

DESCRITORES POPULACIONAIS PARA ENTENDIMENTOS ECOLÓGICOS: DA CONTEXTUALIZAÇÃO À COMPREENSÃO DAS PERTURBAÇÕES ANTRÓPICAS

POPULATIONAL DESCRIPTORS FOR ECOLOGICAL UNDERSTANDING: FROM CONTEXTUALIZATION TO UNDERSTANDING ANTHROPOGENIC DISTURBANCES

DESCRITORES DE POBLACIÓN PARA LA COMPRENSIÓN ECOLÓGICA: DE LA CONTEXTUALIZACIÓN A LA COMPRENSIÓN DE LAS PERTURBACIONES ANTRÓPICAS

Rafael Shinji Akiyama Kitamura¹

Resumo

Descritores populacionais são parâmetros-chave para o entendimento de processos ecológicos. Densidade e distribuição aportam informações essenciais para a compreensão das dinâmicas de populações, de maneira que estudos desses descritores podem auxiliar na tomada de decisões para a conservação e proteção de áreas. Métodos para estimar a densidade e distribuição, além de avaliar a presença e ausência de indivíduos, ampliam o conhecimento dos efeitos de perturbações ambientais frente às populações. Impactos negativos como as mudanças climáticas, limitações nutricionais, interferências em habitats e contaminação dos ambientes estão entre alguns dos temas abordados em trabalhos de efeitos sobre a densidade e distribuição populacional. Como um dos desafios para estudos de descritores populacionais, está a necessidade de compreender as relações alométricas com densidade e distribuição. Além disso, é necessário identificar as alterações evolutivas geradas pelas perturbações nas populações e prestar atenção aos possíveis efeitos fisiológicos, visto que as alterações podem incidir sobre sistemas reprodutivos. Tais efeitos podem inviabilizar as populações de espécies menos tolerantes e, conseqüentemente, causar o seu declínio e extinção. Desta forma, pode-se afirmar que os descritores populacionais podem contribuir diretamente para os estudos ecológicos, principalmente pela importância das avaliações do papel da densidade e distribuição populacional nos ambientes.

Palavras-chave: ecologia de populações; dinâmica populacional; conservação; perturbações ambientais.

Abstract

Population descriptors are key parameters for understanding ecological processes. Density and distribution contribute to essential information in understanding population dynamics, and studies on these descriptors can support decision for the conservation and protection of areas. Methods to estimate density and distribution, in addition to evaluating the presence and absence of individuals, have lately contributed to understanding the environmental disturbances effects on populations. Negative impacts such as climate change, nutritional limitations, interference in habitats and environmental contamination are among some of the themes addressed in works on effects over population density and distribution. One of the challenges for studies of population descriptors is the need to understand the allometric relationships with density and distribution. Furthermore, it is necessary to identify the possible evolutionary changes that are being generated due to populations disturbances. So many environmental disturbances also require attention, given the possible physiological effects, such as damage to reproductive systems. Such effects can derail populations of less tolerant species and, consequently, cause decline and extinction. Thus, it can be said that population descriptors can directly contribute to ecological studies, mainly due to the importance of evaluating the role of population density and distribution in the environments.

Keywords: population ecology; population dynamics; conservation; environmental disturbances.

Resumen

Los descriptores de población son parámetros-clave para comprender los procesos ecológicos. La densidad y la

¹ Doutorado em Ecologia e Conservação pela Universidade Federal do Paraná. E-mail: rafaelkitamura@hotmail.com

distribución aportan información esencial para comprender la dinámica de poblaciones, de manera que estudios sobre estos descriptores pueden respaldar la toma de decisiones para la conservación y protección de áreas. Los métodos para estimar la densidad y distribución, además de evaluar la presencia y ausencia de individuos, han permitido comprender los efectos de las perturbaciones ambientales en las poblaciones. Los impactos negativos como el cambio climático, las limitaciones nutricionales, la interferencia en hábitats y la contaminación ambiental se encuentran entre algunos de los temas abordados en los trabajos sobre los efectos en la densidad y distribución de la población. Uno de los desafíos para los estudios de descriptores de población es la necesidad de comprender las relaciones alométricas con densidad y distribución. Además, es necesario identificar los cambios evolutivos que se están generando por perturbaciones en las poblaciones y poner atención a posibles efectos fisiológicos, ya que los cambios pueden incidir sobre los sistemas reproductivos. Tales efectos pueden hacer inviables poblaciones de especies menos tolerantes y, en consecuencia, causar su declive y extinción. Así, se puede decir que los descriptores de población pueden contribuir directamente con los estudios ecológicos, principalmente por la importancia de evaluarse el rol de la densidad y distribución de la población en los ambientes.

Palabras-clave: ecología de poblaciones; dinámica de poblaciones; conservación; perturbaciones ambientales.

1 Introdução

Os organismos regulam e modificam os ambientes dentro dos limites impostos pela natureza, os quais determinam a transformação dos ecossistemas (ODUM; BARRET, 2008). Dentro da ecologia, um dos objetivos a serem traçados é a descrição e entendimento da distribuição de abundância de indivíduos. A maior parte das preocupações se refletem em estudos que envolvem modificações no tamanho populacional. A ciência da ecologia não apenas procura entender os fenômenos naturais que são modificados, mas também prevê-los ou controlá-los (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2009). Deste modo, compreender alterações e perturbações ambientais tem ganhado destaque na área de ecologia de populações.

No passado, o foco dos trabalhos estava na distribuição das populações, além da presença/ausência de organismos. As variações históricas ao longo do tempo, no entanto, demonstraram mudanças nos padrões de ocorrência, bem como o direcionamento dos efeitos futuros dentro de uma população (EHRLÉN; MORRIS, 2015). Atualmente, os estudos pretendem compreender a densidade e distribuição das espécies ao longo das paisagens, principalmente de modo a entender os efeitos dos impactos negativos causados por perturbações no ambiente (EHRLÉN; MORRIS, 2015; LEWIS *et al.*, 2017). Essas perturbações, ainda, podem afetar a densidade populacional, bem como o seu valor adaptativo, que pode influenciar diretamente na distribuição das espécies. Além de afetar os parâmetros ecológicos da população, como sobrevivência e reprodução, inerentemente, poderão ocorrer interferências sobre a densidade populacional (WEBBER; VANDER WAL, 2018).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo discorrer sobre populações, abordar os descritores populacionais, citar metodologias utilizadas para estimativas de densidade e distribuição, além de elucidar os efeitos de perturbações sobre os descritores populacionais em análise. Tais informações permitirão entender a importância dos descritores

populacionais em medidas de conservação e para a compreensão dos efeitos de impactos ambientais negativos frente aos ecossistemas.

2 Contextualização de população: definição e paradigmas

Define-se população como um grupo de organismos pertencentes a uma mesma espécie, que ocupam um tempo determinado e que fazem uso de um mesmo espaço dentro de uma comunidade biótica (ODUM; BARRET, 2008; PINTO-COELHO, 2009; TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2009). Os primeiros trabalhos na área de populações foram descritos por Pielou (1974). Posteriormente, autores como Wright, Fisher e outros pesquisadores explanaram e aplicaram outras questões biológicas, de modo a complementar as descrições populacionais (WAPLES; GAGHIOTTI, 2006).

Não há consenso sobre a definição quantitativa de população. Em cada paradigma que se discute (genético, evolutivo, ecológico), uma variedade de critérios pode ser considerada apropriada para analisar os diferentes usos do conceito populacional. Um dos paradigmas da definição ecológica é a compreensão das respostas advindas de marcadores genéticos e em processos demográficos, além da interpretação do melhor método para a interligação dessas duas áreas. Para tanto, visa-se a necessidade de desenvolvimentos teóricos e continuação dos avanços nas tecnologias para fornecer novas definições para a descrição das populações (WAPLES; GAGHIOTTI, 2006).

Pielou (1974) já trazia em seus conceitos a importância de se estudar populações e que investigações acerca das alterações ocorridas ao longo do tempo poderiam ter diferentes efeitos sobre os ecossistemas, alertando que essa área deveria ser um dos grandes focos da ecologia. Desde então, estudos têm sido realizados utilizando as dinâmicas populacionais para compreender as populações naturais. Sendo assim, compreender melhor os descritores populacionais, as funcionalidades, bem como as aplicações de estudos das populações, pode fornecer maiores informações para possíveis aplicações e conservação da biodiversidade.

3 Descritores populacionais: densidade e distribuição

Os descritores populacionais são atributos biológicos, considerados como propriedades únicas de cada população estudada. Alguns exemplos de descritores são: densidade, natalidade, mortalidade, distribuição, potencial biótico, dispersão e formas de crescimento (ODUM; BARRET, 2008). No presente estudo, serão destacadas a densidade e a distribuição, visto que são descritores que podem elucidar características do tamanho populacional, bem como o

crescimento.

A densidade refere-se ao tamanho populacional, expresso pelo número de indivíduos em relação a um espaço e unidade definida (ODUM; BARRET, 2008; PINTO-COELHO, 2009). Entre os descritores populacionais, a densidade é considerada um parâmetro-chave (SANTINI *et al.*, 2018a). Pode-se classificar a densidade como absoluta e relativa. A densidade absoluta refere-se ao número de indivíduos por unidade de espaço total. Já a densidade relativa é a densidade de uma espécie dividida pela população total. Parâmetros como abundância relativa, frequência de ocorrência e valor de importância contribuem para o melhor entendimento dos estudos com densidade populacional (ODUM; BARRET, 2008; PINTO-COELHO, 2009).

Alguns fatores, como os atributos e preditores ambientais podem interferir na densidade populacional, sendo eles: massa corporal, dieta alimentar, riqueza de espécies, produtividade primária, temperatura média anual, temperatura e sazonalidade de precipitação (SANTINI *et al.*, 2018b). Os níveis tróficos também podem influenciar na densidade populacional. Quanto menor o nível trófico, maior será a densidade e, em determinado nível, quanto maiores os indivíduos, maior será a biomassa (ODUM; BARRET, 2008).

O segundo descritor populacional a ser abordado é a distribuição. A distribuição populacional consiste na abrangência geográfica ocupada pela espécie. Os padrões de distribuição de uma população são fundamentais na estimativa da abundância e para a relação com a escala espacial. Fatores bióticos e abióticos têm sinergismo direto com as escalas de distribuição das populações, desta forma, compreender os nichos ocupados é de relevância para entendimentos ecológicos (LEWIS *et al.*, 2017).

Estudar os fatores que podem interferir na densidade e distribuição das espécies pode corroborar com posteriores aplicações do conhecimento. Um desses fatores pode ser a evolução da seleção sexual. Segundo a teoria, ocorre um controle da taxa de crescimento populacional de acordo com a densidade, que se estabilizará de acordo com o tamanho da população. Este efeito estabilizador tem potencial para resgatar espécies ameaçadas, impedir o crescimento excessivo de espécies comuns, promover a coexistência das espécies competitivas e recriar os padrões observados de distribuição da abundância de espécies (KOBAYASHI, 2019). Porém, ainda se necessita compreender outros processos evolutivos que atuam em conjunto dos descritores populacionais, para ampliar o conhecimento sobre o tema.

Diante de tais condições e definições, ressalta-se a importância de conhecer os métodos para estimar os descritores populacionais, de modo a compreender possíveis exemplos e aplicações do conhecimento dentro da área de ecologia de populações, além de resgatar

aplicações na área de conservação.

4 Estimando abundância e distribuição populacional: métodos, aplicações e exemplos

Para avaliar a densidade populacional, diferentes metodologias foram desenvolvidas. Entre as técnicas principais, estão: contagem, métodos de quadrantes/transecções, coleta e recaptura, análise de vestígios, vocalização, cobertura vegetal, questionários e percentual de iscas consumidas (ODUM; BARRET, 2008; PINTO-COELHO, 2009, Quadro 1).

Os dados obtidos por essas diferentes metodologias podem ajudar a entender a ecologia de populações, bem como possíveis aplicações para questões de conservação de áreas. Para tanto, a coleta dos dados precisa ser realizada de forma adequada para contribuir com a utilização dos resultados de densidade populacional para medidas de conservação. Espécies levantadas, local e as condições de coleta devem ser anotadas corretamente, bem como o estabelecimento de padronizações na forma de apresentação dos dados, são necessários (SANTINI *et al.*, 2018a). Problemas relacionados a tais atividades podem dificultar a compreensão da diversidade de populações. A ausência de dados em estudos com grupos-chave, como a mastofauna, por exemplo, pode interferir em tomadas de decisão eficientes para estratégias de conservação e priorização de área protegidas (CASSANO *et al.*, 2017).

A predição e o mapeamento da distribuição das espécies, incluindo variações geográficas e variabilidade na abundância é fundamental para a conservação e gestão da biodiversidade e de paisagens. Em planos de manejo e conservação devem ser colocados dados acerca de padrões de distribuição da abundância das populações. Além disso, as avaliações da densidade de populações ao longo da paisagem poderiam corroborar para maiores probabilidades de eficácia de medidas de conservação (LEWIS *et al.*, 2017).

Quadro 1: Métodos para estimativas de densidades populacionais, definições e exemplos de aplicação em estudos ecológicos

DENSIDADE	METODOLOGIA	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS DE APLICAÇÃO
ABSOLUTA	Contagem total	Contagem do número total de indivíduos	Censos de animais e estudos fitossociológicos
	Método dos quadrantes/transecções	Contagem do número de indivíduos em quadrantes/transecções com área determinada	Contagem de cianobactérias, estudos fitossociológicos, estimativas de animais

	Coleta e recaptura	Relação do número de organismos removidos em amostras sucessivas por número total removido.	LevaL Levantamento de fauna
RELATIVA	Análise de fezes	Identificação de indivíduos pelas fezes e análise alimentar	Ecologia animal, principalmente para estudos de vertebrados.
	Vocalização	Registros de vocalização para identificação de indivíduos e períodos reprodutivos.	Ecologia animal, principalmente para aves e anuros
	Registros de atividades	Uso de armadilhas fotográficas e análises de vestígios de organismos (presença/ausência)	Ecologia animal, principalmente avaliação de vertebrados, levantamento de fauna.
	Cobertura vegetal	Estimativas visuais de área ocupada pelos vegetais	Ecologia vegetal, estudos fitossociológicos
	Questionários	Elaboração de questionários de censos sobre populações de organismos	Levantamento de fauna e flora
	Percentual de iscas consumidas	Avaliação de número de iscas alimentícias consumidas em determinada área	Levantamento de fauna.

Outra forma de compreender as dinâmicas das populações é estimando as relações de tamanho corporal e a abundância. Alguns autores consideram essa abordagem como uma importante área de pesquisa da ecologia em estudos de descritores populacionais. Como principais padrões, estão: relações entre tamanho-densidade local; tamanho individual e tamanho da área de distribuição; relação da escala de comunidades; e entendimento sintético de relações tamanho-abundância (WHITE *et al.*, 2007; SANTINI *et al.*, 2018b). Dentro desse contexto, podem ser exemplificados os estudos com populações de gastrópodes litorídeos. Estes organismos podem demonstrar variações morfométricas entre os diferentes ambientes, sendo possível relacionar formatos e/ou tamanhos das conchas das populações com as diferentes condições ambientais (ORTIZ; BLANCO, 2012; TANAKA; MAIA, 2006). Em um estudo de densidade de *Littoraria angulifera* em ambientes de manguezal, verificou-se que a população da espécie avaliada não apresentou diferenças nos tamanhos de conchas, conforme a gradiente das condições ambientais, principalmente relacionadas à vegetação. Entretanto, as

variações no tamanho e densidade indicam que os indivíduos podem reconhecer e responder a diferentes micro-habitats, criando seleções de ambientes propícios para sua sobrevivência (MELO; MAIA; ROCHA-BARREIRA, 2012). Quando os ambientes encontram-se perturbados, há disponibilização de menor área de substrato e menor proteção dos indivíduos, o que pode favorecer a competição intraespecífica e afetar as populações (TANAKA; MAIA, 2006). Deste modo, estudos com esses padrões podem favorecer entendimentos ecológicos referentes às populações.

Após anos de estudos envolvendo análises de descritores populacionais, comodensidade e distribuição, novos avanços tecnológicos têm surgido, frente às perturbações ambientais que estão aumentando ao longo dos anos. Metodologias que utilizam novas tecnologias e modelos matemáticos para estudos populacionais, têm sido relatadas e utilizadas para confirmar as investigações ecológicas (GOTELI; STANTON-GEDDES, 2015). Avanços tecnológicos no sequenciamento genético têm beneficiado o levantamento de estrutura das populações amostradas. Esses dados podem ser usados para delinear dois ou mais agrupamentos genéticos e identificar misturas de indivíduos em grupos que refletem diferentes padrões de ascendência. Modelos de distribuição de espécies (SDMs) aplicados à presença e ausência de agrupamentos genéticos devem fornecer mais previsões realistas de mudanças na faixa geográfica, pois levam em consideração a variabilidade genética, o que permite o refinamento de projeções (GOTELI; STANTON-GEDDES, 2015).

Métodos utilizando análises de DNA têm sido crescentes e tais atividades podem contribuir para estudos de populações por serem metodologias não invasivas (BARNES; TURNER, 2016; SOUZA *et al.*, 2017). O uso desse tipo de análise pode auxiliar na eficácia da conservação de locais. Em uma pesquisa desenvolvida no Parque Estadual da Serra do Mar (Brasil), foi possível estudar a ocorrência de número de indivíduos de onça-pintada (mamífero de grande porte, topo de cadeia, considerada uma espécie-chave), bem como a diferenciação sexual dos indivíduos amostrados. Tais informações, além de fortalecer o conhecimento da ecologia desses animais, pode fundamentar a tomada de decisão de aumentar as áreas de conservação, permitir maior distribuição desses animais em áreas protegidas e contribuir para o aumento de densidade populacional da espécie ameaçada (SOUZA *et al.*, 2017).

Outras considerações que estão sendo levantadas são referentes à incorporação de temáticas como o uso de “fitness” das populações nas abordagens de ecologia de populações e estudos acerca de metabolismo energético. Em um estudo bibliográfico sobre pesquisas ecológicas com peixes, verificou-se que se deve levar em consideração o fator de condição de história de vida das espécies, juntamente com as medidas ecológicas de densidade populacional,

distribuição etária e composição da comunidade (CAMARA; CARAMASCHI; PETRY, 2011).

O uso dessas diferentes metodologias tem melhorado o conhecimento de diferentes populações. Entre os conhecimentos observados, já se constatou que algumas espécies apresentam particularidades e características com maiores probabilidades de extinção e redução de densidade populacional frente a perturbações, como ciclos de vida longos, baixas taxas reprodutivas e raridade. Populações de mamíferos de grande porte são os principais ameaçados; quando as atividades de risco não são minimizadas ou eliminadas, há dificuldade na recuperação dessas populações (CASSANO *et al.*, 2017). Deste modo, estudos para compreender os efeitos das perturbações ambientais sobre a densidade e distribuição das populações são necessários.

5 Perturbações ambientais: efeitos sobre densidade e distribuição populacional

Perturbações ambientais têm interferido diretamente sobre descritores populacionais. Atividades antrópicas, mudanças climáticas, invasões biológicas e contaminação ambiental, têm gerado diferentes distúrbios frente às populações, principalmente quanto à densidade e distribuição. As consequências a níveis populacionais estão relacionadas com alterações do “fitness” individual, sendo que a densidade populacional depende da relação entre “fitness” e atributos funcionais na população (HALL *et al.*, 2018; PIROTA *et al.*, 2018). Sendo assim, vista a necessidade de melhor elucidação da temática, serão abordados casos sobre essas perturbações.

A limitação nutricional é um dos fatores iniciais que podem alterar a viabilidade e desenvolvimento das populações. Um exemplo disso é um estudo realizado com uma população de orcas (*Orcinus orca*). O crescimento e densidade populacional dessa espécie são limitados pela baixa produção de filhotes e do número de fêmeas em estágio reprodutivo. Entre os resultados observados, a limitação nutricional das fêmeas interferiu diretamente no sucesso da gravidez. Até 69% das gestações foram detectadas como mal sucedidas. Entre os efeitos de limitação nutricional abordada, está a redução do número de salmão *Chinook* (pescado utilizado no consumo humano). A redução de alimentos para as orcas pode estar relacionada diretamente com atividades pesqueiras, de maneira que a redução dessas atividades pode minimizar os efeitos sobre a densidade populacional das orcas. Além disso, parâmetros fisiológicos de taxa de hormônios, tireóide, glicotireóide foram considerados marcadores de sucesso para o monitoramento dos efeitos sobre orcas frente ao estresse de limitação alimentar (WASSER *et al.*, 2017).

Interferências sobre os habitats podem ter influência direta sobre a densidade de organismos. Em estudo realizado com ursos pardos, verificou-se que a presença de rodovias interferia na densidade populacional dos animais. Por meios de técnicas de captura e recaptura, além de análises de DNA, os indivíduos foram marcados e identificados. Após as análises, constatou-se que a redução do uso e do número de estradas pode contribuir para o aumento da capacidade de suporte de densidade populacional. Tomadas de decisão para a redução de passagem de veículos, bem como o uso das estradas poderiam constituir medidas efetivas de conservação da área e possibilidade de aumento da densidade dos ursos pardos (LAMB *et al.*, 2018).

Fatores climáticos podem afetar a distribuição de populações, principalmente com o atual cenário de mudanças climáticas (CHUANG; PETERSON, 2016). Estudos frente às populações de espécies nativas são de relevância, principalmente quando se trata de contribuições para a priorização de áreas de conservação (WREGGE *et al.*, 2016). Populações de araucária (*Araucaria angustifolia*) têm sido estudadas quanto à explicação de como os fatores climáticos podem afetar a sua distribuição. Insolação, altitude, precipitação, evaporação, disponibilidade hídrica e umidade relativa são fatores que influenciam diretamente na distribuição da população da espécie (FRITZSONS; MANTOVANI; WREGGE, 2018). Após a detecção de áreas com condições mais propícias para o desenvolvimento populacional, podem ser realizadas priorizações para a conservação e proteção contra possíveis perturbações (FRITZSONS; WREGGE; MANTOVANI, 2017; FRITZSONS; MANTOVANI; WREGGE, 2018). Além disso, estudos utilizando modelagem matemática permitem a melhor compreensão de riscos de extinção e medidas mitigadoras que podem ser utilizadas e adotadas para a redução dos impactos das mudanças climáticas globais sobre a população de araucárias na região sul-sudeste do Brasil (WREGGE *et al.*, 2016).

O uso de descritores populacionais de densidade e distribuição também pode contribuir em estudos de bioinvasões. Um exemplo disso são trabalhos que verificaram os efeitos de populações de mexilhão do gênero *Dreissena* que apresentam potencial invasivo na Europa e América do Norte. Esses organismos apresentam extrema variabilidade de densidades devido ao tamanho populacional que está relacionado com fatores densidade-dependentes. Após a estabilização e aumento da densidade das populações desses moluscos invasores, as comunidades são afetadas e impactos aos ecossistemas podem ser gerados. Deste modo, estudar os padrões de densidade e distribuição desses mexilhões, pode produzir melhor compreensão da ecologia de bioinvasão desses organismos (KARATAYEV; BURLAKOVA; PADILLA, 2015). Além disso, visto o cenário de invasões biológicas e os efeitos que podem ser

ocasionados para as populações, a criação de mapas preditivos da densidade populacional pode ser utilizada para o aprimoramento de planos de conservação/manejo para controle de futuras invasões em termos globais. Dentro desse contexto, fatores bióticos e abióticos moldam a distribuição das espécies em larga escala e, para corroborar com futuras predições e prevenções de invasões, podem-se incorporar diferentes fatores bióticos nos modelos matemáticos a serem utilizados (LEWIS *et al.*, 2017).

A junção de perturbações como mudanças climáticas e bioinvasões pode ter efeitos aditivos e causar ainda mais impactos negativos aos ambientes. Ilhas do Oceano Antártico podem apresentar ameaças consideráveis causadas por roedores invasores. Estima-se que a densidade da população de camundongos invasores aumentou em 430% entre 1979-1980 a 2008-2011. Isso pode ser explicado pelo aumento da reprodução que foi ocasionada com o número de dias sem precipitação durante a estação não-reprodutiva. A medida que as mudanças climáticas evoluem, as condições para os roedores são melhoradas nas ilhas subantárticas e a severidade dos impactos poderá ser aumentada. Destaca-se, ainda, a necessidade de erradicação dos invasores para que haja a restauração das ilhas invadidas, ou os impactos poderão ser ainda maiores (McCLELLAND *et al.*, 2018).

Por fim, sabe-se que diferentes substâncias são lançadas diariamente ao ambiente, principalmente sobre os ecossistemas aquáticos. Em muitos casos, mesmo em concentrações que variam de ng a $\mu\text{g L}^{-1}$, efeitos adversos a diferentes organismos já foram relatados. Entre as diferentes substâncias encontradas estão: fármacos, antibióticos, hormônios, microplásticos, entre outros compostos. Contaminações por esses diferentes micropoluentes no ambiente podem afetar as populações (HALL *et al.*, 2018; TIJANI *et al.*, 2016). O despejo inadequado de diferentes substâncias nos corpos hídricos tem acarretado diferentes efeitos para as populações de organismos aquáticos, principalmente os peixes. Algumas dessas substâncias podem apresentar efeitos de desregulação endócrina e atuar sobre o sistema reprodutivo desses organismos. Tais fatos podem levar a uma proporção diferenciada de machos e fêmeas, devido a efeitos no sistema reprodutivo (BARRIOS-ESTRADA *et al.*, 2018; WHITE *et al.*, 2017). Essas condições podem comprometer a viabilidade das populações menos tolerantes e com menores “*fitness*”, produzindo redução de diferentes espécies e consequências negativas para os ecossistemas (WHITE *et al.*, 2017).

Os impactos negativos, principalmente por atividades antrópicas, têm gerado vários efeitos deletérios para as populações. Deste modo, visa-se a necessidade de criação de medidas mitigadoras e que colaborem para aumentar o status de conservação e preservação de áreas, além de sinalização de priorização de locais para a manutenção da biodiversidade. Estudos

utilizando descritores populacionais podem fundamentar essas tomadas de decisão e investimentos em estudos dentro desta temática são fundamentais para contribuições ecológicas e para a conservação.

6 Considerações finais e perspectivas futuras

Os descritores populacionais anteriormente tinham o objetivo de demonstrar ausência/presença de indivíduos em uma população, bem como a sua distribuição. Porém, avanços nas metodologias de amostragem têm fortalecido a conservação de áreas e para a compreensão de perturbações ambientais. O uso integrado dessas metodologias pode gerar ações mais eficazes e integrar os conhecimentos de ecologia de populações para medidas de conservação.

Os métodos de amostragem dos descritores populacionais têm sido eficazes, porém, precisam ser utilizadas de forma correta, de modo que possam ser feitas comparações dos dados de densidade populacional. A metodologia de observação e até mesmo as informações a serem coletadas precisam ser amostradas de forma equivalente. Há necessidade de uma conectividade de informações para que estimativas de densidade e distribuição dos indivíduos contribuam para a conservação e preservação de áreas.

Por fim, um dos novos desafios dentro da ecologia de populações é compreender o quanto as perturbações ambientais estão interferindo nos processos evolutivos das populações. Além disso, compreender os efeitos sobre os parâmetros alométricos que, em alguns casos, são utilizados para relações com densidade e distribuição de populações é de relevância para uma melhor compreensão ecológica.

Desta forma, verifica-se que os descritores populacionais fortalecem o entendimento de processos ecológicos; parâmetros como densidade e distribuição populacional podem contribuir para medidas de conservação e compreensão dos efeitos de perturbações ambientais.

Entre as reflexões que ficam sobre a temática, estão: Como a comparação de histórias de vida e diferenças tróficas pode ajudar a isolar importantes processos que afetam a relação alometria x densidade e distribuição? A integração de metodologias para a avaliação de densidade e distribuição de espécies poderão favorecer a tomada de decisões para a conservação? Como os novos contaminantes poderão afetar a densidade e população de indivíduos, visto que mesmo em concentrações abaixo de $\mu\text{g L}^{-1}$ já evidenciam efeitos reprodutivos e que podem afetar a viabilidade das populações?

Referências

- BARNES, M. A.; TURNER, C.R. The ecology of environmental DNA and implications for conservation genetics. **Conservation genetics**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 1-17, 2016.
- BARRIOS-ESTRADA, C. *et al.* Emergent contaminants: endocrine disruptors and their laccase-assisted degradation – a review. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 612, p. 1516-1531, 2018.
- CAMARA, E. M.; CARAMASCHI, E. P.; PETRY, A. C. Fator decondição: bases conceituais, aplicações e perspectivas de uso em pesquisas ecológicas com peixes. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 249-274, 2011.
- CASSANO, C.R. *et al.* Primeira avaliação do status de conservação dos mamíferos do estado da Bahia, Brasil. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, 2017.
- CHUANG, A.; PETERSON, C.R. Expanding population edges: theories, traits, and trade-offs. **Global Change Biology**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 494-512, 2016.
- EHRLÉN, J.; MORRIS, W. F. Predicting changes in the distribution and abundance of species under environmental change. **Ecology Letters**, U.K., v. 18, n. 3, p. 303–314, 2015.
- FRITZSONS, E.; WREGE, M. S.; MANTOVANI, L. E. Fatores climáticos limitantes para a distribuição da araucária no estado de São Paulo. **Scientia Florestalis**, Piracicaba - SP, v. 45, n. 116, p. 663-672, 2017.
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S. Distribuição da araucária no estado do Paraná (Brasil): fatores climáticos limitantes. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba - PR, v. 44, p. 258-271, 2018.
- GOTELLI, N. J.; STANTON-GEDDES, J. Climate change, genetic markers and species distribution modelling. **Journal of Biogeography**, [s. l.], v. 42, n. 9, p. 1577-1585, 2015.
- HALL, A.J. *et al.* Predicting the effects of polychlorinated biphenyls on cetacean populations through impacts on immunity and calf survival. **Environmental Pollution**, [s. l.], v. 233, p. 407-418, 2018.
- KARATAYEV, A. Y.; BURLAKOVA, L. E.; PADILLA, D. K. Zebra versus quagga mussels: a review of their spread, population dynamics, and ecosystem impacts. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 746, n. 1, p. 97-112, 2015.
- KOBAYASHI, K. Sexual selection sustains biodiversity via producing negative density-dependent population growth. **Journal of Ecology**, London, v. 107, n. 3, p. 1433-1438, 2019.
- LAMB, Clayton T. *et al.* Effects of habitat quality and access management on the density of a recovering grizzly bear population. **Journal of Applied Ecology**, London, v. 55, n. 3, p. 1406-1417, 2018.
- LEWIS, J. S. *et al.* Biotic and abiotic factors predicting the global distribution and population density of an invasive large mammal. **Scientific Reports**, London, v. 7, p. 44152, 2017.

McCLELLAND, G.T.W. *et al.* Climate change leads to increasing population density and impacts of a key island invader. **Ecological Applications**, Washington - DC, v. 28, n. 1, p. 212-224, 2018.

MELO, C.G.B.; MAIA, R.C.; ROCHA-BARREIRA, C.A. Variação morfológica da concha e densidade populacional de *Littoraria angulifera* (Mollusca: Gastropoda) em manguezais do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 68-76, 2012.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. **Fundamentos de ecologia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

ORTIZ, L.F.; BLANCO, J. Distribution of the mangrove gastropods *Neritina virginea* (Neritidae) and *Littoraria angulifera* (Littorinidae) within the Colombian Caribbean Darién Ecoregion. **Revista de Biología Tropical**, San José - Costa Rica, v. 60, n. 1, p. 219-232, 2012.

PIELOU, E. C. **Population and community ecology: principles and methods**. New York; Paris; London: Gordon and Breach Science Publishers, 1974.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PIROTTA, E. *et al.* Understanding the population consequences of disturbance. **Ecology and Evolution**, London, v. 8, n. 19, p. 9934-9946, 2018.

SANTINI, L.; ISAAC, N.J.B.; MAJORANO, L.; FICETOLA, G.F. TetraDENSITY: a database of population density estimates in terrestrial vertebrates. **Global Ecology and Biogeography**, U.K., v. 27, p.787-791, 2018a.

SANTINI, L.; ISAAC, N.J.B.; MAJORANO, L.; FICETOLA, G.F.; HUIJBREGTS, M.A.J.; CARBONE, C.; THULLER, M.A.J. Global drivers of population density in terrestrial vertebrates. **Global Ecology and Biogeography**, U.K., 27, 968-979, 2018b.

SOUZA, A.S.M.C. *et al.* Re-discovering jaguar in remaining coastal Atlantic Forest in southeastern Brazil by non-invasive DNA analysis. **Biota Neotropica**, Campinas - SP, v. 17, n. 2, e20170358, 2017.

TANAKA, M.O.; MAIA, R.C. Shell morphological variation of *Littoraria angulifera* among and within mangroves in NE Brazil. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 559, n. 1, p. 193-202, 2006.

TIJANI, J.O. *et al.* Pharmaceuticals, endocrine disruptors, personal care products, nanomaterials and perfluorinated pollutants: a review. **Environmental Chemistry Letters**, Luxemburgo, v. 14, n. 1, p. 27-49, 2016.

TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WAPLES, R. S.; GAGGIOTTI, O. What is a population? An empirical evaluation of some genetic methods for identifying the number of gene pools and their degree of connectivity. **Molecular Ecology**, U.K., v. 15, n. 6, p. 1419-1439, 2006.

WASSER, S. K. *et al.* Population growth is limited by nutritional impacts on pregnancy success in endangered Southern Resident killer whales (*Orcinus orca*). **PLoS One**, San Francisco; Cambridge, v. 12, n. 6, e0179824, 2017.

WEBBER, Q.M.R.; VANDER WAL, E. An evolutionary framework outlining the integration of individual social and spatial ecology. **Journal of Animal Ecology**, London, v. 87, n. 1, p. 113-127, 2018.

WREGGE, M.S. *et al.* Distribuição natural e habitat da araucária frente às mudanças climáticas globais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo - PR, v. 37, n. 91, p. 331-346, 2017.

WHITE *et al.* Relationships between body size and abundance in ecology. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam, v. 22, 2017.

WHITE, J. W. *et al.* Scaling up endocrine disruption effects from individuals to populations: outcomes depend on how many males a population needs. **Environmental Science & Technology**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 1802-1810, 2017.