



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
BASE AVANÇADA COMPARTILHADA DO CECAV EM NATAL DO RIO GRANDE DO NORTE
 Avenida Almirante Alexandrino de Alencar, 1399, - Bairro Tirol - Natal - CEP 59015-350
 Telefone:

PLANO DE TRABALHO - PIBIC/ICMBIO
17º EDITAL DE SELEÇÃO – CICLO 2023/2024



Título do Plano de Trabalho:

Influência de diferentes condições de habitat em variações ecológicas e fenotípicas nas diferentes linhagens de *Potiberaba porakuara* Fisër, Zigmajster & Ferreira, 2013

Grande Área do Conhecimento

<input type="checkbox"/> Ciências Exatas e da Terra	<input type="checkbox"/> Ciências da Saúde	<input type="checkbox"/> Ciências Humanas
<input checked="" type="checkbox"/> Ciências Biológicas	<input type="checkbox"/> Ciências Agrárias	<input type="checkbox"/> Linguística, Letras e Artes
<input type="checkbox"/> Engenharias	<input type="checkbox"/> Ciências Sociais Aplicadas	<input type="checkbox"/> Outras áreas

Orientador: Diego de Medeiros Bento
Unidade do orientador: BAV Cecav-RN
Coorientador: Matheus Arthur Lúcio da Rocha
Instituição do coorientador: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Estudante: Ícaro Silveira da Silva
Instituição do Estudante (Cidade/UF): Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Natal/RN)
Curso de graduação e semestre atual do estudante: Ciências Biológicas / 4º semestre

Escolha do(s) tema(s):	Temas estratégicos de pesquisa - Conforme anexo I do 17º Edital PIBIC - 2023/2024
X	1 - Valorização da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e patrimônio espeleológico e arqueológico
	2 - Manejo integrado e adaptativo do fogo
	3 - Recuperação de habitats terrestres e aquáticos
	4 - Manejo de espécies exóticas invasoras
	5 - Boas práticas e regulação do uso de fauna
	6 - Diagnóstico das atividades e cadeias econômicas responsáveis pela exploração predatória e/ou ilegal dos recursos da biodiversidade
	7 - Fortalecimento das cadeias produtivas de produtos madeireiros e não-madeireiros em unidades de conservação e em seu entorno
X	8 - Avaliação do estado de conservação das espécies da fauna e flora brasileiras e melhoria do estado de conservação das espécies categorizadas como ameaçadas de extinção (Criticamente em Perigo - CR, Em Perigo - EN, Vulnerável - VU) e com Dados Insuficientes (DD)

	9 - Monitoramento participativo dos recursos naturais e dos compromissos estabelecidos para a gestão das UC e conservação e uso da biodiversidade
X	10 - Gestão da informação sobre a biodiversidade para subsidiar das ações de conservação
X	11 - Identificação e monitoramento de impactos de atividades antrópicas sobre a biodiversidade e medidas de mitigação que afetem UCs ou espécies da fauna ameaçada
	12 - Planejamento e implementação de Unidades de Conservação
	13 - Criação ou ampliação de unidades de conservação e conectividade

Indique – assinalando com um X – o(s) tema(s) no qual a proposta está inserida:

1- INTRODUÇÃO:

Cavernas são cavidades naturais, componentes de um tipo de relevo denominado “carste” (Poulson & White 1969), as quais são formadas pela ação do intemperismo químico e/ou mecânico da rocha matriz, que podem apresentar diferentes origens minerais, como calcário, formações ferríferas, mármore, dentre outras. Além disso, a moldagem e deposição de diversas feições determinam as peculiaridades geológicas e biológicas desses ambientes (White & Culver 2011).

Os sistemas subterrâneos (ambientes hipógeos) se distinguem do ambiente superficial (epígeo) pela ausência total de luz em zonas profundas, e maior tendência a estabilidade ambiental (Culver 1982, Jones 1992), que podem variar de acordo com peculiaridades de cada local. Estes ambientes abrigam uma fauna única e altamente especializada, incluindo organismos que completam todo seu ciclo de vida em habitats subterrâneos, geralmente apresentando adaptações morfológicas, fisiológicas, comportamentais, entre outras, que os dão a capacidade de se estabelecer nos sistemas subterrâneos, denominados troglóbios (Juan *et al.* 2010).

Estes organismos já foram registrados em diversos tipos de cavernas, em todas as zonas e micro-habitats dos sistemas subterrâneos no mundo (Christian 1987, Porco *et al.* 2013, Hellman *et al.* 2018, Rendoš *et al.* 2018, Silva *et al.* 2020, Pellegrini *et al.* 2020). Houve aumento significativo de novas espécies descritas nas duas últimas décadas, assim como forte incremento de informações ecológicas e genéticas acerca das espécies (Fišer *et al.* 2013). Isso resultou no avanço de novas ferramentas para detecção e descrição de espécies, além de expedições que abrangem áreas até então inexploradas (Hou *et al.* 2002, Li *et al.* 2006, Naruse *et al.* 2008, Porco *et al.* 2013, Asenjo *et al.* 2018, Smith *et al.* 2020).

As características geológicas de algumas regiões do Brasil, propícias à formação de cavernas, e atualmente mais exploradas no campo da pesquisa, vêm revelando um grande número de cavidades, tornando ainda mais expressivo o número de cavernas e novas espécies catalogadas na América do Sul (Travassos 2008, 2013, Baptista *et al.* 2002, Souza *et al.* 2010, Kaczmarek *et al.* 2014, Santo *et al.* 2020, Santos *et al.* 2021). Isso pode indicar que a biodiversidade subterrânea brasileira pode ser expressivamente maior do que é conhecida atualmente, em especial para a fauna troglóbia (Souza-Silva & Ferreira 2016, Bento *et al.* 2021).

Apesar do avanço no conhecimento desses ambientes, e conseqüentemente de sua biodiversidade, regiões como Sul e Sudeste concentram cerca de 70% dos estudos ecológicos, taxonômicos, genéticos e comportamentais com estes organismos no Brasil (Maia *et al.* 2013, Iniesta *et al.* 2013). Na região Nordeste, o estado do Rio Grande do Norte (RN) vem se destacando quanto ao número de novas cavernas registradas nos últimos anos, colocando o estado no quarto lugar em número de cavidades no Brasil, tendo ultrapassado 1300 cavernas (CECAV 2023). Além disso, após estudos recentes, o estado vem ganhando notoriedade quanto à riqueza e concentração de espécies troglóbias (Bento *et al.* 2021), incluindo diversas espécies descritas ou em descrição de insetos (Hoch & Ferreira 2013), quilópodes (Azara & Ferreira 2014), platelmintos (Leal-Zanchet *et al.* 2014, Souza *et al.* 2018, Hellman *et al.* 2022) e crustáceos, como anfípodes (Fišer *et al.* 2013).

No RN, as espécies troglóbias estão concentradas principalmente em cavernas e outros habitats subterrâneos na região Oeste do Estado (Bento *et al.* 2021). Tais habitats inserem-se na Formação Jandaíra, uma plataforma carbonática que aflora na maior parte do Norte do RN e Nordeste do Ceará, até então conhecida por abrigar um rico depósito fóssil de organismos marinhos (Senra 1997, Cassab 2003, Souza-Lima, *et al.* 2007; Barreiro & Senra 2007, Ferreira *et al.* 2010) e que concentra mais de 90% das cavernas atualmente cadastradas no RN (Bento *et al.* 2017, CECVAV 2023) (Figura 1). Parte das cavernas da região encontra-se inseridas no Parque Nacional da Fuma Feia (PNFF), criado recentemente para proteger uma importante concentração de cavernas localizada nos municípios de Baraúna e Mossoró (Brasil 2012).

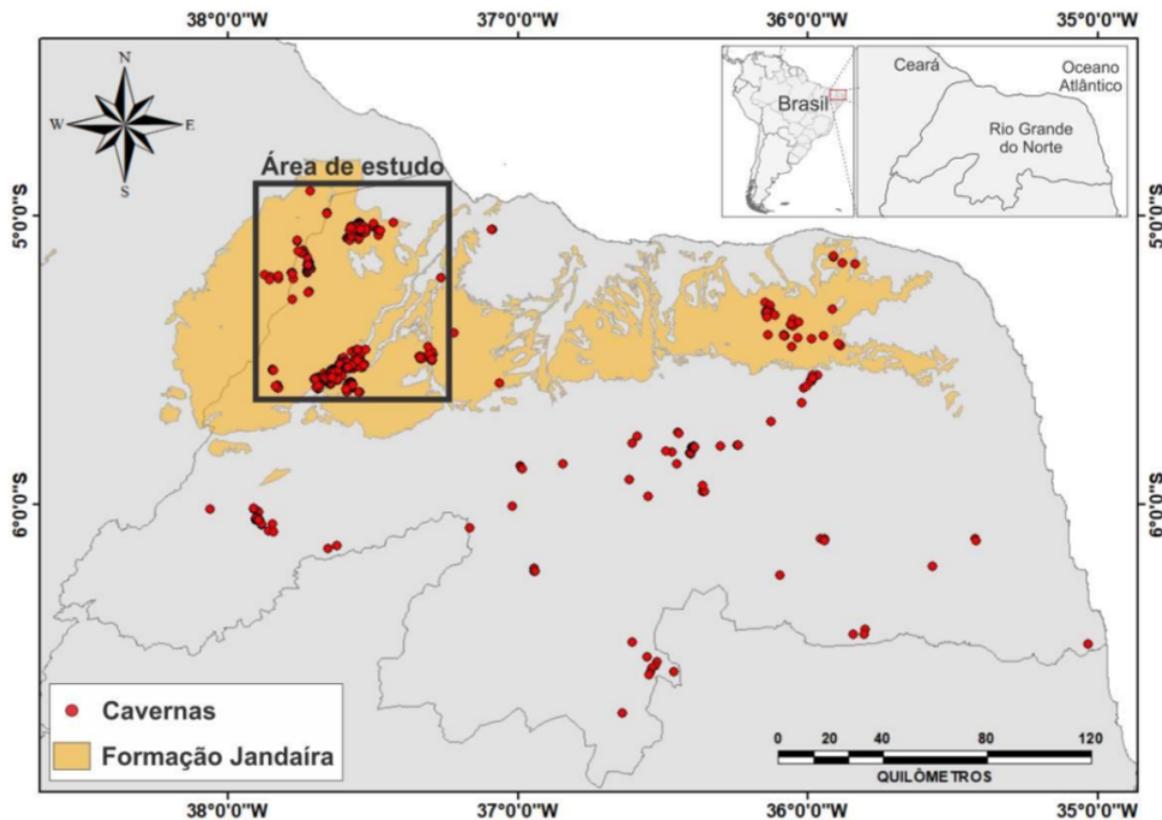


Figura 1. Distribuição das cavernas atualmente conhecidas nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, com destaques para a formação Jandaíra e a área de estudo (oeste da formação Jandaíra). Fonte: Bento (2021).

Os organismos que habitam os sistemas subterrâneos desta região são expostos a diferentes condições sazonais (Bento *et al.* 2016) e de habitat (Bento *et al.* 2021), o que inclui desde ambientes lênticos com pequenas poças, que secam parcial ou completamente durante a estação seca, e se conectam durante a estação chuvosa, até ambientes lóticos, com grande fluxo de água durante os períodos chuvosos (Bento 2021, Rocha 2021). Isso pode levar ao surgimento de diferenças morfológicas, fisiológicas e genéticas como possíveis respostas às diferentes condições ambientais (Balazs *et al.* 2021, Rodas *et al.* 2023).

Além disso, à exceção das cavernas inseridas no PNFF, as demais cavernas da região estão expostas a diversas ações antrópicas potencialmente impactantes aos habitats subterrâneos, tais como extração mineral, vegetal, agropecuária, visitação desordenada, etc. (Ferreira *et al.* 2010, Bento *et al.* 2021, Bento 2021). Isso pode afetar direta e indiretamente as espécies e suas populações, tanto em aspectos ecológicos como morfológicos, genéticos e comportamentais, afetando assim o potencial de sobrevivência e perpetuação das espécies que habitam estes locais (Allegrucci *et al.* 1992, Fišer *et al.* 2013, Rodas *et al.* 2023).

Dentre as mais de 75 espécies troglóbias encontradas na Formação Jandaíra, *Potiberaba porakuara* Fisër, Zagnajster & Ferreira, 2013 (Amphipoda: Mesogammaridae) é uma das poucas que apresenta distribuição relativamente ampla em áreas geológica e hidrologicamente distintas (Bento *et al.* 2021, Bento 2021). Sua distribuição inclui diversas cavernas e nascentes cársticas em uma área de mais de 2000 km², além de grande diversidade de habitats (ambientes subterrâneos lênticos, lóticos, freáticos e epicársticos), em quatro municípios no RN e um no Ceará e pelo menos cinco microbacias hidrográficas (Ferreira *et al.* 2010, Bento *et al.* 2016, Bento *et al.* 2021, Bento 2021, Rocha 2021). Dentre tais habitats, somente três cavernas inseridas no PNFF não estão expostas a impactos antrópicos e *P. porakuara* é considerada oficialmente ameaçada de extinção, na categoria Vulnerável (VU) (MMA 2022).

Além disso, *Potiberaba* é um gênero monotípico, e *P. porakuara* é o primeiro (e único, até o momento) registro da família Mesogammaridae na América do Sul (Fisër *et al.* 2013), sendo considerado um relicto filogenético e filogeográfico. Sua origem se deu a partir de provável isolamento de ancestrais marinhos aprisionados em habitats subterrâneos após eventos de introgressão e posterior regressão oceânica, eventos esses que ocorreram provavelmente no final do Mioceno e são bem documentados local e regionalmente (Rossetti *et al.* 2013). Assim, *P. porakuara*, assim como outros táxons troglóbios da Formação Jandaíra (isópodes cirolanídeos, outros anfípodas e planárias), é considerado também um relicto oceânico (Ferreira *et al.* 2010, Fišer *et al.* 2013, Bento *et al.* 2021), o que amplia sua relevância científica e importância para a conservação.

Recentemente, estudos de filogeografia molecular indicaram que *P. porakuara* pode consistir em um complexo com ao menos cinco linhagens evolutivamente distintas (que podem corresponder a diferentes espécies crípticas), distribuídas de acordo com os diferentes padrões de drenagem na região (Bento 2021, Rocha 2021). Além disso, tais linhagens possuem diferentes distribuições e estão diferencialmente expostas a impactos antrópicos, e consequentemente possuem riscos de extinção diferentes em relação ao táxon nominal do qual fazem parte (Bento 2021, Figura 2).

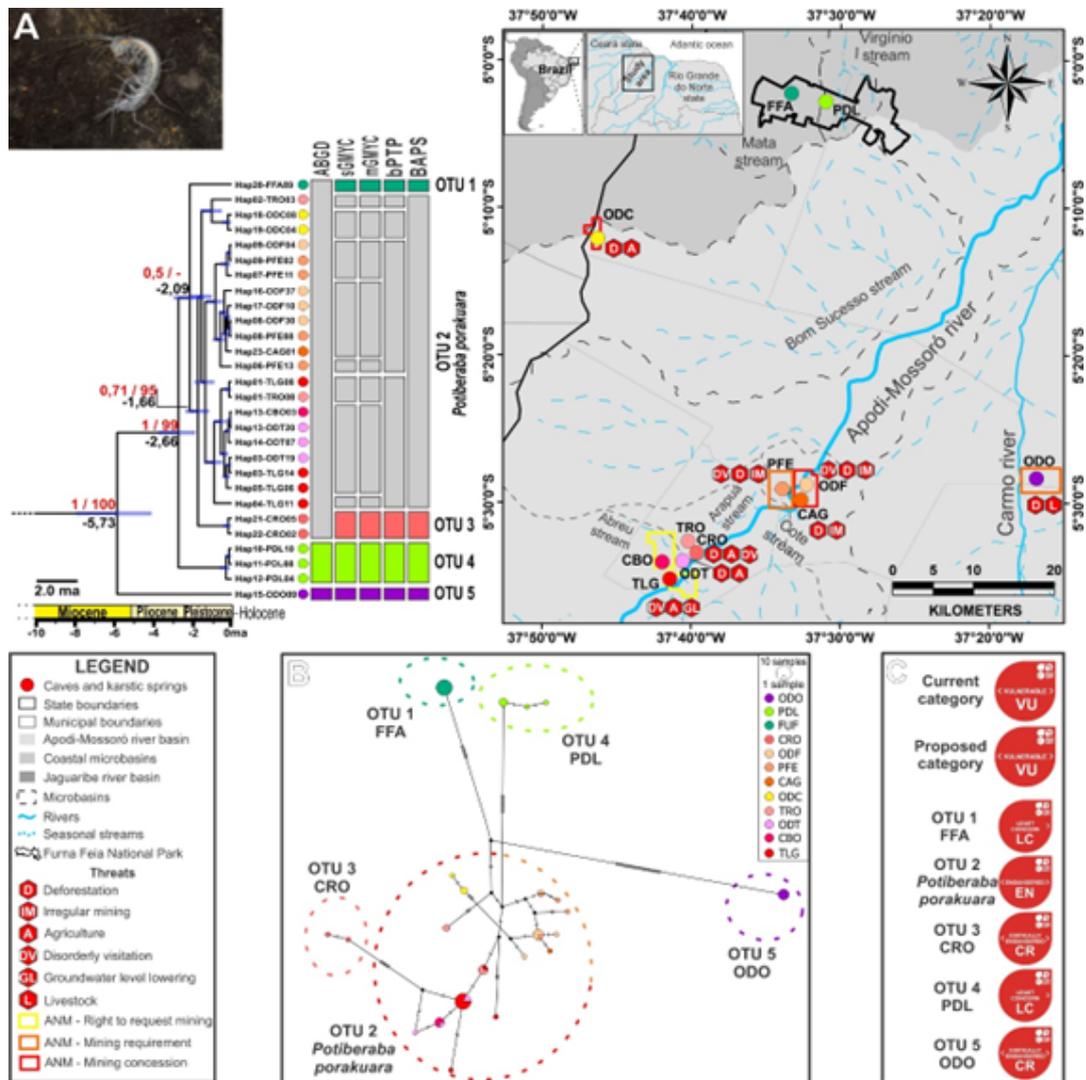


Figura 2. Árvores filogenéticas de consenso resultantes de Inferência Bayesiana com relógio molecular, resultados dos métodos de delimitação de linhagens e locais de ocorrência de *Potiberaba porakuara* (A). As redes de haplótipos (B) e a categorização atual e proposta para as diferentes linhagens crípticas também são apresentadas (C). Fonte: modificado de Bento (2021).

Desse modo, este estudo objetiva avaliar, de forma qualitativa e quantitativa, como as diferentes condições ambientais nos variados habitats em toda a distribuição geográfica de *P. porakuara* podem atuar na moldagem de aspectos biológicos das suas diferentes linhagens (que podem corresponder a diferentes espécies crípticas) e populações.

2 - OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS DO PLANO DE TRABALHO

Objetivo geral

Avaliar, de forma qualitativa e quantitativa, como as diferentes condições ambientais nos variados habitats em toda a distribuição geográfica de *P. porakuara* podem atuar na moldagem de aspectos biológicos das suas diferentes linhagens (que podem corresponder a diferentes espécies crípticas) e populações, bem como direcionar o surgimento e manutenção de diferentes fenótipos, gerando subsídios para conservação da biodiversidade subterrânea no oeste da Formação Jandaíra.

Objetivos específicos

1. Identificar fatores ambientais e/ou antrópicos com potencial efeito na dinâmica das linhagens de *P. porakuara* em cavernas e nascentes cársticas na Formação Jandaíra;
2. Avaliar o efeito de diferentes condições e recursos nos habitats subterrâneos sobre as variações fenotípicas nas linhagens de *P. porakuara*;
3. Descrever as variações fenotípicas encontradas ao longo da distribuição geográfica de *P. porakuara*;
4. Gerar subsídios para possível descrição de espécies crípticas em *P. porakuara*, bem como para a conservação da biodiversidade subterrânea no oeste da Formação Jandaíra.

3 - METODOLOGIA

• Coleta e análise de dados morfológicos

Espécimes de *P. porakuara* serão coletados com uso de puçá de tela para retirada dos anfípodas fixado às raízes no interior das cavernas, bem como por meio de mergulhos livres e raspagem de material vegetal e sedimentar. Em seguida, os indivíduos serão fixados em solução de etanol 100%, contados e identificados segundo Fišer *et al.* 2013. Posteriormente, os exemplares serão mensurados e dissecados sob estereomicroscópio com auxílio de alfinetes entomológicos e montados em lâminas contendo líquido de Hoyer. As lâminas serão mantidas por 48 h em estufa a 50 °C para secagem do Hoyer e posteriormente vedadas com verniz. Após secagem, as estruturas contidas nas lâminas serão observadas, mensuradas e

fotografadas sob estereomicroscópio utilizando o software BellCapture na função de medida. Após mensuração, as fotos das estruturas serão utilizadas nas análises morfométricas.

Para identificação de possíveis fatores com efeito em aspectos populacionais como abundância e crescimento, será elaborado um modelo linear generalizado (GLM) agregando as informações populacionais e ambientais em uma análise multivariada, possibilitando identificar o grau de influência de cada fator. Modelos similares poderão ser utilizados para avaliar de que forma estes fatores podem estar influenciando também variações fenotípicas entre os ambientes. Além disso, análises exploratórias como PCA (Análise de Componentes Principais) serão utilizadas para avaliar o peso de cada fator na promoção das variações, bem como possíveis tendências de agrupamentos e presença de outliers. Análises de significância como a CVA (Análise de Variação Canônica) também poderão ser utilizadas para avaliar o grau de fidedignidade dos resultados encontrados na PCA, uma vez que esta indicará valores de significância.

Coleta de dados ambientais

Para coleta dos dados ambientais, será utilizada uma sonda multiparâmetro para aferimento de variáveis como salinidade, condutividade, temperatura, turbidez, hidrodinamismo, dentre outras. Além disso, será feita uma caracterização ambiental dos locais de amostragem através de observação em campo, identificar a presença de predadores e outros fatores que já são associados direta ou indiretamente a mudanças morfológicas do ponto de vista estrutural, bem como em aspectos da estrutura e dinâmica das espécies e suas populações.

Dados já coletados

Parte dos dados ambientais e relacionados à morfologia e dinâmica das linhagens que serão utilizados no presente estudo já foram coletados em estudos anteriores, facilitando assim o desenvolvimento do estudo. Possíveis lacunas serão sanadas com novas coletas que serão realizadas nos anos de 2023/2024.

4 - RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade subterrânea da Formação Jandaíra, uma região que vem se mostrando cada vez mais promissora no entendimento de aspectos eco evolutivos de espécies troglóbias, com alguns padrões únicos no Brasil.

Especificamente em relação ao grupo alvo, espera-se fornecer subsídios para a descrição formal de possíveis espécies crípticas em *P. porakuara*. Além disso, espera-se identificar possíveis riscos ambientais e seus potenciais impactos nas diferentes linhagens, bem como entender possíveis respostas ecológicas e fenotípicas, limitando-as ou até potencializando a capacidade de colonizar diferentes ambientes.

Com isso, espera-se que o aluno desenvolva competências que vão desde a coleta de material biológico em campo, triagem e identificação do mesmo, bem como a prática da escrita científica através da elaboração de relatórios e possíveis apresentações dos resultados em eventos científicos.

5 - IMPORTÂNCIA DA EXECUÇÃO DA PESQUISA PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Identificar e compreender processos que permeiam o surgimento e a manutenção das espécies é de suma importância para elaboração e implementação de ferramentas que visem à conservação da biodiversidade. Da mesma forma, entender a dinâmica populacional das espécies, assim como sua interação e resposta a diferentes fatores ambientais e abióticos, pode gerar subsídios para novas abordagens ou para a adequação de ferramentas já existentes e utilizadas para a conservação da biodiversidade.

Desse modo, a execução do estudo ora proposto mostra-se importante inicialmente para o levantamento de dados acerca de espécie pouco conhecida, mas de padrão incomum, em uma região onde o patrimônio bioespeleológico vem se mostrando cada vez mais diverso à medida que novos estudos são conduzidos, revelando de fato um "Oasis" subterrâneo em meio à Caatinga Potiguar (Bento *et al.* 2021). Além disso, as informações geradas poderão ser utilizadas como ferramentas de avaliação de como estas espécies estão respondendo ao ambiente, seja ele dentro de áreas protegidas como o Parque Nacional da Furna Feia, ou próximo a áreas com atividades humanas impactantes, e desta forma inferir como tais ações podem impactar aspectos ecológicos, morfológicos e genéticos das diferentes linhagens.

Por fim, o estudo também contribuirá para formação pessoal do aluno vinculado ao projeto, proporcionando experiências que vão desde a amostragem de dados em campo, tratamento e análises dos mesmos, bem como escrita científica, contribuindo assim para uma formação completa como profissional, além de auxiliar na formação de novos bioespeleólogos numa região do país onde estudos do tipo ainda são incipientes, mesmo que tenham avançado nos últimos anos.

6 - ETAPAS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

Etapa 1 – Revisão bibliográfica;

Etapa 2 - Coleta, extração e análise de dados;

Etapa 3 – Montagem do material para análise;

Etapa 4 – Extração de informações morfológicas dos espécimes;

Etapa 5 – Análise de dados morfológicos e ecológicos;

Etapa 6 – Discussão dos resultados encontrados através das análises;

Etapa 7 – Elaboração do relatório;

Etapa 8 – Divulgação dos resultados em congressos e artigos científicos.

Etapa	Set/23	Out/23	Nov/23	Dez/23	Jan/24	Fev/24	Mar/24	Abr/24	Mai/24	Jun/24	Jul/24	Ago/24
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
3	X	X	X	X	X							
4						X	X	X				

5								X	X	X		
6									X	X		
7						X	X	X	X	X	X	X
8											X	X

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEGUCCI, Giuliana *et al.* Morphometric analysis of interspecific and microgeographic variation of crayfish from a Mexican cave. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 47, n. 4, p. 455-468, 1992.
- ASENJO, Adriana R. A.; ZAMPAULO, Rodrigo de O.; LOPES, Fernando R. Two new troglobitic species of Oxarthrus Reitter (Coleoptera, Staphylinidae, Pselaphinae) from Brazil. *Zootaxa*, v. 4462, n. 3, p. 404-414, 2018.
- ÁZARA, L.N., FERREIRA, R.L. Two new troglobitic Newportia (Newportia) from Brazil (Chilopoda: Scolopendromorpha). *Zootaxa*, 3881(3), p. 267–278, 2014. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3881.3.5>
- BALAZS, Gergely *et al.* Parallel morphological evolution and habitat-dependent sexual dimorphism in cave-vs. surface populations of the *Asellus aquaticus* (Crustacea: Isopoda: Asellidae) species complex. *Ecology and Evolution*, v. 11, n. 21, p. 15389-15403, 2021.
- BAPTISTA, Ronaldo LC; ALUIZ, Paulo LG. A new troglomorphic Charinus from Brazil (Arachnida: Amblypygi: Charinidae). *Revista Ibérica de Aracnologia*, n. 6, p. 105-110, 2002.
- BARREIRO, Rodolfo M. C.; SENRA, Manoel C. E. Contribuição ao conhecimento do registro de Trypanites em depósitos coniacianos da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte). In: CARVALHO, Ismar S. *et al.* (eds.) *Paleontologia: cenários da vida, seção 3: Floras e faunas do Mesozóico*. Editora Interciência, n. 3, p. 551-557, 2007.
- BENTO, D.M., FERREIRA, R.L., PROUS, X., SOUZA-SILVA, M., BELLINI, B.C., VASCONCELLOS, A. Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil. *J Cave Karst Stud*, 78(2), p. 61–71, 2016. <https://doi.org/10.4311/2015LSC0111>
- BENTO, D.M., FERREIRA, R.L., PROUS, X., SOUZA-SILVA, M., BELLINI, B.C., VASCONCELLOS, A. Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil. *J Cave Karst Stud*, 78(2), p. 61–71, 2016. <https://doi.org/10.4311/2015LSC0111>
- BENTO, D. M.; *et al.* A mais de 1000! O patrimônio espeleológico potiguar após a descoberta da milésima caverna. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) *CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA*, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.227-237. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_227-237.pdf>.
- BENTO, Diego de Medeiros. Filogeografia de artrópodes troglóbios do Oeste da formação Jandaíra, Nordeste do Brasil: evolução e conectividade biológica em ambientes subterrâneos como base para ações de conservação. 2021. 160f. Tese (Doutorado em Sistemática e Evolução) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.
- BENTO, D.M., SOUZA-SILVA, M., VASCONCELLOS, A., BELLINI, B.C., PROUS, X., FERREIRA, R.L. Subterranean “oasis” in the Brazilian semiarid region: neglected sources of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02277-6>.
- BRASIL. Decreto de 5 de junho de 2012. Dispõe sobre a criação do Parque Nacional da Furna Feia, nos municípios de Baraúna e Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 06 jun. 2012.
- CASSAB, Rita de Cássia T. Paleontologia da Formação Jandaíra, Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, tese de doutorado, 2003, p. 184.
- CECAV - Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro-nacional-de-informacoes-espeleologicas/canie>. Acesso em 20 mar. 2023.
- CHRISTIAN, Erwin. Composition and origin of underground arthropod fauna in an extrazonal permafrost soil of central Europe. *Biology and Fertility of Soils*, v. 3, n. 1, p. 27-30, 1987.
- CULVER, David C. *Cave life: evolution and ecology*. Harvard University Press, 1982.
- FERREIRA, Rodrigo L.; PROUS, Xavier; DE OLIVEIRA BERNARDI, Luis Felipe; SOUZA-SILVA, Maria. Fauna subterrânea do Estado do Rio Grande do Norte: caracterização e impactos. *Revista Brasileira de Espeleologia*, v. 1, n. 1, p. 25-51, 2010.
- FIŠER, Cene; ZAGMAJSTER, Maja; FERREIRA, Rodrigo L. Two new Amphipod families recorded in South America shed light on an old biogeographical enigma. *Systematics and Biodiversity*, v. 11, n. 2, p. 117-139, 2013.
- FISER, Cene *et al.* Dissolving morphological and behavioral traits of groundwater animals into a functional phenotype. In: GIBERT, Jan (Ed.). *Groundwater Ecology and Evolution*. Academic Press, 2023, p. 415-438.
- HELLMANN, L. L.; FERREIRA, R. L. Two new sympatric troglobitic freshwater flatworms (Platyhelminthes: Dugesiidae) from a hotspot of subterranean biodiversity in the Neotropics. *Zootaxa*, Auckland, v. 4438, n. 3, p. 561, 2018.
- HELLMANN, L. *et al.* Enhancing the still scattered knowledge on the taxonomic diversity of freshwater triclads (Platyhelminthes: Dugesiidae) in caves from two Brazilian Biomes. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, Leiden, v. 57, n. 2, p. 148-163, 2022.
- HOCH, H., FERREIRA, R.L. *Potiguara troglobia* gen. n., sp. n.—first record of a troglobitic Kinnaridae from Brazil (Hemiptera: Fulgoromorpha). *Dtsch Entomol Z* 60, 1, p. 33–40, 2013.
- HOU, Z. E.; Shnqiang Li. Two new species of troglobitic amphipod crustaceans (Gammaridae) from Hubei Province, China. *Raffles Bulletin of Zoology*, Singapore, v. 50, n. 1, p. 27-36, 2002.

- INIESTA, Lfm; LUDSON, Ná; MARCONI, Ss; RODRIGO, Lf. Biodiversidade em sete cavernas no Parque Estadual do Sumidouro (Lagoa Santa, MG). *Revista Brasileira de Espeleologia*, v. 2, n. 2, p. 18, 2013.
- JUAN, C., GUZIK, M.T., JAUME, D., COOPER, S.J.B. Evolution in caves: Darwin's 'wrecks of ancient life' in the molecular era. *Molecular Ecology*, 19, p. 3865-3880, 2010.
- KACZMAREK, Łjc; KRZYSZTOF, Z; DAWID, D; Łukasz, M. Tardigrades from Peru (South America), with descriptions of three new species of Parachela. *Zootaxa*, v. 3790, n. 2, p. 357-379, 2014.
- LEAL-ZANCHET, A.M., SOUZA, S.T., FERREIRA, R.L. A new genus and species for the first recorded cave-dwelling Cavernicola (Platyhelminthes) from South America. *ZooKeys*, 442, p. 1–15, 2014. <https://doi.org/10.3897/2Fzookeys.442.8199>
- LI, J; Yixiong, C; ARTHUR, C. A new species of troglobitic freshwater prawn of the genus *Macrobrachium* from southern China (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, v. 54, n. 2, p. 277-282, 2006.
- MAIA, Kp; SÉRGIO, Lsb; ELEONORA, T. Ecologia populacional e conservação de eglídeos (Crustacea: Decapoda: Aeglidae) em cavernas da área cárstica do Alto Ribeira, em São Paulo. *Revista da Biologia*, 2013.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Portaria Nº 148, de 7 de Junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção. *Diário Oficial da União, Brasília/DF, seção 1, n. 108, 74, 2022.*
- NARUSE, T; PETER, KI; DANIELE, G. Two new genera and two new species of troglobitic false spider crabs (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Hymenosomatidae) from Indonesia, with notes on *Cancrocaeca* Ng, 1991. *Zootaxa*, v. 1739, n. 1, p. 21-40, 2008.
- PELLEGRINI, T. G.; FARIA, L. D. B.; FERREIRA, R. L. Temporal diversity patterns of benthic insects in subterranean streams: a case study in Brazilian quartzite caves. *Hydrobiologia*, v. 847, n. 11, p. 2417-2431, 2020.
- PORCO, D.; THIBAUD, D. L. D.; SAMUEL, W.; JAMES, D. S.; EKR, C. Biological invasions in soil: DNA barcoding as a monitoring tool in a multiple taxa survey targeting European earthworms and springtails in North America. *Biological Invasions*, v. 15, n. 4, p. 899-910, 2013.
- POULSON, T. L.; White, W. B. The cave environment. *Science*
- RENDOŠ, M.; PETER, L.; ANDREJ, M. Terrestrial isopods associated with shallow underground of forested scree slopes in the Western Carpathians (Slovakia). *ZooKeys*, v. 801, p. 323, 2018.
- ROCHA, Matheus Arthur Lúcio da. Taxonomia iterativa de crustáceos troglóbios do gênero *Potiberaba* Fišer, Zagmajster & Ferreira 2013 (Crustacea: Amphipoda) na Caatinga. 66f. Dissertação (Mestrado em Sistemática e Evolução) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.
- RODAS, L. R.; REDDY, P.; ESPINASA, L.; CULVER, D. C. Standing genetic variation as a potential mechanism of novel cave phenotype evolution in the freshwater isopod, *Asellus aquaticus*. *Evolution & Development*, 2023.
- SANTOS, J. G. A.; FERREIRA, R. L. Three new species of *Eusarcus* Perty, 1833 (Opiliones, Gonyleptidae) from Brazilian caves. *European Journal of Taxonomy*, v. 740, p. 36-54, 2021.
- SANTOS, N. M. C. Novas espécies de *Trogolophysa* Mills (Arthropoda: Collembola) de um complexo de cavernas em Minas Gerais, Brasil. 2020. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.
- SENRA, M. C. E. Revisão da classificação da superfamília Ostreioidea (Mollusca-Bivalvia) da Formação Jandaíra – Cretáceo Superior da Bacia Potiguar (Rio Grande do Norte, Brasil). 1997. 203 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- SILVA, M. S.; INIESTA, L. F. M.; FERREIRA, R. L. Invertebrates diversity in mountain Neotropical quartzite caves: which factors can influence the composition, richness, and distribution of the cave communities? *Subterranean Biology*, v.33, n. 23, 2020.
- SMITH, M. A. W.; HALLWACHS, D. H.; JANZEN, J. T.; LONGINO, M. G. A subterranean ant *Acanthostichus* Mayr, 1887 is revealed in Costa Rica. *Insectes Sociaux*, p. 1-4, 2020.
- SOUZA, M. F. V. R.; RODRIGO, L. F. *Eukoenuenia* (Palpigradi: Eukoenueniidae) in Brazilian caves with the first troglobiotic palpigrade from South America. *The Journal of Arachnology*, n. 3, v. 38, p. 415-424, 2010.
- SOUZA, S., RIUTORT, M., FERREIRA, R.L., LEAL-ZANCHET, A. An integrative taxonomic approach reveals the first marine triclad (Platyhelminthes) trapped in a cave from a semiarid Neotropical environment. *Invertebr Syst* 32, 3, p. 627–638, 2018. <https://doi.org/10.1071/IS17062>
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R. P.; FERREIRA, R. L. Trophic Dynamics in Neotropical Limestone Cave. *Subterranean Biology*, v. 9, p. 127–138, 2011. DOI: 10.3897/subtbiol.9.2515.
- SOUZA-SILVA, M., FERREIRA, R.L. The first two hotspots of subterranean biodiversity in South America. *Subterr Biol*, 19, p. 1–21, 2016. <https://doi.org/10.3897/subtbiol.19.8207>
- TRAVASSOS, L.E.P.; ROSA, L.G.I.D. Varela. Áreas cársticas, cavernas e a Estrada Real. *Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas*, v. 1, n. 2, p. 107-120, 2008.
- TRAVASSOS, L.E.P. O carste e as cavernas nas obras de Alexander von Humboldt. *Biblio 3W*, v. 18, n. 1034, 2013.
- WHITE, W.B.; CULVER, D.C. (Eds.). *Encyclopedia of caves*. Academic Press, 2011.

1. Informar na metodologia o número de pontos de coleta.

RESPOSTA:

- Serão coletados indivíduos em localidades que contemplem todas as linhagens identificadas e as diferentes condições de habitat experimentadas em toda a distribuição geográfica de *P. porakuara* (Tabela 1). A única exceção será a caverna dos Crotes, em Felipe Guerra/RN, pois tal caverna aparentemente abriga uma linhagem exclusiva e com densidade populacional muito baixa.

Tabela 1. Localidades de onde serão coletados indivíduos de *Potiberaba porakuara*. Sigla de acordo com a identificação das cavernas na Figura 2. Coordenadas em graus decimais, datum Sirgas 2000.

Caverna	Sigla	Coordenadas		Município	Tipo de habitat
		Latitude	Longitude		
Caverna dos Três Lagos	TLG	-5,592888	-37,686861	Felipe Guerra/RN	Lago freático (lêntico)
Caverna do Poço Feio	PFE	-5,487642	-37,559276	Governador Dix-Sept Rosado/RN	Rio subterrâneo (lótico)
Caverna do Olho d'Água do Cedro	ODC	-5,200314	-37,776236	Baraúna/RN	Lago freático (lêntico)
Furna Feia	FFA	-5,036878	-37,560177	Baraúna (PARNA da Furna Feia)	Poças freáticas (lêntico)
Caverna da Pedra Lisa	PDL	-5,04551	-37,521902	Baraúna (PARNA da Furna Feia)	Córrego subterrâneo (lótico)
Olho d'Água da Onça	ODO	-5,476161	-37,2802028	Mossoró/RN	Nascente cárstica (lótico)



Documento assinado eletronicamente por **Diego de Medeiros Bento, Analista Ambiental**, em 17/07/2023, às 10:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.icmbio.gov.br/autenticidade> informando o código verificador **15331067** e o código CRC **27DE8902**.

