



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação
X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**
**16 a 19 de
Setembro**
IFPA Campus Bragança

INVESTIGAÇÃO DOS NÍVEIS DE EXPRESSÃO DO GENE NEUROD1 E SUA RELAÇÃO COM OS ESTÍMULOS AMBIENTAIS DURANTE AS JORNADAS MIGRATÓRIAS DISTINTAS DAS ESPÉCIES DE AVES *Actitis macularius* E *Calidris pusilla*

Julia Gabriella Lopes da Silva¹, Pedro Henrique Sousa da Silva², Patrick Douglas Corrêa Pereira³, Cristovam Guerreiro Diniz⁴, Mauro André Damasceno de Melo⁵

Acadêmico do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Bolsista PIBITI (CNPq), IFPA campus Bragança¹

Mestrando em Biologia Ambiental, UFPA, campus Bragança²

Pesquisador pela McGill University, Montréal, Québec, Canadá³

Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, IFPA, campus Bragança⁴

Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, IFPA, campus Bragança. Email do autor: mauro.melo@ifpa.edu.br⁵

Área de conhecimento/Subárea: Área 02 - Ciências Biológicas

ODS vinculado(s): ODS14, ODS15

RESUMO: A migração de aves do hemisfério norte ao sul ocorre em resposta ao inverno rigoroso e à busca por alimento. Entre as espécies migratórias, *Actitis macularius* realiza o trajeto em escalas, enquanto *Calidris pusilla* realiza voo contínuo até seu destino. A migração envolve eventos moleculares adaptativos no telencéfalo, especialmente a expressão diferencial de genes relacionados à neurogênese, como o NEUROD1, importante na diferenciação neuronal. Este estudo visa caracterizar e comparar a expressão de NEUROD1 em três fases do período de invernada no litoral norte do Brasil — recém-chegada (RM), invernada (I) e pré-migração (PM) — em *A. macularius* e *C. pusilla*, buscando compreender o papel da neurogênese frente aos estímulos ambientais da migração.

PALAVRAS-CHAVE: transcriptoma; aves migratórias; migração; neurogênese

INTRODUÇÃO

A migração é um tipo específico de movimento animal e constitui um elemento essencial no ciclo de vida dos organismos (ROLLAND et al., 2014). Esse fenômeno é influenciado por memória e aprendizado, cujas bases genéticas ainda não estão totalmente esclarecidas (SHERRY & MACDOUGALL-SHACKLETON, 2015). A costa norte brasileira, rica em nutrientes devido aos manguezais, recebe sazonalmente aves migrantes do hemisfério norte (CAMPOS et al., 2010). Entre elas está *Calidris pusilla*, um maçarico neártico da família Scolopacidae, que inverte nas regiões costeiras do norte e centro da América do Sul, realizando voos transoceânicos contínuos sustentados por reservas lipídicas (PEREIRA, 2023). Essas aves se alimentam em áreas costeiras com substrato macio, influenciadas pelas marés, sendo os locais de forrageamento escassos e distantes, o que exige migrações de milhares de quilômetros (GONZÁLEZ et al., 2005). Por outro lado, *Actitis macularius*, também da família Scolopacidae e de porte semelhante, adota um padrão migratório com escalas, evitando a travessia oceânica e migrando por via continental (DEL HOYO et al., 1996).

Ambas as espécies apresentam três fases migratórias: recém-chegada (após chegada ao hemisfério sul), invernada (permanência durante o período não reprodutivo) e pré-migração (preparação para retorno ao norte). Essas fases refletem mudanças comportamentais e fisiológicas relevantes ao sucesso migratório.

A migração implica alterações fisiológicas, especialmente na regulação neural, e o estudo da expressão gênica associada ao comportamento é essencial para compreender sua base molecular (PEREIRA, 2023). A neurogênese, processo de formação de novos neurônios, é crucial para funções cognitivas como memória e aprendizado. Em aves migratórias, pode ser determinante para navegação e tomada de decisão durante as jornadas (NOTTEBOHM, 2002). O gene NEUROD1, pertencente à



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação

X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**

**16 a 19 de
Setembro**

IFPA Campus Bragança

família de fatores de transcrição bHLH e envolvido na regulação da neurogênese, atua como marcador desse processo, permitindo avaliar alterações funcionais no telencéfalo ao longo das fases migratórias e entre diferentes estratégias de migração.

METODOLOGIA

A coleta de *A. macularius* e *C. pusilla* foi realizada na Ilha de Otelina (Pará, Brasil), com autorização do IBAMA (licença nº 44551-3), utilizando redes de neblina inspecionadas a cada 30 minutos. Quatro indivíduos por espécie foram amostrados em cada fase migratória. Após anestesia com Isoflurano, realizou-se perfusão transcardíaca com solução salina e RNA later (Ambion), seguida da extração do telencéfalo e isolamento de RNA com o kit Dynabeads RNA DIRECT (Thermo Fisher). A síntese de cDNA e construção das bibliotecas foi feita com kits da Life Technology, e o sequenciamento no Ion Proton System gerou 24 arquivos FASTQ.

A qualidade das leituras foi avaliada com FASTQC (v0.12.0) e filtrada com Trimmomatic (v0.36), utilizando score PHRED-05. A montagem de novo do transcriptoma foi realizada com Trinity (v2.16), e a quantificação com Salmon (Patro et al., 2015, 2017). A avaliação da montagem foi feita por BLAST+ (E-value $\leq 1e-3$), visualizada com Krona Tools e comparada aos bancos NCBI (proteoma de *Calidris pugnax*) e UniProt (2018). A representatividade dos reads foi confirmada com Bowtie 2. A análise diferencial de expressão foi conduzida com EdgeR (Robinson et al., 2010), considerando genes com variação >1 ou < -1 e FDR $< 0,01$. A anotação funcional foi realizada com Blast2GO (v6.0.3). A normalidade foi testada com Shapiro-Wilk e as comparações por ANOVA One-Way (Jamovi v2.3, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da expressão do gene NEUROD1 revelou que *C. pusilla* apresenta níveis consistentemente mais baixos em comparação a *A. macularius*. Esta última mostrou picos de expressão nas fases de recém-chegada e pré-migração, sugerindo maior ativação da neurogênese. Em contraste, a baixa expressão em *C. pusilla* pode indicar uma resposta conservadora ligada à recuperação pós-voos, associada ao seu padrão migratório contínuo.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam diferenças marcantes na expressão do gene NEUROD1 entre *A. macularius* e *C. pusilla*, refletindo estratégias distintas de regulação da neurogênese frente às exigências da migração. Em *A. macularius*, os picos de expressão nas fases de chegada e pré-retorno sugerem ativação neural adaptativa. Em contraste, os baixos níveis em *C. pusilla* indicam uma resposta conservadora, possivelmente associada à manutenção ou recuperação neural após migração direta. Esses dados reforçam que o comportamento migratório influencia a regulação molecular da neurogênese em aves.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)



XVII SICTI
Seminário de Iniciação Científica,
Tecnológica e Inovação
X SIMIT
Simpósio de Inovação Tecnológica

**CIÊNCIA e
COOPERAÇÃO
na AMAZÔNIA**
**16 a 19 de
Setembro**
IFPA Campus Bragança

Referências

- BOLGER, Anthony M.; LOHSE, Marc; USADEL, Bjoern. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. **Bioinformatics**, v. 30, n. 15, p. 2114-2120, 2014.
- CAMPOS, Carlos EC; NAIFF, Rafael H; DE ARAÚJO, Andréa S. Censo de aves migratórias (Charadriidae e Scolopacidae) da Porção Norte da Bacia Amazônica, Macapá, Amapá, Brasil. **Ornithologia**, v. 3, n. 1, p. 38-46, 2010.
- DEL HOYO, J.; ELLIOT, A.; SARGATAL, J. Handbook of the Birds of the World. Barcelona: Lynx Edicions, 1996.
- GONZÁLEZ, Patricia M.; ZWARTS, Leo; NILES, Lawrence J.; DE LIMA, Inês; DO NASCIMENTO, Serrano; MINTON, Clive DT; BAKER, Allan J. **Fuel Storage Rates**. In: Birds of Two Worlds: the ecology and evolution of migration, p. 262-273, 2005.
- GRABHERR, Manfred G.; HAAS, Brian J.; YASSOUR, Moran; LEVIN, Joshua Z.; THOMPSON, Dawn A.; AMIT, Ido; ADICONIS, Xian; FAN, Lin; RAYCHOWDHURY, Raktima; ZENG, Qiandong. Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data without a reference genome. **Nature Biotechnology**, v. 29, n. 7, p. 644-652, 2011.
- JAMOVI. **The jamovi project**, 2023.
- MACMANES, Matthew D. On the optimal trimming of high-throughput mRNA sequence data. **Frontiers in Genetics**, v. 5, p. 13, 2014.
- NOTTEBOHM, F. Neuronal replacement in adult brain. **Brain Research Bulletin**, v. 57, n. 6, p. 737-749, 2002.
- PATRO, Rob; DUGGAL, Geet; LOVE, Michael I.; IRIZARRY, Rafael A.; KINGSFORD, Carl. Salmon provides fast and bias-aware quantification of transcript expression. **Nature Methods**, v. 14, n. 4, p. 417-419, 2017.
- PEREIRA, Patrick & Picanço Diniz, Cristovam & Diniz, Cristovam. (2023). Mudanças moleculares no telencéfalo do *Calidris pusilla* durante o período de invernada em latitudes baixas. 10.13140/RG.2.2.31649.17762.
- ROBINSON, Mark D.; OSHLACK, Alicia. A scaling normalization method for differential expression analysis of RNA-seq data. **Genome Biology**, v. 11, n. 3, p. 1-9, 2010b.
- ROLLAND, J. et al. Settling down of seasonal migrants promotes bird diversification. **Proc Biol Sci**, v. 281, n. 1784, p. 20140473, 2014.
- SHERRY, D. F.; MACDOUGALL-SHACKLETON, S. A. Seasonal change in the avian hippocampus. **Front Neuroendocrinol**, v. 37, p. 158-167, 2015.