), podem levar à perda acentuada de biodiversidade em meio urbano (Steffen *et al.* 2015; Pauleit *et al.* 2017), muitas vezes intensificada pelo efeito das alterações climáticas. Para além disso, a crescente globalização e fluxo de bens e pessoas em todo o mundo constituem um importante vetor de propagação de espécies invasoras (Crowl *et al.* 2008). Consequentemente, a biodiversidade de espécies e habitats, assim como os serviços e funções de ecossistema que prestam, encontram-se seriamente ameaçados (Millennium Ecosystem Assessment 2005), o que impõe grandes desafios à sua conservação em ambiente urbano (Grimm *et al.* 2008).

Alguns fatores abióticos associados às cidades, como a densa rede de estradas, elevado ruído e poluição atmosférica e luminosa, desempenham um papel importante na determinação da biodiversidade urbana. De um modo geral, as comunidades biológicas apresentam alterações em termos de riqueza específica (número de espécies de uma região), abundância (quantidade de indivíduos de cada espécie), composição (combinações de espécies que existem em cada local) e equitabilidade (distribuição da abundância de espécies numa comunidade). Em geral, o aumento da urbanização está associado a uma diminuição da diversidade, abundância e riqueza de espécies (Shochat *et al.* 2006). Contudo, é importante ressaltar que existe uma grande variação entre diferentes grupos taxonómicos. A diversidade funcional de espécies (calculada com base em atributos funcionais - características consideradas importantes para a sua função no ecossistema ou para a sua resposta ao ambiente) pode também ser afetada pela urbanização (Munzi *et al.* 2014; Pinho *et al.* 2016).

Não obstante, o mais recente relatório da Convenção sobre a Diversidade Biológica (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2020), assim como os Objetivos para o Desenvolvimento

Sustentável (<https://www.ods.pt/>; ODS 11), adotados em 2015 pelas Nações Unidas, reconhecem a importância das áreas urbanas para reverter a perda de biodiversidade à escala global. A riqueza e valor da natureza nas cidades resulta não só da existência de mosaicos de biótopos, que albergam uma mistura de espécies autóctones e introduzidas, como também dos serviços e funções de ecossistema potencialmente prestados pela biodiversidade urbana, relacionados com a redução da poluição atmosférica, regulação do ciclo hidrológico, sequestro do carbono, regulação do ruído, regulação do escoamento superficial e regulação do efeito de "ilha de calor".

## 1.2. Líquenes e briófitos epífitos

Os líquenes são organismos resultantes de uma associação simbiótica entre um fungo (micobionte) e pelo menos um parceiro fotossintético (fotobionte), que pode ser uma alga verde e/ou cianobactéria. O fungo beneficia desta associação recebendo nutrientes do fotobionte, obtidos através da fotossíntese. Por outro lado, o fotobionte encontra-se envolvido pelo fungo que funciona como a sua estrutura de suporte, e que lhe fornece água e o protege da dessecação, da radiação solar e das temperaturas extremas.

Os briófitos, vulgarmente designados por musgos, são um grupo de plantas essencialmente terrestres, que se caracterizam pela ausência de tecidos condutores de água e nutrientes. Do ponto de vista taxonómico correspondem à divisão Bryophyta, que se divide em três classes: antóceros (Anthoceropsida), hepáticas (Hepaticopsida) e musgos (Bryopsida). Os três grupos têm em comum a alternância de gerações, em que o gametófito - estrutura produtora de gâmetas - constitui a fase dominante e evidente, enquanto o esporófito - estrutura produtora de esporos - é mais pequeno e dependente do gametófito.

Devido às suas características e estratégias de vida, os líquenes e briófitos epífitos (espécies que crescem nos troncos, ramos e bases de árvores) são extremamente dependentes da atmosfera. Uma vez que as suas comunidades são diferencialmente sensíveis a alterações ambientais e compostos poluentes, têm sido usadas como bioindicadores da qualidade do ar e do estado de conservação dos habitats (Pinho *et al.* 2008; Llop *et al.* 2012; Sérgio *et al.* 2016). Para além do desaparecimento das espécies mais sensíveis, a degradação das condições ambientais pode também ter como consequência uma diminuição do seu grau de cobertura, bem como o incremento de espécies resistentes ou nitrófilas.

### 1.3. Âmbito e objetivos

No âmbito do protocolo estabelecido entre a Câmara Municipal de Lisboa e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

1. Monitorização das comunidades de líquenes e briófitos epífitos:
  - Inventariação das comunidades de líquenes e briófitos epífitos num mosaico de ecossistemas urbanos característicos: i) Arvoredo em Alinhamento, ii) Espaços Verdes Ribeirinhos, iii) zonas edificadas e impermeabilizadas de Mosaico Urbano, iv) Parque Florestal de Monsanto, vi) Parques e Jardins;
  - Análise da influência de variáveis ambientais e antropogénicas na riqueza, diversidade e abundância de espécies (heterogeneidade estrutural, presença humana, rede viária, área, entre outros), com especial enfoque na problemática da poluição atmosférica.
2. Divulgação, junto da população geral e escolar, das principais espécies de líquenes e briófitos epífitos que podem ser observadas na cidade de Lisboa:
  - Promoção de uma ação de formação para professores e/ou público em geral, que verse sobre a identificação das principais espécies, de acordo com os resultados obtidos para cada grupo, onde também será abordada importância ecológica destes organismos e o significado da sua presença em termos ambientais, a combinar com o Município de Lisboa.
3. Elaboração de materiais de divulgação científica e sensibilização para o público em geral:
  - O guia simplificado “Os Líquenes e Briófitos de Lisboa”, sobre as principais espécies epífitas observadas na cidade de Lisboa (Anexo C);
  - O desdobrável “Líquenes e Briófitos dos Parques e Jardins” (Anexo C).

## 2. Metodologia

### 2.1. Amostragem de campo

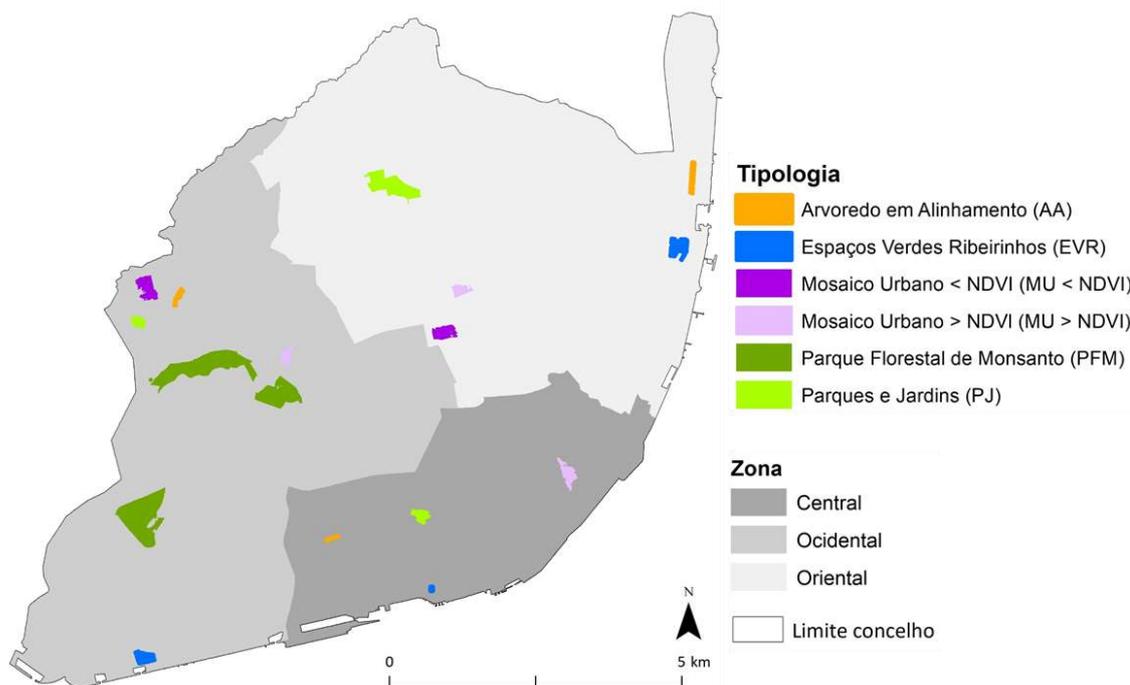
#### 2.1.1. Seleção das áreas a amostrar

No âmbito do presente protocolo, e para efeitos de amostragem, foram selecionadas cinco tipologias de espaços verdes urbanos previamente definidas no relatório “Monitorização da biodiversidade na cidade de Lisboa: a fauna de vertebrados” (Santos-Reis *et al.* 2021): Arvoredo em Alinhamento (AA) (considerando apenas o da via pública), Espaços Verdes Ribeirinhos (EVR), Mosaico Urbano (MU) (correspondente às zonas edificadas e impermeabilizadas com menor - < NDVI - e maior - > NDVI - coberto vegetal), Parque Florestal de Monsanto (PFM) e Parques e Jardins (PJ). Estas tipologias de espaços verdes são consideradas como as mais representativas no concelho de Lisboa e, conseqüentemente, as mais relevantes para a biodiversidade de líquenes e briófitos epífitos que ocorrem nesta cidade. As tipologias Hortas Urbanas e Sapais e Lodaçais não foram consideradas neste estudo, uma vez que não constituem habitats favoráveis à ocorrência dos grupos taxonómicos em análise.

À semelhança do relatório anterior, e de forma a garantir uma distribuição espacial equilibrada dos locais a amostrar, consideraram-se três zonas do concelho de Lisboa: central, ocidental e oriental. Em cada uma das tipologias de espaços verdes consideradas para análise, foi selecionada uma área de amostragem por zona, considerando primariamente áreas já amostradas para outros grupos taxonómicos (anfíbios e répteis, aves, morcegos e mamíferos não voadores). Exceções incluem: i) o Parque Florestal de Monsanto, que ocupa maioritariamente a zona ocidental, e ii) o Mosaico Urbano, com menor coberto vegetal, onde não foi possível definir um local na zona central. Adicionalmente, e na impossibilidade de efetuar amostragens nos Jardins da Fundação Calouste Gulbenkian (não obtenção de autorização para o efeito), foram feitas amostragens na sua alternativa, o Parque Silva Porto, amostrado anteriormente apenas para aves e morcegos. Uma vez identificadas as áreas de amostragem, foi feita a seleção final dos locais a amostrar, num total de 17 (Figura 1, Tabela 1).

**Tabela 1.** Descrição das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de espaços verdes, distribuídas pelas três zonas do concelho de Lisboa consideradas para este estudo. O forófito (árvore que serve de suporte para líquenes e briófitos epífitos) amostrado em cada área também se encontra descrito. Na impossibilidade de amostrar as áreas selecionadas no relatório anterior (Santos-Reis *et al.* 2021), os símbolos †, †† e ††† indicam, respetivamente, que i) o local foi anteriormente amostrado apenas para aves e morcegos, ii) foi selecionado um local com tipologia semelhante na mesma zona da cidade, iii) o local amostrado encontra-se nas imediações do polígono original. [ ] número de árvores amostradas por local.

Tipologia	Zona	Área amostrada	Forófito
Arvoredo em Alinhamento (AA)	central	Rua Saraiva de Carvalho †††	Pereira-de-jardim ( <i>Pyrus calleryana</i> var. <i>Chanticleer</i> ) [3]
	ocidental	Avenida do Uruguai	Tília ( <i>Tilia</i> sp.) [3]
	oriental	Alameda dos Oceanos	Carvalho-pubescente ( <i>Quercus pubescens</i> Willd.) [3]
Espaços Verdes Ribeirinhos (EVR)	central	Jardim D. Luís ††	Jacarandá ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don) [3]
	ocidental	Jardim Vasco da Gama	Jacarandá ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don) [2]
	oriental	Jardim do Cabeço das Rolas	Jacarandá ( <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don) [1]
Mosaico Urbano, com menor coberto vegetal (MU, < NDVI)	ocidental	Rua Augusto Costa †††	Acácia-do-Japão ( <i>Styphnolobium japonicum</i> (L.) Schott) [3]
	oriental	Rua Alfredo Cortês	Carvalho-cerquinho ( <i>Quercus faginea</i> Lam.) [3]
Mosaico Urbano, com maior coberto vegetal (MU, > NDVI)	central	Avenida Afonso III	Árvore-das-trombetas ( <i>Catalpa bignonioides</i> Walter) [3]
	ocidental	Rua São Domingos de Benfica †††	Tipuana ( <i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze) [3]
	oriental	Avenida da Igreja	Tília ( <i>Tilia</i> sp.) [3]
Parque Florestal de Monsanto (PFM)	ocidental	Mata de São Domingos de Benfica	Freixo ( <i>Fraxinus</i> sp.) [3]
	ocidental	Montes Claros	Carvalho-alvarinho ( <i>Quercus robur</i> L.) [3]
	ocidental	Parque Recreativo do Calhau	Azinhreira ( <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ilex</i> L.) [3]
Parques e Jardins (PJ)	central	Jardim Botânico da Faculdade de Ciências da Universidade Lisboa	por identificar [2]
	ocidental	Parque Silva Porto †	Freixo ( <i>Fraxinus</i> sp.) [3]
	oriental	Parque da Quinta das Conchas e dos Lilases	Freixo ( <i>Fraxinus</i> sp.) [3]



**Figura 1.** Mapa das áreas de amostragem em cada uma das tipologias de espaços verdes selecionadas para este estudo e nas três zonas do concelho de Lisboa.

### 2.1.2. Estratégia de amostragem

A amostragem de líquenes e briófitos foi realizada durante os meses de maio, junho e julho de 2021, após uma fase inicial de prospeção dos locais selecionados. Em cada área de amostragem foram selecionadas, no máximo, 3 árvores, tendo em conta critérios de adequabilidade do forófito (árvore que serve de suporte para líquenes e briófitos epífitos), como a rugosidade do ritidoma, inclinação ( $< 10^\circ$ ) e diâmetro ( $50 \text{ cm} < \varnothing < 150 \text{ cm}$ ). Em cada árvore foi colocada uma grelha vertical ( $10 \times 50 \text{ cm}$ ), dividida em 5 quadrados de  $10 \text{ cm}$ , a uma altura de  $150 \text{ cm}$  do solo, onde se registaram todas as espécies observadas dentro de cada quadrado, bem como a sua frequência e abundância (Figura 2). Este procedimento foi repetido nas quatro orientações principais da árvore (Norte, Sul, Este e Oeste).



**Figura 2.** Identificação de líquenes e briófitos epífitos com recurso a uma grelha de amostragem (10 x 50 cm) dividida em 5 quadrados (10 x 10 cm).

A metodologia de amostragem descrita teve por base o protocolo definido por Asta *et al.* (2002), amplamente usado em estudos e ações de monitorização da biodiversidade e da qualidade atmosférica (por exemplo, Pinho *et al.* 2012; Giordani & Brunialti 2015; Sérgio *et al.* 2016). A importância deste método está também relacionada com a sua utilização na norma europeia para avaliação da qualidade do ar com base na biodiversidade de líquenes epífitos - *Comité Européen de Normalisation (CEN) framework (Ambient air – Biomonitoring with lichens – Assessing epiphytic lichen diversity (EN 16413 2014).*

## 2.2. Seleção e caracterização das variáveis ambientais e antropogénicas

Com o intuito de compreender os fatores que contribuem para a biodiversidade de líquenes e briófitos no concelho de Lisboa, analisaram-se cinco variáveis ambientais e antropogénicas com potencial influência na composição e estrutura das comunidades dos *taxa* em estudo: ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’, ‘Infraestrutura verde’, ‘Índice de Urbanização’ e ‘NDVI’ (tabela 2). As variáveis ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’, representam a soma de várias sub-classes do Urban Atlas 2018 (tabela 2). A variável ‘NDVI’ (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), é muitas vezes usada como um substituto da densidade e cobertura da vegetação, enquanto que a variável ‘Índice de Urbanização’, é frequentemente usada como um substituto da densidade do tecido urbano. Ambas as variáveis foram calculadas para a imagem de satélite que engloba a cidade de Lisboa, a partir de imagens multiespectrais Sentinel-2A Nível-1C da Agência

Espacial Europeia, sendo em seguida atmosféricamente corrigida. O ‘NDVI’ foi posteriormente calculado usando a seguinte equação:

$$NDVI = \frac{\rho NIR - \rho Red}{\rho NIR + \rho Red}$$

onde  $\rho NIR$  e  $\rho Red$  correspondem às reflexões nas bandas infravermelho próximo e vermelho, respetivamente.

O ‘Índice de Urbanização’ foi calculado usando a seguinte equação:

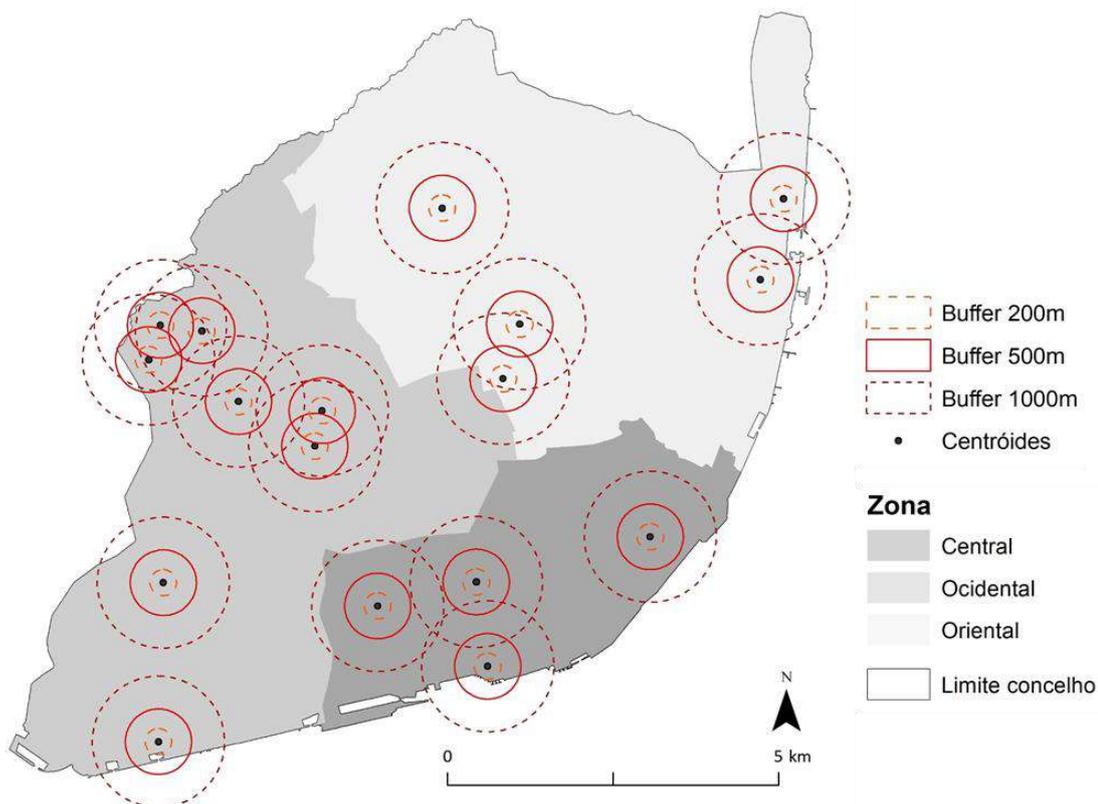
$$\text{Índice de urbanização} = \frac{\rho SWIR2 - \rho NIR}{\rho SWIR2 + \rho NIR}$$

onde  $\rho SWIR2$  corresponde à segunda banda do infravermelho de onde curta e o  $\rho NIR$  corresponde às reflexões nas bandas infravermelho próximo, respetivamente.

**Tabela 2.** Variáveis ambientais (de tipo ambiental e antropogénico) selecionadas para este estudo.

<i>Tipo</i>	<i>Classe</i>	<i>Sub-classe</i>	<i>Unidade de medida/ resolução</i>	<i>Origem</i>	<i>Fonte</i>
<i>Ambiental</i>	Infraestrutura verde	Espaços verdes; Florestas	m	Urban Atlas 2018	Copernicus Programme/ESA
	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)		10 m	Agência Espacial Europeia	Copernicus Programme/ESA
<i>Antropogénica</i>	Urbanização densa	Tecido urbano muito denso, denso e mediamente denso; Unidades industriais, comerciais, públicas, militares, privadas e de transporte; Vias rápidas; Outras vias; Ferrovias; Aeroportos; Estruturas isoladas; Locais de despejo; Áreas portuárias	m	Urban Atlas 2018	Copernicus Programme/ESA
	Urbanização esparsa	Tecido urbano pouco e muito pouco densas	m	Urban Atlas 2018	Copernicus Programme/ESA
	Índice de urbanização		10 m	Agência Espacial Europeia	Copernicus Programme/ESA

Após a seleção e análise das variáveis de interesse foi produzida uma cartografia georreferenciada considerando o centroide de cada uma das áreas selecionadas e três *buffers* (200, 500 e 1000 m) em torno do mesmo para o cálculo das variáveis consideradas (Figura 3). Estas distâncias foram escolhidas de modo a compreender se os *taxa* analisados são influenciados pelas variáveis analisadas a nível local e/ou a maiores distâncias.



**Figura 3.** Mapa com representação dos *buffers* de 200, 500 e 1000 m em torno do centróide das áreas seleccionadas para amostragem, em cada uma das tipologias de habitats consideradas e nas três zonas da área do concelho de Lisboa.

### 2.3. Índices de diversidade e Análise de dados

Para cada local de amostragem, tipologia de espaço verde e zona da cidade, foram calculados o número de espécies/*taxa* de líquenes e briófitos (riqueza específica) e a sua diversidade específica (Índice de diversidade de *Simpson*,  $D = \sum_{i=1}^S pi^2$ , onde  $S$  é o número total de espécies e  $pi$  é a abundância relativa de cada espécie na comunidade). Em cada local de amostragem foi também calculado o *Lichen Diversity Value* (LDV; soma das médias das frequências de líquenes para cada orientação), comumente usado como indicador de qualidade ambiental (Asta *et al.* 2002). Foram ainda contabilizadas as espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem - espécies únicas - de briófitos e líquenes epífitos, na cidade de Lisboa.

As espécies de líquenes encontradas foram classificadas em três classes de acordo com as suas características funcionais relacionadas com a tolerância à perturbação humana - poleotolerância: espécie que tolera ambientes muito perturbados; espécie que tolera ambientes moderadamente perturbados; espécie que tolera ambientes pouco perturbados (Rocha *et al.* 2019). Esta informação foi utilizada para o cálculo da *Community Weighted Mean* (CWM) da poleotolerância das espécies de

líquenes encontradas de forma a obter a percentagem de cobertura dos líquenes mais tolerantes e menos tolerantes por local amostrado.

Para avaliar as possíveis relações entre área/valor das variáveis ambientais em cada um dos buffers considerado e a riqueza específica e diversidade de líquenes e briófitos e *Lichen Diversity Values* e poleotolerância de líquenes, foram realizadas correlações não paramétricas (*Spearman*), considerando como correlações estatisticamente significativas as que apresentaram *p-values* inferiores a 0.05. Foram também realizadas correlação não paramétricas entre *Community Weighted Mean (CWM)* das características funcionais relacionadas com a tolerância à perturbação para as espécies de líquenes encontradas e as várias variáveis ambientais analisadas.

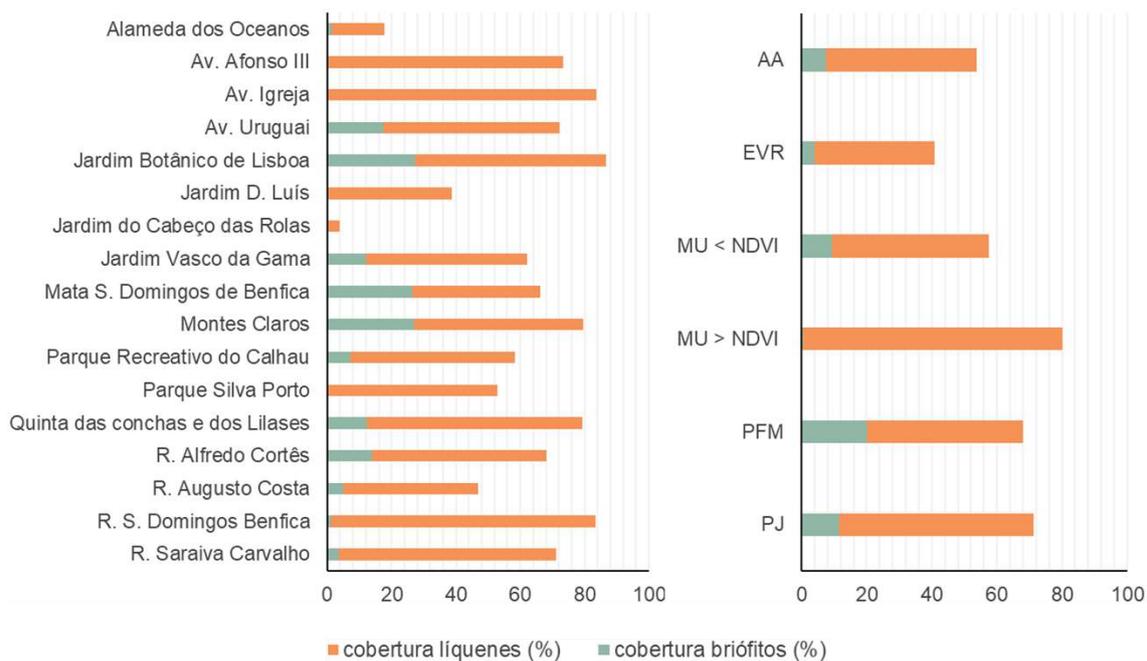
Por fim, de modo a obter modelos preditivos da riqueza específica de briófitos e líquenes para a cidade de Lisboa, foram realizados modelos lineares generalizados com diferentes combinações das variáveis que mostraram uma relação significativa com a riqueza específica destes *taxa*. O melhor modelo para a riqueza específica potencial de cada *taxa* foi projetado para a área total da cidade de Lisboa.

### 3. Resultados

#### 3.1. Caracterização da vegetação epífita

De um modo geral, a cobertura de líquenes epífitos é superior à cobertura de briófitos, como se pode observar nos gráficos da figura 4. A maior diferença foi registada em locais de amostragem situados em zonas de Mosaico Urbano, com maior coberto vegetal, nomeadamente na Rua São Domingos de Benfica, Avenida da Igreja e Avenida Afonso III, cujo valor médio de cobertura de líquenes é 79.6%, ao passo que o valor médio da cobertura de briófitos é inferior a 1%.

Áreas amostradas em locais classificados como Espaços Verdes Ribeirinhos são as que apresentam valores mais baixos de cobertura de líquenes ( $\bar{x} = 36.8\%$ ), onde também foram registados, em média, valores muito baixos de cobertura de briófitos (aproximadamente 4.0%). Em geral, a cobertura de briófitos epífitos é superior em áreas classificadas como Parques e Jardins ( $\bar{x} = 11.5\%$ ) e Parque Florestal de Monsanto ( $\bar{x} = 20.2\%$ ).

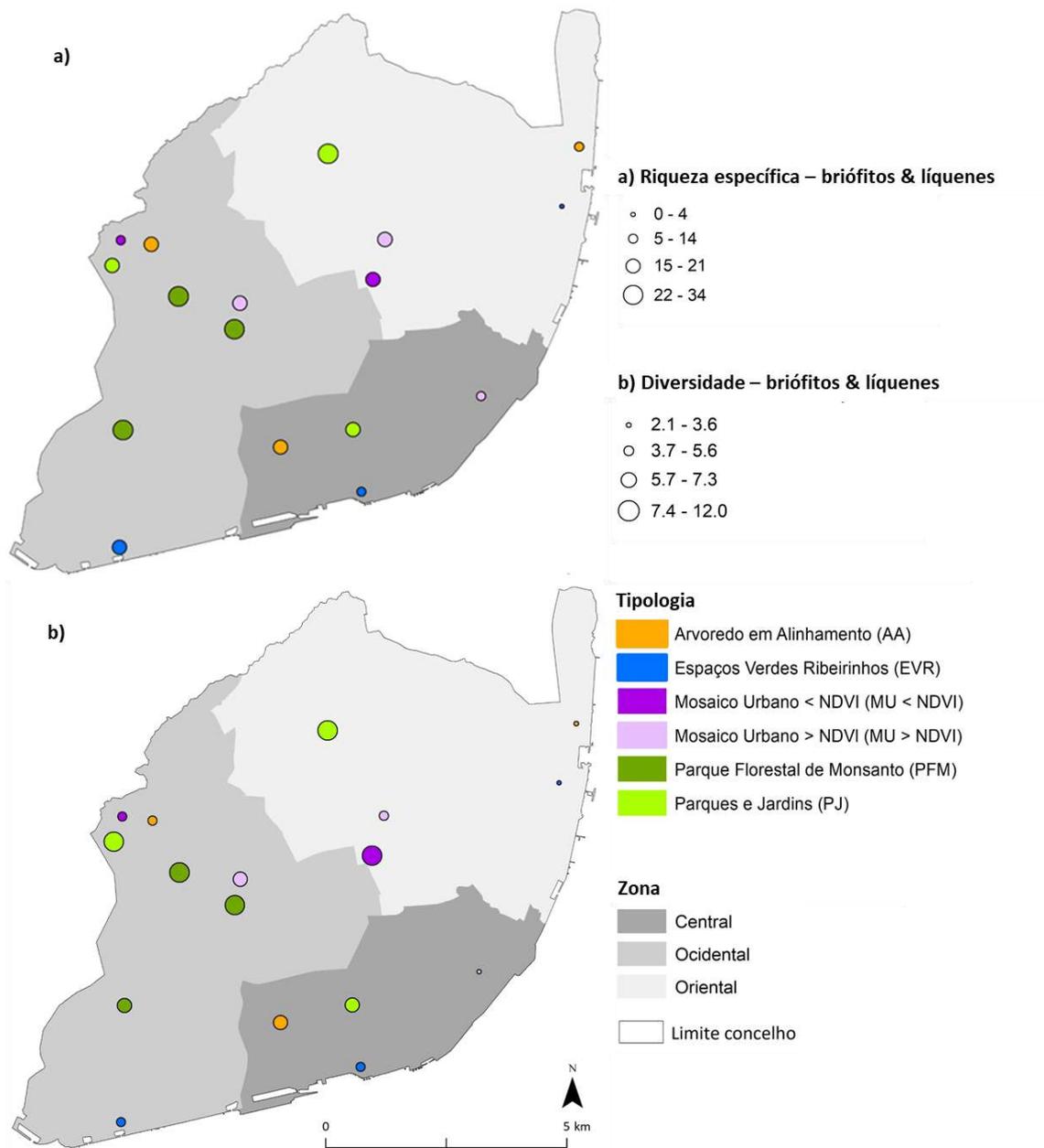


**Figura 4.** Cobertura média (%) de líquenes e briófitos epífitos por área de amostragem (esquerda) e tipologia de espaço verde (direita). AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins.

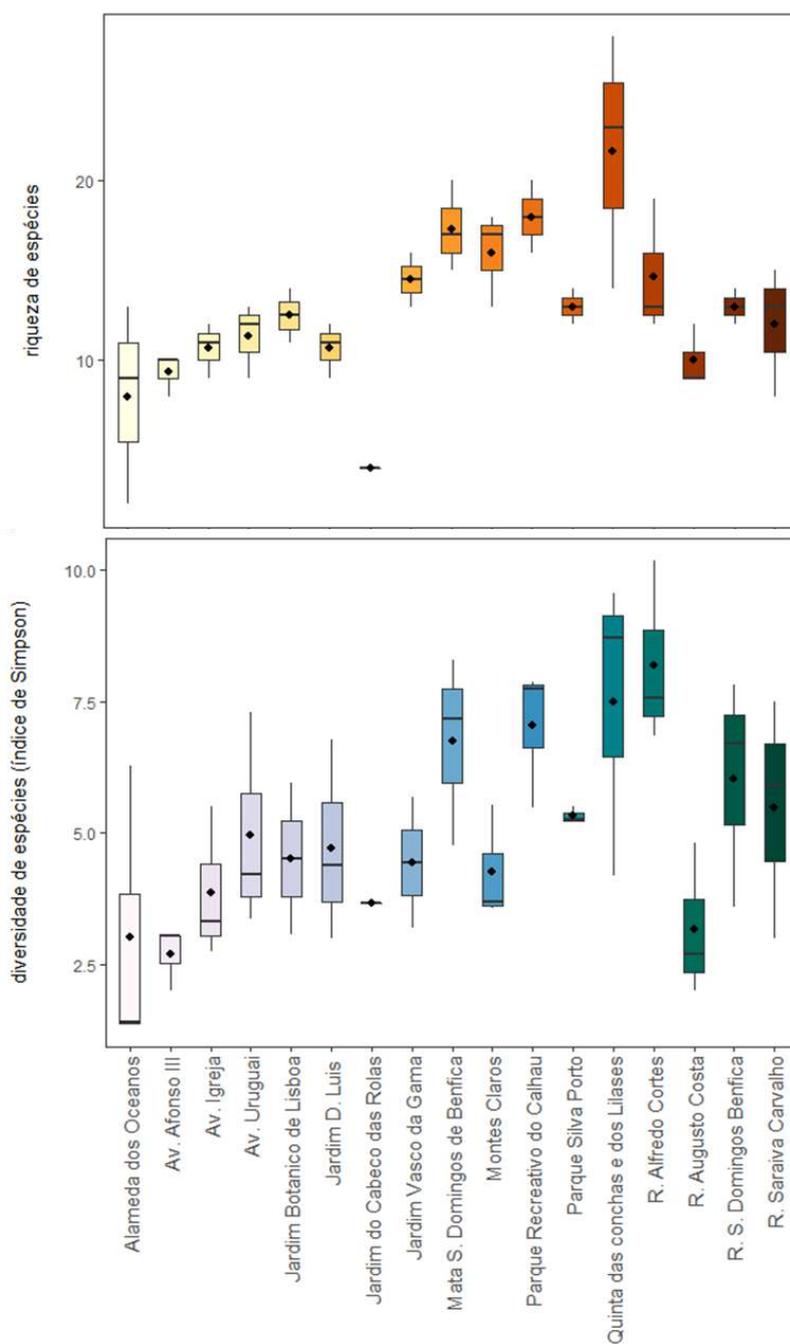
Os locais de amostragem Parque da Quinta das Conchas e dos Lilases, Parque Recreativo do Calhau e Mata de São Domingos de Benfica são os que apresentam, em média, valores mais elevados de riqueza ( $\bar{x} = 21.7$ ,  $\bar{x} = 18.0$ ,  $\bar{x} = 17.3$ , respetivamente) e diversidade de espécies epífitas ( $\bar{x} = 7.48$ ,  $\bar{x} = 7.03$ ,  $\bar{x} = 6.74$ , respetivamente), como se pode observar nos mapas da figura 5 e nos gráficos da figura 6. Não obstante, o valor médio de diversidade mais elevado foi observado no local de amostragem Rua Alfredo Cortês ( $\bar{x} = 8.19$ ). Em média, os valores mais baixos de riqueza e diversidade foram observados no Jardim do Cabeço das Rolas ( $\bar{x} = 4.0$ ) e na Avenida Afonso III ( $\bar{x} = 2.70$ ), respetivamente.

No que diz respeito à tipologia de espaços verdes, registaram-se, em média, valores mais elevados de riqueza e diversidade de espécies no Parque Florestal de Monsanto ( $\bar{x} = 17.1$  e  $\bar{x} = 6.01$ , respetivamente) e em áreas classificadas Parque e Jardins ( $\bar{x} = 16.1$  e  $\bar{x} = 5.93$ , respetivamente) (figuras 5 e 7). Arvoredo em alinhamento e Espaços verdes ribeirinhos apresentam, em média, valores mais baixos de riqueza ( $\bar{x} = 10.4$  e  $\bar{x} = 10.8$ , respetivamente) e diversidade ( $\bar{x} = 4.49$  e  $\bar{x} = 4.45$ , respetivamente).

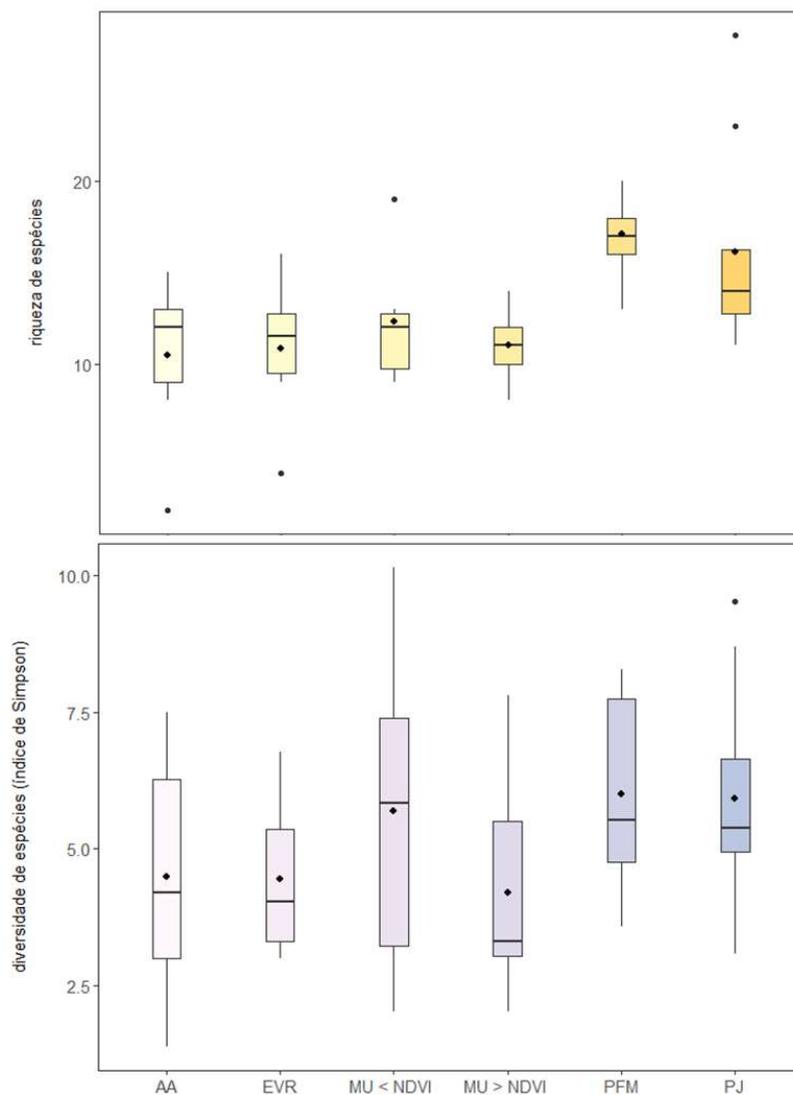
Tendo em conta a zona da cidade, registaram-se valores mais elevados de riqueza de espécies na zona Ocidental ( $\bar{x} = 14.3$ ), ao passo que, em média, os valores mais elevados de diversidade foram observados na zona Oriental ( $\bar{x} = 5.49$ ) (figuras 5 e 8).



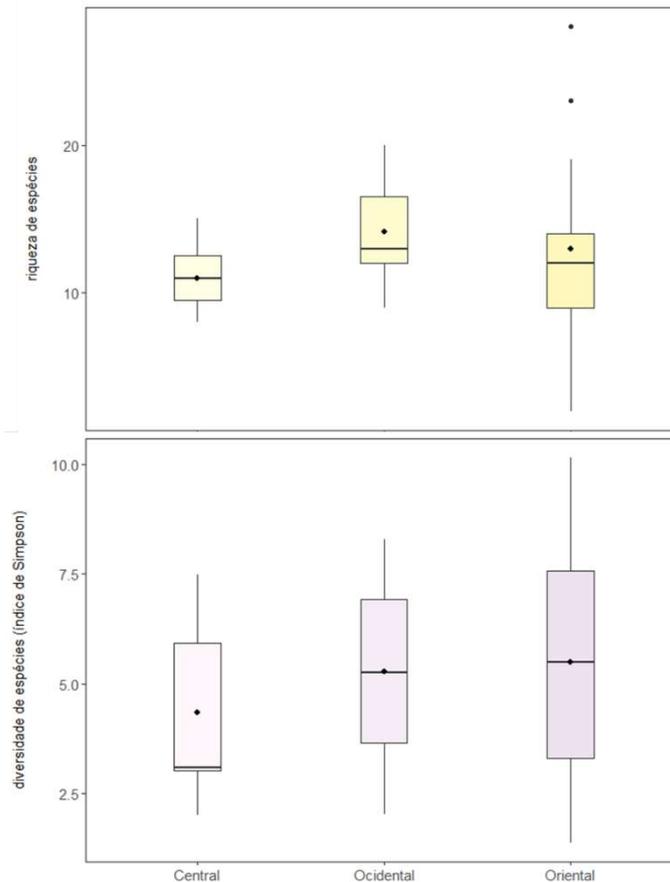
**Figura 5.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de briófitos e líquenes epífitos, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa.



**Figura 6.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de líquenes e briófitos epífitos em cada local de amostragem.



**Figura 7.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de líquenes e briófitos epífitos por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins.



**Figura 8.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de líquenes e briófitos epífitos por zona.

Relativamente aos locais com uma maior percentagem de espécies únicas (exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem), o Jardim Botânico de Lisboa (23%), os Montes Claros (21%) e a Mata de São Domingos de Benfica (16%) foram os locais que mais se destacaram (figura 9).



**Figura 9.** Percentagem de espécies únicas de briófitos e líquenes epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem.

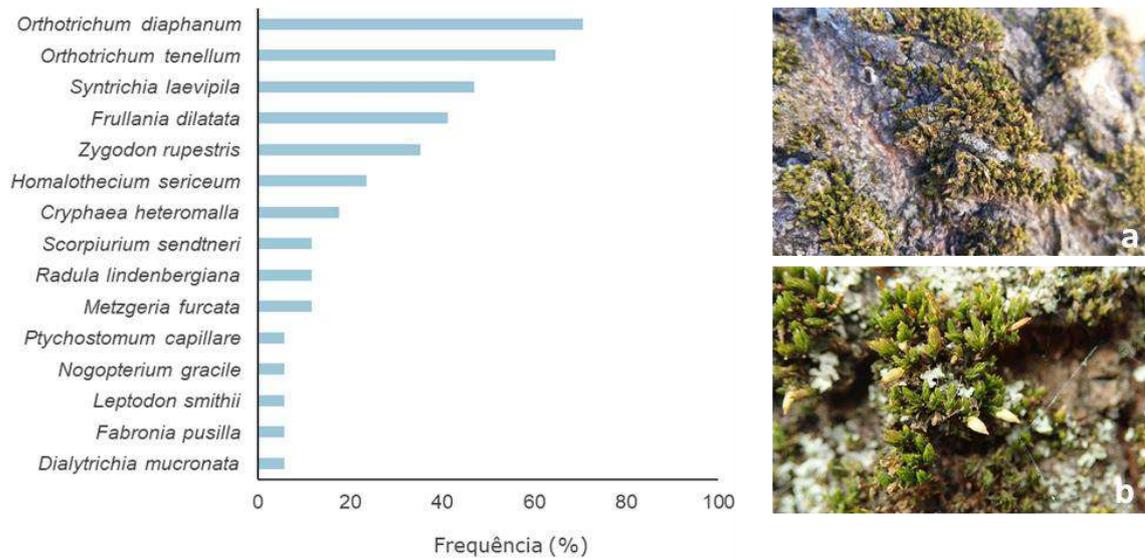
## 3.2. Briófitos

### 3.2.1. Inventariação, abundância e áreas de interesse

No total, foram observadas 15 espécies de briófitos (12 musgos e 3 hepáticas), pertencentes a 11 Famílias e 14 Géneros (tabela 3), classificadas com um estatuto de conservação “Pouco Preocupante” (LC; Sérgio *et al.* 2013). A espécie mais frequente, presente em 12 dos locais amostrados, é o musgo *Orthotrichum diaphanum*, seguida dos musgos *Orthotrichum tenellum* e *Syntrichia laevipila*, presentes em 11 e 8 locais, respetivamente (figura 10). Por outro lado, cinco destas espécies foram observadas em apenas um local de amostragem, nomeadamente os musgos *Leptodon smithii*, *Nogopterium gracile*, *Ptychostomum capillare*, *Fabronia pusilla* e *Dialytrichia mucronata*.

**Tabela 3.** Lista de espécies de briófitos epífitos (musgos e hepáticas) identificados. Estatuto de conservação, de acordo com Sérgio *et al.* (2013): Pouco preocupante (LC). Nomenclatura de musgos de acordo com Ros *et al.* (2013) e nomenclatura de hepáticas de acordo com Ros *et al.* (2007).

<i>Espécie</i>	<i>Família</i>	<i>Grupo</i>	<i>Estatuto de conservação</i>
<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) D. Mohr	Cryphaeaceae	musgo	LC
<i>Dialytrichia mucronata</i> (Brid.) Broth.	Pottiaceae	musgo	LC
<i>Fabronia pusilla</i> Raddi	Fabroniaceae	musgo	LC
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	Jubulaceae	hepática	LC
<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	Brachytheciaceae	musgo	LC
<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	Leptodontaceae	musgo	LC
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort	Metzgeriaceae	hepática	LC
<i>Nogopterium gracile</i> (Hedw.) Crosby & W.R. Buck	Leucodontaceae	musgo	LC
<i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.	Orthotrichaceae	musgo	LC
<i>Orthotrichum tenellum</i> Bruch ex Brid.	Orthotrichaceae	musgo	LC
<i>Ptychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen	Bryaceae	musgo	LC
<i>Radula lindenbergiana</i> Gottsche ex C. Hartm.	Radulacea	hepática	LC
<i>Scorpiurium sendtneri</i> (Schimp.) M. Fleisch.	Brachytheciaceae	musgo	LC
<i>Syntrichia laevipila</i> Brid.	Pottiaceae	musgo	LC
<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	Orthotrichaceae	musgo	LC

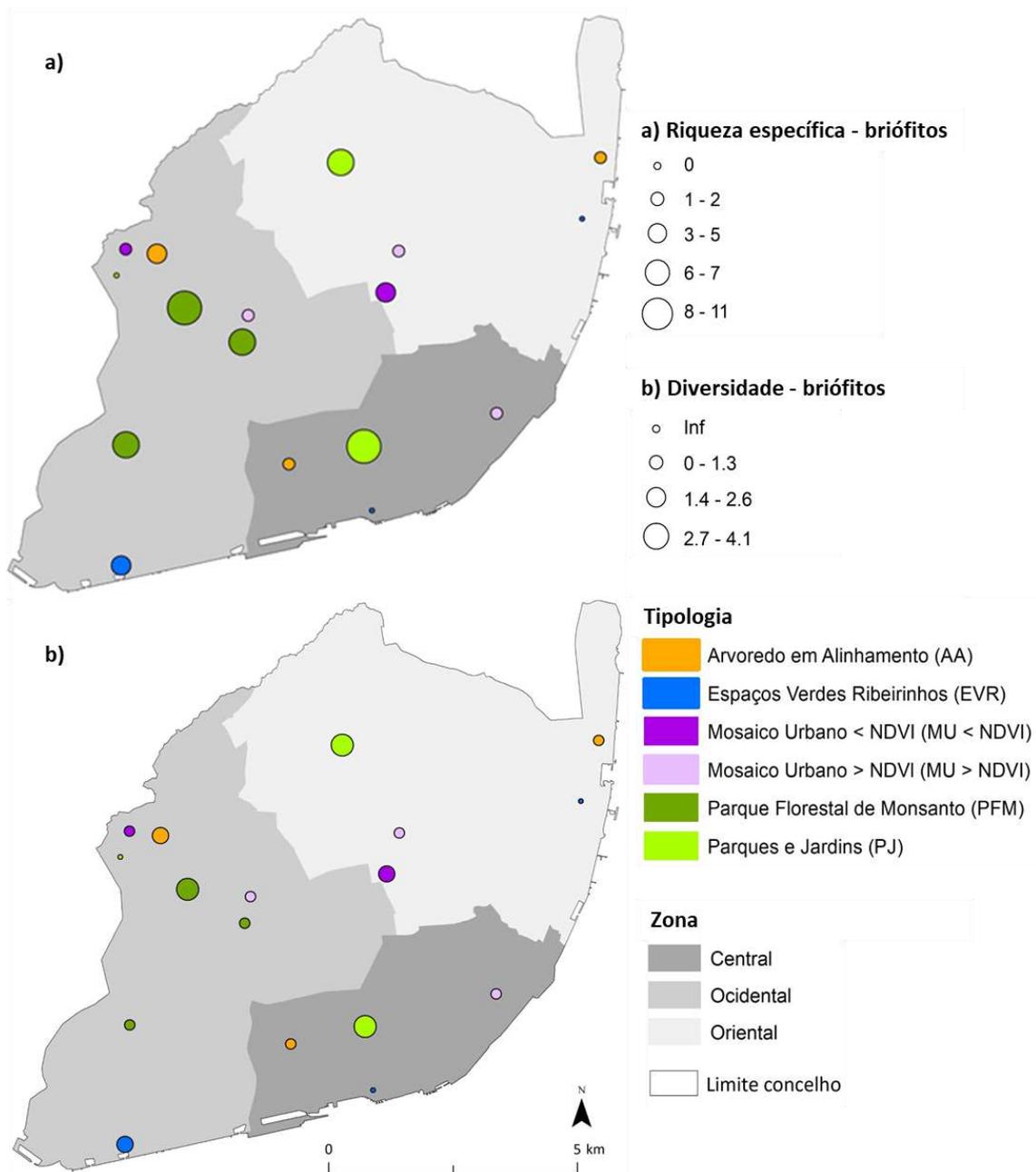


**Figura 10.** Frequência de briófitos epífitos (%) em relação ao número total de áreas amostradas (n = 17); a) *Orthotrichum diaphanum*, b) *Orthotrichum tenellum*.

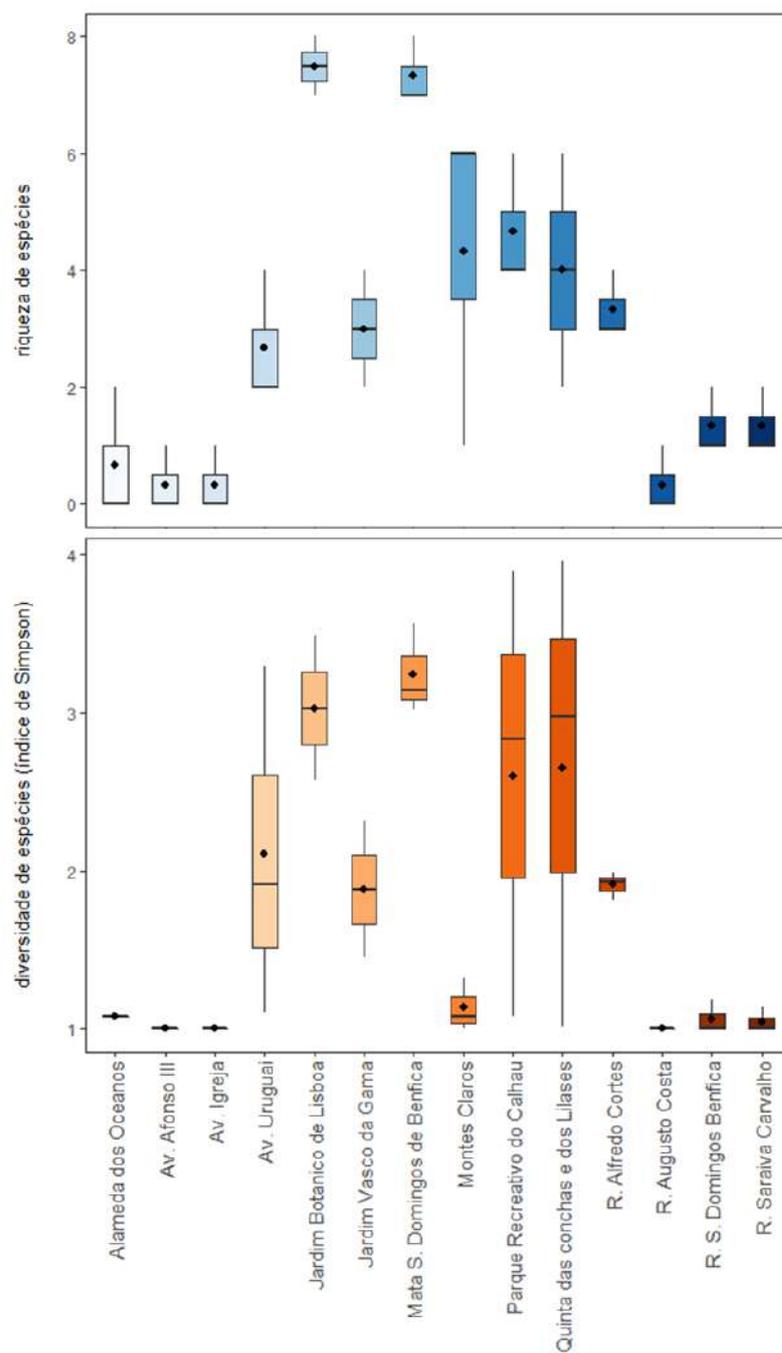
Os locais de amostragem Jardim Botânico e Mata de São Domingos de Benfica são os que apresentam, em média, valores mais elevados de riqueza ( $\bar{x} = 7.50$  e  $\bar{x} = 7.33$ , respetivamente) e diversidade de espécies ( $\bar{x} = 3.03$  e  $\bar{x} = 3.24$ , respetivamente), como se pode observar nos mapas da figura 11 e nos gráficos da figura 12. Não foram observados briófitos epífitos nas seguintes localizações: Jardim D. Luís (zona central), Jardim do Cabeço das Rolas (zona oriental) e Parque Silva Porto (zona ocidental).

Em termos de tipologia de espaços verdes, foram registados valores mais elevados de riqueza e diversidade de espécies no Parque Florestal de Monsanto ( $\bar{x} = 5.44$  e  $\bar{x} = 2.33$ , respetivamente) e em áreas classificadas como Parques e Jardins ( $\bar{x} = 3.38$  e  $\bar{x} = 2.80$ , respetivamente) (figuras 11 e 13). Espaços verdes ribeirinhos e zonas de Mosaico Urbano, com maior coberto vegetal, apresentam, em média, valores mais baixos de riqueza ( $\bar{x} = 1.0$  e  $\bar{x} = 0.67$ , respetivamente) e diversidade específica ( $\bar{x} = 1.88$  e  $\bar{x} = 1.04$ , respetivamente).

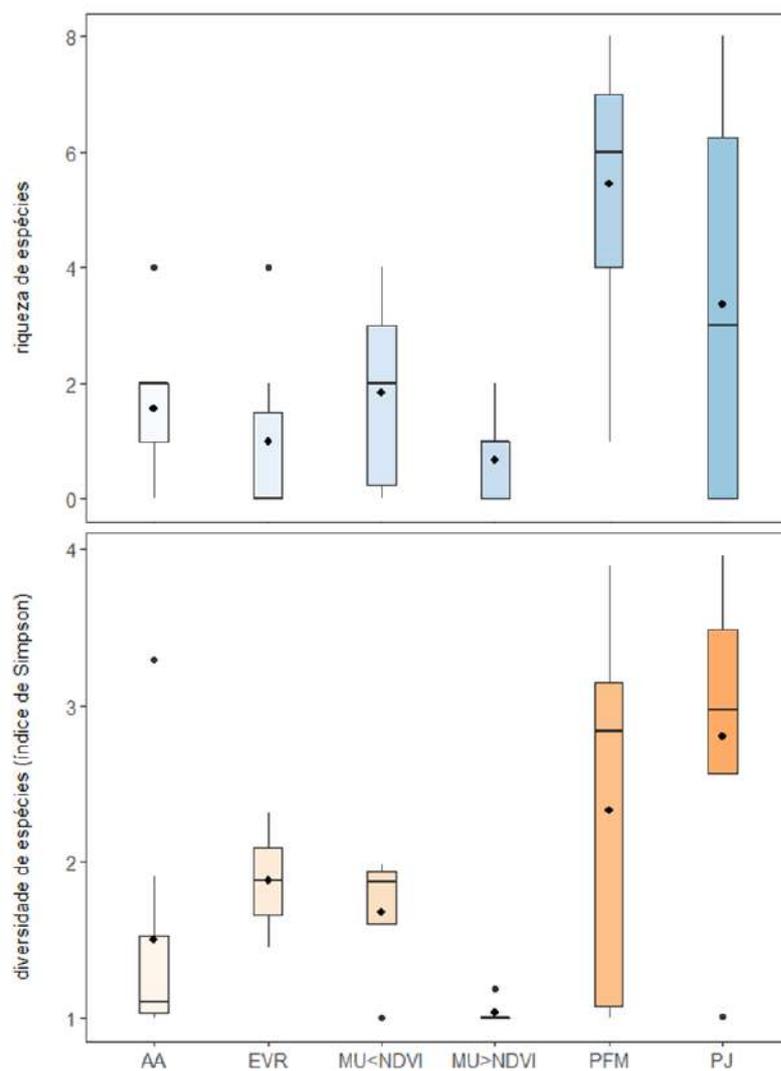
No que diz respeito à zona da cidade, registaram-se valores mais elevados de riqueza e diversidade de espécies nas zonas ocidental ( $\bar{x} = 2.96$  e  $\bar{x} = 1.96$ , respetivamente) e oriental ( $\bar{x} = 1.92$  e  $\bar{x} = 1.97$ , respetivamente) (figura 11 e 14). Os dois *outliers* observados no gráfico da figura 14, relativos à riqueza de espécies na zona central, correspondem a pontos de amostragem realizados no Jardim Botânico.



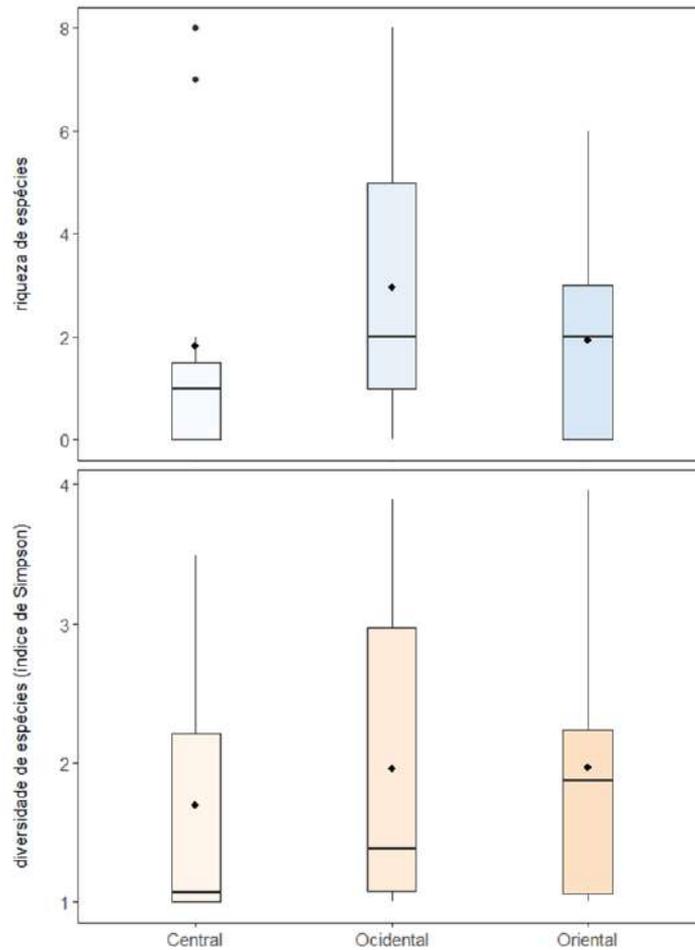
**Figura 11.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de briófitos, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa. Inf – locais onde não foram observados briófitos.



**Figura 12.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de briófitos em cada local de amostragem. Apenas estão representados os locais onde foram registados briófitos (n = 14).



**Figura 13.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de briófitos por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins.



**Figura 14.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de espécies de briófitos por zona.

Relativamente aos locais com uma maior percentagem de espécies únicas de briófitos (exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem), o Jardim Botânico de Lisboa destaca-se de todos os outros locais de amostragem por apresentar 60% das espécies únicas (figura 15).



**Figura 15.** Percentagem de espécies únicas de briófitos epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem.

### 3.3. Líquenes

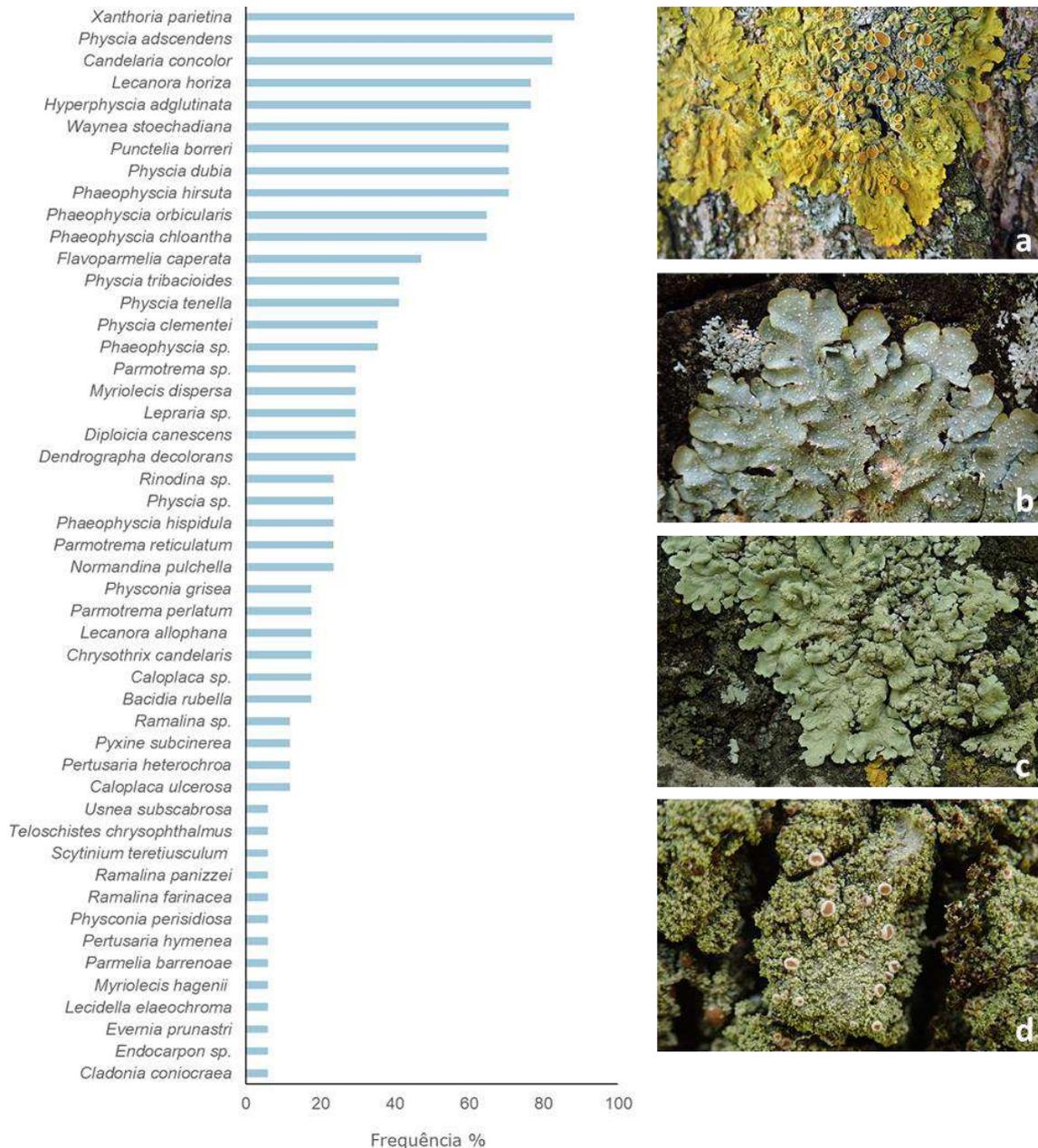
#### 3.3.1. Inventariação, abundância e áreas de interesse

Foram identificados 52 taxa de líquenes epífitos, pertencentes a 19 Famílias e 32 Géneros (Tabela 4). A espécie mais frequente, presente em 15 dos locais amostrados, é o líquene foliáceo *Xanthoria parietina*, seguida dos líquenes *Physcia adscendens* e *Candelaria concolor*, registados em 14 locais (figura 16). Algumas espécies, como os líquenes fruticulosos *Usnea subscabrosa* e *Ramalina farinacea*, foram observadas em apenas um local de amostragem.

**Tabela 4.** Lista de taxa de líquenes epífitos identificados na cidade de Lisboa, respetiva família e ordem. Nomenclatura de acordo com Nimis & Martellos (2016).

<i>Taxa</i>	<i>Família</i>	<i>Ordem</i>
<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Caloplaca</i> sp.	Caloplacoideae	Teloschistales
<i>Caloplaca ulcerosa</i> Coppins & P. James	Caloplacoideae	Teloschistales
<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	Candelariaceae	Candelariales
<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J.R. Laundon	Chrysothricaceae	Arthoniales
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	Cladoniaceae	Lecanorales
<i>Dendrographa decolorans</i> (Sm.) Ertz & Tehler	Roccellaceae	Arthoniales
<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal.	Caliciaceae	Caliciales
<i>Endocarpum</i> sp.	Verrucariaceae	Verrucariales
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	Physciaceae	Caliciales
<i>Lecanora albella</i> (Pers.) Ach.	Lecanoraceae	Lecanorales
<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	Lecanoraceae	Lecanorales
<i>Lecanora horiza</i> (Ach.) Linds.	Lecanoraceae	Lecanorales
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	Lecideaceae	Lecideales
<i>Lepraria</i> sp.	Stereocaulaceae	Lecanorales
<i>Myriolecis dispersa</i> (Pers.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	Lecanoraceae	Lecanorales
<i>Myriolecis hagenii</i> (Ach.) Šliwa, Zhao Xin & Lumbsch	Lecanoraceae	Lecanorales
<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	Verrucariaceae	Verrucariales

<i>Parmelia barrenoae</i> Divakar, M.C. Molina & A. Crespo	Pannariaceae	Peltigerales
<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Parmotrema</i> sp.	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Pertusaria heterochroa</i> (Müll. Arg.) Erichsen	Pertusariaceae	Pertusariales
<i>Pertusaria hymenea</i> (Ach.) Schaer.	Pertusariaceae	Pertusariales
<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) Essl.	Physciaceae	Caliciales
<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl.	Physciaceae	Caliciales
<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	Physciaceae	Caliciales
<i>Phaeophyscia</i> sp.	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lynge	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia</i> sp.	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	Physciaceae	Caliciales
<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	Physciaceae	Caliciales
<i>Physciella chloantha</i> (Ach.) Essl.	Physciaceae	Caliciales
<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	Physciaceae	Caliciales
<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	Physciaceae	Caliciales
<i>Punctelia borrieri</i> (Sm.) Krog	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Pyxine subcinerea</i> Stirt.	Caliciaceae	Caliciales
<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Ramalina fastigiata</i> (Pers.) Ach.	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Ramalina lacera</i> (With.) J.R. Laundon	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Ramalina panizzei</i> De Not.	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Ramalina</i> sp.	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Rinodina</i> sp.	Caliciaceae	Caliciales
<i>Scytinium teretiusculum</i> (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	Collemataceae	Peltigerales
<i>Teloschistes chrysophthalmos</i> (L.) Th. Fr.	Teloschistaceae	Teloschistales
<i>Usnea subscabrosa</i> Motyka	Parmeliaceae	Lecanorales
<i>Waynea stoechadiana</i> (Abbassi Maaf & Cl. Roux) Cl. Roux & P. Clerc	Ramalinaceae	Lecanorales
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	Xanthorioideae	Teloschistales

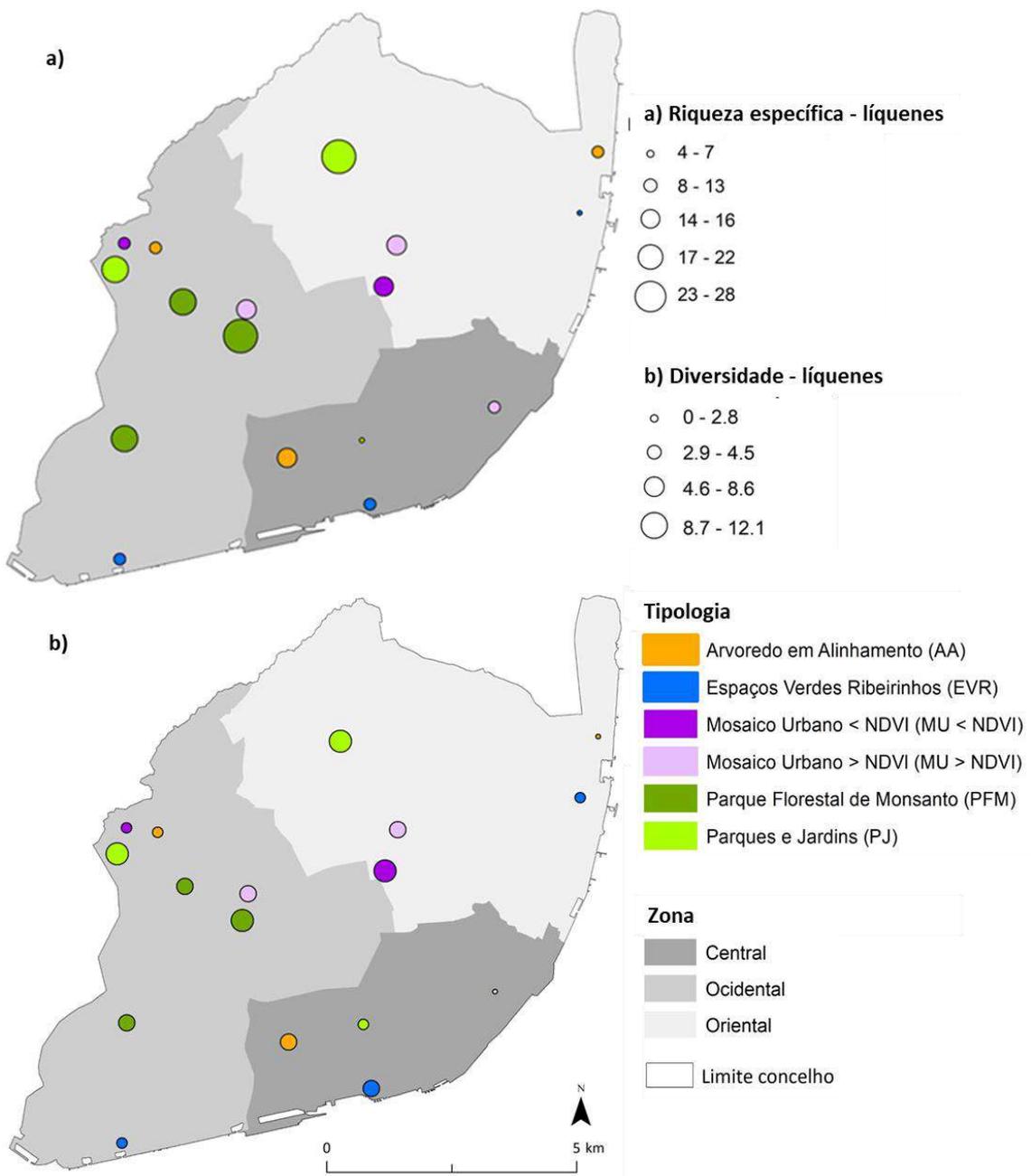


**Figura 16.** Frequência de líquenes epífitos (%) em relação ao número total de áreas amostradas (n = 17); a) *Xanthoria parietina*, b) *Punctelia borreri*, c) *Flavoparmelia caperata*, d) *Bacidia rubella*.

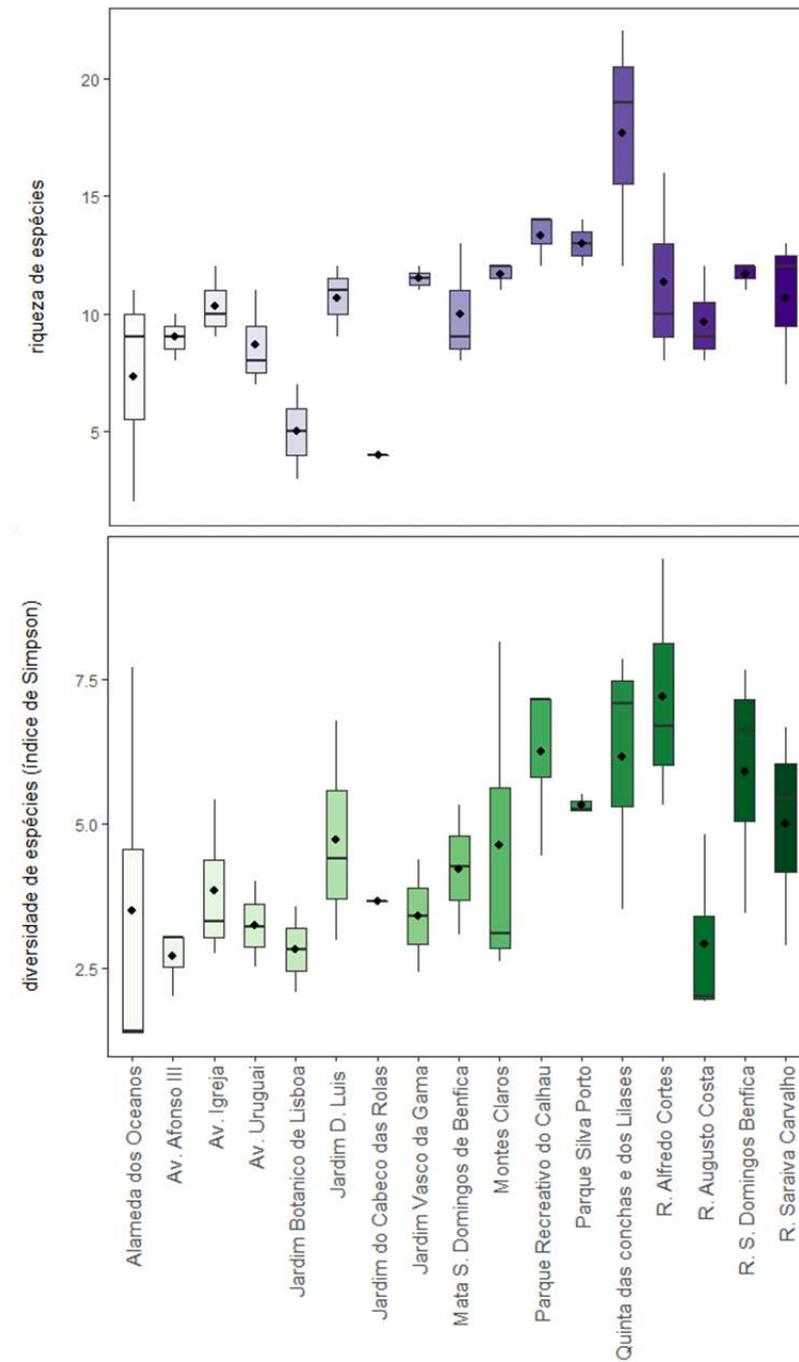
Os locais de amostragem Parque da Quinta das Conchas e dos Lilases e Parque Recreativo do Calhau são os que apresentam, em média, valores mais elevados de riqueza ( $\bar{x} = 17.7$  e  $\bar{x} = 13.3$ , respetivamente) e diversidade de espécies ( $\bar{x} = 6.15$  e  $\bar{x} = 6.25$ , respetivamente), como se pode observar nos mapas da figura 17 e nos gráficos da figura 18. Não obstante, foram também observados valores elevados de diversidade específica no local de amostragem Rua Alfredo Cortês ( $\bar{x} = 7.19$ ). Em média, os valores mais baixos de riqueza e diversidade de espécies foram registados no Jardim Botânico de Lisboa ( $\bar{x} = 5$  e  $\bar{x} = 2.83$ , respetivamente).

No que diz respeito à tipologia de espaços verdes, e à semelhança do que foi observado nos briófitos epífitos, foram registados valores mais elevados de riqueza e diversidade de espécies em áreas classificadas como Parques e Jardins ( $\bar{x} = 12.8$  e  $\bar{x} = 5.0$ , respetivamente) e no Parque Florestal de Monsanto e ( $\bar{x} = 11.7$  e  $\bar{x} = 5.0$ , respetivamente) (figuras 17 e 19). Arvoredo em alinhamento e Espaços verdes ribeirinhos apresentam, em média, valores mais baixos de riqueza ( $\bar{x} = 8.89$  e  $\bar{x} = 9.83$ , respetivamente) e diversidade de espécies ( $\bar{x} = 3.91$  e  $\bar{x} = 4.10$ , respetivamente).

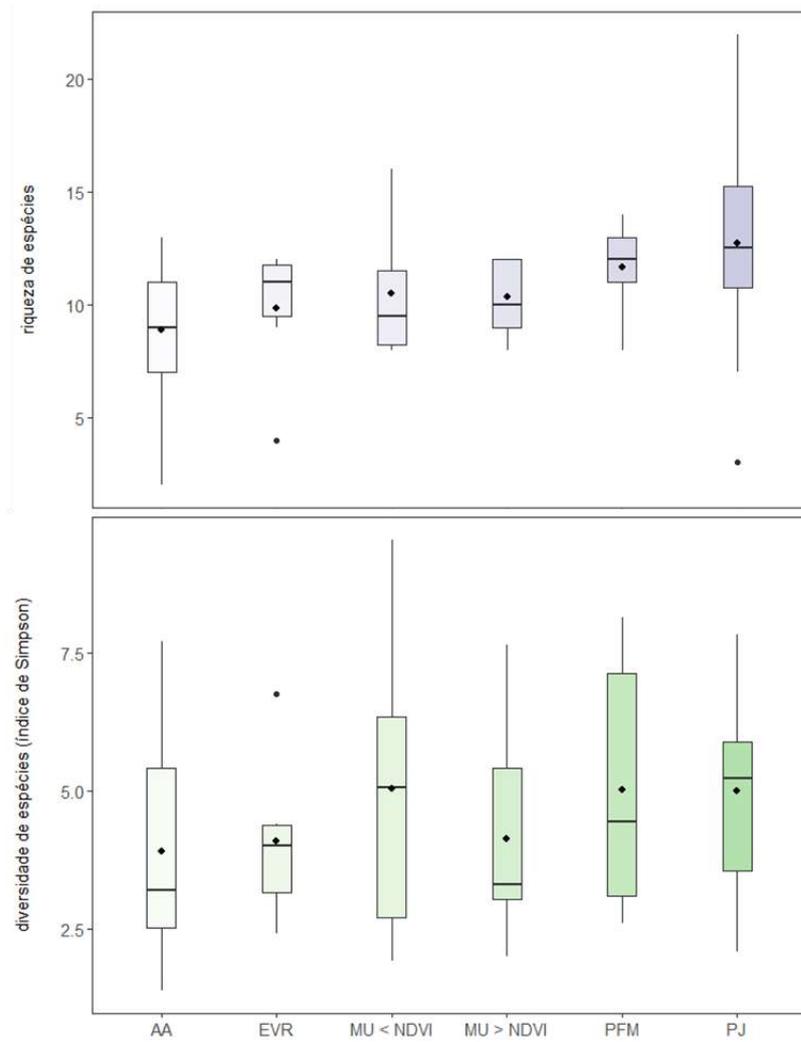
Tendo em conta a zona da cidade, registaram-se valores mais elevados de riqueza e diversidade de espécies nas zonas ocidental ( $\bar{x} = 11.2$  e  $\bar{x} = 4.53$ , respetivamente) e oriental ( $\bar{x} = 11.1$  e  $\bar{x} = 5.05$ , respetivamente) (figuras 17 e 20).



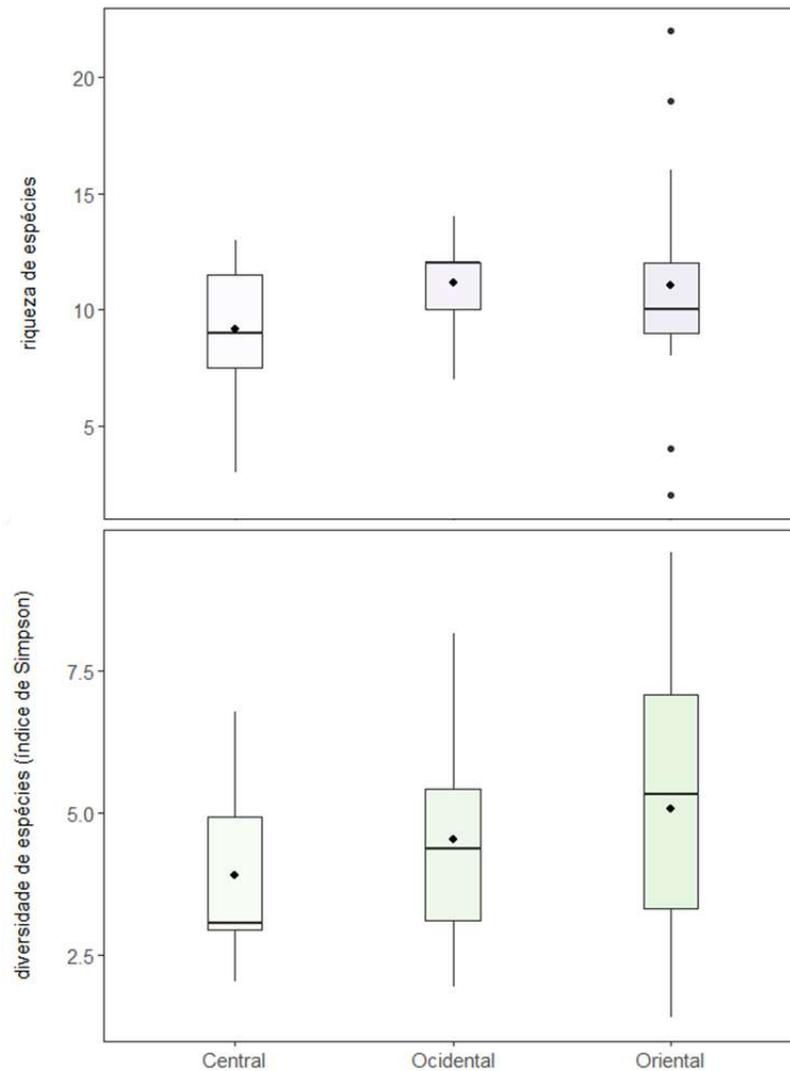
**Figura 17.** Riqueza específica (a) e diversidade (b) de líquenes, para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa.



**Figura 18.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de *taxa* de líquenes em cada local de amostragem.

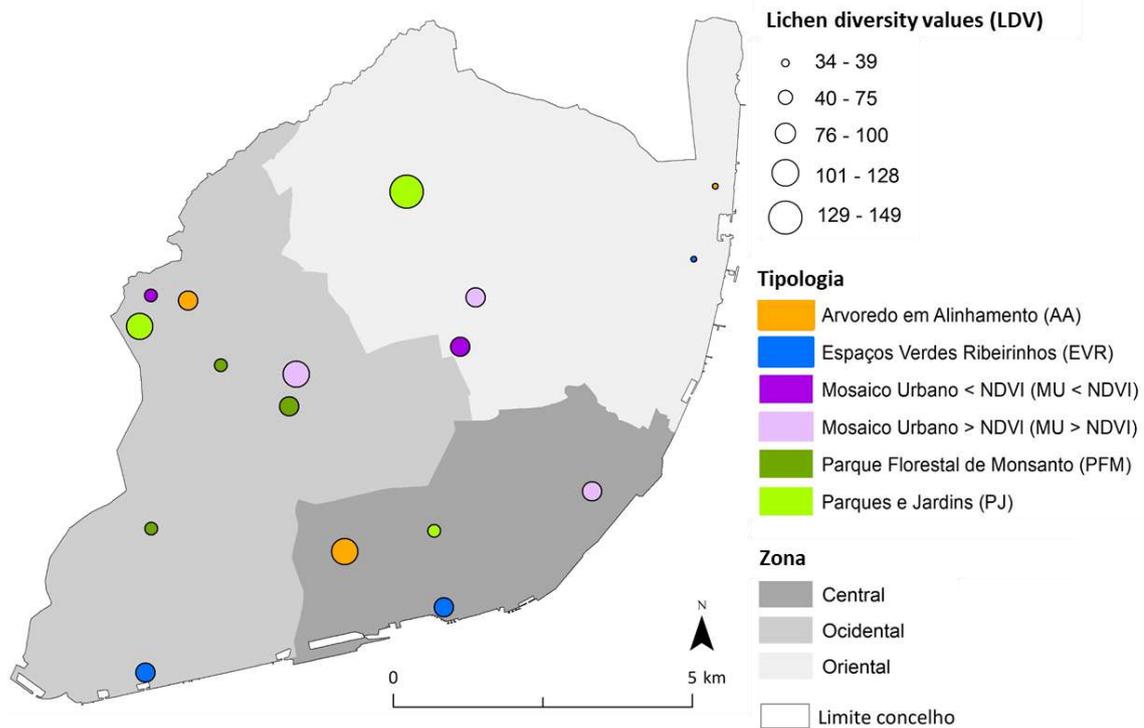


**Figura 19.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de *taxa* de líquenes por tipologia de espaço verde. AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins.

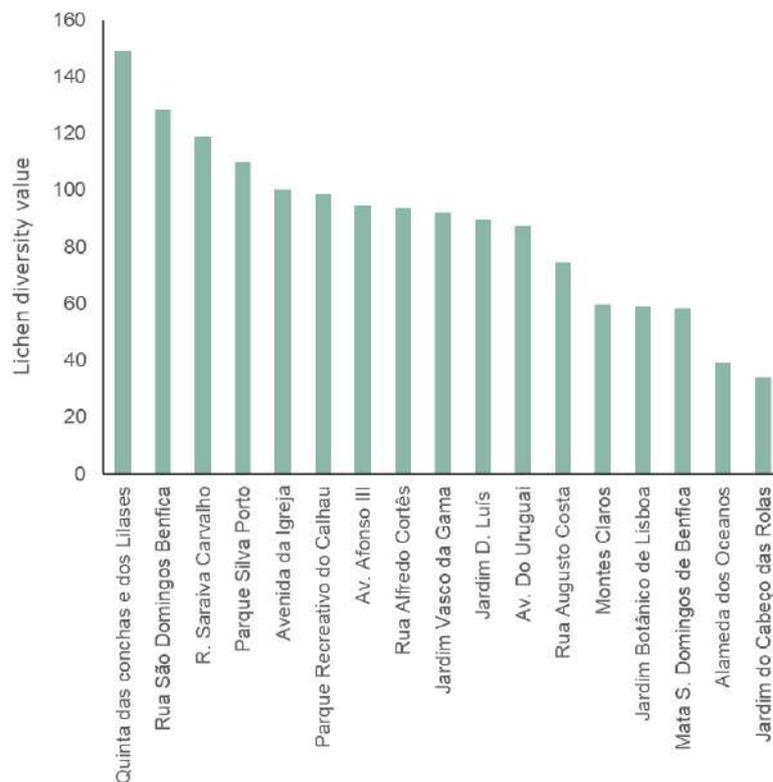


**Figura 20.** Gráficos de caixa-e-bigodes representativos da média (círculo), mediana e distâncias interquartis do número e diversidade (Índice de *Simpson*) de taxa de líquenes por zona.

Em relação ao LDV, os valores mais elevados foram observados no Parque da Quinta das Conchas e dos Lilases e na Rua São Domingos de Benfica, como se pode observar no mapa da figura 21 e na figura 22. Os locais de amostragem situados na Alameda dos Oceanos e Jardim do Cabeço das Rolas são os que apresentam valores mais baixos de LDV.

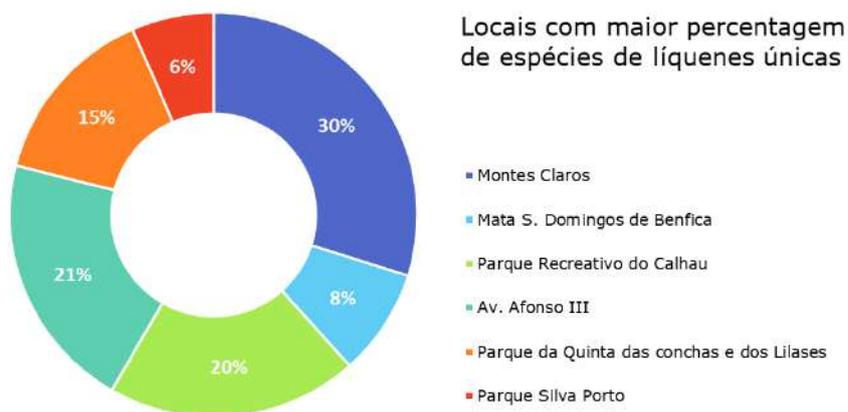


**Figura 21.** *Lichen Diversity Values* (soma das médias das frequências de líquenes para cada orientação), para cada tipologia de habitat amostrada, no concelho de Lisboa.



**Figura 22.** *Lichen Diversity Values* (soma das médias das frequências de líquenes para cada orientação) para cada local de amostragem.

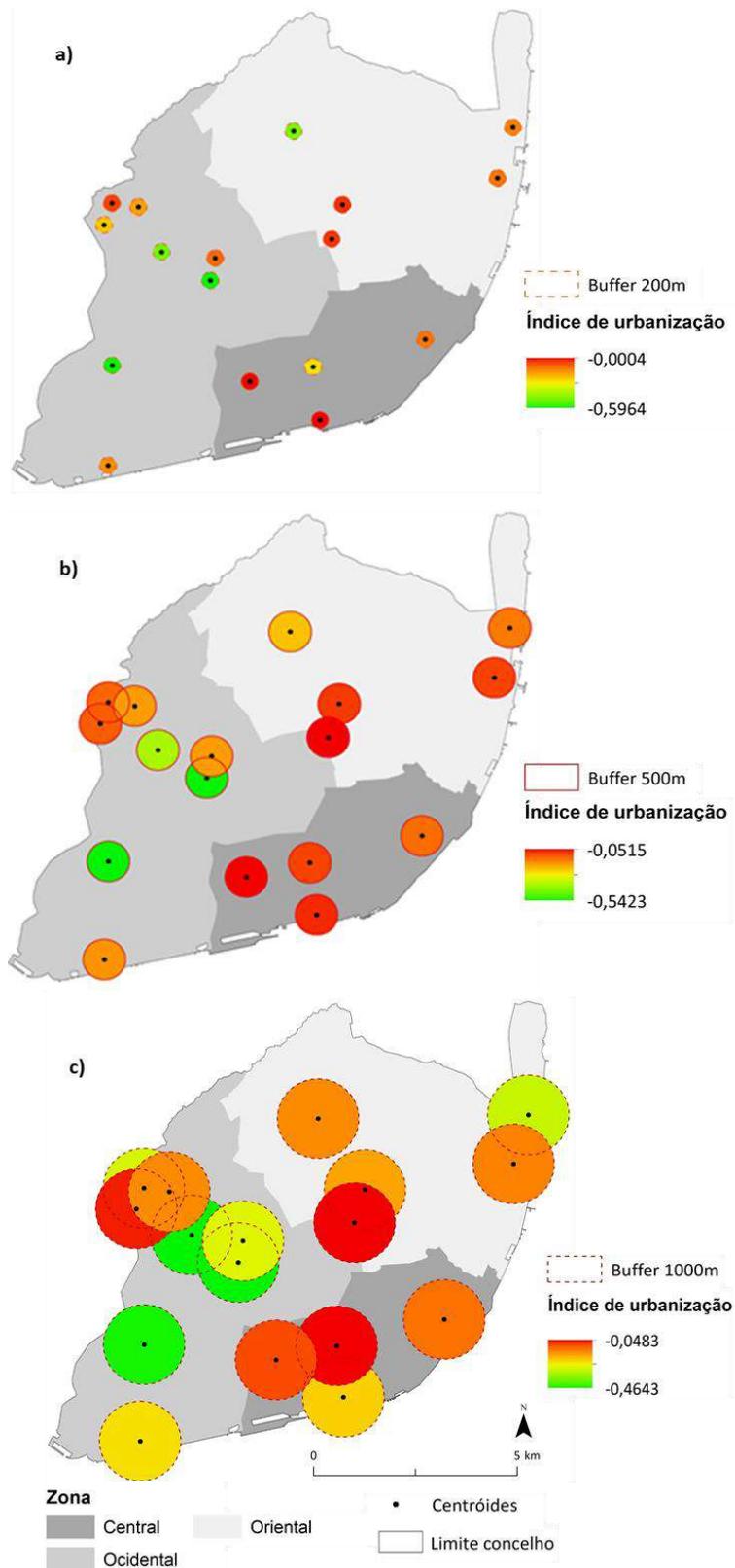
Relativamente aos locais com uma maior percentagem de espécies únicas de líquenes (exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem), o Parque Florestal de Monsanto destaca-se das restantes tipologias, com Montes Claros com 30% de espécies únicas, e o Parque Recreativo do Calhau com 20% (figura 23). A Avenida Afonso III e o Parque da Quinta das Conchas também se destacam, apresentando 21% e 15% de espécies únicas, respetivamente.



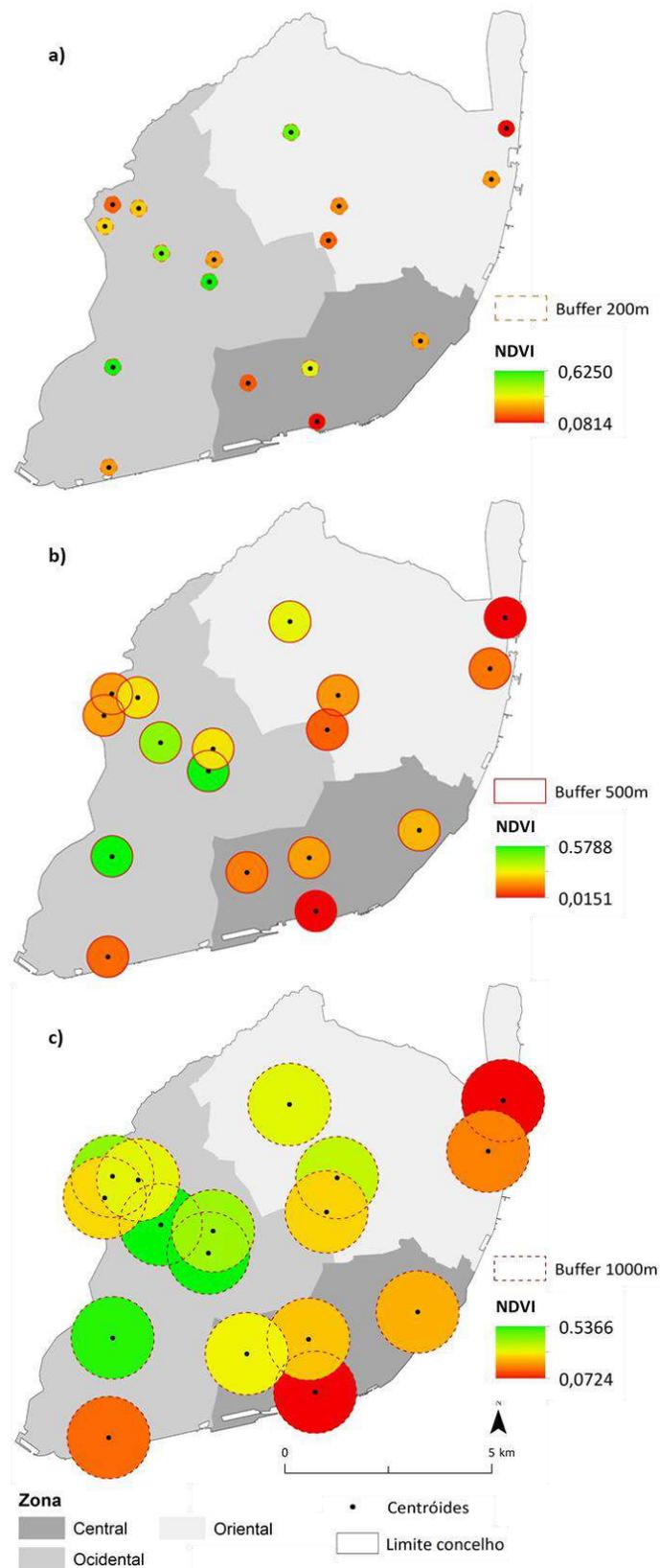
**Figura 23.** Percentagem de espécies únicas de líquenes epífitos observadas em diferentes locais de amostragem da cidade de Lisboa. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem.

### 3.4. Caracterização das áreas de amostragem

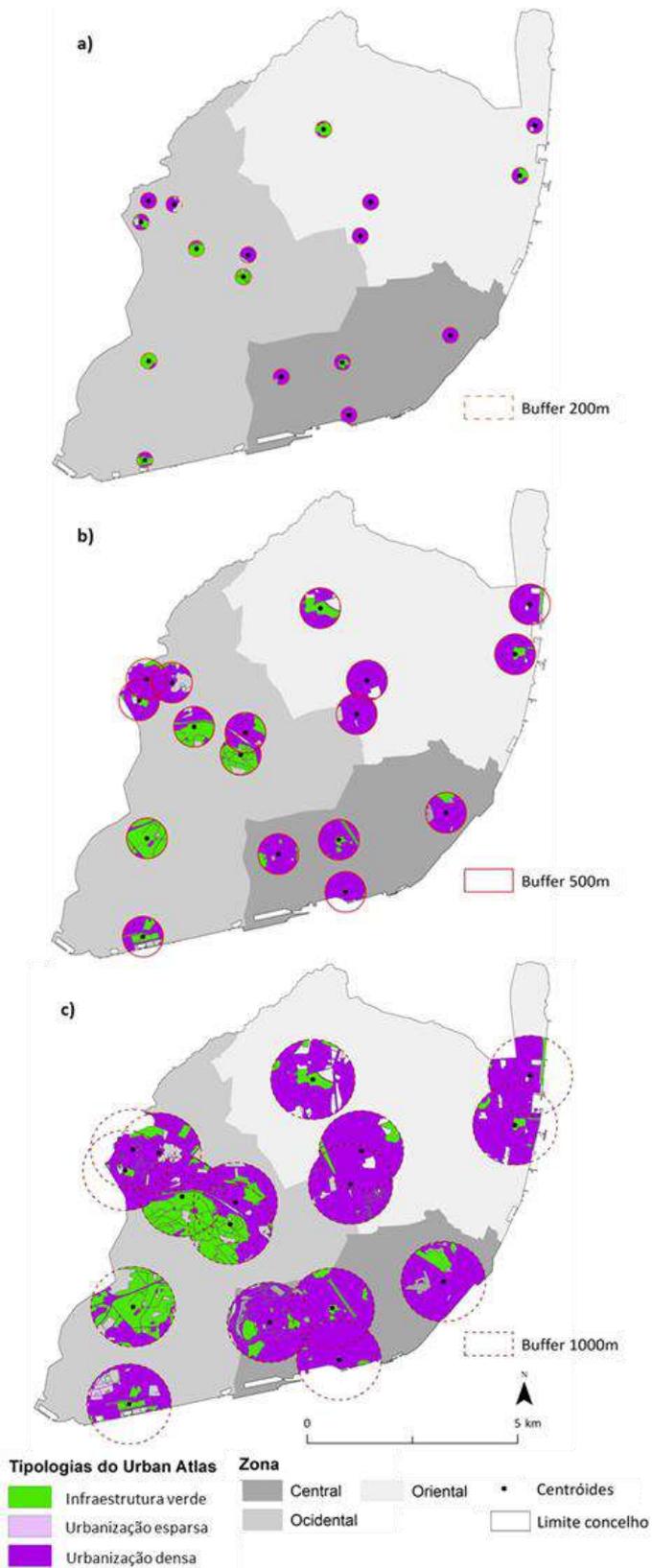
Nas figuras 24-26 apresentam-se os mapas com o resultado de cada variável de interesse (ambientais e antropogénicas), após aplicação dos *buffers* de 200, 500 e 1000 m à volta do centróide das áreas selecionadas para amostragem.



**Figura 24.** Mapas dos valores médios da variável 'Índice de Urbanização' ajustada aos buffers de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centroide das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do concelho de Lisboa.

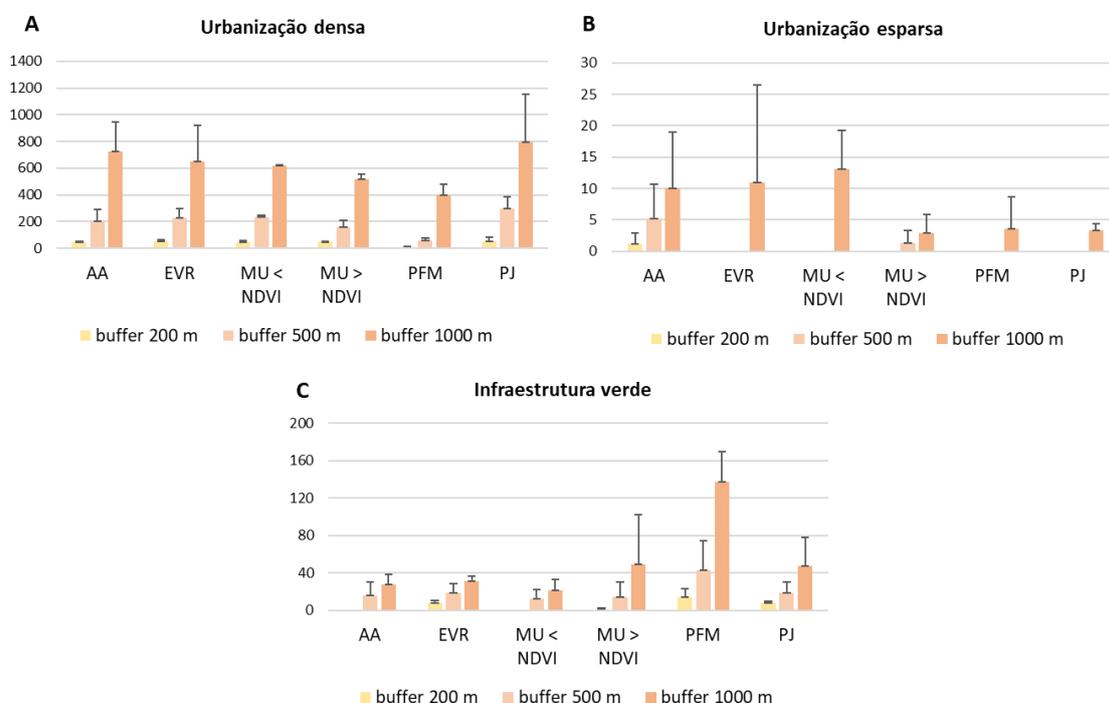


**Figura 25.** Mapas dos valores médios da variável 'NDVI' ajustada aos *buffers* de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centroide das áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do concelho de Lisboa.



**Figura 26.** Mapas dos valores médios das variáveis 'Infraestrutura verde', 'Urbanização esparsa' e 'Urbanização densa', ajustada aos buffers de 200 m (a), 500 m (b), 1000 m (c) à volta do centroide das áreas seleccionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats definidas para este estudo e nas três zonas da área do concelho de Lisboa. As variáveis representadas agregam variadas variáveis do Urban Atlas 2018, discriminadas na tabela 2 do relatório.

Os valores individuais de cada uma das variáveis para os 17 locais de amostragem e tendo em conta os *buffers* de 200, 500 e 1000 m estão indicados no Anexo B1-B6. Considerando estes resultados foi calculada a média e desvio padrão para cada variável nas várias tipologias de habitats, obtendo-se os gráficos das figuras 27-29.

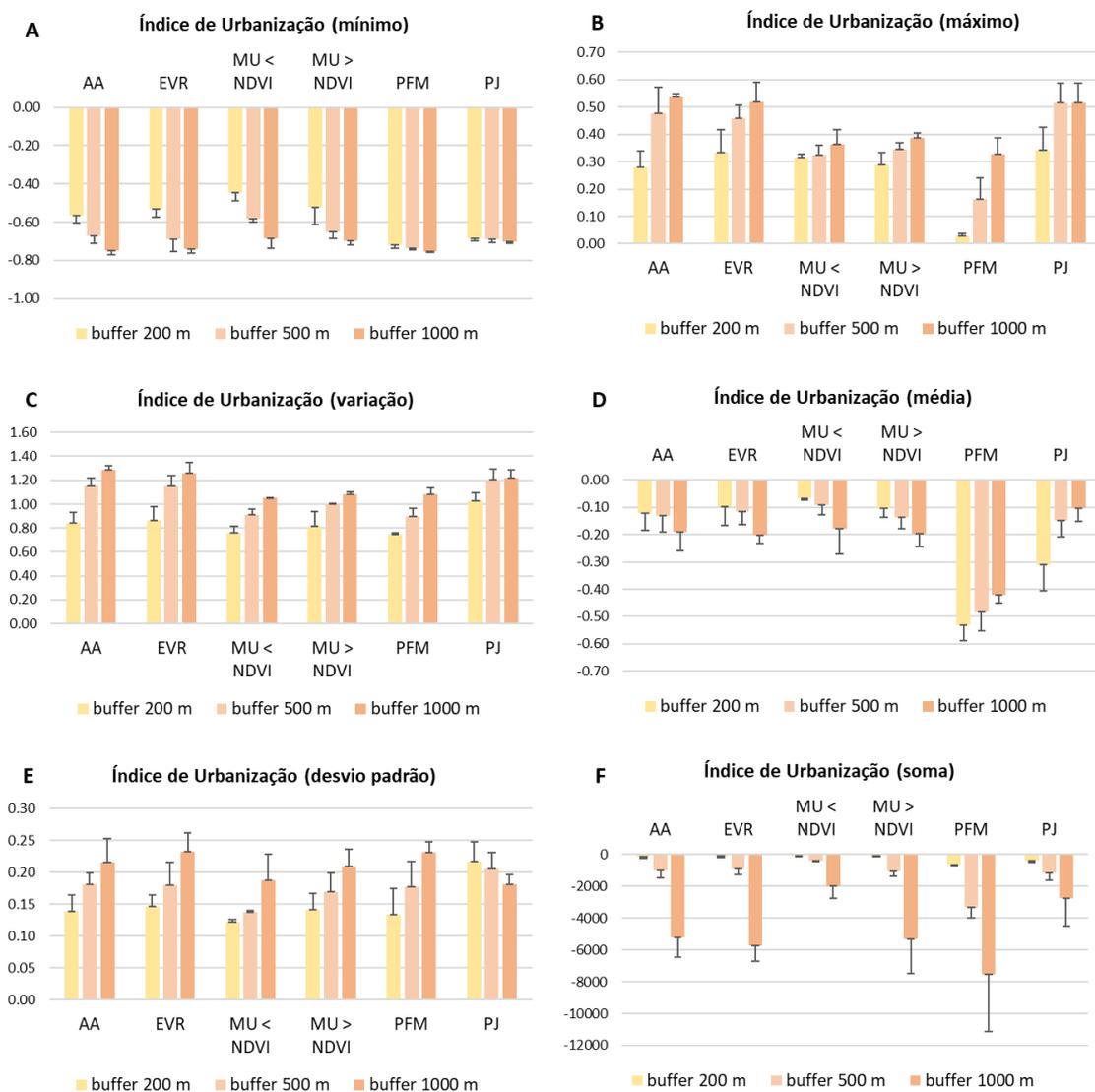


**Figura 27.** Média e desvio padrão das variáveis do Urban Atlas 2018 (em m<sup>2</sup>) para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins). As variáveis representadas agregam variadas variáveis do Urban Atlas 2018, discriminadas na tabela 2 do relatório.

Relativamente à variável ‘Urbanização densa’ (figura 27-A), verifica-se que a sua área aumenta consoante o aumento do raio do *buffer* em análise, apresentando valores semelhantes em todas as tipologias, sendo ligeiramente inferior no Parque Florestal de Monsanto. A variável ‘Urbanização Esparsa’ (figura 27-B), apresenta uma maior área nos *buffers* de 1000 m das tipologias Arvoredo em Alinhamento, Espaços Verdes Ribeirinhos e Mosaico Urbano com menor NDVI, sendo praticamente inexistente nos *buffers* de 200 e 500 m. A variável ‘Infraestrutura verde’ (figura 27-C) apresenta uma maior área no Parque Florestal de Monsanto comparativamente com as restantes tipologias, para todos os *buffers*. Para os *buffers* de 1000 m, o Mosaico Urbano com maior NDVI e os Parques e Jardins apresentam as segundas maiores áreas desta variável.

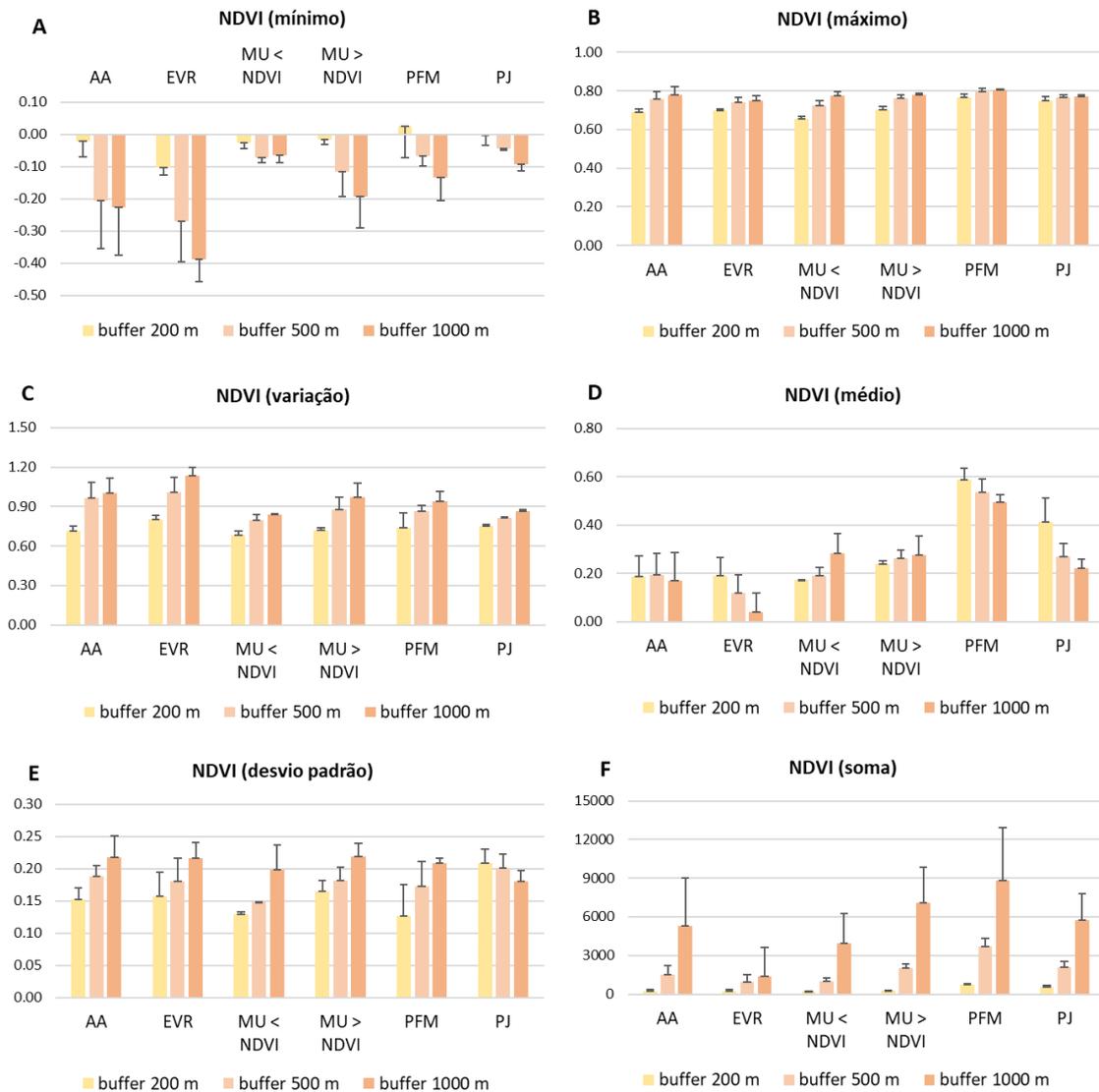
Relativamente à variável ‘Índice de Urbanização’ o seu mínimo (figura 28-A) é semelhante em todas as tipologias, sendo mais baixo no *buffer* de 200 m nas tipologias Parque Florestal de Monsanto e Parques

e Jardins. O máximo da variável 'Índice de Urbanização' (figura 28-B) apresenta valores mais baixos no Parque Florestal de Monsanto que nas outras tipologias. A variação da variável 'Índice de Urbanização' (figura 28-C) é semelhante em todas as tipologias. A média da mesma variável (figura 28-D) é semelhante em todas as tipologias exceto no Parque Florestal de Monsanto, e embora menos saliente, nos Parques e Jardins, apresentando estas duas tipologias valores inferiores às restantes. O desvio padrão (figura 28-E) é semelhante em todas as tipologias, exceto nos Parques e Jardins, sendo que esta tipologia apresenta um valor superior às restantes tipologias a 200 m, e inferior a 1000 m. O somatório do 'Índice de Urbanização' (figura 28-F) é semelhante nas tipologias Arvoredo em Alinhamento, Espaços Verdes Ribeirinhos e Mosaico Urbano com maior NDVI, sendo superior no Mosaico Urbano com menor NDVI e Parques e Jardins a todas as distâncias e inferior no Parque Florestal de Monsanto.



**Figura 28.** Média e desvio padrão da variável 'Índice de Urbanização' para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins).

Relativamente à variável 'NDVI', o seu mínimo (figura 29-A) apresenta os valores mais negativos na tipologia Espaços Verdes Ribeirinhos, seguido do Arvoredo em Alinhamento. O Mosaico Urbano com maior NDVI, o Parque Florestal de Monsanto e os Parques e Jardins apresentam valores semelhantes e o Mosaico Urbano com menor NDVI apresenta os valores mais elevados. O máximo (figura 29-B), a variação (figura 29-C) e o desvio padrão (figura 29-E) apresentam valores semelhantes para todas as tipologias. O 'NDVI' médio (figura 29-D) apresenta valores semelhantes no Arvoredo de Alinhamento e Mosaico Urbano, os Espaços Verdes Ribeirinhos apresentam valores inferiores nomeadamente a 500 e 1000 m e o Parque Florestal de Monsanto e os Parques e Jardins apresentam os valores maiores desta variável, nomeadamente a 200 m. O somatório da variável 'NDVI' (figura 29-F) apresenta valores inferiores nos Espaços Verdes Ribeirinhos, nomeadamente a 1000 m. Para as restantes tipologias os valores são semelhantes em cada distância, destacando-se o Parque Florestal de Monsanto, ao apresentar os valores mais superiores.



**Figura 29.** Média e desvio padrão da variável ‘NDVI’ para cada *buffer* (200, 500 e 1000 m) e tipologias de habitat consideradas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins).

### 3.5. Influência de variáveis ambientais e antropogênicas nas comunidades de briófitos e líquenes epífitos

Ao analisar as possíveis relações entre as variáveis consideradas e as comunidades de líquenes e briófitos amostradas, foi possível verificar que a riqueza específica dos *taxa* em conjunto está negativamente associada à área de ‘Urbanização densa’ a 200 m, à área de ‘Unidades de tipo variado’ a todas as distâncias consideradas, à área de ‘Áreas portuárias’ a 1000 m, ao ‘Índice de Urbanização’ mínimo a 200 m, e médio e somatório a 200 e 500 m. Está ainda positivamente associada à área de

‘Floresta’ a todas as distâncias consideradas, ao ‘NDVI’ mínimo a 200 e 1000 m, ao ‘NDVI’ máximo a 200 e 500 m, e ao ‘NDVI’ médio e somatório a todas as distâncias consideradas.

A diversidade de líquenes e briófitos em conjunto mostrou-se negativamente à área de ‘Unidades de tipo variado’ a 500 m, e ao desvio padrão do ‘NDVI’ a 1000 m, estando positivamente associada à área de ‘Floresta’ a 1000 m, ao ‘NDVI’ médio a 200 m, e ao somatório do ‘NDVI’ a 200 e 1000 m.

A riqueza específica de briófitos mostrou-se positivamente associada à área de ‘Floresta’ a 200 e 500 m, ao ‘NDVI’ mínimo a 200 m, máximo a 200 e 500 m, média 200 e 500 m, e somatório a todas as distâncias. Mostrou-se ainda negativamente associada ao ‘Índice de Urbanização’ mínimo, média e somatório a 200 e 500 m, e máximo a 200 m.

A diversidade de briófitos encontra-se positivamente relacionada com a área de ‘Infraestrutura verde’ e ‘Espaços verdes’ a 200 m, com o desvio padrão do ‘Índice de Urbanização’ a 200 e 500 m, e com o ‘NDVI’ mínimo, média e somatório a 200 m, e máximo a 200 e 500 m. Por outro lado, mostrou-se negativamente relacionada com o ‘Índice de Urbanização’ mínimo a 200 e 500 m, e com o ‘Índice de Urbanização’ médio e somatório a 200 m.

A riqueza específica de líquenes mostrou-se negativamente relacionada com o ‘Tecido urbano muito denso’ a 1000 m, com a área de ‘Unidades de tipo variado’ a todas as distâncias consideradas, com o ‘Índice de Urbanização’ máximo e a variação de ‘NDVI’ a 1000 m. Encontra-se também positivamente relacionada com a área de ‘Floresta’ e o ‘NDVI’ médio e somatório a todas as distâncias, e com o ‘NDVI’ mínimo a 1000 m.

A diversidade de líquenes encontra-se negativamente relacionada com a área de ‘Unidades de tipo variado’ a 500 m, e positivamente com a área de ‘Floresta’ a 1000 m, e média e somatório do ‘NDVI’ a 1000 m.

O índice *Lichen Diversity Value* (LDV) encontra-se positivamente relacionado com a área de ‘Outras vias’ a 500 m.

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação (*Spearman*  $\rho$ ) entre as variáveis ambientais e antropogênicas (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Estr. – Estruturas; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços; IU – Índice de Urbanização) e a riqueza específica (Riq. Esp.), Índice de *Simpson* (diversidade) e *Lichen Diversity Values* (LDV), para briófitos e líquenes. Os símbolos resumem o nível de significância da correlação: \* -  $\rho < 0.05$ ; \*\* -  $\rho < 0.01$ ; \*\*\* -  $\rho < 0.001$ . A variável ‘Unidades de tipo variado’ inclui unidades industriais, comerciais, públicas, militares, privadas e de transporte. Sombreado a cinzento-escuro estão representadas as classes ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’ que agregam as sub-classes abaixo.

Variável ambiental	Buffer	Riqueza específica briófitos & líquenes (n=17)	Diversidade briófitos & líquenes (n=14)	Riqueza específica briófitos (n=17)	Diversidade briófitos (n=14)	Riqueza específica líquenes (n=17)	Diversidade líquenes (n=17)	LDV (n=17)
Urb. densa	200	-0.52*	-0.09	-0.48	-0.14	-0.47	-0.21	0.10
	500	-0.40	-0.08	-0.46	-0.05	-0.35	-0.16	0.10
	1000	-0.39	-0.07	-0.31	0.06	-0.36	-0.15	0.03
Aeroporto	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	1000	0.41	0.26	0.21	0.31	0.41	0.36	0.41
T. urb. muito denso	200	-0.41	-0.19	-0.30	-0.44	-0.30	-0.14	0.30
	500	-0.31	0.07	-0.30	0.16	-0.30	0.00	0.12
	1000	-0.42	-0.17	-0.18	0.11	-0.50*	-0.25	0.04
T. urb. denso	200	-0.08	0.04	-0.17	-0.03	-0.14	-0.11	0.23
	500	0.06	0.08	-0.09	-0.25	0.07	0.00	0.24
	1000	0.00	0.08	-0.09	-0.15	0.06	0.02	0.03
T. urb. mediantemente denso	200	-0.02	0.02	0.30	0.23	-0.16	-0.11	-0.03
	500	0.23	0.26	0.04	0.16	0.21	0.21	0.09
	1000	0.32	0.26	0.07	0.16	0.26	0.25	0.27
Unid. de tipo variado*	200	-0.50*	-0.35	-0.37	0.10	-0.54*	-0.46	-0.22
	500	-0.55*	-0.49*	-0.46	-0.03	-0.53*	-0.50*	-0.22
	1000	-0.56*	-0.41	-0.22	0.06	-0.61**	-0.43	-0.25
Locais de despejo	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	1000	-0.36	-0.36	-0.21	-0.38	-0.31	-0.36	0.10
Estr. isoladas	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	1000	0.28	0.15	0.28	-0.03	0.31	0.15	-0.20
Vias rápidas	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	0.28	0.15	0.28	-0.03	0.31	0.15	-0.20
	1000	0.11	0.14	0.15	-0.21	0.21	0.14	0.10
Outras vias	200	-0.24	-0.08	-0.35	0.28	-0.33	-0.22	-0.02
	500	0.30	0.32	-0.17	-0.22	0.40	0.40	0.52*
	1000	0.17	0.35	0.01	0.19	0.24	0.33	0.23
Áreas portuárias	200	-0.31	-0.10	-0.36	NA	-0.13	0.00	-0.05
	500	-0.31	-0.10	-0.36	NA	-0.13	0.00	-0.05
	1000	-0.48*	-0.32	-0.42	-0.38	-0.31	-0.25	0.03
Ferrovias	200	-0.05	0.12	-0.05	0.33	-0.10	0.14	-0.16
	500	-0.33	-0.23	-0.28	-0.13	-0.28	-0.22	-0.14
	1000	-0.04	0.01	-0.14	0.01	-0.04	-0.01	-0.08
Urb. esparsa	200	0.05	-0.15	0.08	0.24	-0.13	-0.20	-0.10
	500	-0.24	-0.30	-0.10	-0.19	-0.28	-0.33	0.16
	1000	0.08	0.02	0.22	0.20	-0.14	-0.06	0.04
T. urb. pouco denso	200	0.05	-0.15	0.08	0.24	-0.13	-0.20	-0.10
	500	-0.24	-0.30	-0.10	-0.19	-0.28	-0.33	0.16

	1000	0.05	0.04	0.18	0.14	-0.17	-0.06	0.13
<i>T. urb. muito pouco denso</i>	200	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	500	0.05	-0.15	0.08	0.24	-0.13	-0.20	-0.10
	1000	-0.04	-0.27	0.13	0.14	-0.21	-0.27	-0.28
<i>Infrastr. verde</i>	200	0.48	0.49*	0.29	0.62*	0.38	0.43	0.04
	500	0.16	0.25	0.23	0.04	0.08	0.10	0.08
	1000	0.46	0.46	0.44	0.32	0.36	0.33	-0.01
<i>Floresta</i>	200	0.57*	0.42	0.60*	0.29	0.54*	0.42	-0.19
	500	0.55*	0.43	0.51*	0.15	0.54*	0.43	0.03
	1000	0.55*	0.56*	0.37	0.13	0.60*	0.53*	0.22
<i>Esp. verdes</i>	200	0.18	0.27	-0.01	0.62*	0.09	0.20	0.07
	500	-0.37	-0.17	-0.23	-0.03	-0.46	-0.33	-0.04
	1000	0.20	0.25	0.22	0.34	0.06	0.05	-0.16
<i>IU (mínimo)</i>	200	-0.51*	-0.38	-0.59*	-0.58*	-0.31	-0.20	0.13
	500	-0.44	-0.33	-0.48*	-0.54*	-0.32	-0.25	0.02
	1000	0.16	0.18	0.02	0.06	0.10	0.15	0.39
<i>IU (máximo)</i>	200	-0.34	-0.14	-0.65**	-0.29	-0.21	-0.10	0.31
	500	-0.40	-0.24	-0.26	0.05	-0.43	-0.32	0.01
	1000	-0.37	-0.29	-0.16	0.24	-0.52*	-0.42	-0.24
<i>IU (variação)</i>	200	-0.13	-0.03	-0.28	0.13	-0.18	-0.15	0.22
	500	-0.27	-0.14	-0.13	0.29	-0.37	-0.26	0.07
	1000	-0.39	-0.34	-0.17	0.17	-0.48	-0.45	-0.29
<i>IU (média)</i>	200	-0.65**	-0.38	-0.67**	-0.61*	-0.40	-0.23	0.18
	500	-0.59*	-0.21	-0.56*	-0.37	-0.45	-0.20	0.05
	1000	-0.26	0.05	-0.27	0.04	-0.32	-0.09	0.23
<i>IU (desvio padrão)</i>	200	0.06	0.12	0.11	0.59*	-0.16	-0.08	0.02
	500	0.21	0.14	0.41	0.73**	-0.02	0.01	-0.01
	1000	-0.17	-0.26	-0.02	-0.25	-0.08	-0.17	-0.17
<i>IU (soma)</i>	200	-0.65**	-0.38	-0.67**	-0.61*	-0.40	-0.23	0.18
	500	-0.61**	-0.26	-0.57*	-0.45	-0.44	-0.22	0.05
	1000	-0.24	0.05	-0.25	-0.16	-0.15	0.00	0.10
<i>NDVI (mínimo)</i>	200	0.50*	0.43	0.58*	0.57*	0.36	0.37	0.31
	500	0.44	0.33	0.26	0.18	0.42	0.32	0.31
	1000	0.50*	0.41	0.36	0.07	0.49*	0.43	0.37
<i>NDVI (máximo)</i>	200	0.51*	0.30	0.57*	0.55*	0.33	0.17	-0.08
	500	0.65**	0.42	0.66**	0.63*	0.40	0.29	0.05
	1000	0.34	0.11	0.40	-0.02	0.32	0.13	0.10
<i>NDVI (variação)</i>	200	-0.21	-0.27	-0.22	0.01	-0.20	-0.29	-0.39
	500	-0.18	-0.19	-0.03	0.08	-0.23	-0.20	-0.23
	1000	-0.47	-0.45	-0.31	-0.02	-0.49*	-0.47	-0.38
<i>NDVI (média)</i>	200	0.70**	0.52*	0.61**	0.56*	0.52*	0.40	0.08
	500	0.64**	0.42	0.54*	0.32	0.58*	0.39	0.22
	1000	0.63**	0.45	0.48	0.11	0.67**	0.52*	0.21
<i>NDVI (desvio padrão)</i>	200	-0.02	-0.03	0.07	0.49	-0.25	-0.22	-0.06
	500	0.08	-0.07	0.24	0.53	-0.17	-0.19	0.04
	1000	-0.24	-0.51*	-0.06	-0.39	-0.25	-0.43	-0.21
<i>NDVI (soma)</i>	200	0.69**	0.52*	0.61**	0.56*	0.52*	0.40	0.06
	500	0.66**	0.45	0.61**	0.41	0.56*	0.39	0.20
	1000	0.64**	0.50*	0.54*	0.29	0.57*	0.50*	0.40

Quando se consideram os valores de *Community Weighted Mean* (CWM) das características funcionais relacionadas com a tolerância à perturbação para as espécies de líquenes encontradas, as comunidades de líquenes com tolerância a ambientes muito perturbados mostraram correlações positivas com a área de ‘Tecido urbano muito denso’ a 200 m, com o ‘Índice de Urbanização’ mínimo, média, somatório a 200 e 500 m, e correlações negativas com a área de ‘Infraestrutura verde’ e ‘Floresta’ a todas as distâncias, ‘Espaços verdes’ a 1000 m, ‘NDVI’ máximo a 200 e 500 m, e a média e somatório do ‘NDVI’ a todas as distâncias (tabela 6).

As espécies de líquenes com tolerância a ambientes moderadamente perturbados mostraram-se negativamente correlacionados com a área de ‘Tecido urbano muito denso’ a 200 m e com o ‘Índice de Urbanização’ mínimo, média e somatório a 200 e 500 m (tabela 6). Encontra-se ainda positivamente correlacionado com a área de ‘Infraestrutura verde’ e ‘Floresta’ a todas as distâncias consideradas, a área de ‘Espaços verdes’ a 1000 m, ‘NDVI’ máximo a 200, 500 m, e a média e soma do ‘NDVI’ a todas as distâncias.

As comunidades de líquenes com tolerância a ambientes pouco perturbados mostraram-se positivamente relacionadas com o ‘NDVI’ mínimo (tabela 6).

**Tabela 6.** Coeficientes de correlação (*Spearman*  $\rho$ ) entre as variáveis ambientais analisadas (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Estr. – Estruturas; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços) e a *Community Weighted Mean* (CWM) das características funcionais relacionadas com a tolerância à perturbação para as espécies de líquenes encontradas. Os símbolos utilizados na tabela resumem o nível de significância da correlação: \* -  $\rho < 0.05$ ; \*\* -  $\rho < 0.01$ ; \*\*\* -  $\rho < 0.001$ . A variável ambiental ‘Unidades de tipo variado’ inclui unidades industriais, comerciais, públicas, militares, privadas e de transporte. Sombreado a cinzento-escuro estão representadas as classes ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’ que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada classe.

<i>Variável ambiental</i>	<i>Buffer</i>	<i>CWM das espécies de líquenes com tolerância a ambientes muito perturbados</i>	<i>CWM das espécies de líquenes com tolerância a ambientes moderadamente perturbados</i>	<i>CWM das espécies de líquenes com tolerância a ambientes pouco perturbados</i>
<i>Urb. densa</i>	200	0.25	-0.44	0.03
	500	0.16	-0.37	-0.03
	1000	0.22	-0.43	0.04
<i>Aeroporto</i>	200	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA
	1000	-0.15	0.15	0.15
<i>T. urb. muito denso</i>	200	0.49*	-0.51*	-0.25
	500	0.07	-0.26	0.01
	1000	0.26	-0.42	-0.11
<i>T. urb. denso</i>	200	0.00	-0.17	0.30
	500	-0.02	-0.08	0.21

	1000	0.05	-0.15	0.25
<i>T. urb. mediamente denso</i>	200	-0.31	0.23	0.38
	500	-0.08	0.03	0.40
	1000	-0.15	0.21	0.02
<i>Unid. de tipo variado*</i>	200	0.26	-0.45	-0.12
	500	0.38	-0.46	-0.20
	1000	0.35	-0.48	-0.21
<i>Locais de despejo</i>	200	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA
	1000	0.41	-0.36	-0.38
<i>Estr. isoladas</i>	200	NA	NA	NA
	500	NA	NA	NA
	1000	-0.36	0.41	0.10
<i>Vias rápidas</i>	200	NA	NA	NA
	500	-0.36	0.41	0.10
	1000	-0.21	0.24	-0.09
<i>Outras vias</i>	200	-0.01	-0.12	0.06
	500	0.06	0.06	-0.06
	1000	-0.16	0.11	0.24
<i>Área portuária</i>	200	0.20	-0.20	-0.15
	500	0.20	-0.20	-0.15
	1000	0.44	-0.40	-0.38
<i>Ferrovias</i>	200	-0.12	0.24	0.08
	500	0.29	-0.20	-0.15
	1000	0.07	0.01	0.08
<i>Urb. esparsa</i>	200	0.1	-0.10	-0.05
	500	0.35	-0.32	-0.38
	1000	0.01	0.04	-0.07
<i>T. urb. pouco denso</i>	200	0.10	-0.10	-0.05
	500	0.35	-0.32	-0.38
	1000	0.01	0.00	-0.08
<i>T. urb. muito pouco denso</i>	200	NA	NA	NA
	500	0.10	-0.10	-0.05
	1000	0.18	-0.07	-0.25
<i>Infrastr. verde</i>	200	-0.61**	0.67**	0.26
	500	-0.56*	0.58*	0.00
	1000	-0.77***	0.78***	0.37
<i>Floresta</i>	200	-0.56*	0.65**	0.27
	500	-0.63**	0.74***	0.33
	1000	-0.61**	0.70**	0.36
<i>Esp. verdes</i>	200	-0.33	0.34	0.21
	500	-0.08	0.02	-0.23
	1000	-0.63**	0.55*	0.32
<i>IU (mínimo)</i>	200	0.72**	-0.66**	-0.41
	500	0.60*	-0.65**	-0.25

	1000	0.03	-0.08	0.18
<i>IU (máximo)</i>	200	0.41	-0.42	-0.42
	500	0.23	-0.43	0.00
	1000	0.15	-0.32	-0.07
<i>IU (variação)</i>	200	-0.06	-0.01	-0.17
	500	0.03	-0.19	0.06
	1000	0.08	-0.20	-0.13
<i>IU (média)</i>	200	0.67**	-0.66**	-0.45
	500	0.49*	-0.61**	-0.24
	1000	0.12	-0.31	0.04
<i>IU (desvio padrão)</i>	200	-0.26	0.14	0.30
	500	-0.35	0.28	0.41
	1000	0.04	0.08	-0.27
<i>IU (soma)</i>	200	0.67**	-0.66**	-0.45
	500	0.54*	-0.64**	-0.33
	1000	0.17	-0.36	-0.03
<i>NDVI (mínimo)</i>	200	-0.40	0.32	0.49*
	500	-0.26	0.16	0.24
	1000	-0.30	0.22	0.26
<i>NDVI (máximo)</i>	200	-0.64**	0.62**	0.39
	500	-0.70**	0.75***	0.43
	1000	-0.31	0.40	-0.09
<i>NDVI (variação)</i>	200	0.06	-0.02	-0.18
	500	0.05	0.06	-0.08
	1000	0.27	-0.19	-0.32
<i>NDVI (média)</i>	200	-0.76***	0.75***	0.46
	500	-0.60*	0.65**	0.32
	1000	-0.48*	0.55*	0.31
<i>NDVI (desvio padrão)</i>	200	-0.15	0.04	0.25
	500	-0.12	0.09	0.23
	1000	0.25	-0.08	-0.46
<i>NDVI (soma)</i>	200	-0.77***	0.76***	0.46
	500	-0.66**	0.70**	0.40
	1000	-0.52*	0.58*	0.38

Por último, após análise dos modelos das combinações das variáveis ambientais e antropogénicas significativamente correlacionadas com a riqueza específica de briófitos e líquenes, foram obtidos os modelos finais para a riqueza específica destes *taxa* na cidade de Lisboa. O modelo preditivo final da riqueza específica de briófitos inclui o 'Índice de Urbanização' máximo num *buffer* de 200 m e o somatório dos valores de NDVI num *buffer* de 200 m (tabela 7). O modelo preditivo final da riqueza de líquenes inclui o somatório dos valores de NDVI num *buffer* de 200m e o 'Índice de Urbanização' máximo num *buffer* de 1000 m (tabela 8).

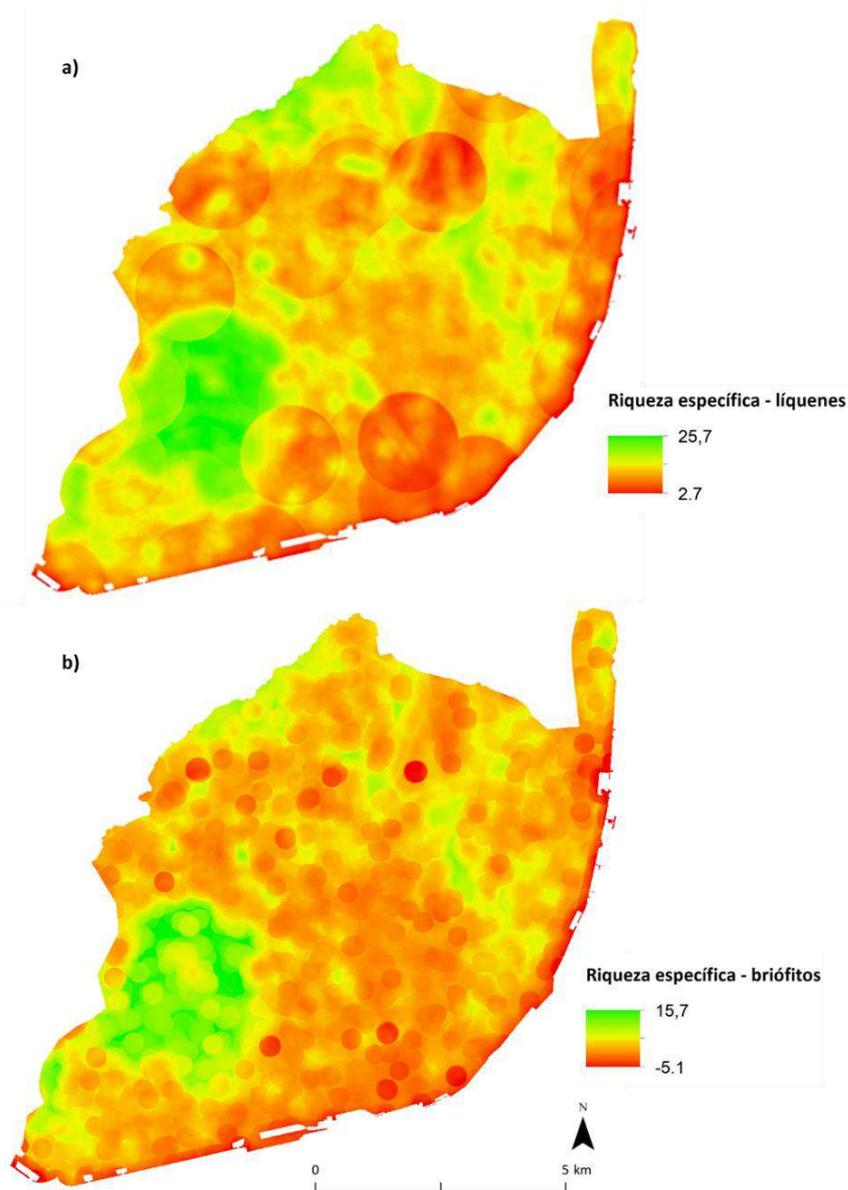
**Tabela 7.** Modelo preditivo final da riqueza de briófitos para a cidade de Lisboa. O símbolo \* utilizado na tabela indica que a variável em questão é significativamente correlacionada com o modelo.

Variáveis	Estimativa	Erro padrão	t	Pr(> t )	R <sup>2</sup>	adjR <sup>2</sup>	AIC
intercepção	3.642	2.152	1.692	0.113	0.664	0.668	81.313
Índice de Urbanização máximo b200	-11.235	4.844	-2.319	0.036*			
Somatório NDVI b200	0.008	0.003	2.649	0.019*			

**Tabela 8.** Modelo preditivo final da riqueza de líquenes para a cidade de Lisboa. O símbolo \* utilizado na tabela indica que a variável em questão é significativamente correlacionada com o modelo.

Varáveis	Estimativa	Erro padrão	t	Pr(> t )	R <sup>2</sup>	adjR <sup>2</sup>	AIC
intercepção	16.938	6.133	2.762	0.0153*	0.508	0.509	106.683
Somatório NDVI b200	0.015	0.005	2.793	0.0144*			
Índice de Urbanização máximo b1000	-17.010	11.295	-1.506	0.1543			

Com os modelos preditivos foi possível construir mapas preditivos da riqueza destes *taxa* para toda a cidade de Lisboa (figura 30). De acordo com os modelos e mapas obtidos, a riqueza específica potencial de líquenes poderá variar entre 2.7 e 25.7 e a riqueza específica potencial de briófitos poderá variar entre -5.1 e 15.7. Estes mapas realçam ainda a importância do Parque Florestal de Monsanto para a riqueza específica destes *taxa*, e a influência negativa da matriz urbana densa.



**Figura 30.** Mapas preditivos da riqueza específica de líquenes (a) e briófitos (b) potencial para a cidade de Lisboa.

#### 4. Síntese dos principais resultados e proposta de gestão

No decurso do presente estudo foi possível registar a ocorrência de um total de 15 espécies de briófitos (12 musgos e 3 hepáticas) e 52 *taxa* de líquenes. De um modo geral, a cobertura de líquenes epífitos é superior à cobertura de briófitos, especialmente em zonas classificadas como Mosaico Urbano, com maior coberto vegetal. Este resultado está relacionado com as características destes *taxa*. Os líquenes são capazes de colonizar maior amplitude de nichos que os briófitos em termos de microclima. Acresce que o ambiente urbano que em geral é mais xérico e por isso não tão adequado aos briófitos.

No que se refere às diferentes tipologias de habitat amostradas, destacam-se, a nível da riqueza e diversidade específica, áreas classificadas como Parques e Jardins e Parque Florestal de Monsanto. Estes resultados mostram a importância que estes parques e jardins representam para este grupo de taxa e por isso uma medida de gestão que promova estes taxa é o aumento da área e/ou do número de parques e jardins na cidade de Lisboa.

Os locais de amostragem Jardim Botânico e Mata de São Domingos de Benfica são particularmente importantes para a riqueza e diversidade de briófitos. Estes ambientes são caracterizados por um maior ensombramento e disponibilidade hídrica, fatores essenciais para a manutenção de comunidades ricas e diversas. Adicionalmente, a existência de manchas florestais relativamente extensas e bem conservadas na Mata de São Domingos de Benfica é também um importante fator para diversidade de briófitos. De facto, a maior densidade da vegetação está relacionada com uma maior capacidade de interceção de partículas e gases poluentes, reduzindo assim o efeito da poluição atmosférica sob estas comunidades (Matos *et al.* 2019). Para a promoção dos briófitos deve-se ter em conta a proteção e conservação de manchas florestais e o aumento da densidade arbórea.

Os valores mais elevados de riqueza e diversidade de líquenes foram observados no Parque Recreativo do Calhau e no Parque da Quinta das Conchas e dos Lilases. Estes locais apresentam uma elevada heterogeneidade de micro-habitat no seu interior criando nichos que permitem a colonização de espécies com ecologias diferentes que levam a resultados de maior biodiversidade. A promoção de parques e jardins que apresentem alguma heterogeneidade nos seus micro-habitats é uma boa solução para a promoção de diversas formas de diversidade.

De um modo geral, a riqueza e diversidade de briófitos é influenciada por variáveis ambientais e antropogénicas localizadas num raio de 200 e 500 m refletindo, assim, condições ambientais de proximidade. Por outro lado, os valores de riqueza e diversidade de líquenes refletem condições ambientais mais abrangentes, localizadas num raio de 1000 m. Os resultados evidenciam ainda a importância de zonas florestais e áreas com maior densidade e cobertura da vegetação para a diversidade de comunidades epífitas. Consequentemente a promoção destes taxa na cidade de Lisboa terá que ter em consideração este resultado que é importante olhar na envolvente e criar as condições ambientais mais adequadas para além da área que se quer intervencionar. Neste contexto a tipologia de parques e jardins é por si só uma boa forma de assegurar estas condições na envolvente.

A composição funcional das comunidades de líquenes, ou seja, a abundância de atributos funcionais em cada comunidade, é também um importante indicador da ocupação do solo. Comunidades constituídas por espécies com maior tolerância à perturbação estão associadas a áreas com maior densidade de tecido urbano, ao passo que comunidades caracterizadas por espécies mais sensíveis

estão associadas a áreas com maior densidade e cobertura da vegetação. A diversidade funcional destes organismos permitem-nos avaliar a qualidade ambiental da cidade de Lisboa e podem funcionar como um excelente indicador que apresenta elevada resolução espacial e pode cobrir toda a área do município.

## 5. Referências bibliográficas

- Asta J, Erhardt W, Ferretti M, Fornasier F, Kirschbaum U, Nimis PL, Purvis OW, Pirintsos S, Scheidegger C, Van Haluwyn C, Wirth V (2002) Mapping Lichen Diversity as an Indicator of Environmental Quality. Pages 273-279 In: Nimis PL, Scheidegger C and Wolseley PA, (eds) Monitoring with Lichens — Monitoring Lichens. Springer Netherlands, Dordrecht
- Crowl TA, Crist TO, Parmenter RR, Belovsky G, Lugo AE (2008) The spread of invasive species and infectious disease as drivers of ecosystem change. *Frontiers in Ecology and the Environment* 6:238-246
- EN 16413 (2014) Ambient air - biomonitoring with lichens - assessing epiphytic lichen diversity. Comité Européen de Normalisation, 33 pp
- Giordani P, Brunialti G (2015) Sampling and Interpreting Lichen Diversity Data for Biomonitoring Purposes. Pages 19-46 In: Upreti DK, Divakar PK, Shukla V and Bajpai R, (eds) Recent Advances in Lichenology: Modern Methods and Approaches in Biomonitoring and Bioprospection, Volume 1. Springer India, New Delhi
- Grimm NB, Faeth SH, Golubiewski NE, Redman CL, Wu J, Bai X, Briggs JM (2008) Global change and the ecology of cities. *science* 319:756-760
- Llop E, Pinho P, Matos P, Pereira MJ, Branquinho C (2012) The use of lichen functional groups as indicators of air quality in a Mediterranean urban environment. *Ecological indicators* 13:215-221
- Matos P, Vieira J, Rocha B, Branquinho C, Pinho P (2019) Modeling the provision of air-quality regulation ecosystem service provided by urban green spaces using lichens as ecological indicators. *Science of The Total Environment* 665:521-530
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington DC, USA
- Munzi S, Correia O, Silva P, Lopes N, Freitas C, Branquinho C, Pinho P (2014) Lichens as ecological indicators in urban areas: beyond the effects of pollutants. *Journal of Applied Ecology* 51:1750-1757

- Nimis P, Martellos S (2016) ITALIC - The Information System on Italian Lichens. Version 6.0. University of Trieste, Dept. of Biology, (<http://dryades.units.it/italic>), accessed on 26/08/2021
- Pauleit S, Hansen R, Rall EL, Zölch T, Andersson E, Luz AC, Szaraz L, Tosics I, Vierikko K (2017) Urban landscapes and green infrastructure In: Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science
- Pinho P, Augusto S, Martins-Loução MA, Pereira MJ, Soares A, Máguas C, Branquinho C (2008) Causes of change in nitrophytic and oligotrophic lichen species in a Mediterranean climate: Impact of land cover and atmospheric pollutants. *Environmental Pollution* 154:380-389
- Pinho P, Bergamini A, Carvalho P, Branquinho C, Stofer S, Scheidegger C, Máguas C (2012) Lichen functional groups as ecological indicators of the effects of land-use in Mediterranean ecosystems. *Ecological indicators* 15:36-42
- Pinho P, Correia O, Lecoq M, Munzi S, Vasconcelos S, Gonçalves P, Rebelo R, Antunes C, Silva P, Freitas C, Lopes N, Santos-Reis M, Branquinho C (2016) Evaluating green infrastructure in urban environments using a multi-taxa and functional diversity approach. *Environmental Research* 147:601-610
- Rocha B, Pinho P, Vieira J, Branquinho C, Matos P (2019) Testing the Poleotolerance Lichen Response Trait as an Indicator of Anthropic Disturbance in an Urban Environment. *Diversity* 11:55
- Ros RM, Mazimpaka V, Abou-Salama U, Aleffi M, Blockeel TL, Brugués M, Cano MJ, Cros RM, Dia MG, Dirkse GM, Saadawi WE, Erda A, Ganeva A, González-Mancebo JM, Herrnstadt I, Khalil K, Kürschner H, Lanfranco E, Losada-Lima A, Refai MS, Rodríguez-Nuñez S, Sabovljevi M, Sérgio C, Shabbara H, Sim-Sim M, Söderström L (2007) Hepatics and Anthocerotales of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie* 28:351-437
- Ros RM, V. M, Abou-Salama U, Aleffi M, Blockeel TL, Brugués M, Cros RM, Dia M, Dirkse GM, Drape ID, El-Saadawi W, Erdag W, Ganeva A, Gabriel R, González RM, Granger C, Herrnstadt I, Hugonnot V, Khalil K, Kürschner HH, Losada-Lima A, Luís L, Mifsud S, Privitera M, M. P, Sabovijevic M, Sérgio C, Shabbara HM, Sim-Sim M, Sotiaux A, R. T, Vanderpoorten A, Werner O (2013) Mosses of the Mediterranean, an annotated checklist. *Cryptogamie, Bryologie* 34:99-283
- Santos-Reis M, Rainho A, Mendes R, Leal A, Luz A, Grilo F, Rebelo R, Aparício G, Gomes S, Palmeirim JM, Ferreira L, Gabriel S, Pinho P, Branquinho C, Mathias ML (2021) Monitorização da biodiversidade na cidade de Lisboa: a fauna de vertebrados. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa:205
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020) Global Biodiversity Outlook 5. Montreal.

- Sérgio C, Carvalho P, Garcia CA, Almeida E, Novais V, Sim-Sim M, Jordão H, Sousa AJ (2016) Floristic changes of epiphytic flora in the Metropolitan Lisbon area between 1980–1981 and 2010–2011 related to urban air quality. *Ecological indicators* 67:839-852
- Sérgio C, Garcia CA, Sim-Sim M, Vieira C, Hespanhol H, Stow S. (2013) *Atlas e Livro Vermelho dos Briófitos ameaçados de Portugal (Atlas and Red Data Book of Endangered Bryophytes of Portugal)*. Lisboa
- Shochat E, Warren PS, Faeth SH, McIntyre NE, Hope D (2006) From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in ecology & evolution* 21:186-191
- Steffen W, Richardson K, Rockström J, Cornell SE, Fetzer I, Bennett EM, Biggs R, Carpenter SR, de Vries W, de Wit CA, Folke C, Gerten D, Heinke J, Mace GM, Persson LM, Ramanathan V, Reyers B, Sörlin S (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *science* 347
- United Nations Department of Economic Social Affairs - Population Division (2015) *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER.A/366)*

## **Anexos**

## Anexo A – Listas das espécies observadas e registo de observações

**Anexo A.1** Lista das espécies de briófitos epífitos (musgos e hepáticas) identificadas no concelho de Lisboa. Apresentam-se também as tipologias de habitats onde as espécies foram observadas (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental).

Ordem	Família	Espécie	Grupo	Habitat	Zona
Hypnales	Cryphaeaceae	<i>Cryphaea heteromalla</i> (Hedw.) D. Mohr	musgo	PFM; PJ	Oc; Or
Pottiales	Pottiaceae	<i>Dialytrichia mucronata</i> (Brid.) Broth.	musgo	PJ	Ce
Hypnales	Fabroniaceae	<i>Fabronia pusilla</i> Raddi	musgo	PJ	Ce
Jungermanniales	Jubulaceae	<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumort.	hepática	AA; MU<NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
Hypnales	Brachytheciaceae	<i>Homalothecium sericeum</i> (Hedw.) Schimp.	musgo	PFM; PF	Ce; Oc; Or
Hypnales	Leptodontaceae	<i>Leptodon smithii</i> (Hedw.) F. Weber & D. Mohr	musgo	PFM	Oc
Metzgeriales	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort	hepática	PFM; PJ	Ce; Oc
Hypnales	Leucodontaceae	<i>Nogopterium gracile</i> (Hedw.) Crosby & W.R. Buck	musgo	PFM	Oc
Orthotrichales	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum diaphanum</i> Brid.	musgo	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
Orthotrichales	Orthotrichaceae	<i>Orthotrichum tenellum</i> Bruch ex Brid.	musgo	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
Bryales	Bryaceae	<i>Ptychostomum capillare</i> (Hedw.) Holyoak & N. Pedersen	musgo	PJ	Ce
Jungermanniales	Radulaceae	<i>Radula lindenbergiana</i> Gottsche ex C. Hartm.	hepática	PFM	Oc
Hypnales	Brachytheciaceae	<i>Scorpiurium sendtneri</i> (Schimp.) M. Fleisch.	musgo	PFM; PJ	Ce; Oc
Pottiales	Pottiaceae	<i>Syntrichia laevipila</i> Brid.	musgo	AA; EVR; MU<NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
Orthotrichales	Orthotrichaceae	<i>Zygodon rupestris</i> Schimp. ex Lorentz	musgo	EVR; MU<NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc

**Anexo A.2** Taxa de líquenes epífitos identificados no concelho de Lisboa. Apresentam-se também as tipologias de habitats onde os taxa foram observados (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental).

<b>Ordem</b>	<b>Família</b>	<b>Taxa</b>	<b>Habitat</b>	<b>Zona</b>
<i>Lecanorales</i>	Ramalinaceae	<i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal.	PFM; PJ	Oc; Or
<i>Teloschistales</i>	Caloplacoideae	<i>Calopaca</i> sp.	AA; MU<NDVI; PJ	Oc; Or
<i>Teloschistales</i>	Caloplacoideae	<i>Caloplaca ulcerosa</i> Coppins & P. James	PJ	Oc; Or
<i>Candelariales</i>	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i> (Dicks.) Stein	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Arthoniales</i>	Chrysothricaceae	<i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J.R. Laundon	PFM; PJ	Ce; Oc
<i>Lecanorales</i>	Cladoniaceae	<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Spreng.	PFM	Oc
<i>Arthoniales</i>	Roccellaceae	<i>Dendrographa decolorans</i> (Sm.) Ertz & Tehler	PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Caliciaceae	<i>Diploicia canescens</i> (Dicks.) A. Massal.	EVR; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Verrucariales</i>	Verrucariaceae	<i>Endocarpum</i> sp.	PJ	Or
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Flavoparmelia caperata</i> (L.) Hale	MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Hyperphyscia adglutinata</i> (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Lecanorales</i>	Lecanoraceae	<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	MU<NDVI; PFM; PJ	Oc; Or
<i>Lecanorales</i>	Lecanoraceae	<i>Lecanora horiza</i> (Ach.) Linds.	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Lecideales</i>	Lecideaceae	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	MU < NDVI	Ce

<i>Lecanorales</i>	Stereocaulaceae	<i>Lepraria</i> sp.	AA; PFM; PJ	Ce; Oc
<i>Lecanorales</i>	Lecanoraceae	<i>Myriolecis dispersa</i> (Pers.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch	AA; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM	Ce; Oc; Or
<i>Lecanorales</i>	Lecanoraceae	<i>Myriolecis hagenii</i> (Ach.) Śliwa, Zhao Xin & Lumbsch	PJ	Or
<i>Verrucariales</i>	Verrucariaceae	<i>Normandina pulchella</i> (Borrer) Nyl.	PJ; PFM	Ce; Oc
<i>Peltigerales</i>	Pannariaceae	<i>Parmelia barrenoae</i> Divakar, M.C. Molina & A. Crespo	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Parmotrema perlatum</i> (Huds.) M. Choisy	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Parmotrema reticulatum</i> (Taylor) M. Choisy	PJ; PFM	Oc; Or
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Parmotrema</i> sp.	PFM	Oc
<i>Pertusariales</i>	Pertusariaceae	<i>Pertusaria heterochroa</i> (Müll. Arg.) Erichsen	MU > NDVI; PJ	Ce; Or
<i>Pertusariales</i>	Pertusariaceae	<i>Pertusaria hymenea</i> (Ach.) Schaer.	PFM	Oc
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Phaeophyscia hirsuta</i> (Mereschk.) Essl.	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Phaeophyscia hispidula</i> (Ach.) Essl.	AA; MU>NDVI; PJ	Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Phaeophyscia</i> sp.	AA; MU>NDVI; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia adscendens</i> H. Olivier	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia clementei</i> (Turner) Lyngø	EVR; PFM; PJ	Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia dubia</i> (Hoffm.) Lettau	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia</i> sp.	EVR; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or

<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	AA; EVR; MU<NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physcia tribacioides</i> Nyl.	MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physciella chloantha</i> (Ach.) Essl.	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	MU<NDVI; MU>NDVI; PJ	Or
<i>Caliciales</i>	Physciaceae	<i>Physconia perisidiosa</i> (Erichsen) Moberg	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Punctelia borreri</i> (Sm.) Krog	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Caliciales</i>	Caliciaceae	<i>Pyxine subcinerea</i> Stirt.	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Ramalinaceae	<i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach.	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Ramalinaceae	<i>Ramalina panizzei</i> De Not.	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Ramalinaceae	<i>Ramalina</i> sp.	PFM	Oc
<i>Caliciales</i>	Caliciaceae	<i>Rinodina</i> sp.	AA; EVR; MU<NDVI; PFM	Ce; Oc; Or
<i>Peltigerales</i>	Collemataceae	<i>Scytinium teretiusculum</i> (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin	PFM	Oc
<i>Teloschistales</i>	Teloschistaceae	<i>Teloschistes chrysophthalmos</i> (L.) Th. Fr.	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Parmeliaceae	<i>Usnea subscabrosa</i> Motyka	PFM	Oc
<i>Lecanorales</i>	Ramalinaceae	<i>Waynea stoechadiana</i> (Abbassi Maaf & Cl. Roux) Cl. Roux & P. Clerc	AA; EVR; MU<NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or
<i>Teloschistales</i>	Xanthorioideae	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	AA; EVR; MU<NDVI; MU>NDVI; PFM; PJ	Ce; Oc; Or

**Anexo A.3** Locais de amostragem onde foram observadas espécies de líquenes e briófitos únicas. Espécies únicas: espécies exclusivamente observadas em um ou dois locais de amostragem.

Local	n.º total espécies	n.º espécies únicas	% espécies únicas	n.º espécies briófitos únicas	% espécies briófitos únicas	n.º espécies líquenes únicas	% espécies líquenes únicas
Jardim Botânico de Lisboa	16	5	31,3	5	31,3	0	0
Montes Claros	29	8	27,6	1	3,4	7	24,1
Mata de São Domingos de Benfica	29	6	20,7	4	13,8	2	6,9
Parque Recreativo do Calhau	31	6	19,4	1	3,2	5	16,1
Av. Afonso III	12	2	16,7	0	0	2	16,7
Parque da Quinta das conchas e dos Lilases	34	4	11,8	0	0	4	11,8
Parque Silva Porto	19	1	5,3	0	0	1	5,3

## Anexo B – Caracterização ambiental das áreas de amostragem

**Anexo B.1** Área (em m<sup>2</sup>) das variáveis do Urban Atlas 2018 (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços) nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 200 m. A cinzento-escuro estão representadas as classes ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’ que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada classe.

Buffer 200 m															
Tipologia	Zona	Local	Variáveis do Urban Atlas (m <sup>2</sup> )												
			<i>Urb. densa</i>	<i>T. urb. muito denso</i>	<i>T. urb. denso</i>	<i>T. urb. med. denso</i>	<i>Unid. de tipo variado*</i>	<i>Outras vias</i>	<i>Áreas portuárias</i>	<i>Ferrovias</i>	<i>Urb. esparsa</i>	<i>T. urb. pouco denso</i>	<i>Infraestr. verde</i>	<i>Floresta</i>	<i>Esp. verdes</i>
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	54.58	47.70	0.00	0.00	5.56	1.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Oc	Av. Uruguai	44.24	18.23	20.14	0.00	4.28	1.59	0.00	0.00	3.58	3.58	0.00	0.00	0.00
	Or	Alameda dos Oceanos	33.68	10.21	0.00	0.00	21.28	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
EVR	Ce	Jardim D. Luís	65.50	35.56	0.00	0.00	14.89	3.16	9.84	2.04	0.00	0.00	6.74	0.00	6.74
	Oc	Jardim Vasco da Gama	32.44	22.44	0.00	0.00	3.97	2.43	0.00	3.60	0.00	0.00	11.52	0.00	11.52
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	47.96	0.00	0.00	0.00	32.14	7.82	0.00	8.01	0.00	0.00	5.50	0.00	5.50
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	27.09	24.70	1.13	0.00	0.00	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

	Or	Rua Alfredo Cortes	55.93	40.27	6.71	0.00	3.42	1.36	0.00	4.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MU &gt; NDVI</b>	Ce	Av. Afonso III	53.01	35.54	8.40	2.93	4.74	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Oc	Rua São Domingos Benfica	44.90	14.01	13.54	6.51	0.00	1.71	0.00	9.13	0.00	0.00	2.83	0.00	2.83
	Or	Av. Igreja	45.52	30.87	9.46	0.00	3.91	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>PFM</b>	Oc	Monsanto Calhau	5.15	4.01	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	22.29	22.29	0.00
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	16.23	5.03	0.00	3.46	0.00	1.07	0.00	6.67	0.00	0.00	17.76	9.61	8.15
	Oc	Montes Claros	2.58	0.00	0.00	0.00	1.23	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	1.12	0.00
<b>PJ</b>	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	75.06	19.14	21.76	2.96	23.66	7.54	0.00	0.00	0.00	0.00	5.46	0.00	5.46
	Oc	Parque Silva Porto	61.38	8.82	30.62	0.00	13.57	8.37	0.00	0.00	0.00	0.00	8.86	0.00	8.86
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	20.60	5.61	0.00	0.00	9.24	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	9.83	0.00	9.83

**Anexo B.2** Área (em m<sup>2</sup>) das variáveis do Urban Atlas 2018 (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços) nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 500 m. A cinzento-escuro estão representadas as classes ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’ que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada classe.

Buffer 500 m																	
Tipologia	Zona	Local	Variáveis do Urban Atlas (m <sup>2</sup> )														
			<i>Urb. densa</i>	<i>T. urb. muito denso</i>	<i>T. urb. denso</i>	<i>T.urb. med. denso</i>	<i>Unid. de tipo variado*</i>	<i>Vias rápidas</i>	<i>Outras vias</i>	<i>Áreas portuárias</i>	<i>Ferrovias</i>	<i>Urb. esparsa</i>	<i>T. urb. pouco denso</i>	<i>T. urb. muito pouco denso</i>	<i>Infraestr. verde</i>	<i>Floresta</i>	<i>Esp. verdes</i>
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	284.69	237.76	20.08	0.00	17.55	0.00	9.30	0.00	0.00	2.92	2.92	0.00	36.74	0.00	36.74
	Oc	Av. Uruguai	237.18	113.88	76.51	15.93	16.04	0.00	14.83	0.00	0.00	12.81	11.42	1.39	7.27	0.00	7.27
	Or	Alameda dos Oceanos	87.55	22.32	5.17	0.00	53.06	0.00	1.19	0.00	5.81	0.00	0.00	0.00	2.69	0.00	2.69
EVR	Ce	Jardim D. Luís	308.48	231.82	4.47	0.00	51.27	0.00	3.48	14.39	3.06	0.00	0.00	0.00	9.32	0.00	9.32
	Oc	Jardim Vasco da Gama	131.41	70.06	14.01	0.00	36.64	0.00	9.52	0.00	1.17	0.00	0.00	0.00	32.92	0.00	32.92
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	233.79	158.23	1.56	0.00	69.81	0.00	1.20	0.00	2.99	0.00	0.00	0.00	13.34	0.00	13.34
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	246.24	124.66	83.78	10.14	12.05	0.00	15.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.34	0.00	22.34
	Or	Rua Alfredo Cortes	214.71	162.11	21.18	5.79	12.50	0.00	10.91	0.00	2.22	0.00	0.00	0.00	2.19	0.00	2.19

<b>MU &gt; NDVI</b>	Ce	Av. Afonso III	115.06	47.69	20.88	1.38	30.27	0.00	8.58	0.00	6.26	4.12	4.12	0.00	6.50	0.00	6.50
	Oc	Rua São Domingos Benfica	141.36	64.28	34.87	5.57	21.86	0.00	10.87	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	36.04	14.01	22.03
	OR	Av. Igreja	224.42	85.70	71.83	11.40	45.13	0.00	10.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>PFM</b>	Oc	Monsanto Calhau	41.04	9.02	2.56	2.16	13.66	0.00	11.06	0.00	2.58	0.00	0.00	0.00	86.48	84.60	1.88
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	84.44	24.35	5.48	17.43	26.11	0.00	8.56	0.00	2.51	0.00	0.00	0.00	14.04	10.97	3.07
	Oc	Montes Claros	39.73	0.00	31.87	0.00	1.40	3.22	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	24.08	3.92
<b>PJ</b>	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	365.60	286.26	38.02	4.77	35.38	0.00	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.29	0.00	31.29
	Oc	Parque Silva Porto	352.76	133.36	149.40	22.99	31.10	0.00	14.87	0.00	1.05	0.00	0.00	0.00	20.95	0.00	20.95
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	171.00	124.72	8.30	0.00	28.93	0.00	9.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	0.00	2.30

**Anexo B.3** Área (em m<sup>2</sup>) das variáveis do Urban Atlas 2018 (Urb. – Urbanização; T. urb. – Tecido urbano; Unid. – Unidades; Estr. – Estruturas; Infraestr. – Infraestrutura; Esp. Espaços) nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 1000 m. A cinzento-escuro estão representadas as classes ‘Urbanização densa’, ‘Urbanização esparsa’ e ‘Infraestrutura verde’ que agregam as sub-classes indicadas abaixo de cada classe.

Buffer 1000 m																				
Tipologia	Zona	Local	Variáveis do Urban Atlas (m <sup>2</sup> )																	
			<i>Urb. densa</i>	<i>Aerop.</i>	<i>T. urb. muito denso</i>	<i>T. urb denso</i>	<i>T. urb mediamente denso</i>	<i>Unid. de tipo variado*</i>	<i>Locais de despejo</i>	<i>Estr. isoladas</i>	<i>Vias rápidas</i>	<i>Outras vias</i>	<i>Áreas portuárias</i>	<i>Ferrovias</i>	<i>Urb. esparsa</i>	<i>T. urb pouco denso</i>	<i>T. urb. muito pouco denso</i>	<i>Infraestr. verde</i>	<i>Floresta</i>	<i>Esp. verdes</i>
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	977.29	0.00	656.88	124.97	28.89	124.38	0.00	0.00	3.60	28.77	0.00	9.81	8.27	8.27	0.00	37.83	8.23	29.60
	Oc	Av. Uruguai	762.39	0.00	282.46	225.75	75.37	148.19	0.00	0.00	0.00	19.97	0.00	10.65	21.72	12.97	8.75	32.73	0.00	32.73
	Or	Alameda dos Oceanos	440.32	0.00	255.87	48.95	0.00	111.31	0.00	0.00	0.00	3.70	0.00	20.49	0.00	0.00	0.00	12.99	0.00	12.99
EVR	Ce	Jardim D. Luís	1025.10	0.00	772.81	43.97	8.51	152.71	0.00	0.00	0.00	16.19	27.11	3.82	0.00	0.00	0.00	27.52	0.00	27.52
	Oc	Jardim Vasco da Gama	401.27	0.00	256.10	38.29	33.80	67.73	0.00	0.00	0.00	2.85	0.00	2.50	32.88	28.31	4.58	38.82	0.00	38.82
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	517.23	0.00	273.02	35.46	8.07	177.00	0.00	0.00	0.00	3.82	0.00	19.86	0.00	0.00	0.00	27.26	0.00	27.26
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	616.89	0.00	234.91	230.67	51.09	76.72	0.00	0.00	0.00	22.48	0.00	1.01	19.26	12.97	6.29	32.98	0.00	32.98

	Or	Rua Alfredo Cortes	621.74	0.00	375.09	113.22	10.83	112.16	0.00	0.00	0.00	6.05	0.00	4.39	7.03	7.03	0.00	9.04	0.00	9.04
MU > NDVI	Ce	Av. Afonso III	539.57	0.00	336.22	74.00	6.80	103.58	8.29	0.00	0.00	4.55	1.88	4.25	7.11	4.12	2.99	4.78	0.00	4.78
	Oc	Rua São Domingos Benfica	460.89	0.00	213.20	97.29	13.45	98.96	0.00	0.00	0.00	13.08	0.00	24.91	1.43	1.43	0.00	124.44	86.74	37.70
	Or	Av. Igreja	549.16	0.00	232.36	194.04	16.67	100.26	0.00	0.00	0.00	4.65	0.00	1.19	0.00	0.00	0.00	17.90	0.00	17.90
PFM	Oc	Monsanto Calhau	381.27	0.00	185.04	41.91	29.13	94.59	0.00	0.00	0.00	16.57	0.00	14.04	0.00	0.00	0.00	162.89	139.90	22.99
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	506.99	0.00	198.72	139.32	31.51	83.75	0.00	0.00	0.00	31.82	0.00	21.87	10.73	3.05	7.68	156.79	119.76	37.03
	Oc	Montes Claros	299.84	0.00	145.91	83.09	3.44	60.77	0.00	2.98	1.30	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	91.93	43.19	48.73
PJ	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	1290.49	0.00	1009.78	113.24	12.03	145.39	0.00	0.00	0.00	10.05	0.00	0.00	4.17	4.17	0.00	86.63	0.00	86.63
	Oc	Parque Silva Porto	625.31	0.00	236.84	250.19	40.09	60.26	0.00	0.00	0.00	26.23	0.00	11.69	1.71	1.71	0.00	42.64	2.11	40.53
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	468.86	8.54	320.76	35.16	15.66	83.91	0.00	0.00	0.00	4.82	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00	13.22	0.00	13.22

**Anexo B.4** Valor das variáveis 'NDVI' e 'Índice de Urbanização' nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 200 m.

Buffer 200 m														
Tipologia	Zona	Local	Variável 'NDVI'						Variável 'Índice de Urbanização'					
			NDVI (mínimo)	NDVI (máximo)	NDVI (variação)	NDVI (média)	NDVI (desvio padrão)	NDVI (soma)	IU (mínimo)	IU (máximo)	IU (variação)	UI (média)	UI (desvio padrão)	UI (soma)
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	-0.02	0.68	0.70	0.16	0.14	202.79	-0.55	0.33	0.87	-0.03	0.13	-39.53
	Oc	Av. Uruguai	0.04	0.71	0.67	0.30	0.18	378.59	-0.62	0.31	0.94	-0.18	0.17	-229.32
	Or	Alameda dos Oceanos	-0.08	0.69	0.77	0.10	0.14	120.23	-0.53	0.19	0.72	-0.15	0.11	-187.51
EVR	Ce	Jardim D. Luís	-0.08	0.69	0.76	0.08	0.10	101.72	-0.48	0.29	0.77	0.00	0.12	-0.54
	Oc	Jardim Vasco da Gama	-0.12	0.70	0.82	0.24	0.19	305.21	-0.54	0.26	0.79	-0.16	0.16	-204.70
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	-0.12	0.70	0.82	0.24	0.18	309.67	-0.58	0.45	1.03	-0.13	0.15	-163.09
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	-0.04	0.67	0.71	0.17	0.13	213.39	-0.49	0.33	0.82	-0.07	0.13	-91.44
	Or	Rua Alfredo Cortes	-0.01	0.64	0.65	0.17	0.12	218.59	-0.40	0.30	0.70	-0.06	0.12	-78.94
MU > NDVI	Ce	Av. Afonso III	-0.03	0.72	0.75	0.25	0.18	309.60	-0.59	0.35	0.94	-0.13	0.16	-165.88
	Oc	Rua São Domingos Benfica	0.01	0.70	0.70	0.25	0.17	313.64	-0.58	0.27	0.85	-0.12	0.15	-148.45

	Or	Av. Igreja	-0.02	0.68	0.71	0.22	0.14	277.56	-0.40	0.25	0.64	-0.06	0.10	-71.59
<b>PFM</b>	Oc	Monsanto Calhau	0.14	0.74	0.60	0.62	0.08	774.51	-0.70	0.04	0.74	-0.54	0.10	-677.13
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	0.03	0.77	0.75	0.51	0.20	645.20	-0.72	0.02	0.74	-0.46	0.19	-578.39
	Oc	Montes Claros	-0.09	0.78	0.88	0.63	0.10	782.55	-0.74	0.03	0.76	-0.60	0.10	-746.72
<b>PJ</b>	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	0.02	0.76	0.74	0.38	0.23	476.56	-0.70	0.23	0.93	-0.26	0.25	-322.59
	Oc	Parque Silva Porto	-0.05	0.72	0.77	0.32	0.21	395.83	-0.66	0.42	1.08	-0.23	0.22	-286.33
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	0.02	0.77	0.75	0.55	0.18	686.73	-0.68	0.38	1.06	-0.44	0.18	-558.65

**Anexo B.5** Valor das variáveis 'NDVI' e 'Índice de Urbanização' nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 500 m.

Buffer 500 m														
Tipologia	Zona	Local	Variável 'NDVI'						Variável 'Índice de Urbanização'					
			NDVI (mínimo)	NDVI (máximo)	NDVI (variação)	NDVI (média)	NDVI (desvio padrão)	NDVI (soma)	IU (mínimo)	IU (máximo)	IU (variação)	UI (média)	UI (desvio padrão)	UI (soma)
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	-0.16	0.75	0.91	0.19	0.16	1500.08	-0.68	0.54	1.22	-0.05	0.16	-404.38
	Oc	Av. Uruguai	-0.06	0.81	0.87	0.30	0.20	2373.25	-0.71	0.34	1.06	-0.19	0.20	-1487.93
	Or	Alameda dos Oceanos	-0.41	0.72	1.13	0.09	0.19	680.81	-0.62	0.55	1.17	-0.16	0.18	-1221.46
EVR	Ce	Jardim D. Luís	-0.43	0.71	1.14	0.02	0.16	118.16	-0.75	0.52	1.27	-0.08	0.21	-598.78
	Oc	Jardim Vasco da Gama	-0.26	0.77	1.02	0.16	0.23	1282.71	-0.72	0.40	1.12	-0.18	0.20	-1415.70
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	-0.12	0.75	0.87	0.18	0.15	1416.72	-0.60	0.45	1.05	-0.09	0.13	-737.64
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	-0.06	0.70	0.76	0.22	0.15	767.37	-0.57	0.29	0.86	-0.13	0.14	-437.25
	OR	Rua Alfredo Cortes	-0.09	0.75	0.84	0.16	0.15	1219.27	-0.60	0.36	0.96	-0.06	0.14	-436.59
MU > NDVI	Ce	Av. Afonso III	-0.08	0.76	0.84	0.25	0.19	1989.93	-0.64	0.35	1.00	-0.14	0.18	-1066.04
	Oc	Rua São Domingos Benfica	-0.22	0.78	1.01	0.31	0.20	2403.36	-0.70	0.31	1.01	-0.19	0.20	-1489.78
	Or	Av. Igreja	-0.04	0.75	0.79	0.22	0.15	1647.58	-0.62	0.37	0.99	-0.09	0.13	-655.25

<b>PFM</b>	Oc	Monsanto Calhau	-0.02	0.77	0.80	0.58	0.15	3023.42	-0.73	0.15	0.88	-0.52	0.16	-2736.74
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	-0.08	0.80	0.88	0.46	0.23	3609.36	-0.73	0.26	0.99	-0.39	0.23	-3043.73
	Oc	Montes Claros	-0.09	0.81	0.91	0.57	0.14	4492.58	-0.75	0.08	0.83	-0.54	0.14	-4255.46
<b>PJ</b>	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	-0.05	0.77	0.82	0.23	0.21	1809.67	-0.70	0.60	1.30	-0.10	0.22	-753.21
	Oc	Parque Silva Porto	-0.05	0.75	0.80	0.23	0.17	1762.79	-0.66	0.42	1.08	-0.12	0.17	-917.53
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	-0.04	0.78	0.82	0.34	0.22	2702.68	-0.70	0.53	1.22	-0.23	0.22	-1819.70

**Anexo B.6** Valor das variáveis 'NDVI' e 'Índice de Urbanização' nas áreas selecionadas para amostragem em cada uma das tipologias de habitats consideradas neste estudo (AA - Arvoredo em Alinhamento; EVR - Espaços Verdes Ribeirinhos; MU<NDVI - Mosaico Urbano < NDVI; MU>NDVI - Mosaico Urbano > NDVI; PFM - Parque Florestal de Monsanto, PJ - Parques e Jardins) e as correspondentes zonas da cidade de Lisboa (Ce – Central; Oc – Ocidental; Or - Oriental), tendo em conta os *buffers* de 1000 m.

Buffer 1000 m														
Tipologia	Zona	Local	Variável 'NDVI'						Variável 'Índice de Urbanização'					
			NDVI (mínimo)	NDVI (máximo)	NDVI (variação)	NDVI (média)	NDVI (desvio padrão)	NDVI (soma)	IU (mínimo)	IU (máximo)	IU (variação)	UI (média)	UI (desvio padrão)	UI (soma)
AA	Ce	Rua Saraiva Carvalho	-0.16	0.81	0.97	0.24	0.20	7661.97	-0.77	0.54	1.31	-0.12	0.20	-3730.64
	Oc	Av. Uruguai	-0.08	0.81	0.89	0.26	0.19	8167.88	-0.71	0.52	1.24	-0.16	0.18	-5147.81
	Or	Alameda dos Oceanos	-0.43	0.72	1.16	0.01	0.26	126.51	-0.76	0.55	1.31	-0.29	0.27	-6764.86
EVR	Ce	Jardim D. Luís	-0.43	0.71	1.14	-0.07	0.18	-1717.83	-0.75	0.52	1.28	-0.22	0.27	-5141.73
	Oc	Jardim Vasco da Gama	-0.29	0.77	1.06	0.08	0.24	2532.33	-0.72	0.43	1.14	-0.23	0.23	-7148.27
	Or	Jardim do Cabeço das Rolas	-0.45	0.77	1.21	0.11	0.22	3385.81	-0.76	0.60	1.36	-0.16	0.20	-5012.83
MU < NDVI	Oc	Rua Augusto Costa	-0.04	0.80	0.84	0.36	0.24	1649.43	-0.74	0.31	1.05	-0.27	0.23	-1230.50
	Or	Rua Alfredo Cortes	-0.09	0.76	0.84	0.20	0.16	6277.70	-0.64	0.42	1.05	-0.09	0.15	-2783.09
MU > NDVI	Ce	Av. Afonso III	-0.29	0.79	1.08	0.16	0.23	5162.09	-0.68	0.42	1.09	-0.15	0.20	-4613.93
	Oc	Rua São Domingos Benfica	-0.22	0.79	1.01	0.35	0.24	11008.19	-0.73	0.37	1.10	-0.26	0.25	-8244.26

	Or	Av. Igreja	-0.06	0.77	0.83	0.31	0.19	5159.96	-0.69	0.37	1.06	-0.18	0.18	-3084.44
<b>PFM</b>	Oc	Monsanto Calhau	-0.03	0.80	0.83	0.48	0.22	5203.86	-0.75	0.26	1.01	-0.40	0.25	-4386.14
	Oc	Monsanto Mata São Domingos	-0.19	0.80	1.00	0.54	0.20	6605.36	-0.76	0.32	1.08	-0.46	0.22	-5715.86
	Oc	Montes Claros	-0.18	0.81	0.99	0.47	0.20	14595.76	-0.75	0.40	1.15	-0.40	0.22	-12552.81
<b>PJ</b>	Ce	Jardim Botânico de Lisboa	-0.08	0.77	0.85	0.19	0.18	5077.39	-0.70	0.60	1.30	-0.05	0.19	-1318.31
	Oc	Parque Silva Porto	-0.12	0.76	0.89	0.21	0.16	3644.34	-0.71	0.42	1.13	-0.10	0.16	-1694.58
	Or	Quinta das Conchas e dos Lilases	-0.08	0.78	0.86	0.27	0.20	8552.25	-0.70	0.53	1.22	-0.17	0.19	-5241.20

## Anexo C – Materiais de divulgação científica

# LÍQUENES E BRIÓFITOS DE LISBOA

## Guia simplificado



AUTOR 1  
AUTOR 2  
AUTOR 3



# FICHA TÉCNICA

COORDENAÇÃO

AUTORES

COLABORAÇÃO

DESIGN GRÁFICO

FOTOGRAFIAS

Líquenes: Erika Almeida

Briófitos: Juliana Monteiro

EDIÇÃO

ISBN

DEPÓSITO LEGAL

TIRAGEM

IMPRESSÃO

FOTOS DE CAPA



## NOTA INTRODUTÓRIA

O aumento populacional, bem como a crescente urbanização, têm como consequência um maior consumo de recursos naturais e energia que, juntamente com uma degradação ambiental generalizada e aumento da poluição, podem levar à perda acentuada de biodiversidade em meio urbano. Alguns fatores abióticos associados às cidades, como a densa rede de estradas, elevado ruído e poluição atmosférica e luminosa, desempenham um papel importante na determinação da biodiversidade urbana. De um modo geral, as comunidades biológicas apresentam alterações em termos de riqueza específica (número de espécies de uma região), abundância (quantidade de indivíduos de cada espécie), composição (combinações de espécies que existem em cada local) e equitabilidade (distribuição da abundância de espécies numa comunidade).

Não obstante, o mais recente relatório da Convenção sobre a Diversidade Biológica<sup>a</sup>, assim como os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável<sup>b</sup>, adotados em 2015 pelas Nações Unidas, reconhecem a importância das áreas urbanas para reverter a perda de biodiversidade à escala global. A riqueza e valor da natureza nas cidades resulta não só da existência de mosaicos de biótopos, que albergam uma mistura de espécies autóctones, como também dos serviços e funções de ecossistema potencialmente prestados pela biodiversidade urbana, relacionados com a redução da poluição atmosférica, regulação do ciclo hidrológico, regulação do efeito de "ilha de calor", etc.

No caso dos líquenes e briófitos, estes são organismos considerados importantes biomonitores das condições ambientais, uma vez que são organismos extremamente sensíveis a alterações do meio circundante. Uma vez que retiram da atmosfera tudo o que necessitam para sobreviver, utilizando o substrato apenas para se fixarem, estão totalmente expostos a alterações de humidade e exposição solar, assim como aos poluentes atmosféricos. Diferentes espécies possuem diferentes sensibilidades, tornando-os bons bioindicadores, sendo usados a nível mundial como organismos biomonitores em estudos de monitorização ambiental.

PRETENDE-SE COM ESTE GUIA dar a conhecer algumas espécies comuns de líquenes e briófitos que crescem nas árvores da cidade de Lisboa, algumas das suas preferências ecológicas e sensibilidade a dois fatores de perturbação. Este guia não pretende substituir as chaves taxonómicas essenciais à correta identificação de algumas das espécies aqui apresentadas.

<sup>a</sup> Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2020); <sup>b</sup> <https://www.ods.pt/>

# LEGENDA GRÁFICA

## FORMA DE CRESCIMENTO - LÍQUENES



CRUSTOSO



FOLIÁCEO



FRUTICULOSO

## FORMA DE CRESCIMENTO - BRIÓFITOS



MUSGO



HEPÁTICA

## APOIO À IDENTIFICAÇÃO



TESTES QUÍMICOS



OBSERVAÇÃO MICROSCÓPICA

## TAMANHO



VISÍVEL A OLHO NU



PODERÁ SER NECESSÁRIO A UTILIZAÇÃO DE LUPA

## ABUNDÂNCIA EM LISBOA



MUITO COMUM



COMUM



POUCO COMUM

## REQUERIMENTO FACE À EXPOSIÇÃO SOLAR



GRANDE EXPOSIÇÃO SOLAR



MÉDIA EXPOSIÇÃO SOLAR



POUCA EXPOSIÇÃO SOLAR

## REQUERIMENTO FACE À HUMIDADE



MUITA HUMIDADE



MÉDIA HUMIDADE



POUCA HUMIDADE

## TOLERÂNCIA À EUTROFIZAÇÃO



MUITO TOLERANTE



MÉDIAMENTE TOLERANTE



POUCO OU NADA TOLERANTE

## TOLERÂNCIA AO DISTÚRBO HUMANO



MUITO TOLERANTE



MÉDIAMENTE TOLERANTE



POUCO OU NADA TOLERANTE



# LÍQUENES

Os líquenes são fungos liquenizados ou seja, vivem em simbiose com um organismo fotossintético (alga ou cianobactéria), formando um talo liquênico. Esta relação confere vantagens que lhes permitem viver em praticamente qualquer lado: o fungo obtém os nutrientes de que necessita para sobreviver a partir da fotossíntese realizada pelo parceiro fotossintético (fotobionte), enquanto que o fotobionte recebe proteção contra a desidratação, radiação solar e temperaturas extremas.

São um grupo taxonómico complexo e muitas vezes difíceis de identificar, sendo necessário recorrer a chaves taxonómicas e, em muitos casos, a testes químicos e observações microscópicas de esporos e outras características.

Possuem diversas **formas de crescimento**: os líquenes crustosos crescem muito agarrados ao substrato, semelhantes a crostas; os líquenes foliáceos crescem paralelamente ao substrato, agarrando-se através de estruturas semelhantes às raízes das plantas, as rizinas, mas que servem apenas de suporte de fixação; os líquenes fruticulosos crescem em três dimensões, agarrando-se ao substrato através de um ponto de fixação. Existem também outras formas de crescimento, sendo menos comuns, como crescimento em forma de escama, talos compostos por um talo primário e um talo secundário, líquenes gelatinosos, etc.

Em relação à **reprodução**, os líquenes podem reproduzir-se a partir de duas formas: sexuada - o parceiro micobionte (fungo), produz esporos em estruturas especializadas que são depois libertados na natureza, onde terão que encontrar no meio ambiente células do parceiro fotossintético de forma a originar um novo líquene; assexuada – existe dispersão de fragmentos do líquene com células do micobionte e fotobionte (alga verde ou cianobactéria), que são libertados juntos no meio ambiente, dando origem a um novo líquene.

Podem crescer sob os mais variados **tipos de substratos**, como troncos de árvores, rochas, solo, muros, telhas, cordas, metal, vidro, etc.

Possuem diversas **funções no ecossistema**, sendo importantes bioindicadores ou biomonitores da poluição atmosférica, dado que tudo o que necessitam para sobreviver retiram da atmosfera. Assim, acumulam nos seus tecidos todo o tipo de nutrientes, mas também de compostos poluentes e metais pesados. Por existirem espécies mais sensíveis e outras mais tolerantes a estes compostos, são utilizados a nível mundial como bioindicadores e biomonitores das condições atmosféricas, da qualidade do ar e dos ecossistemas.



*Bacidia rubella* (Hoffm.) A. Massal.

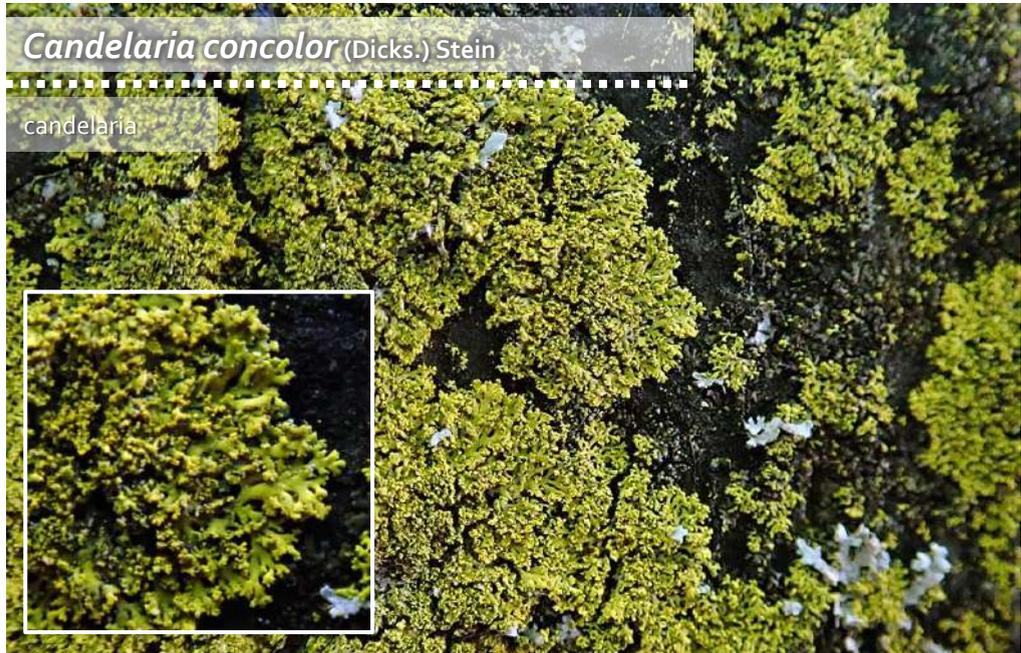
líquene de botões vermelhos



Talo formado por pequenos grânulos verdes, com apotécios numerosos, de cor alaranjada. A margem dos apotécios pode ter um aspeto esbranquiçado devido à acumulação de pruína, podendo a margem desaparecer quando maduros.

*Candelaria concolor* (Dicks.) Stein

candelaria



Talo amarelo com lobos estreitos, com sorálios granulosos amarelos nas margens dos lóbulos. Pode apresentar apotécios, com disco laranja e margem amarela. Desenvolve-se em ritodomas de árvores ricos em nutrientes.

## *Chrysothrix candelaris* (L.) J.R. Laundon

líquene pó de ouro



Talo mal delimitado, leprarioso, amarelo vivo. Distingue-se das outras espécies leprariosas, nomeadamente *Lepraria* spp. devido à sua cor “amarelo enxofre”.

## *Dendrographa decolorans* (Sm.) Ertz & Tehler



Talo irregular, cinzento-rosado, com fotobionte do género *Trentepohlia*, que caracteristicamente lhe confere uma coloração alaranjada, facilmente observável quando se raspa o talo. Pode apresentar sorálios punctiformes e apotécios redondos a alongados, de disco preto mas que geralmente se encontram cobertos de pruína.

## *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale

parmélia verde



Talo caracteristicamente de cor amarelo-esverdeado (cor caperata), relativamente grande (até os 20 cm de diâmetro), com sorálios crateriformes. Cresce sob diversos tipos de substratos, ocorrendo tendencialmente em zonas temperadas. Pode confundir-se com *Flavoparmelia soledians* (Nyl.), distinguindo-se por reações químicas no talo.

## *Hyperphyscia adglutinata* (Flörke) H. Mayrhofer & Poelt

Hyperphyscia



Talo acinzentado, por vezes acastanhado, bastante aderente ao substrato, não sendo possível observar as rizinas. Sorálios arredondados na superfície do talo, que se podem tornar confluentes. Os apotécios, quando presentes, apresentam o disco preto com margem da cor do talo.

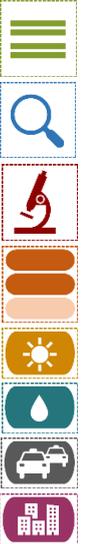
*Lecanora* spp. (gr. subfusca)

Lecanoras



As espécies deste grupo são facilmente confundíveis entre si, sendo necessário testes químicos e observações microscópicas para as identificar corretamente. De uma forma geral, são líquenes crustosos, de talo irregular, e apotécios lecanorinos grandes, com disco em tons de castanho/ avermelhado e margem da cor do talo.

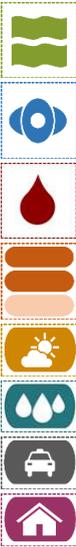
*Lecidella elaeochroma* (Ach.) M. Choisy



Líquene crustoso, com talo pouco definido, e apotécios lecideinos pretos, tornando-se acastanhados com a idade, achatados a convexas, com uma coloração azulada quando observados ao microscópio. Esta espécie pode confundir-se com várias outras que também têm apotécios pretos, pelo que é importante a observação microscópica e a consulta de chaves taxonómicas.

*Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy

parmotrema reticulado



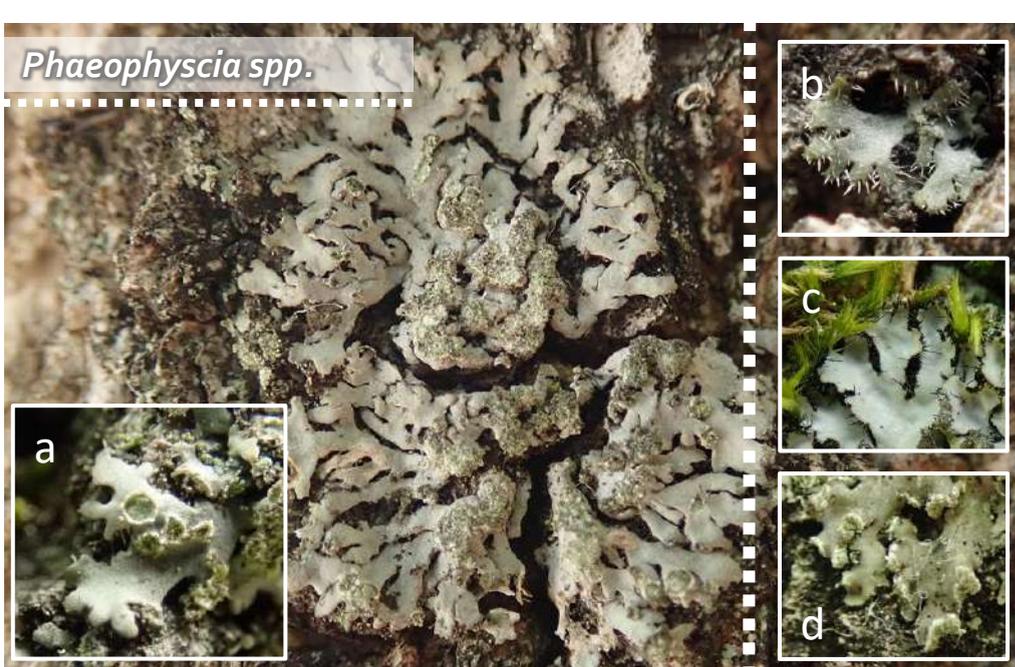
Talo cinzento, irregular, pouco aderente ao substrato, com lobos largos, revirados e ondulados. Pode confundir-se com outras espécies de *Parmotrema*, distinguindo-se por apresentar uma rede de pseudocifelas na face superior do talo. Poderá ser necessário testes químicos para uma correta identificação.

*Pertusaria* spp.



Talo esbranquiçado - acinzentado irregular, contínuo ou fendilhado, com numerosos peritécios (apotecios transformados que se abrem para o exterior através de pequenos orifícios). Para uma correta identificação das espécies deste género é necessário testes químicos e observações microscópicas dos esporos.

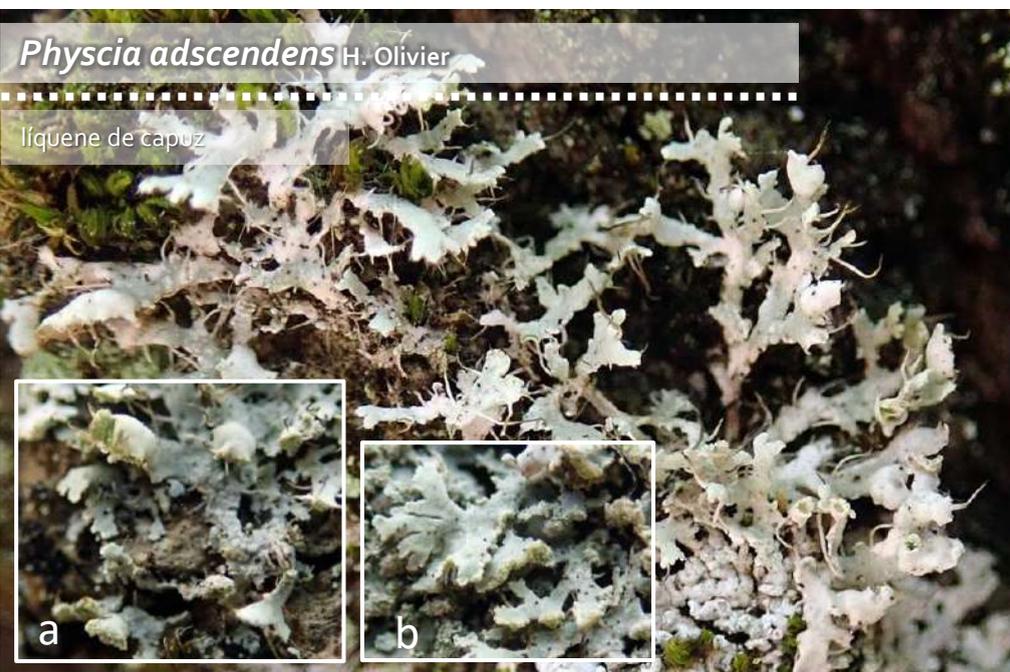
## *Phaeophyscia* spp.



Talo cinzento circular a irregular, por vezes castanho escuro, com lobos estreitos. As diferentes espécies distinguem-se por características do talo, como por exemplo: *P. orbicularis* apresenta sorálios laminares orbiculares (a), enquanto que *P. hirsuta* tem pelos hialinos na superfície do talo (b), *P. cloantha* apresenta sorálios labrifformes na extremidade do talo, e *P. hispida* apresenta rizinas longas e densas.

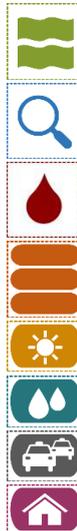
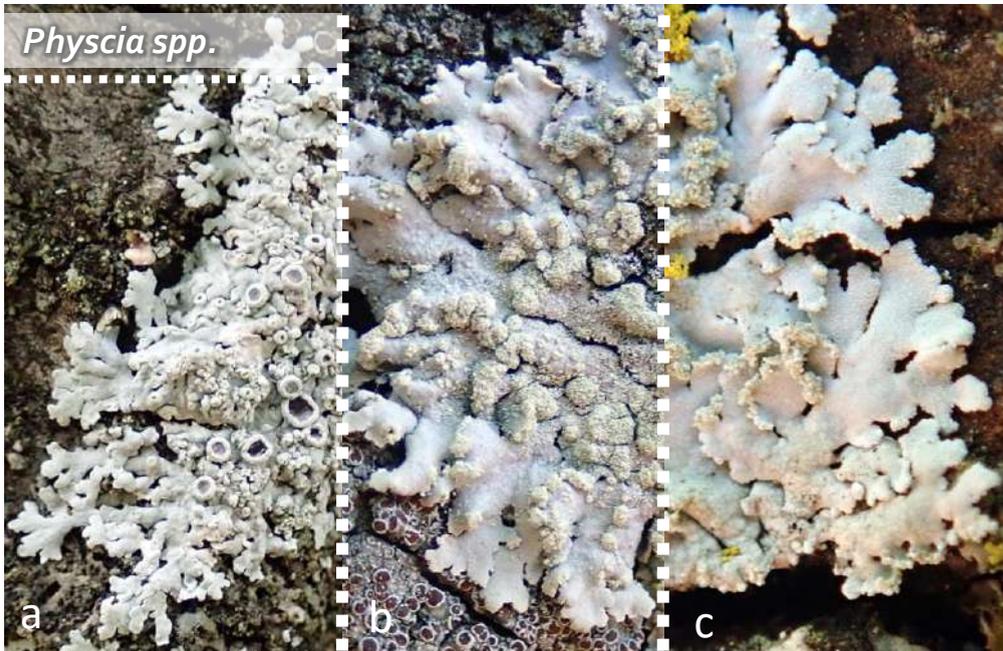
## *Physcia adscendens* H. Olivier

líquene de capuz



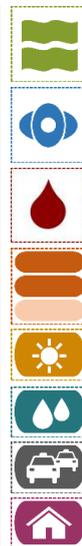
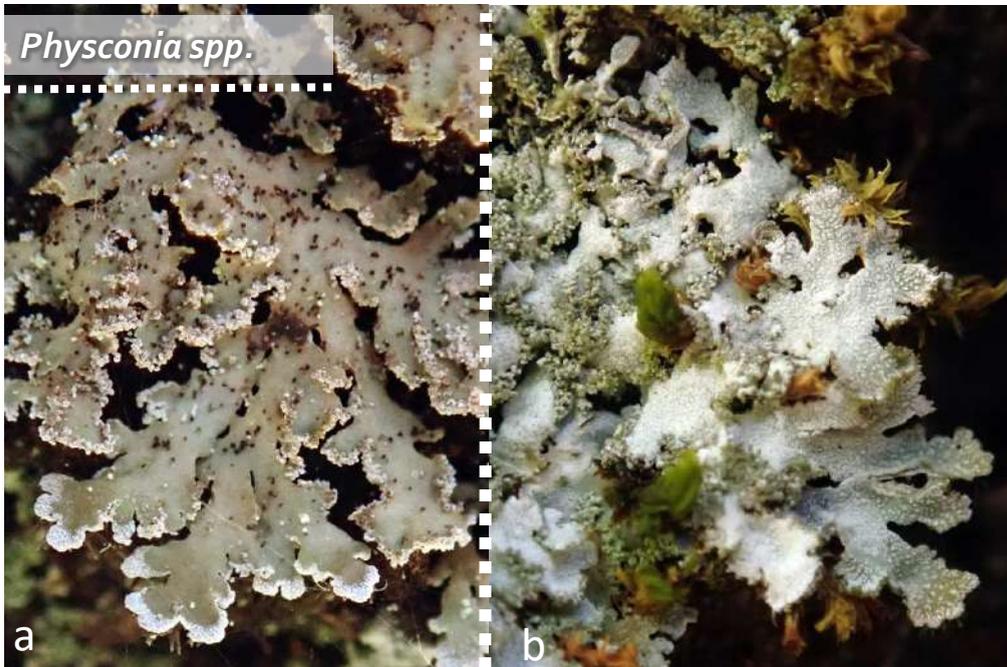
Talo branco em forma de roseta irregular, constituído por lóbulos estreitos ascendentes, com cílios compridos, pretos nas pontas. Pode confundir-se com *P. tenella*, que tem sorálios labrifformes (b), enquanto que *P. adscendens* tem sorálios em forma de capuz (a).

## *Physcia* spp.



Talo branco, circular a irregular, com lobos estreitos, relativamente aderentes ao substrato. As diferentes espécies deste grupo distinguem-se por características do talo, como por exemplo, a presença de isídios e apotécios em *P. clementei* (a), a presença de sorálios redondos e hemisféricos em *P. tribacioides* (b), e a presença de sorálios labriformes e pruína em *P. dubia* (c).

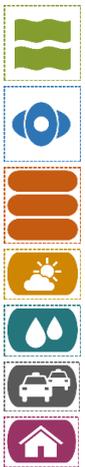
## *Physconia* spp.



Talo de cor variável, de lobos estreitos, com presença de pruína na extremidade dos lóbulos, que se pode estender a toda a superfície. Para além da presença da pruína, o género *Physconia* distingue-se também pela presença de rizinas densas pretas, em forma de escovilhão, como em *P. perisidiosa* (a), sendo a exceção a presença de rizinas simples e brancas em *P. grisea* (b).

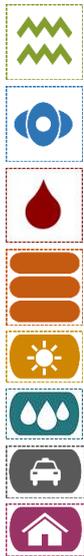
*Punctelia borrieri* (Sm.) Krog

punctélia



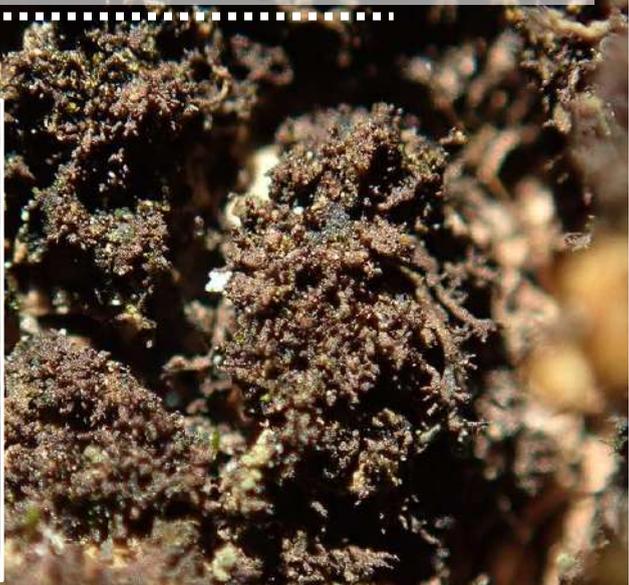
Talo acizentado (quando seco) a esverdeado (quando húmido), de forma circular, com lobos largos, pouco aderentes ao substrato. A superfície do talo encontra-se coberta de numerosas pseudocifelas punctiformes, conferindo-lhe um aspeto "pintalgado", de onde podem surgir sorálios arredondados.

*Ramalina farinacea* (L.) Ach.



Talo pendente, acizentado, com numerosos lóbulos achatados (lacínias), provenientes da mesma base de fixação. Possui numerosos sorálios marginais, circulares a elipsoidais. Para uma correta identificação poderá ser necessário a realização de testes químicos e observação cuidadosa das características do talo.

*Scytinium teretiusculum* (Wallr.) Otálora, P.M. Jørg. & Wedin



Talo castanho escuro, muito pequeno, e bastante recortado, tornando-se gelatinoso quando molhado devido à presença de cianobactéria como fotobionte. A reprodução faz-se maioritariamente através de isídios, semelhantes a pequenos dedos na extremidade do talo.

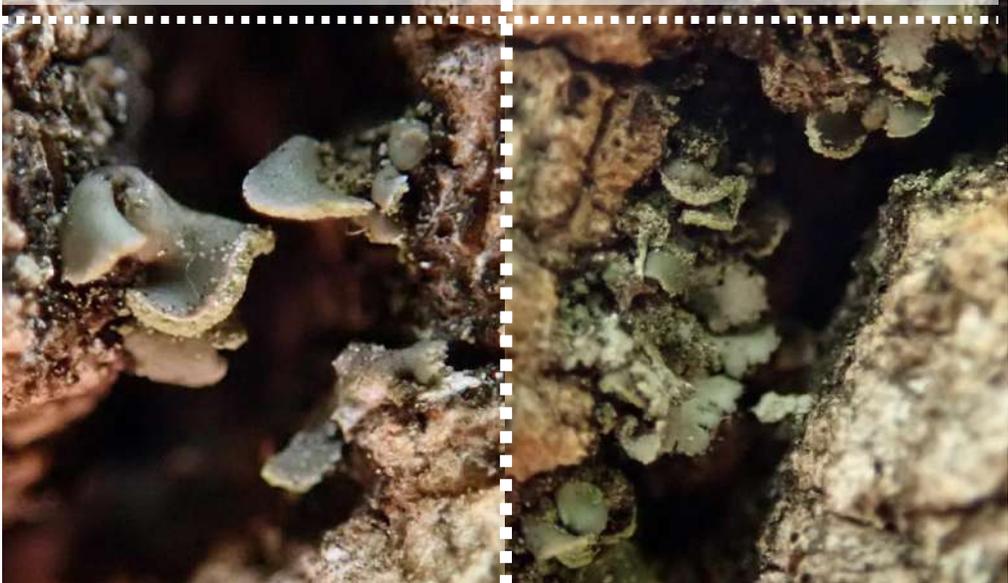
*Usnea* spp.

barbas de velho



As espécies deste género possuem um talo cilíndrico ereto ou pendente, e distinguem-se das espécies de géneros semelhantes por apresentarem um cordão interno, facilmente observável quando é retirado com cuidado o córtex do talo. De forma geral, são sensíveis à eutrofização, mas as suas preferências ecológicas variam de espécie para espécie.

*Waynea stoechadiana* (Abbassi Maaf & Cl. Roux) Cl. Roux & P. Clerc



Líquene em forma de escamas ascendentes, de cor variável entre o cinzento, verde e castanho, que podem ocorrer isoladas ou sobrepostas. Os sorálios são labrifórmes, e não possui córtex na face inferior do talo. Poderá ser necessário testes químicos para distinguir esta espécie de espécies semelhantes.

*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

líquene dos telhados



Líquene amarelo foliáceo, de crescimento circular, com apotécios grandes de disco laranja e margens amarelas. Espécie cosmopolita, muito comum em ambientes urbanos e eutrofizados, podendo crescer sob variados tipos de substrato, incluindo telhas e muros.

# BRIÓFITOS



Os briófitos são pequenas plantas com adaptações evolutivas entre os organismos aquáticos (algas) e os primeiros organismos terrestres (fetos). Não possuem um verdadeiro sistema de transporte de água e nutrientes, nem verdadeiras raízes, nem produzem flores nem sementes. São constituídos por gametófito, onde se incluem as “folhas” (filídios” e as “raízes” (rizóides), e esporófito, onde se inclui a parte reprodutora (cápsulas com esporos).

Os briófitos podem ser divididos em dois **grupos principais** (os antocerotas não serão abordados neste guia): musgos – gametófito com filídios dispostos de forma radial, com raízes multicelulares e cápsula normalmente esférica ou cilíndrica, com uma abertura (opérculo) onde estão presentes fiadas de dentes (perístoma) que ajuda na dispersão dos esporos, subdividindo-se em acrocárpico (crescimento em forma de tufos) e pleurocárpico (crescimento prostrado ilimitado, formando “tapetes”); hepáticas – gametófito com simetria bolateral e prostrado, com rizóides unicelulares, sem opérculo na cápsula, subdividindo-se em folhosas (presença de filídios) e talosas (sem filídios).

Os três grupos têm em comum a alternância de gerações, em que o gametófito (estrutura produtora de gametas) corresponde à fase dominante e evidente, enquanto que o esporófito (estrutura produtora de esporos) é muito mais pequeno e nutritivamente dependente do gametófito. O gametófito liga-se ao substrato por meio de rizóides que servem apenas de suporte, uma vez que a absorção de água e nutrientes ocorre diretamente através do gametófito.

À semelhança dos líquenes, são organismos que conseguem colonizar diferentes **tipos de substratos**, desde taludes de ribeiras, troncos e ramos de árvores, solo, rochas e estruturas construídas. Embora existam espécies mais tolerantes a grandes períodos de seca, são organismos muito dependentes da presença de água no meio ambiente.

Em relação à **reprodução**, tal como os líquenes, os briófitos podem reproduzir-se a partir de duas formas: sexuada – através da produção de esporos, cuja germinação pode dar origem a um novo gametófito; assexuada ou vegetativa – através da produção de propágulos (gemas), com formas e tamanhos diferentes (dependendo da espécie), ou através da fragmentação de partes do gametófito, nomeadamente pedaços de folhas ou de outras estruturas.

São também **organismos sensíveis** a alterações do meio ambiente, sendo que diferentes espécies apresentam diferentes graus de sensibilidade e, consequentemente, diferentes estratégias de vida, sendo excelentes organismos indicadores da ecologia e estado de conservação dos habitats.



## *Frullania dilatata* (L.) Dumort.

Hepática das canecas



Hepática folhosa, irregularmente ramificada, que forma colónias muito aderentes ao substrato. A sua cor varia entre o castanho-avermelhado, o verde e o quase preto. Os filídios estão dispostos em duas fiadas, sendo o dorsal maior e circular, e o ventral mais pequeno, sub-esférico ou em forma de caneca.

## *Metzgeria furcata* (L.) Dumort.

Hepática de veu



Hepática talosa, com talos laminares muito finos que se distinguem pela presença de uma nervura central bem visível. O seu talo divide-se sucessiva e dicotomicamente, formando tufos que aderem ao substrato através de rizóides. Apresenta uma coloração verde clara a verde escura, dependente da iluminação do local.

## *Orthotrichum tenellum* Brid.

Musgõ capuz vulgar



Musgo acrocárpico, com filídios lanceolados de margens recurvadas, de ápice geralmente obtuso e canaliculado (como um pequeno tubo). Forma pequenos tufos até 1 cm de altura e encontra-se quase sempre fértil, com cápsulas imersas ou ligeiramente emergentes, escondidas por um longo capuz verde claro.



## *Orthotrichum diaphanum* Brid.

Musgo capuz de pontas brancas



Musgo acrocárpico, com filídios ovado-oblongos de margens recurvadas, que terminam num pelo hialino bastante visível. Forma tufos geralmente extensos sobre árvores e apresenta cápsulas emergentes, quase lisas quando hidratadas.



## *Syntrichia laevipila* Brid.

Musgo parafuso de pelo



Musgo acrocárpico, com filídios ovado-espatulados de ápice obtuso, que terminam num longo pelo hialino. Forma pequena rosetas mais ou menos densas e apresenta uma coloração verde-escura a acastanhada que se torna acinzentada quando seco. Cápsulas geralmente presentes, cilíndricas, com perístoma torcido em espiral.

## *Cryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr

Musgo dos ramos



Musgo pleurocárpico, de filídios ovados e agudos, com pequenos ramos eretos ou ascendentes. Encontra-se quase sempre fértil, com cápsulas imersas e muito frequentes. Em estado seco apresenta um coloração verde-amarelada, com os filídios muito apressos ao caule.

**Acrocárpico** – planta cujo eixo principal é ereto, de crescimento limitado e terminando numa inflorescência.

**Ápice** – ponta estreita e comprida que se estreita gradualmente.

**Apotécios** – estruturas em forma de discos achatados ou de taças, com o himénio exposto, coberto pelo epitécio.

**Autóctone** – que é natural do território onde vive.

**Bioindicação** – utilização de organismos vivos (bioindicadores) para avaliar condições ambientais.

**Biomonitorização** – utilização de bioindicadores em estudos de monitorização ambiental ao longo do tempo e/ ou do espaço.

**Cápsula** – estrutura que se desenvolve na parte terminal da seda, na qual se formam os esporos.

**Caulóide** - pequenos caules em que o sistema condutor, se existir, é pouco desenvolvido.

**Cílios** – prolongamentos filamentosos do córtex, semelhantes a pequenos pelos.

**Córtex** – parte mais exterior (superior ou inferior) de um talo líquénico, constituído por hifas fúngicas com uma estrutura definida.

**Cosmopolita** – que possui uma distribuição mundial ampla.

**Crateriformes** – pequenas ruturas no córtex em forma de crateras.

**Crustáceo** – líquene que cresce agarrado ao substrato, sem rizinas, semelhantes a crostas

**Dorsal** – lado que não está em contacto com o substrato.

**Epífito** – organismo que cresce sobre o tronco ou os ramos de árvores, arbustos ou outras plantas

**Epitécio** – camada superior do himénio formada pela parte superior das paráfises.

**Esporófito** – estrutura produtora de esporos.

**Esporos** – corpos esféricos, unicelulares e muito pequenos que se diferenciam num esporófito.

**Eutrofizado** – Ambiente ou substrato com excesso de nutrientes.

**Filídio** – pequena folha constituída por uma única camada de células.

**Folíáceo** – líquene que cresce paralelamente ao substrato e que se fixa através de rizinas.

**Fotobionte** – alga ou cianobactéria que constitui o componente fotossintético de um líquene.

**Fruticuloso** – líquene que cresce em três dimensões (pendentes ou erectos). Normalmente fixa-se ao substrato por um disco de fixação.

**Gametófito** – estrutura produtora de gametas.

**Hialino** – sem cor ou quase transparente.

**Hifas** – elementos filamentosos que constituem o aparelho vegetativo dos fungos.

**Himénio** – camada no interior dos corpos frutíferos, constituída por estruturas reprodutivas (ascos) e vegetativas (paráfises).

**Isídios** – prolongamentos ou protuberâncias que correspondem a estruturas reprodutoras vegetativas nos líquenes e que se destacam facilmente do talo, sendo constituídos por córtex (fungo) e uma camada de algas.

**Labriforme** – com aspecto de lábio.

**Laminar** – que está presente na lâmina (face superior de um líquene).

**Lanceolado** – diz-se da folha que apresenta forma de lança.

**Lecanorino** – apotécio com margem talina (que tem fotobionte).

**Lecideíno** – apotécio sem margem talina.

**Leprarioso** – talo liquénico em forma de grânulos, semelhante a pó.

**Lobo** - ramo achatado alargado de um líquene foliáceo.

**Micobionte** – parceiro fúngico de um líquene.

**Nervura** - estrutura que surge no meio dos filídios, no caso dos musgos, ou no centro do talo, no caso das hepáticas, e que é visível por ter uma constituição diferente das células circundantes.

**Paráfises** – Filamentos estéreis do fungo, formando parte do himénio das estruturas reprodutoras dos líquenes.

**Pelo** - ápice do filídio, fino e comprido, formado pelo atenuar do filídio ou por uma nervura que se prolonga, por vezes esbranquiçada.

**Perístoma** - anel de dentes, simples ou duplo, que se diferencia na boca de uma cápsula.

**Peritécios** – estruturas reprodutoras em forma de pera

**Pleurocárpico** - plantas com um caulóide principal prostrado e com as inflorescências não terminais, produzidas em pequenos ramos laterais.

**Propágulo** - pequenos bolbilhos, ou fragmentos de ramos ou filídios que surgem nos rizóides, caulóides e/ou superfície dos filídios que dão origem a novos indivíduos.

**Prostrado** - diz-se da planta que cresce rastejante no substrato.

**Protonema** - estrutura talóide ou filamentosa produzida a partir da germinação dos esporos.

**Pruína** – revestimento esbranquiçado e pulverulento, formado por cristais diminutos.

**Pseudocifelas** – pequenas interrupções/descontinuidades do talo, por onde afloram hifas medulares, com forma de mancha, de linha ou de retículo, com uma função importante nas trocas gasosas.

**Ritidoma** – córtex das plantas lenhosas.

**Rizinas** – extensões do córtex inferior do líquene, semelhantes a raízes, com a função de fixar o talo ao substrato.

**Rizóide** - estrutura ramificada que ocorre no caulóide e por vezes nos filídios, cuja função principal é a ligação da planta ao substrato.

**Seda** - haste, em cujo ápice se diferencia a cápsula.

**Sorálio (sorédios)** – propágulos vegetativos constituídos por células do fotobionte e hifas fúngicas.

**Substrato** – algo que serve de base ou suporte.

**Talo** - corpo indiferenciado; corpo que não se diferencia em caulóide e filídios.

**Terrícola** – que se desenvolve ou cresce sobre o solo.

**Ventral** - lado que está em contacto com o substrato.



LOGOTIPOS

# Líquenes e Briófitos dos Parques e Jardins

NOTA BREVE

Os parques e jardins de Lisboa, incluindo o Parque Florestal de Monsanto, são das áreas com maior riqueza e diversidade de briófitos e líquenes na capital de Portugal.

Neste folheto são apresentadas algumas das espécies que podem ser vistas nos parques e jardins de Lisboa. Aqui é apresentada uma fotografia geral de cada uma das espécies e alguma informação sobre a morfologia e ecologia.

O aspeto aqui apresentado pode diferir do que é visto em campo conforme o exemplar se encontre seco ou molhado.

## CIÊNCIA CIDADÃ

Registe as suas observações nas plataformas a seguir indicadas e contribua para o conhecimento sobre a presença destas espécies na cidade de Lisboa.

BioDiversity4All

<https://www.biodiversity4all.org/>

iNaturalist

<https://www.inaturalist.org/>



## INFOGRAFIA

### TIPO DE ORGANISMO



LÍQUENE



BRIÓFITO

### TAMANHO



VISÍVEL A OLHO NU



PODERÁ SER NECESSÁRIO LUPA

### TOLERÂNCIA AO DISTÚRBO HUMANO



MUITO TOLERANTE



MÉDIAMENTE TOLERANTE



POUCO OU NADA TOLERANTE

### TOLERÂNCIA À EUTROFIZAÇÃO



MUITO TOLERANTE



MÉDIAMENTE TOLERANTE



POUCO OU NADA TOLERANTE



*Flavoparmelia caperata* (L.) Hale

parmélia-verde



Talo foliáceo, de cor amarelo-esverdeado (caperata), face inferior negra com rizinas simples e pretas.



*Normandina pulchella* (Borrer) Nyl.

Líquene orelha-de-rato



Talo em forma de esquamulas com margem proeminente, semelhantes a orelhas ou conchas, de cor verde-acinzentado ou azulado.



*Parmotrema reticulatum* (Taylor) M. Choisy

parmotrema



Talo cinzento, pouco aderente ao substrato, lobos largos, revirados e ondulados, com uma rede de pseudocifelas na face superior do talo.



*Physcia adscendens* H. Olivier

líquene de capuz



Talo branco, com lóbulos estreitos ascendentes, cílios compridos, pretos nas pontas, e sorálios em forma de capuz.



*Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg



Talo foliáceo, de cor acastanhada, com pruina na extremidade dos lóbulos e rizinas pretas densas em forma de escovilhão.



*Punctelia borreri* (Sm.) Krog



Punctélia

Talo acinzentado a esverdeado, com a superfície do talo coberta de numerosas pseudocifelas punctiformes, conferindo-lhe um aspeto "pintalgado", de onde podem surgir sorálios arredondados.



*Ramalina farinacea* (L.) Ach.

Ramaliona



Talo pendente, com numerosos lóbulos achatados, provenientes do mesmo ponto de fixação, com vários sorálios marginais, circulares a elipsoidais.



*Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

Líquene dos telhados



Líquene foliáceo amarelo, com apotécios grandes de disco laranja e margens amarelas. Espécie cosmopolita, que cresce sob os mais variados tipos de substrato.



*Frullania dilatata* (L.) Dumort.

Hepática das canecas






Hepática folhosa, irregularmente ramificada, de cor castanho-avermelhada. Os filídios estão dispostos em duas fiadas, sendo o dorsal maior e circular, e o ventral mais pequeno, em forma de caneca.



*Orthotrichum tenellum* Brid.

Musgo capuz vulgar






Musgo acrocárpico, forma pequenos tufos e encontra-se quase sempre fértil, com cápsulas imersas ou ligeiramente emergentes, escondidas por um longo capuz verde claro.



*Syntrichia laevipila* Brid.

Musgo parafuso de pelo






Musgo acrocárpico, com filídios que terminam num longo pelo hialino. Forma pequena rosetas mais ou menos densas. Cápsulas geralmente presentes, cilíndricas, com perístoma torcido em espiral.



*Gryphaea heteromalla* (Hedw.) D. Mohr

Musgo dos ramos






Musgo pleurocárpico, de filídios ovados e agudos, com pequenos ramos eretos ou ascendentes. Encontra-se quase sempre fértil, com cápsulas incluídas nas folhas periqueciais.

LOCAL \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

SUBSTRATO \_\_\_\_\_

## LÍQUENES

*Flavoparmelia caperata*

*Normandina pulchella*

*Parmotrema reticulatum*

*Physcia adscendens*

*Physconia perisidiosa*

*Punctelia borrieri*

*Ramalina farinacea*

*Xanthoria parietina*

## BRIÓFITOS

*Frullania dilatata*

*Orthotrichum tenellum*

*Syntrichia laevipila*

*Cryphaea heteromalla*

LOCAL \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

SUBSTRATO \_\_\_\_\_

## LÍQUENES

*Flavoparmelia caperata*

*Normandina pulchella*

*Parmotrema reticulatum*

*Physcia adscendens*

*Physconia perisidiosa*

*Punctelia borrieri*

*Ramalina farinacea*

*Xanthoria parietina*

## BRIÓFITOS

*Frullania dilatata*

*Orthotrichum tenellum*

*Syntrichia laevipila*

*Cryphaea heteromalla*

LOCAL \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

SUBSTRATO \_\_\_\_\_

## LÍQUENES

*Flavoparmelia caperata*

*Normandina pulchella*

*Parmotrema reticulatum*

*Physcia adscendens*

*Physconia perisidiosa*

*Punctelia borrieri*

*Ramalina farinacea*

*Xanthoria parietina*

## BRIÓFITOS

*Frullania dilatata*

*Orthotrichum tenellum*

*Syntrichia laevipila*

*Cryphaea heteromalla*

LOCAL \_\_\_\_\_ DATA \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

SUBSTRATO \_\_\_\_\_

## LÍQUENES

*Flavoparmelia caperata*

*Normandina pulchella*

*Parmotrema reticulatum*

*Physcia adscendens*

*Physconia perisidiosa*

*Punctelia borrieri*

*Ramalina farinacea*

*Xanthoria parietina*

## BRIÓFITOS

*Frullania dilatata*

*Orthotrichum tenellum*

*Syntrichia laevipila*

*Cryphaea heteromalla*