

BIOACUSTICA E ECOACUSTICA PER LO STUDIO E LA CONSERVAZIONE DELLA BIODIVERSITÀ

Gianni Pavan (1), Roberta Righini (2)

- 1) Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia
Email gianni.pavan@unipv.it
- 2) Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerche Ambientali, Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia
Email roberta.righini@gmail.com

SOMMARIO

La bioacustica e l'ecoacustica sono discipline emergenti e innovativi strumenti per la scienza, la conservazione e l'educazione. Il paesaggio sonoro rappresenta una componente essenziale degli ecosistemi, sia naturali che antropizzati, e deve essere monitorato, conservato e ripristinato qualora alterato dalle attività umane. La relazione presenta le linee di sviluppo dell'analisi acustica orientata allo studio e alla tutela della biodiversità e della qualità acustica degli ambienti naturali.

1. Introduzione

Al giorno d'oggi, una delle più grandi sfide per la conservazione della biodiversità è gestire e mitigare le minacce determinate dal cambiamento climatico e ridurre l'alto tasso di perdita di specie da esso causato.

Nonostante ciò, molto spesso è difficile avere un quadro generale completo che permetta di prendere decisioni efficaci, in quanto la comprensione della maggior parte dei sistemi biologici è basata su una copertura di dati limitata sia spazialmente che temporalmente [1].

In questo contesto si inserisce l'Ecoacustica, una scienza interdisciplinare sempre più emergente che indaga i suoni naturali e antropici e il loro rapporto con l'ambiente [2]. Grazie all'utilizzo del monitoraggio acustico passivo (PAM), è possibile registrare dati su grande scala spaziale e temporale e si possono raccogliere informazioni a lungo termine sulla distribuzione delle specie animali e sulle variazioni nelle dinamiche delle comunità biologiche a causa delle attività antropiche [3].

1.1 Il paesaggio sonoro

Il paesaggio sonoro, o ambiente acustico, si definisce costituito da tre componenti principali: suoni di natura biologica (biofonia), rumori prodotti da elementi naturali (pioggia, vento, tuoni, ecc., che formano la geofonia) e, infine, suoni e rumori legati alla presenza umana (antropofonia), che possono diventare fonte di disturbo e di inquinamento, per cui dannosi per l'ecosistema e per l'uomo [2,4]. Tramite l'analisi dei dati registrati, è possibile ottenere la descrizione del paesaggio sonoro, sia nel suo complesso che nel dettaglio delle singole componenti.

Ma affinché ciò accada, è necessario un approccio analitico per elaborare le enormi quantità di dati acustici ed è fondamentale definire un protocollo standard che ottimizzi l'efficacia dello sforzo di campionamento e riduca i costi, in termini di tempo e di risorse, per l'analisi dei dati e l'elaborazione di risultati utilizzabili in progetti di conservazione [5].

1.2 I suoni come oggetti di ricerca

Attraverso il monitoraggio acustico degli habitat, è possibile raccogliere informazioni sulla qualità biologica di un ambiente e, al tempo stesso, sul livello di rumore generato dalle attività umane.

I suoni svolgono un ruolo cruciale in molti organismi, consentendo scambi di informazioni, intra- e inter-specifici, tra gli

individui. In questa prospettiva, è importante tenere in considerazione l'ambiente acustico, in quanto può condizionare in modo considerevole i sistemi di comunicazione. L'evoluzione di un segnale acustico è legata ad un determinato ambiente con degli specifici suoni di fondo naturali (ad esempio, vento o pioggia, acqua corrente, ecc.) a cui gli organismi adattano il loro comportamento acustico (*Acoustic Adaptation Hypothesis*) [6,7].

Il rumore antropogenico ha un ruolo crescente nel disturbare gli habitat acustici naturali, sia in acqua che in aria. Il rumore generato dal traffico stradale, il trasporto ferroviario e aereo, le attività industriali, le piattaforme offshore per l'esplorazione del petrolio e del gas e le operazioni di sonar, sono elementi sonori definibili come tecnofonia in quanto propriamente prodotti da macchine, che possono avere grande diffusione, soprattutto in ambiente acquatico. Si tratta di rumori che, in ambito aereo, sono riconosciuti per l'impatto che hanno sull'uomo [8]. In aria e in acqua possono mascherare segnali acustici cruciali per la riproduzione e la sopravvivenza delle specie, provocare risposte comportamentali particolari, causare uno stress psicofisico cronico sugli individui e conseguentemente anche determinare effetti dannosi a livello di popolazione [9].

1.3 I suoni come strumenti di ricerca

L'impiego del PAM potrebbe diventare uno strumento prezioso sia per la ricerca che per la gestione, in particolare negli habitat estesi e lontani, e potrebbe aumentare la rintracciabilità di specie rare ed elusive, e anche rilevare precocemente la presenza di specie aliene e potenzialmente invasive. Infatti, oltre ad essere studiato come oggetto della ricerca ecologica, i suoni possono essere considerati anche come strumenti utili per studiare e monitorare la biodiversità di un ambiente, la presenza di una determinata specie (vocalizzante) e, talvolta, l'abbondanza e la distribuzione degli individui che vocalizzano, il comportamento, le dinamiche biologiche e il modo in cui le specie interagiscono tra di loro e con l'ambiente in cui si trovano [10].

2. Lo sviluppo di indici di stima

Un indice è una funzione matematica progettata per descrivere la distribuzione di un determinato carattere all'interno del campione di dati analizzati. In generale, gli indici ecologici si possono dividere in due grandi gruppi: indici α , che stimano le differenze all'interno di gruppi, e indici β , che confrontano le differenze tra gruppi diversi.

Recentemente, sono stati vari e diversi gli indici proposti nella letteratura che mirano a descrivere la variabilità delle strutture acustiche prodotte sia da suoni biotici che abiotici [11]. Le metriche acustiche sviluppate rispondono ad esigenze diverse, dalle generali stime di biodiversità di determinati ambienti a confronto (H, indice per l'entropia acustica e D, indice di similarità acustica [12]; AR, indice per la ricchezza acustica [13]; ACI, indice di complessità [14]) al determinare il livello di disturbo antropico confrontando il rapporto tra biofonia e antropofonia in un determinato ambiente, definito indice NDSI [15].

Tuttavia, gli indici, finora proposti, presentano la debolezza di tentare di ridurre ad un unico indicatore numerico un fenomeno assai complesso e costituito da più variabili che interagiscono tra di loro. Gli sforzi in campo bioacustico ed ecoacustico sono, quindi, ora volti a sviluppare un processo analitico che sommarizzi in modo completo tutte le componenti acustiche dell'ambiente sonoro e che permetta di confrontarle in modo veloce e facile [16].

3. Il progetto SABIOD-Italy

Il progetto SABIOD (Scaled Acoustic Biodiversity) è parte di un più ampio programma sulle tematiche della Big Data Science denominato MASTODONS, finanziato dal CNRS francese. SABIOD-Italy è svolto in collaborazione con il laboratorio DYNIS-LSIS dell'Università di Tolone, con l'obiettivo di raccogliere dati e sviluppare metodi di analisi per descrivere l'ambiente acustico, o paesaggio sonoro, di ambienti naturali sottoposti a diversi livelli di impatto antropico, dalle aree protette [17], lontane da ogni disturbo antropico, alle aree più antropizzate e agli agroecosistemi. In questo ambito riveste un ruolo particolare lo studio di aree con un livello di rumore antropico molto basso [18, 19] al fine di definire un modello di riferimento di ambiente acustico assimilabile all'era pre-industriale.

4. Prospettive future

L'impiego dell'analisi bioacustica ed ecoacustica per il monitoraggio della biodiversità e della qualità ambientale sia per fini gestionali che conservazionistici, si è rivelato e continua ad essere un potente strumento ma ancora con dei limiti sia per quanto riguarda la rapida analisi dell'enorme quantità di dati che si registra, sia per l'efficacia dell'uso di indici che tengano in considerazione le numerose variabili e le diverse condizioni ambientali in cui i dati vengono raccolti.

Si prospetta quindi la realizzazione di un frame work che possa permettere sia l'analisi completa e generale delle caratteristiche acustiche di un ambiente che quelle più specifiche di ciascuna delle tre componenti, geofonia, biofonia e antropofonia.

5. Bibliografia

- [1] Aide T. M., Corrada-Bravo C., Campos-Cerqueira M., Milan C., Vega G., Alvarez R., *Real-time bioacoustics monitoring and automated species identification*. PeerJ, **1** (2013) e103. <http://doi.org/10.7717/peerj.103>
- [2] Pavan G., *Bioacustica e Ecologia acustica*. In "ACUSTICA. Fondamenti e applicazioni", Renato Spagnolo (a cura di), UTET Università, Torino (2015), pp. 803-828
- [3] Sueur J., Pavoine S., Hamerlynck O., Duvail S., *Rapid Acoustic Survey for Biodiversity Appraisal*. PLoS ONE, **3**, 12 (2008) e4065
- [4] Krause B., *Bioacoustics, habitat ambience in ecological balance*. Whole Earth Review, **57** (1987), pp. 14-18
- [5] Marques T.A., Thomas L., Martin S. W., Mellinger D. K., Ward J. A., Moretti D.J., ..., Tyack P. L., *Estimating animal population density using passive acoustics*. Biological Reviews, **88** (2013), pp. 287-309
- [6] Hansen, P., *Vocal learning: its role in adapting sound structures to long-distance propagation and a hypothesis on its evolution*. Animal Behaviour **27** (1979), pp. 1270-1271
- [7] Morton, E.S., *Ecological sources of selection on avian sounds*. American naturalist, **109** (1975), pp. 17-34
- [8] EEA, *Noise in Europe*, Report No 10/2014, European Environment Agency, Copenhagen, (2014)
- [9] Barber J.R., Burdett C.L., Reed S.E., Warner K.A., Formichella C., Crooks K.R., ..., Fristrup K.M., *Anthropogenic noise exposure in protected natural areas: estimating the scale of ecological consequences*. Landscape ecology, **26** (2011), pp. 1281-1295
- [10] Frommolt K.H., Bardeli R., Clausen M., *Computational bioacoustics for assessing biodiversity*, in Proceedings of the International Expert meeting on IT-based detection of bioacoustical patterns, BfN-Skripten., **234** (2008)
- [11] Sueur J., Farina A., Gasc A., Pieretti N., Pavoine S., *Acoustic indices for biodiversity assessment and landscape investigation*. Acta Acustica united with Acustica, **100** (2014), pp. 772-781
- [12] Sueur J., Pavoine S., Hamerlynck O., Duvail S., *Rapid acoustic survey for biodiversity appraisal*. PLoS One, **3** (2008) e4065.
- [13] Depraetere M., Pavoine S., Jiguet F., Gasc A., Duvail S., Sueur J., *Monitoring animal diversity using acoustic indices: Implementation in a temperate woodland*. Ecol Indic, **13** (2012), pp. 46-54
- [14] Pieretti N., Farina A., Morri D., *A new methodology to infer the singing activity of an avian community: The Acoustic Complexity Index (ACI)* Ecol Indic, **11** (2011), pp. 868-223
- [15] Kasten E.P., Gage S.H., Fox J., Joo W., *The remote environmental assessment laboratory's acoustic library: An archive for studying soundscape ecology*. Ecological Informatics, **12** (2012), pp. 50-67
- [16] Towsey M., Parsons S., Sueur J., *Ecology and acoustics at a large scale*. Ecological Informatics, **21** (2014), pp. 1-3
- [17] Pavan G., Favaretto A., Bovelacci B., Scaravelli D., Macchio S., Glotin H., *Bioacoustics And Ecoacoustics Applied To Environmental Monitoring And Management*. Rivista Italiana di Acustica, **39-2** (2015), pp. 68-74
- [18] Pavan G., *Il rumore negli ambienti naturali. Misura e interpretazione*. Atti 43° Convegno AIA (2016)
- [19] EEA, *Quiet areas in Europe. The environment unaffected by noise pollution*. EEA Report No 14/2016, European Environment Agency, Copenhagen (2016)