



CAPTAR
ciência e ambiente para todos

volume 10 • 2021 • art. 10

Índice de Biodiversidade Urbana – *City Biodiversity Index* aplicado à Cidade da Horta, Açores

O reconhecimento dos serviços ecossistêmicos como essenciais para uma vivência sustentável em áreas urbanas tornou evidente a necessidade de preservar a biodiversidade nas cidades. Para preservar é necessário conhecer, e, por essa razão, torna-se necessário a aplicação de uma metodologia normalizada que possa ser aplicada em todas as áreas urbanas do planeta, e que permita avaliar e gerir o estado da sua biodiversidade. O presente trabalho reporta a primeira determinação do Índice de Biodiversidade Urbana (*City Biodiversity Index*, CBI) na Cidade da Horta, situada na ilha do Faial, Açores, em 2019. Este estudo determinou para a cidade da Horta um índice relativamente elevado de 70 pontos, em 92 possíveis. Nele, são apontados os setores em que é possível melhorar a biodiversidade urbana na cidade da Horta. O estudo indica também algumas limitações na aplicação da metodologia do Índice de Biodiversidade Urbana a cidades insulares de pequenas dimensões.

Palavras-chave

biodiversidade urbana
CBI
serviços ecossistêmicos

Valter Medeiros^{1,2*}

Paula Bacelar Nicolau^{2**}

¹ Parque Natural da Ilha do Faial, Faial, Açores, Portugal.

² Universidade Aberta, Portugal.

* valtermedeiros@hotmail.com

** pnicolau@uab.pt

ISSN 1647-323X

Artigo em acesso aberto sob [licença CC-BY](#)

© 2021 Autores

INTRODUÇÃO

Ao longo da sua história, os humanos tornaram-se uma espécie predominantemente urbana. O facto de cerca de 50% da população humana viver, desde 2008, em áreas urbanas, e de se estimar que em 2050 esse valor se irá elevar até aos 70% (Uchiyama et al., 2015; United Nations, 2014), torna evidente o desafio que enfrentamos, tendo em conta que o atual modelo de gestão das cidades, cada vez mais dissociado dos serviços ecossistémicos, não é, de todo, sustentável (Elmqvist et al., 2013). Assim, um dos maiores desafios deste século é a articulação entre as necessidades humanas e a gestão da biodiversidade (Cabral et al., 2012).

Qualquer que seja o ecossistema considerado, seja em área natural ou em área urbana, este detém funções essenciais para o bom funcionamento do ecossistema global planetário, bem como para o nosso bem-estar enquanto espécie. Estas funções, entre as quais se incluem a regulação de água, os ciclos de nutrientes, a regulação climática ou a polinização das plantas, por exemplo, são designadas por serviços de ecossistema, ou seja, são serviços proporcionados pelos ecossistemas que trazem benefícios à espécie humana e promovem o seu bem-estar (CBD, 1992). Os serviços dos ecossistemas estão organizados em 4 categorias, tanto em ecossistemas naturais como em ecossistemas urbanos: Serviços de Suporte, Serviços de Produção, Serviços de Regulação e Serviços Culturais (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Pereira et al. 2010; Langmeyer e Gómez-Baggethun, 2018).

O Índice de Biodiversidade Urbana (*City Biodiversity Index*, CBI) foi criado em 2010, por proposta do Ministro do Desenvolvimento de Singapura, que pôs em evidência a necessidade de haver uma ferramenta normalizada para todas as cidades, que medisse o nível e o estado da Biodiversidade nas cidades, e é uma ferramenta de monitorização da biodiversidade, serviços de ecossistema, e gestão e governança urbanas, e simultaneamente uma ferramenta de auto-avaliação do estado da biodiversidade urbana, de cada cidade (Chan et al., 2010; CBD, 2014). O CBI foi, desde então, aplicado a muitas cidades do planeta (e.g., Kohsaka et al., 2013; Uchiyama e Kohsaka, 2019).

Em Portugal, o CBI foi aplicado primeiramente por Cabral et al. (2012) à cidade de Lisboa e posteriormente às cidades de Alcácer do Sal (Pato, 2012), Porto (Machado, 2014) e Funchal (Azevedo, 2014), tendo os trabalhos de Pato e Azevedo sido realizados no âmbito da Licenciatura em Ciências do Ambiente da Universidade Aberta, à semelhança do presente trabalho.

Os Açores são reconhecidos pelas suas paisagens e rico património biológico, geológico, ambiental e cultural. É um território em crescimento, que importa manter sustentável. Este trabalho reporta a primeira aplicação da metodologia do CBI a uma cidade açoriana, a cidade da Horta, na ilha do Faial.

METODOLOGIA

O Índice de Biodiversidade Urbana implica o cálculo de 23 indicadores, organizados em três categorias: (i) Biodiversidade na cidade; (ii) Serviços ecossistêmicos e (iii) Governança e gestão. Este cálculo, por sua vez, pressupõem a recolha de dados que permitem determinar cada parâmetro a avaliar. A metodologia de determinação dos indicadores e respetivos cálculos e fontes de informação seguiram as descritas no manual do CBI (Chan et al., 2010; CBD, 2014) e em Bhattacharya (2017). Assim, foram utilizadas diferentes técnicas para a obtenção dos dados, incluindo análise documental de publicações científicas, trabalho de campo, com a realização de censos de fauna terrestre diurna e noturna, e entrevistas a técnicos das diferentes especialidades abordadas neste trabalho.

O cálculo do CBI através das fórmulas apresentadas na sua metodologia, segue os seguintes parâmetros: cotação máxima de cada indicador: 4 pontos; n.º de indicadores: 23; pontuação máxima do CBI: 92 pontos. Os 23 indicadores do CBI encontram-se indicados em baixo. No que concerne o período temporal da presente avaliação do CBI da Horta, os dados recolhidos para o cálculo da primeira categoria - Biodiversidade na cidade - referem-se maioritariamente ao ano de 2019, no qual se realizaram os trabalhos de campo, com exceção dos indicadores nº 1, 2, 4 e 6 (ver em baixo). Os dados das restantes categorias - Serviços ecossistêmicos e Governança e gestão - referem-se ao ano de 2018, por serem os dados disponíveis no momento da elaboração do trabalho por parte das entidades que os forneceram. Relativamente aos indicadores de biodiversidade nº 3 a 8, a metodologia aplicada (ver em baixo) requereu a definição de quadrículas de 500 x 500 m sobre a área geográfica da cidade da Horta, e o estabelecimento de pontos de observação para os censos, definidos como os pontos centrais nas quadrículas, colocados sobre área geográfica da cidade da Horta, e de acesso por uma estrada. Os censos de fauna diurnos e noturnos foram realizados nos mesmos pontos, em visitas de observação em diferentes períodos do dia (Figura 1).

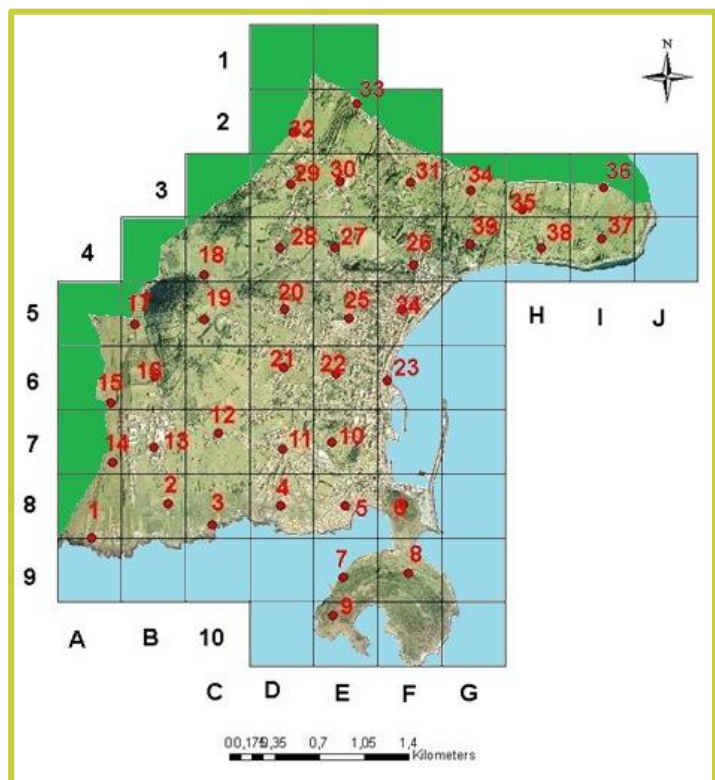


FIGURA 1. Implantação da grelha de 500 x 500 m sobre a área da Cidade da Horta.

Em algumas quadrículas não foi definido ponto de observação devido às condicionantes que se indicam de seguida: (i) ponto 1 foi definido entre as quadrículas A8 e A9, por falta de estrada; (ii) as quadrículas A5, B9, C9, C3, D1, E1, F2, F7, G5, J3 e J4 contêm área terrestre insuficiente para conterem um ponto de observação, estando os habitats contidos nestas contemplados noutras quadrículas; (iii) não foi definido um ponto na quadrícula C6,

por falta de estrada; (iv) as quadriculas F10, G9 e G10 abrangem na sua totalidade uma zona militar de acesso restrito na Área de Paisagem Protegida do Monte da Guia, pelo que não foi possível aceder a este local.

As condições meteorológicas, também importantes para os censos faunísticos, foram registadas em fichas de campo e utilizando, no caso da medição do vento, a escala de Beaufort (Fontaine, et al. 2014).

As fórmulas de cálculo e avaliação de cada indicador seguiram as descritas no manual do CBI (Chan et al., 2010; CBD, 2014) e em Bhattacharya (2017).

Proporção de áreas naturais na cidade (Indicador 1)

Este indicador foi calculado através da determinação da área total de áreas naturais, naturalizadas e seminaturais na cidade (Cabral et al., 2012), através do Sistema de Informação Geográfica (SIG, ESRI ArcMap 10.3.1).

Conetividade (Indicador 2)

A conetividade foi calculada através da identificação de todas as manchas arbóreas com área superior a 100 m² no SIG (ESRI ArcMap 10.3.1). Foram aplicados 2 *buffers* às manchas arbóreas, um de 10 m para cálculo da conetividade mínima e outro de 20 m para cálculo da conetividade máxima (Cabral et al., 2012). Todas as manchas arbóreas separadas por distâncias inferiores a 100 m foram consideradas conectadas (Deslauriers, 2018), cálculo possível através da aplicação de um *buffer* de 50 m às manchas arbóreas (CBD, 2014).

Biodiversidade nativa em áreas construídas - Aves (indicador 3)

Este indicador foi calculado a partir dos resultados obtidos pela aplicação da metodologia adiante descrita para a inventariação da fauna diurna (indicadores nº 1, 5 e 11), através do cruzamento dos dados obtidos relativos a aves nativas registadas durante os trabalhos de campo com os dados relativos ao tipo de habitat em cada ponto de amostragem, nomeadamente com os pontos em meio urbano, de modo a determinar a ocorrência destas espécies nas áreas construídas.

Número de espécies – Plantas Vasculares (Indicador 4)

A inventariação de espécies de plantas vasculares na cidade da Horta foi feita com base em análise documental de Schäfer (2002) e Silva et al. (2008). Schäfer fez um levantamento da flora dos Açores, sendo as quadriculas de 500 x 500 m por ele definidas praticamente coincidentes com aquelas definidas para este trabalho. O cruzamento das listagens acima indicadas com o trabalho de Silva et al. (2008), que consiste na inventariação do TOP 100 das espécies Invasoras na Macaronésia, permitiu determinar quais as potenciais plantas invasoras para a cidade da Horta.

Número de espécies - Aves (Indicador 5)

A metodologia utilizada na inventariação de aves (censos) foi adaptada de Fontaine (2014, 2015) e do Censo de Aves Comuns (SPEA, 2008). Os censos foram levados a cabo entre o dia 31 de maio e 15 de junho de 2019. Os materiais utilizados para a realização dos censos foram binóculos para identificação de espécies, Ficha de campo para registo de observações (anexo II), Guia de Aves (Svenson, 2009) e GPS (Garmin Etrex Vista HCx). Os avistamentos de aves migratórias, invernantes e raras, efetuados dentro dos limites da cidade da Horta, utilizados para o cálculo do indicador 5, foram adicionados à listagem de espécies residentes observadas durante os trabalhos de campo. Os dados foram recolhidos através da consulta das listagens de observações em 4 *hotspots* identificados no *site* "E-Bird" (*The Cornell Lab of Ornithology* - <https://ebird.org/portugal/home>): "Baía de Porto Pim", "Porto da Horta", "Monte da Guia" e "Ribeira e Praia da Conceição".

Número de espécies - Artrópodes (Indicador 6)

A inventariação do número de artrópodes na cidade da Horta foi feita através de análise documental (Arteaga, 2020), e referente a diversidade de artrópodes existente no Jardim Botânico do Faial, pertencente à cidade da Horta, não tendo sido possível obter estes dados em trabalho de campo. A determinação de potenciais espécies invasoras de artrópodes foi feita seguindo o mesmo procedimento usado para a flora (ver indicador 4).

Número de espécies - Mamíferos (Indicador 7)

Para inventariação das espécies de mamíferos na cidade da Horta foram adotadas duas metodologias, devido às diferentes características e comportamentos de cada espécie, e foi efetuada em visitas noturnas aos pontos de observação, entre os dias 30 de maio e 14 de junho de 2019, por estas apresentarem hábitos noturnos. A metodologia de censos noturnos para a inventariação de morcegos, é baseada na descrita por Rainho (2002). As restantes espécies de mamíferos terrestres foram inventariadas por contacto visual e por identificação de sons durante as paragens nos pontos de amostragem ou na deslocação entre os mesmos, numa adaptação da metodologia de censo de coelho-bravo descrita por Gonçalves (2015), pela condução a velocidade reduzida (5 a 10 km/h) e registo de observações efetuadas dentro da área de cada quadrícula de 500 x 500 m. Foi utilizada a ficha de campo de observação noturna para registar as espécies observadas (anexo III). A determinação de potenciais espécies invasoras de mamíferos foi feita seguindo o mesmo procedimento descrito para a flora (ver indicador 4).

Inventariação de répteis e anfíbios (Indicador 8)

As espécies de répteis e anfíbios foram inventariadas, respetivamente, por contacto visual em observações diurnas e por chamamentos noturnos, entre os dias 30 de maio e 16 de junho de 2019. A listagem de répteis para a cidade da Horta foi complementada com as espécies de tartaruga marinhas reportadas para zona costeira da Cidade da Horta, através de análise da Listagem dos biotas terrestres e marinhos dos

Açores (Borges et al., 2010) e de entrevistas a investigadores do Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores e da Direção Regional dos Assuntos do Mar, Governo dos Açores, especialistas em tartarugas marinhas, com o objetivo de apurar quais as espécies que já foram registadas nas zonas costeiras da cidade da Horta.

Proporção de áreas protegidas (Indicador 9)

O cálculo deste indicador envolveu a determinação da área de áreas protegidas dentro dos limites da cidade, nomeadamente a Área de Paisagem Protegida do Monte da Guia, através de SIG.

Proporção de espécies invasoras *versus* nativas (Indicador 10)

Este indicador foi calculado a partir dos resultados obtidos para o indicador 4 – plantas vasculares.

Regulação de quantidade de água (Indicador 11)

Para o cálculo da regulação de quantidade de água foi necessário a determinação da área impermeabilizada da cidade, através da criação de polígonos sobre o ortofotomapa no SIG, os quais foram posteriormente juntos numa só *layer*, sendo assim possível determinar o total de área impermeabilizada. Não foram considerados os logradouros permeáveis nem as estradas e passeios em calçada, por permitirem a infiltração de água. Foi subtraída a área impermeabilizada à área terrestre total da cidade de modo a obter a área total permeável.

Regulação Climática: captura de carbono e efeito de arrefecimento através da vegetação (Indicador 12)

O cálculo deste indicador envolveu a determinação da área de copa de árvores e arbustos através do desenho de polígonos sobre o ortofotomapa no SIG, e sua junção para determinação da área total de copas.

Área de parques naturais e áreas protegidas por 1000 pessoas (Indicador 13)

Tendo a área de parques naturais e áreas protegidas sido determinada no indicador 9, este indicador foi determinado pela aplicação da fórmula $\frac{\text{área de parques naturais e áreas protegidas}}{1000 \text{ pessoas}}$ (Chan *et al.*, 2010; Bhattacharya, 2017).

Número de visitas educacionais (<16 anos) a parques com áreas naturais ou protegidas por ano (Indicador 14)

Este indicador foi determinado através de inquérito realizado à Divisão de Ambiente da Câmara Municipal da Horta e por contacto telefónico com a responsável pela Ecoteca do Faial (Azorina SA) e com a

coordenadora do Observatório do Mar dos Açores (OMA), que disponibilizaram os dados das atividades de educação ambiental desenvolvidas por cada uma das entidades, relativas ao ano de 2018.

Orçamento alocado à biodiversidade (Indicador 15) e Número de projetos de biodiversidade implementados anualmente (Indicador 16)

Estes indicadores foram determinados através de inquérito à Câmara Municipal da Horta (anexo I) e pelos dados relativos ao orçamento do ano de 2018 disponíveis no site da Câmara (<https://www.cmhorta.pt/#>).

Regras, regulamentos e políticas (Indicador 17)

Este indicador foi determinado através de pesquisa bibliográfica nos *sites* dos organismos governamentais com competência em matéria de biodiversidade (www.icnf.pt/, <http://www.azores.gov.pt/Portal/pt/entidades/sreat-dra/?lang=pt> e <https://dre.pt/>, <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html?locale=pt>), ao nível regional e nacional.

Número de funções de biodiversidade (Indicador 18)

Este indicador foi determinado pela revisão bibliográfica no site do Parque Natural de Ilha do Faial (<http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/faial>) e entrevista ao Diretor do Parque Natural do Faial.

Número de organismos governamentais com competência na biodiversidade (Indicador 19) e Consulta Pública (Indicador 20)

Este indicador foi determinado através de pesquisa bibliográfica, nos sites dos organismos governamentais com competência em matéria de biodiversidade, ao nível regional.

Número de ONGA, Instituições académicas, organizações internacionais envolvidas em atividades, projetos e programas de biodiversidade (Indicador 21)

Este indicador foi determinado através da pesquisa bibliográfica no site da Direção Regional do Ambiente e na secção de registo de ONGA do mesmo organismo governamental regional.

Curriculum Escolar (Indicador 22)

Este indicador foi determinado através da pesquisa bibliográfica nos sites das escolas da cidade da horta e do programa Eco-Escolas.

Número de ações de educação e sensibilização ambiental/ano (Indicador 23)

Este indicador foi determinado através de inquérito realizado à divisão de Ambiente da Câmara Municipal da Horta, à Ecoteca do Faial (Azorina SA) e Observatório do Mar dos Açores (OMA), que disponibilizaram os dados das atividades de educação ambiental desenvolvidas por cada uma das entidades.

RESULTADOS

A análise e SIG determinou que 80,3% da área da cidade da Horta é constituída por áreas naturais, naturalizadas e seminaturais, sendo que os restantes 19,7 % (34,41 ha) estão impermeabilizados (estradas, edifícios, passeios, pátios e logradouros impermeabilizados), conforme exposto na Figura 2.

Quanto à conectividade, foram identificadas 10 manchas arbóreas conectadas, num total de 41,117 ha, sendo a maior com 38,9 ha e as restantes nove, fragmentos de menores dimensões num total de 2.13 ha (Figuras 3 e 4). A conectividade calculada pela fórmula do CBI foi de 11 ha.

Quanto a espécies de flora, estão identificadas e descritas para a cidade da Horta, 488 espécies de plantas vasculares, das quais 19 são endémicas e 49 nativas. Foram também identificadas 420 espécies introduzidas, das quais 54 apresentam carácter invasor (Medeiros, 2019).

Relativamente à fauna, foram observadas 27 espécies de aves, às quais

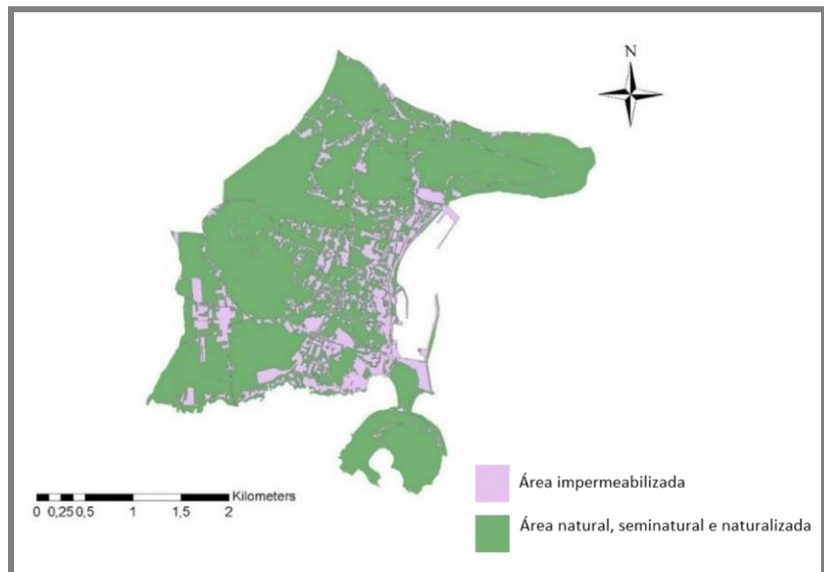


FIGURA 2. Área impermeabilizada *versus* área natural, seminatural e naturalizada, da cidade da Horta.

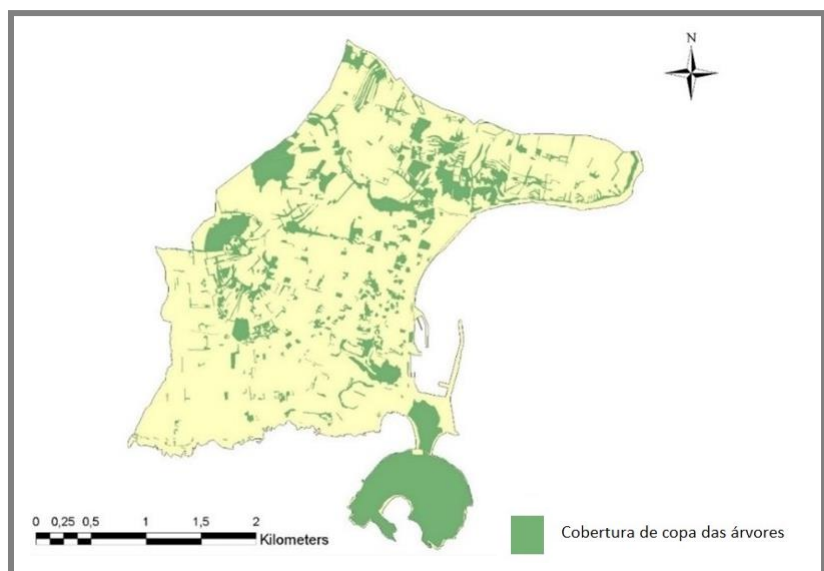


FIGURA 3. Cobertura de copa de árvores da Cidade da Horta.

foram adicionados os avistamentos de 53 espécies de aves invernantes, migratórias e ocasionais registados na área da cidade da Horta (ver metodologia), perfazendo um total de 82 espécies. Foram também identificadas seis espécies de mamífero terrestre e 5 espécies de réptil. Quanto aos artrópodes, não foi possível determinar o número de espécies que ocorrem dentro dos limites da cidade, pelo que se recorreu aos dados disponíveis para toda a ilha, perfazendo um total de 1032 espécies, das quais sete são invasoras (Medeiros, 2019).

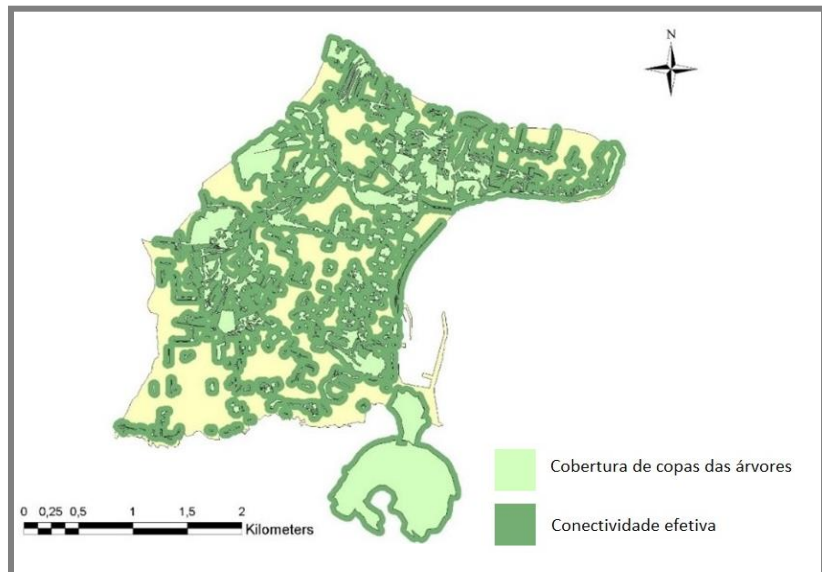


FIGURA 4. Conectividade efetiva da cidade da Horta (buffer de 50 m).

Em termos de Educação, sensibilização Ambiental e *curriculum* determinou-se que quatro instituições de ensino da cidade da Horta participaram em 2018 no programa Eco-Escolas: Casa de Infância de Santo António, Lar das Criancinhas da Horta/O Castelinho, Escola Profissional da Horta e Escola Secundária Manuel de Arriaga. Esta última instituição tem no seu projeto curricular, no âmbito do projeto REATIVAR, o Curso de Educação Ambiental com foco em três vertentes: Vigilante da natureza, agricultura biológica/sustentável e Ambiente e Proteção Civil. Em todas as escolas da Região Autónoma dos Açores é lecionada a disciplina de Cidadania, que, entre vários temas, tem no seu curriculum a vertente de Educação Ambiental, abordando os temas da Biodiversidade, Água e Recursos Hídricos, Energia, Resíduos, Espaços Verdes, Geossítios e Ruído (Direção Regional da Educação – Governo Regional dos Açores).

A consulta pública de projetos implementados pela administração pública é garantida pelo artigo 101º do Decreto-Lei no 4/2015, de 7 de janeiro, que aprova o Código de Procedimento Administrativos, sendo que este procedimento existe como processo de rotina. Nos Açores existe um Plano de Ação Regional para a Biodiversidade, traduzido pelo Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012A, de 2 de abril, que estabelece o Regime jurídico da conservação da natureza e da proteção da biodiversidade, transpondo para o ordenamento jurídico regional a Diretiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1992, relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens, e a Diretiva n.º 2009/147/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de novembro de 2009, relativa à conservação das aves selvagens (Rede Natura 2000). O plano sectorial da Rede Natura 2000 é estabelecido para a região através do Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho (alterado pela Declaração de Retificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto, e pelo Decreto Legislativo Regional n.º 7/2007/A, de 10 de abril). Este diploma está articulado com a Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º 11/87, de 7 de abril, alterada pela Lei n.º 13/2002, de 19 de fevereiro) entretanto revogada pela Lei de Base de Política do Ambiente (Lei n.º 19/2014, de 14 de

abril). Apesar de este diploma estar articulado com a legislação nacional e incorporar algumas convenções internacionais (Rede Natura 2000, CITES, EUROBATS, AEWa), não incorpora iniciativas da CBD, e não tem qualquer menção aos habitats urbanos. O recente Decreto-Lei n.º 92/2019 de 10 de julho aprova a Estratégia Nacional para a Conservação da Natureza e Biodiversidade para 2030 (ENCNB 2030), indo de encontro às iniciativas da CBD, nomeadamente no que diz respeito à reabilitação de ecossistemas degradados e promoção da reabilitação de espécies ameaçadas, o estabelecimento de meios de controlo da libertação de organismos geneticamente modificados (OGM) e controlo de espécies exóticas prejudiciais aos ecossistemas, medidas contempladas nas alíneas f), g) e h) do artigo 8º da CBD, respetivamente.

O Parque Natural de Ilha operacionaliza as questões em matéria de ambiente, biodiversidade e conservação da natureza ao nível de cada ilha, sendo o Parque Natural de Ilha do Faial estabelecido pelo Decreto Legislativo Regional n.º 46/2008/A, de 7 de novembro. Os organismos governamentais com competência na biodiversidade são: Direção Regional do Ambiente (DRA), Direção Regional dos Assuntos do Mar (DRAM), Direção de Serviços de Conservação da Natureza e Sensibilização Ambiental (DSCNSA) e Parque Natural do Faial (PNIF).

Na cidade da Horta existem atualmente quatro Organizações Não Governamentais de Ambiente (ONGA): AFAMA, Azorica OMA e Trybio, uma instituição académica: Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores (DOP UAç) e cinco instituições internacionais envolvidas em projetos de biodiversidade: Fundação *Waïtt*, e os projetos comunitários *Atlas*, *Biometore*, *DiscardLess*. Em termos de funções da biodiversidade, a cidade da Horta apresenta seis estruturas: Jardim Botânico do Faial, Aquário de Porto Pim, Jardim da Praça da República, Jardim do Largo do Infante, Jardim Florêncio Terra e Parque da Alagoa. É importante salientar que o Jardim Botânico do Faial contém o Banco de Sementes dos Açores, que foi selecionado, pela *Botanic Garden Conservation International* (BGCI) como caso de estudo sobre conservação de sementes raras no âmbito do *Global Seed Conservation Challenge* (Freitas, 2016).

A percentagem do orçamento municipal alocado à biodiversidade foi de apenas 0,24% em 2018. Em contrapartida, foram realizadas 319 ações de educação e sensibilização ambiental no ano de 2018, não só pela Câmara Municipal da Horta e Azorina SA, mas sobretudo pelo Observatório do Mar dos Açores (OMA), uma ONGA muito ativa nesta área, tendo estas ações abrangido um total de 11013 pessoas com idade inferior a 16 anos (de referir que estes dados se referem ao número de participantes em cada atividade, e que várias pessoas fizeram 2 ou mais atividades no âmbito das suas turmas).

Os cálculos efetuados para cada indicador e respetivos resultados estão descritos sumariamente na tabela I. O Índice de Biodiversidade Urbana da cidade da Horta foi calculado em 31/40 pontos para a categoria de Biodiversidade na Cidade, 13 / 16 pontos na categoria de Serviços Ecossistémicos e 26 / 36 pontos na categoria de Governança e Gestão, o que se traduz num CBI de 70 / 92 pontos para a cidade da Horta (tabela II).

TABELA I. Resultados do cálculo dos indicadores do CBI

Indicador	Resultados
Biodiversidade na Cidade	
1 - Proporção de áreas naturais na cidade	138,41 / 172,43 x100%= 80% (4 Pontos)
2 - Conectividade	$\frac{1}{138.41} (38.99^2 + 1.47^2 + 0.03^2 + 0.09^2 + 0.2^2 + 0.1^2 + 0.07^2 + 0.08^2 + 0.07^2 + 0.017^2) =$ 11Ha (0 Pontos)
3 - Biodiversidade Nativa em áreas construídas (aves nativas)	15 espécies nativas (0 Pontos)
4 - Número de espécies – Plantas vasculares	488 espécies (4 Pontos)
5 - Número de espécies – Aves	29 residentes + 53 ocasionais / migratórias = 82 espécies (4 pontos)
6 - Número de espécies – Artrópodes	88 espécies (4 Pontos)
7 - Número de espécies – Mamíferos Terrestres	6 espécies (4 Pontos)
8 - Número de espécies – Répteis e anfíbios	5 espécies (4 Pontos)
9 - Proporção de áreas protegidas	73,56/172,43 x 100% = 42.66% (4 pontos)
10 - Proporção de espécies invasoras vs nativas (todos os grupos taxonómicos)	$\frac{64}{1611} \times 100\% =$ 3.97% (3 pontos)
Serviços Ecossistémicos	
11 - Regulação de quantidade de água (áreas permeáveis / área total)	170,72/172,43 = 0,99 (4 pontos)
12 - Regulação climática (captura de carbono e efeito de arrefecimento da vegetação)	41.27 / 172.43 x 100 % = 24% (2 Pontos)
13 - Área de parques naturais e áreas protegidas / 1000 pessoas	83,59 ha / 1000 pessoas = 0.08 (3 pontos)
14 - n.º de visitas educacionais (<16 anos) a parques com áreas naturais ou protegidas / ano	346 (CMH) + 1795 (AZORINA) + 8872 (OMA) = 11013 pessoas (4 pontos)
Governança e Gestão	
15 - Orçamento alocado à biodiversidade	€37.566,36 / 15.423.024,00 x 100% = 0.24% (0 Pontos)
16 - N.º de Projetos de biodiversidade implementados anualmente	5 (CMH) + 40 (AZORINA) + 7 (OMA) = 52 (3 pontos)
17 - Regras, Regulamentos e Políticas	Plano de Ação e Estratégia Local para a Biodiversidade incorpora elementos do Plano de Ação e Estratégia Nacional para a Biodiversidade e incorpora 1 a 3 iniciativas da CBD (3 Pontos)
18 - N.º de funções de biodiversidade (jardim botânico, centro de biodiversidade, museu...)	Jardim Botânico do Faial, Aquário de Porto Pim, Jardim da Praça da República, Jardim do Largo do Infante, Jardim Florêncio Terra e Parque da Alagoa = 6 funções de biodiversidade (4 pontos)
19 - n.º de organismos governamentais com competência na biodiversidade	DRA, DRAM, DSCNSA, PNIF = 4 organismos governamentais (2 pontos)
20 - Consulta pública	Processo formal ou informal existe como processo de rotina (4 Pontos)
21 - n.º de ONGA, instituições académicas, org. internacionais envolvidas em atividades, projetos e programas de biodiversidade	4 ONGs + 1 instituição académica + 5 org. internacionais = 10 organizações (2 pontos)
22 - Currículo escolar	A Biodiversidade, ou elementos dela, estão incluídos no currículo escolar (4 Pontos)
23 - n.º de ações de educação e sensibilização ambiental / ano	5 (CMH) + 45 (AZORINA) + 269 (OMA) = 319 (4 Pontos)

TABELA II. Índice de Biodiversidade Urbana da Cidade da Horta.

Biodiversidade na Cidade	Serviços Ecossistémicos	Governança e Gestão
31 / 40 pontos	13 / 16 pontos	26 / 36 pontos
Total		
70 / 92 pontos		

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O Índice de Biodiversidade da cidade da Horta foi calculado em 70 valores (de um máximo possível de 92 valores), o que representa um excelente resultado, mas existindo ainda algumas lacunas a preencher e indicadores a melhorar. Como referido anteriormente, este cálculo refere-se ao ano de 2019, sendo o primeiro ano de aplicação do CBI à cidade da Horta.

A categoria “Serviços Ecossistémicos” obteve 13 pontos, a melhor pontuação por categoria (3 pontos do valor máximo). Nesta categoria o indicador com menor pontuação foi o indicador nº 12 – regulação climática, situação que pode ser melhorada com medidas de gestão urbanística por parte da autarquia, como por exemplo, o aumento da área arborizada na cidade, pela criação de alamedas ladeadas de árvores.

A categoria “Biodiversidade na Cidade” obteve uma pontuação de 31 pontos (9 pontos abaixo do máximo), tendo obtido 4 valores em vários indicadores, indicando uma elevada biodiversidade para a cidade da Horta. No entanto, obteve 0 pontos em dois indicadores: conectividade e biodiversidade nativa em áreas construídas. Estes dois indicadores não são aplicáveis a cidades de pequena dimensão, como é o caso da cidade da Horta, na qual a maior parte das manchas arbóreas estão conectadas (ver Figura 3), mas, dado a sua pequena dimensão, o valor calculado para a conectividade é muito inferior ao mínimo para pontuar. A fórmula de cálculo deste valor deverá ser revista, e aplicada em forma de percentagem, de modo a se adaptar a cidades de quaisquer dimensões. O cálculo deste indicador é muito complexo, pelo que não foi possível encontrar uma fórmula mais adequada à sua determinação. Situação semelhante aconteceu com o indicador nº 3 – biodiversidade nativa em áreas construídas (espécies de aves). Neste indicador, o valor mínimo para pontuar é de 19 espécies nativas, existindo nos Açores apenas 18 espécies de aves nativas (Borges et al. 2010), e estando presentes na cidade da Horta 14 dessas espécies. A fórmula de cálculo deste indicador também deverá ser revista, para incluir áreas urbanas localizadas em zonas geográficas que naturalmente apresentem baixo número de espécies de aves nativas, como as zonas insulares.

Sugere-se a alteração da fórmula para $\frac{n^{\circ} \text{ aves nativas na cidade}}{n^{\circ} \text{ aves nativas na região}} \times 100$, tendo em conta o número de aves registado para a região onde a cidade se insere e a quantidades dessas espécies que são encontradas na cidade, alterando a pontuação para se adequar à percentagem obtida neste cálculo.

A categoria “Governança e Gestão” obteve um valor de 16 pontos (10 pontos abaixo da pontuação máxima). Neste aspeto, há muito espaço para melhorias, incluindo o aumento da percentagem de

orçamento alocado a projetos de biodiversidade e o aumento do investimento em medidas para atrair parcerias internacionais para a Biodiversidade para a cidade da Horta. Dada a situação geográfica e política dos Açores, dificilmente se conseguirá melhorar a pontuação do indicador nº 19 – Número de organismos governamentais com competência na biodiversidade.

Quando comparado com os restantes trabalhos de aplicação do CBI a outras cidades portuguesas, é seguro dizer que o CBI calculado para a cidade da Horta, de 70 pontos, é francamente superior, comparativamente com aquele calculado para a cidade do Porto, em 2011, de 37 pontos, com a aplicação da metodologia de Chan et al. (2010) (onde em alguns indicadores com pontuação não definitiva, foi aplicada uma pontuação, por defeito, de valor médio de 2 pontos), ou de 30 pontos quando utilizada a metodologia aplicada neste trabalho (CBD, 2014; Bhattacharya, 2017). Relativamente ao cálculo do CBI da cidade de Lisboa, embora não tenha sido apresentada com valores definitivo, foi similar àquele calculado para a cidade do Porto (Machado, 2014). A aplicação do CBI na cidade de Alcácer do Sal obteve uma pontuação de 40 pontos (Pato, 2012). Nesta comparação, importa salientar que todos estes trabalhos implicaram a alteração ou adaptação da metodologia, para os casos da cidade do Porto e Lisboa ou a aplicação parcial da mesma, por falta de dados ou pela metodologia ainda não estar definida para todos os indicadores à data da realização dos restantes estudos.

Em termos comparativos com o presente estudo, apenas a cidade do Funchal possui características insulares, semelhantes às da cidade da Horta, o que implica uma menor diversidade biológica e maior suscetibilidade à ameaça por espécies exóticas invasoras. A aplicação da metodologia completa à cidade do Funchal permitirá a obtenção de um valor diferente daquele obtido por Azevedo (2014), de 42 pontos, correspondendo, provavelmente, a um valor mais próximo àquele apurado para a cidade da Horta.

Conclui-se que o resultado obtido pela aplicação do CBI à cidade da Horta é bastante satisfatório, no que se refere à biodiversidade na cidade em geral e às funções ecossistémicas. No entanto, no que diz respeito à governança e gestão pública, há ainda um caminho a percorrer, de modo a ir cada vez mais de encontro a um modelo de gestão sustentável, que promova a sustentabilidade, a biodiversidade e, no fundo, o bem-estar de todos os munícipes da cidade da Horta. Quanto à metodologia do CBI, considera-se que uma alteração no cálculo dos indicadores referidos anteriormente é essencial, de modo que seja adaptada, não só às grandes cidades, como também aos pequenos centros urbanos, como aqueles presentes nos ambientes insulares.



APLICAÇÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

Perspetiva-se a continuidade deste trabalho 2 anos após a data de referência do mesmo, ou seja, durante o ano de 2021, de modo que a evolução deste índice seja determinada.

O CBI é uma ferramenta que permite a avaliação do estado da biodiversidade nas cidades, sendo de grande utilidade para a identificação de fragilidades e lacunas na gestão da cidade, permitindo a tomada de

decisões apoiadas em factos científicos atualizados. Após a realização e defesa deste trabalho foi anunciado pela Câmara Municipal da Horta um aumento no investimento em biodiversidade. Além disso, o Governo Regional dos Açores viu vários projetos *Life* serem aprovados, aumentando grandemente o investimento em biodiversidade nos Açores, tendo os projetos *Life Vidalia*, *Life IP Azores Natura* e *Life Beatles* algumas zonas da cidade da Horta abrangidas pelas suas áreas de intervenção. A repetição deste trabalho tendo por base o ano de 2021 certamente permitirá avaliar a melhoria nos indicadores do CBI, sobretudo da categoria da Governança e Gestão.

agradecimentos • Valter Medeiros agradece o apoio de toda a sua família, ao Parque Natural de Ilha do Faial, Câmara Municipal da Horta, Observatório do Mar dos Açores, Azorina, SA, Direção Regional dos Assuntos do Mar e coordenação da Licenciatura em Ciências do Ambiente da Universidade Aberta. Agradece ainda aos entrevistados Eng. Dina Dowling (Ecoteca do Faial – Azorina SA) [Contacto telefónico realizado a 23/04/2019], Eng. João Melo (Diretor do Parque Natural de Ilha do Faial) [23/04/2019], Dr. Idalina Veludo (IPMA) [Contacto telefónico realizado a 28/05/2019], Eng. Carlos Moniz (Divisão de Ambiente da CMH) [18/06/2019], Dr. Marco Aurélio Santos (Direção Regional dos Assuntos do Mar) [05/07/2019], Dr. Fred Vanderperre (DOP – Uaç) [05/07/2019].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arteaga A., Malumbres-Olarte J., Gabriel, R., Ros-Prieto, A., Casimiro, P., Sanchez, A.F., Albergaria, I.S., Borges, P.A.V. (2020) *Arthropod diversity in two Historic Gardens in the Azores, Portugal*. Biodiversity Data Journal 8: e54749. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.e54749>
- Azevedo, F. (2014). *City Biodiversity Index - Cidade do Funchal*. In Martinho, A.P, Caeiro, S., Oliveira, C.P. (Coord.) "Lições práticas de sustentabilidade: coletânea de projetos de trabalho de campo II. [Lisboa]: Universidade Aberta. (eUAb. Documentos UAb). ISBN 978-972-674-749-9.
- Bhattacharya, T. (2017). *Comparative Assessment of Ecosystem and Biodiversity Conservation Measures in Indian Smart Cities: A City Biodiversity Index Approach*. Built Environment. DOI:10.24910/jsustain/5.2/5976
- Borges, P.A.V., Cunha, R., Gabriel, R., Martins, A.F., Silva, L. and Vieira, V. (Eds.) (2005). *A list of the terrestrial fauna (Mollusca and Arthropoda) and flora (Bryophyta, Pteridophyta and Spermatophyta) from the Azores*. Direção Regional do Ambiente and Universidade dos Açores, Horta, Angra do Heroísmo and Ponta Delgada, 317 pp.
- Borges, P.A.V., Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I., Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P. & Vieira, V. (Eds.) (2010) *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. Princípiã, Cascais, 432 pp. ISBN 978-989-8131-75-1
- Borges, P., Gabriel, R. (2009) *Predicting extinctions on oceanic islands: arthropods and bryophytes / Extimar extinções em ilhas oceânicas: artrópodes e briófitos*. Grupo de Biodiversidade dos Açores, Angra do Heroísmo. 80 pp.
- Cabral, M., Mathias, M.L., Pereira, H.P., Souto Cruz, C. (2012) *O Índice de Biodiversidade nas Cidades como ferramenta para gestão: o caso da cidade de Lisboa*, Ecologi@ 6: 63-72, ISSN 1647-2829.
- Cardoso, M.C. (2011) *Biodiversidade urbana: selecção e caracterização de indicadores para Lisboa*. Tese - Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências - Biologia Animal, Lisboa. 68 pp.
- CBD (1992) *Convention on Biological Diversity*. Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/> [Consultado em 10/07/2019]
- CBO (2014) *User's Manual on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index)*, Convention on Biological Diversity, Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/meetings/city/subws-2014-01/other/subws-2014-01-singapore-index-manual-en.pdf> [Consultado em 10/07/2019].

- Chan, L., Calcaterra, E., Elmqvist, T., Hillel, O., Holman, N., Mader, A., Werner, P. (2010) *User's Manual for the City Biodiversity Index*. Latest Version: 27 September 2010.
- Deslauriers, M., Asgary, A., Nazarnia, N., Jaeger, J. (2018) *Implementing the connectivity of natural areas in cities as an indicator in the City Biodiversity Index (CBI)*. *Ecological Indicators*, 94(2): 114-115. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.02.028.
- Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P.J., McDonald, R.I., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K.C., Wilkinson, C. (Eds) (2013) *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, Springer, New York London, 771pp. ISBN 978-94-007-7088-1 (eBook).
- Fontaine, R., Rodrigues, T.M., Neves, V., Fonseca, A., Gonçalves, D. (2014) *Pombo-torcaz dos Açores – Manual de Censo. Projeto AZORPI (M2.1.2/025/2011)* CIBIO/InBIO Universidade do Porto, Universidade dos Açores.
- Fontaine, R., Rodrigues, T.M., Fonseca, A., Gonçalves, D. (2015) *Manual de Censo - Pombo-torcaz, pombo-das-rochas, rola-turca, melro, estorninho e milhafre*. CIBIO/InBIO Universidade do Porto, Universidade dos Açores.
- Fontaine, R., Rodrigues, T.M., Neves, V., Fonseca, A., Gonçalves, D. (2015). Relatório do 1º Censo de pombo-torcaz *Columba palumbus azorica* (Hartert, 1905) realizado em todas as ilhas do arquipélago dos Açores (outubro/novembro de 2014). *Projeto AZORPI (M2.1.2/025/2011)* CIBIO/InBIO Universidade do Porto, Universidade dos Açores.
- Freitas, C. (2016) *A conservação ex situ das plantas autóctones dos Açores no Jardim Botânico do Faial*. Relatório de Estágio apresentado à Universidade dos Açores, no âmbito do Mestrado de Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal para efeitos de obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal. Universidade dos Açores – Departamento de Biologia. 66p.
- Gonçalves, G. (2015) *Gestão de populações de Coelho-bravo: um caso de estudo - a Herdade da Espadaneira*. Tese de Mestrado em Ecologia e Gestão Ambiental. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências – Departamento de Biologia Animal.
- Hofmann, H. (2007) *Árvores e Arbustos - Guia Claro e Simples para a sua Identificação*. Everest Editora. ISBN 9789895003402.
- Kohsaka, R., Pereira, H.M., Elmqvist, T., Chan, L., Moreno-Peñaranda, R., Morimoto, Y., Inoue, T., Iwata, M., Nishi, M., Mathias, M.L., Souto Cruz, C., Cabral, M., Brunfeldt, M., Parkkinen, A., Niemelä, J., Kulkarni-Kawli, Y., Pearsell, Y. (2013) *Indicators for Management of Urban Biodiversity and Ecosystem Services: City Biodiversity Index*. In T. Elmqvist et al. (eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, DOI 10.1007/978-94-007-7088-1_32.
- Langmeyer, J. e Gómez-Baggethun, E. (2018) *Urban biodiversity and Ecosystem Services*. In A. Ossola e J. Niemela (eds.), *Urban Biodiversity: from research to practice*, London and New York, Routledge-Taylor and Francis Group, ISBN 978-1-138-22439-1.
- Machado, L. (2014) *Aplicação do Índice de Biodiversidade Urbana na cidade do Porto*. Tese de Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto – FCU. 60p.
- Pereira, H.M., Domingos, T., Marta-Pedroso, C., Proença, V., Rodrigues, P., Ferreira, M., Teixeira, R., Mota, R., Nogal, A. (2010) *Uma avaliação dos serviços dos ecossistemas em Portugal: Cenários*. Escolar Editora, ISBN 9789725922743
- Medeiros, V. (2019) *Índice de Biodiversidade Urbana - "City Biodiversity Index" aplicado à cidade da Horta*. In Martinho, A.P.; Caeiro, S.; Nicolau, P. B; Oliveira, C.P. (Coord.) *Projetos de trabalho de campo II*. [Lisboa]: Universidade Aberta. Não publicado.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Pato, G. (2012) *Biodiversidade em Ambiente Urbano – A cidade de Alcácer do Sal*. Edição de Autor. ISBN 978-989-20-3753-0.
- Rainho, A., Marques, J. T., Palmeirim, J. M. (2002) *Os morcegos dos arquipélagos dos Açores e da Madeira: um contributo para a sua conservação. Relatório Técnico Final*. Centro de Biologia Ambiental / Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.
- Rocha, A. (2018) *Índice de Biodiversidade Urbana - Comparações entre diferentes cidades*. Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Gestão Ambiental. Instituto Politécnico de Coimbra, Escola Superior Agrária de Coimbra. 46 pp.
- Schäfer, H. (2002) *Chorologie und Diversität der Flora der Azoren - Chorology and Diversity of the Azorean Flora*, Dissertation Zur Erlangung Des Doktorgrades Der Naturwissenschaften (DR. RER. NAT.) Der Naturwissenschaftlichen Fakultät III - Biologie Und Vorklinische Medizin Der Universitätregensburg.
- Schäfer, H. (2005) *Flora of the Azores. A Field Guide, Second enlarged edition*, S. Margraf, Verlag, Weikersheim. ISBN 3-8236-1453-3.

Silva, L., Ojeda Land, E., Rodriguez Luengo, J.L. (eds.) (2008) *Flora e Fauna Terrestre Invasora na Macaronésia. TOP 100 nos Açores, Madeira e Canárias*. ARENA, Ponta Delgada, 546 pp.

Svensson, L., Mullarney, K., Zetterström, D. (2009) *Guia de Aves – Guia de Campo das Aves de Portugal e da Europa*, 2ª ed., setembro 2012, Assírio & Alvim, Porto, Portugal. ISBN 978-972-0-79214-3.

Uchiyama, Y., Hayashi, K., Kohsaka, R. (2015) *Typology of Cities Based on City Biodiversity Index: Exploring Biodiversity Potentials and Possible Collaborations among Japanese Cities*, *Sustainability*, 7: 14371-14384; doi:10.3390/su71014371.

Uchiyama, Y., Kohsaka, R. (2019) Application of the City Biodiversity Index to populated cities in Japan: Influence of the social and ecological characteristics on indicator-based management, *Ecological Indicators*, 106: 1-8; doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.05.051.

United Nations (2014) *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (ST/ESA/SER.A/352).

Yap, W. (2016) *Singapore Index on Cities' Biodiversity - Session 7B: Measuring What We Do, 11 December 2016*. National Biodiversity Centre, National Parks Board, Singapore.

ANEXO I

Ficha de inquérito à Câmara Municipal da Horta

Data: 18/06/2019

Responsável: Eng.º Carlos Moniz

Categoria / Posto: Chefe Divisão Serviços Municipais e Ambiente

Observações - para responder a este questionário foi tido como referência o ano de 2018.

Questões

1. Qual o número de Participantes (<16 anos) em atividades relacionadas com biodiversidade (Prevenção de Resíduos, dia da criança, outros) no último ano? Cerca de 346 crianças que participaram em 2018 em atividades relacionadas com a biodiversidade, quer no Dia da Criança, em ações de sensibilização em Escolas e atividades da Bandeira Azul.

2. Qual o orçamento alocado à biodiversidade (ou ações de sensibilização ambiental) no último ano? 37.566,36 €.

3. Quantos projetos de biodiversidade foram implementados anualmente?

Em 2018 foram implementados 5 projetos:

- Explora a floresta marinha -T.A. - Concurso de fotografias subaquáticas;
- Os suspeitos do costume - Recolha de lixo marinho nas nossas praias, e identificação dos resíduos mais abundantes e das suas origens e fontes;
- O nosso quintal- Esta atividade consiste em visitas regulares dos alunos às hortas, para que estes possam acompanhar /cuidar os produtos agrícolas que plantaram.
- Valoriza a tua terra- Distribuição gratuita de compostores e o adequado esclarecimento do processo de compostagem através de ações de formação.
- Campanha Educação Ambiental Semana do Mar 2018- implementação de utilização de copos reutilizáveis em toda a festa.

4. Qual o número total de pessoas abrangidas por ações de sensibilização ambiental no ano passado (todas as idades)? Foram abrangidas cerca de 2579 pessoas em ações de sensibilização ambiental.

ANEXO II

Ficha de Campo - Aves

Data: _____ Hora:__:__ Ponto: _____

Vento (Bft):__ Chuva: _____ Nebulosidade (%): <10 10-25 25-50 50-75 75-90 >90

Espécie	<15m	15 -25m	>25m	Observações

Notas:

ANEXO III

Ficha de Campo – Fauna noturna

Data: _____ Hora:__:__ Ponto:___

Vento (Bft):_____ Lua:_____ Chuva: _____ Temperatura:_____

Nebulosidade (%): <10 10-25 25-50 50-75 75-90 >90

Espécie	N. contactos	N.º Gravações	Observações

Notas:
