

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

ANÁLISES CITOMOLECULARES POR UM TEA, NO BRASIL E NO CHILE

Paulo Victor Lima Brito

02830635132@academicos.uems.br

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Dra. Juceli Gonzalez Gouveia

juceligouveia@uem.br

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

EIXO TEMÁTICO: Inclusão no Ensino Superior e Pós-Graduação.

RESUMO

Este relato objetiva descrever a experiência de mobilidade internacional e o desenvolvimento científico de um discente com Transtorno do Espectro Autista (TEA) durante estágio de pesquisa no Chile. O projeto centrou-se em análises citogenéticas de insetos-praga das famílias Coreidae e Tenebrionidae, visando descrever a estrutura cariotípica e a distribuição física de DNA ribossomal (5S e 18S rDNA) e Histona H3.

A metodologia integrou técnicas de citogenética clássica e molecular (Hibridação In Situ Fluorescente - FISH) em espécimes de *Leptoglossus zonatus* (Coletados no Mato Grosso do Sul, Brasil) e de *Gyriosomus elongatus* e *G. gebieni* (coletados no deserto costeiro de Punta de Choros, Chile). Os resultados revelaram um número diplóide de $2n=19+X0$ para machos de *L. zonatus* e $2n=18+Xyp$ para machos de *Gyriosomus spp.*, com padrões distintos de distribuição de sequências repetitivas, sugerindo processos evolutivos nos cromossomos sexuais. Paralelamente aos achados científicos, este trabalho relata os desafios acadêmicos e pessoais superados, incluindo a adaptação a um novo ambiente laboratorial, a interação em contexto internacional e o desenvolvimento de autonomia e resiliência.

Conclui-se que a experiência foi fundamental para a consolidação de parceria internacional com a Universidad de La Serena e para a demonstração do potencial da inclusão na ciência, transformando obstáculos em oportunidades de crescimento e produção de conhecimento, cujos frutos serão aplicados em pesquisas futuras na UEMS.

Palavras-chave: Inclusão. Autismo. Citogenética. Internacionalização. Superação.

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

INTRODUÇÃO

A citogenética, ramo da genética dedicado ao estudo dos cromossomos, constitui-se como ferramenta fundamental para a compreensão da organização do genoma, da evolução das espécies e dos mecanismos de determinação sexual (SUMNER, 1972). Neste contexto, o presente projeto concentrou-se na análise de duas famílias de insetos de notória relevância ecológica e econômica: os Coreidae, que incluem espécies como o percevejo-pés-de-folha (*Leptoglossus zonatus*), praga agrícola de significativa importância nas Américas (JOYCE et al., 2017); e os Tenebrionidae, particularmente besouros do gênero *Gyriosomus*, adaptados às condições áridas do deserto costeiro do Chile (ARAYA-JAIME et al., 2021).

Para além do escopo estritamente técnico-científico, que visava preencher lacunas sobre a diversidade genômica destes grupos através da descrição de seus cariotipos e do mapeamento de genes ribossomais, este trabalho representou uma profunda jornada pessoal de superação e autodescoberta. A motivação para embarcar neste projeto de pesquisa e na subsequentemente mobilidade internacional foi dupla: o desejo de comprovar minha própria capacidade como estudante e futuro pesquisador dentro do transtorno do espectro autista (TEA), e a oportunidade de vivenciar na prática a vasta diversidade de ramos de atuação que a Biologia oferece, encontrando em minha orientadora um paradigmático exemplo profissional a ser seguido.

A justificativa para este relato é, portanto, dupla. Primeiramente, busca demonstrar a relevância e a aplicabilidade das análises citogenéticas moleculares para o avanço da entomologia, gerando dados inéditos para espécies neotropicais. Em segundo plano, e não menos importante, almeja evidenciar como um ambiente de pesquisa acolhedor e a oportunidade de internacionalização podem atuar como catalisadores potentes para o desenvolvimento acadêmico, técnico e pessoal de discentes neuro diversos, transformando desafios perceptíveis em conquistas tangíveis.

Desta forma, os objetivos desta empreitada foram integrados: i) executar análises citomoleculares comparativas em espécies das famílias Coreidae e Tenebrionidae; e ii) documentar e refletir sobre os desafios, estratégias de superação e aprendizados decorrentes desta imersão científica internacional. A metodologia empregada combinou técnicas consolidadas de citogenética clássica com os avanços da citogenética molecular, por meio da Hibridação In Situ Fluorescente (FISH). Os resultados obtidos apontam para uma notável variação cariotípica e na distribuição de DNA repetitivo entre as espécies estudadas,

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

enquanto as discussões tecidas reforçam a premissa de que a inclusão e o aprendizado prático são pilares indissociáveis para o progresso científico.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste trabalho foi delineada em duas frentes complementares: a técnica-experimental e a experiencial.

Na frente técnico-experimental, os procedimentos seguiram protocolos padronizados na literatura especializada. Espécimes de *Leptoglossus zonatus* foram coletados em região agrícola do município de Jaraguari, Mato Grosso do Sul, Brasil (coordenadas: -20° 9' 28,75", -54° 5' 23,13"). Os espécimes de *Gyriosomus elongatus* e *G. gebieni* foram coletados no setor costeiro de Punta de Choros, comuna de La Higuera, Chile (coordenadas: 29°21'S, 71°10'O), uma zona desértica costeira. Foram coletados 20 exemplares de *L. zonatus* e 10 de cada espécie de *Gyriosomus*.

A obtenção de preparações cromossômicas metafásicas deu-se a partir de tecido de epitélio digestivo e reprodutivo, mediante os seguintes passos: injeção de solução de colchicina a 0,05%; hipotonização em KCl 0,75% por 50 minutos; fixação em metanol:ácido acético (3:1); e gotejamento e coloração com Giemsa (SMITH; VIRKKI, 1978). Para as análises de citogenética molecular, utilizou-se a técnica de Hibridação In Situ Fluorescente (FISH), conforme protocolo estabelecido por PINKEL et al. (1986). As sondas para os genes ribossomais 5S e 18S rDNA foram obtidas via PCR a partir de DNA genômico, utilizando os primers descritos por PENDAS et al. (1994) e CIOFFI et al. (2009), respectivamente. A detecção das sondas foi realizada com o sistema Avidina-FITC ou Anti-digoxigenina-rodamina, e os cromossomos foram corados com DAPI. As imagens foram capturadas em microscópio de fluorescência (Olympus BX53) e analisadas com o software ImageJ.

Na frente experiencial, a “coleta de dados” sobre a vivência deu-se mediante a imersão direta e a observação participante no laboratório da Universidad de La Serena, Chile, durante período de mobilidade internacional aprovado pelas instituições envolvidas. Os instrumentos foram a execução prática das técnicas e o diário de campo. Os desafios metodológicos experienciados incluíram a curva de aprendizado para operar equipamentos avançados dos quais não se tinha contato prévio, e o desenvolvimento de habilidades de interação social durante as atividades de campo (coletas e recepção de doações de material biológico de populares). Contrastando com essas dificuldades, a suposta barreira linguística

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

mostrou-se transponível, e a aparente facilidade em assimilar conhecimento através da prática, em complemento à teoria, emergiu como um aspecto marcante e singularmente positivo da experiência.

REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico que embasa a pesquisa científica herein reportada está alicerçado na compreensão da diversidade cariotípica e da evolução cromossômica em insetos, com foco nas ordens Hemiptera e Coleoptera.

Para a família Coreidae (Hemiptera), estudos prévios, ainda que escassos, documentam uma significativa variabilidade cariotípica. Trabalhos como os de FRANCO et al. (2006) e BARDELLA et al. (2016) descrevem sistemas sexuais do tipo X0 em machos e números diplóides variando entre $2n=18$ e $2n=21$, a depender do gênero em questão. A espécie alvo do presente estudo, *L. zonatus*, foi previamente investigada por JOYCE et al. (2017), os quais identificaram expressiva variação genética intraespecífica, associada a adaptações locais a diferentes plantas hospedeiras. Ademais, a distribuição de genes ribossomais, como o 5S, tem sido utilizada como marcador citogenético de adaptação em Coreidae, com espécies como *Spartocera fusca* e *Pachylis laticornis* exibindo particularidades em suas regiões organizadoras de nucléolos e na divisão meiótica de cromossomos sexuais (CATTANI; PAPESCHI, 2004; BANHO et al., 2016).

No que tange à família Tenebrionidae (Coleoptera), notadamente o gênero *Gyriosomus*, a literatura citogenética é consideravelmente mais limitada. Não obstante, investigações em outras famílias de coleópteros, como *Chrysomelidae*, fornecem um panorama consistente da diversidade cromossômica na ordem (PETITPIERRE; ELGUETA, 2006). Em Coleoptera, sistemas sexuais diversificados, frequentemente envolvendo a fórmula Xyp (considerada ancestral para o grupo), são comumente associados a rearranjos cromossômicos complexos e à perda de homologia entre cromossomos sexuais ao longo da evolução (DUTRILLAUX; DUTRILLAUX, 2009; BLACKMON; DEMUTH, 2015). A plasticidade cromossônica e sua intrínseca relação com adaptações ecológicas constituem aspectos cruciais para a compreensão da evolução em insetos (GROZEVА et al., 2020; LUKHTANOV, 2019).

Em paralelo, o referencial que orienta a reflexão sobre a dimensão experiencial do projeto dialoga com os preceitos da educação inclusiva e do reconhecimento da neurodiversidade no ambiente acadêmico-científico. A vivência prática aqui descrita ilustra

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

de maneira emblemática como a criação de rotinas estruturadas e a clareza de diretrizes – elementos frequentemente valorizados por indivíduos TEA – são, em realidade, pilares fundamentais do próprio método científico. A repetição metódica de protocolos, a rigorosa padronização de processos e a previsibilidade inerente aos procedimentos laboratoriais não se configuram meramente como acomodações, mas sim como a base operacional que permite a qualquer pesquisador, neurotípico ou neurodivergente, explorar de forma confiante e criativa as fronteiras do conhecimento, convertendo o medo do erro em expertise através da prática iterativa e do suporte colaborativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados citogenéticos obtidos neste estudo indicaram que os machos de *Leptoglossus zonatus* apresentaram um número diplóide de $2n=19+X0$, diferenciando-se de outros relatos para o gênero, que comumente indicam $2n=18+2m+X0$ (BARDELLA et al., 2016). Para as espécies do gênero *Gyriosomus* (*G. elongatus* e *G. gebieni*), os dados cariotípicos revelaram-se inéditos, ambas exibindo um cariótipo com $2n=18$ cromossomos autossomos complementado por um sistema sexual do tipo Xyp nos machos. A aplicação da técnica de FISH permitiu elucidar padrões distintivos na distribuição de sequências de DNA repetitivo. O DNAr 18S mostrou-se associado a regiões específicas tanto em cromossomos sexuais quanto em autossomos, enquanto as sequências de Histona H3 marcaram regiões particulares, sugerindo um processo evolutivo dinâmico de diferenciação e heterocromatinização nos cromossomos dessas espécies (ALMEIDA et al., 2009; ARAYA-JAIME et al., 2021).

A discussão destes achados transcende, contudo, a mera análise morfológica e distribucional dos cromossomos; estende-se à necessária reflexão sobre o processo de sua obtenção. Um momento pivotal desta experiência ocorreu durante a imersão no laboratório chileno, quando conceitos técnicos complexos – como a execução prática de Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) e os protocolos de extração de DNA a partir de diversos tecidos biológicos, os quais se haviam mostrado de difícil apreensão em ambientes puramente teóricos – foram assimilados e executados com proficiência em um curto espaço de tempo, não superior a dois dias. Este episódio, emblemático do "aprender fazendo", ilustra de forma cabal a potente sinergia existente entre a fundamentação teórica e a aplicação prática direta.

A subsequente análise e interpretação dos dados citogenéticos, portanto, não se restringiu a uma atividade técnica isolada, mas configurou-se como uma conquista pessoal

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

significativa, simbolizando a superação de barreiras pré-concebidas sobre limitações de aprendizado. A confiança necessária para realizar técnicas de tal complexidade foi construída de maneira incremental através da repetição metódica e padronizada dos protocolos estabelecidos, aliada ao suporte constante e à orientação precisa oferecidos pela equipe de pesquisa receptora. Este ambiente colaborativo foi fundamental para fomentar um ethos onde o erro era percebido e tratado como parte integrante e natural do processo de aprendizado e descoberta, e não como um indicativo de fracasso.

Esta vivência corrobora, assim, a premissa de que a prática científica robusta e inovadora beneficia-se sobremaneira da construção de ambientes inclusivos, que não apenas toleram, mas valorizam ativamente diferentes formas de processamento de informação, estilos de aprendizagem e maneiras de interagir com o conhecimento. A neurodiversidade, nesta perspectiva, revela-se não como um obstáculo, mas como uma fonte potencial de insights únicos e abordagens criativas para a investigação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de mobilidade internacional herein relatada mostrou-se profundamente transformadora, resultando na consolidação de uma frutífera parceria colaborativa com a Universidad de La Serena e na geração de um conjunto de dados citogenéticos inéditos e robustos, os quais se encontram em fase de preparação para submissão a periódico científico especializado.

Em uma retrospectiva crítica da jornada, a lição mais substantiva e valiosa extraída foi a percepção prática de que o trabalho laboratorial, quando rigidamente guiado por diretrizes claras, protocolos bem definidos e uma estrutura metodológica sólida, remove grande parte das dificuldades e incertezas antevistas durante a fase de aprendizagem teórica. No ambiente prático da pesquisa, pôde-se constatar que o erro, quando devidamente analisado e contextualizado, não representa um fracasso, mas sim uma etapa indispensável e instrutiva no caminho rumo à aquisição de expertise verdadeira.

A combinação da repetição metódica de padrões operacionais com o suporte intelectual e instrumental incondicional proporcionado pela equipe de pesquisa permitiu que minha mente, que opera sob uma configuração neurodivergente, explorasse os complexos e fascinantes campos da citogenética molecular não com apreensão, mas com elevado grau de curiosidade, concentração e confiança. Esta experiência serviu como demonstração tangível e eloquente de que a padronização e a repetição, longe de serem características limitantes ou

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

restritivas, constituem-se nos alicerces metodológicos que conferem à ciência sua necessária robustez, reproduzibilidade e, acima de tudo, sua acessibilidade fundamental.

A inclusão efetiva, nesta ótica, não se trata de forçar a adaptação do indivíduo para enquadrar-se em um molde pré-estabelecido, mas sim de criar as condições necessárias para que as potencialidades singulares de cada pesquisador possam florescer e contribuir para a excelência do empreendimento científico coletivo. Esta é a lição mais crucial que carrego para minha trajetória profissional futura: a compreensão de que minha neurodiversidade representa uma lente singular e valiosa através da qual posso investigar, questionar e contribuir para o entendimento do mundo natural. E, por fim, que a prática científica, fundada em metodologia clara e colaboração aberta, pode e deve funcionar como um poderoso equalizador de oportunidades, onde o rigor metodológico e a diversidade cognitiva coexistem e se fortalecem mutuamente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C.; CAMPANER, C.; CELLA, D. M. Cytogenetics of four Omophoita species (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticinae): A comparative analysis using mitotic and meiotic cells submitted to the standard staining and C banding technique. *Micron*, v. 40, p. 586–596, 2009.

ARAYA-JAIME, C. et al. Chromosomal mapping of histone H3 in Tenebrionidae beetles: evolutionary implications. *Zoologischer Anzeiger*, v. 293, p. 88–95, 2021. DOI: 10.1016/j.jcz.2021.05.003.

BANHO, C. et al. Description of the pre-reductional sex chromosome during male meiosis of *Pachylis laticornis* (Heteroptera: Coreidae). **Genetics and Molecular Research: GMR**, v. 15, n. 2, 2016. Disponível em: <https://www.funpecrp.com.br/gmr/year2016/vol15-2/pdf/gmr7592.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2024.

BARDELLA, V. B.; FERNANDES, J. M.; CABRAL-DE-MELLO, D. C. Chromosomal evolutionary dynamics of four multigene families in Coreidae and Pentatomidae (Heteroptera) true bugs. **Molecular Genetics and Genomics**, v. 291, p. 1919–1925, 2016. DOI: 10.1007/s00438-016-1229-5.

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

BLACKOMON, H.; DEMUTH, J. P. Coleoptera karyotype database. **The Coleopterists Bulletin**, v. 69, n. 1, p. 174–175, 2015.

BLACKOMON, H.; ROSS, L.; BACHTROG, D. Sex Determination, Sex Chromosomes, and Karyotype Evolution in Insects. **Journal of Heredity**, v. 108, n. 1, p. 78–93, 2017. DOI: 10.1093/jhered/esw047.

CATTANI, M.; PAPESCHI, A. Nucleolus organizing regions and semi-persistent nucleolus during meiosis in *Spartocera fusca* (Thunberg) (Coreidae, Heteroptera). **Hereditas**, v. 140, n. 2, p. 105-111, 2004. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1601-5223.2004.01752.x>. Acesso em: 2 nov. 2024.

DUTRILLAUX, A. M.; DUTRILLAUX, B. Sex chromosome rearrangements in Polyphaga beetles. **Sexual Development**, v. 3, p. 43-54, 2009.

FRANCO, M. J.; BRESSA, M. J.; PAPESCHI, A. Karyotype and male meiosis in *Spartocera batatas* and meiotic behaviour of multiple sex chromosomes in Coreidae (Heteroptera). **European Journal of Endocrinology**, v. 103, p. 9-16, 2006. Disponível em: <https://www.eje.cz/pdfs/eje/2006/01/02.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2024.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of the Insects. New York: Cambridge University Press, 2005. 755 p.

GROZEVА, S. et al. Holocentric chromosomes in Hemiptera: from ancient to modern groups. **Chromosome Research**, v. 28, p. 457–470, 2020. DOI: 10.1007/s10577-020-09646-x

JOYCE, A. et al. Genetic Variability of Two Leaffooted Bugs, *Leptoglossus clypealis* and *Leptoglossus zonatus* (Hemiptera: Coreidae) in the Central Valley of California. **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 6, p. 2576-2589, 2017. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/110/6/2576/4555076>. Acesso em: 2 nov. 2024.

SEMANA DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA DE UEMS

LUKHTANOV, V. A. Telomeres in holocentric chromosomes: diversity, evolution and function. **Cytogenetic and Genome Research**, v. 158, p. 165–172, 2019. DOI: 10.1159/000504096.

RAMOS, I. C. G. Caracterização citogenética de *Leptoglossus gonagra* e *Pachylis aff pharaonis* (Heteroptera, Coreidae). 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

SCHWARZACHER, T.; HESLOP-HARRISON, J. S. Practical *in situ* hybridization. **Annals of Botany**, v. 86, p. 433–443, 2000.

SMITH, S. G.; VIRKKI, N. Animal cytogenetics: v.3, Insecta 5. Coleoptera. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1978. 366 p.

SOUZA, R. C. et al. FISH in Coleoptera: Advances and challenges in cytogenetic studies of Tenebrionidae. **Insects**, v. 14, n. 2, p. 105, 2023. DOI: 10.3390/insects14020105.

SUMNER, A. T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. **Experimental Cell Research**, v. 75, p. 304–306, 1972.