



XV FESTIVAL DO MEL DE SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS XV SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA CADEIA
PRODUTIVA DA APICULTURA E MELIPONICULTURA DO
CARIRI PARAIBANO VIII EVENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO

(18,19 e 20 de setembro de 2025)



Evidências de Possíveis Processos Quânticos em Insetos Sociais

Evidence of Possible Quantum Processes in Social Insects

Aline Carla de Medeiros¹, Rossino Ramos de Almeida¹, Carlos Ticiano Coutinho Ramos², Camila Vieira de Sousa Gurjão² e Patricio Borges Maracaja^{1,2}.

Resumo: As Pesquisas recentes em biologia quântica sugerem que fenômenos subatômicos, como coerência quântica e tunelamento eletrônico, podem ter papel em processos biológicos complexos. Os insetos sociais, como abelhas, formigas e cupins, tais efeitos podem estar relacionados à navegação, à comunicação e à eficiência energética de seus sistemas fisiológicos e comportamentais. Este trabalho apresenta uma revisão sobre evidências de possíveis processos quânticos em insetos sociais, destacando sua relevância para compreender a organização coletiva, a ecologia e potenciais aplicações em biomimética e tecnologias emergentes. Os insetos sociais representam exemplos de organização coletiva altamente eficiente, com comportamentos coordenados que emergem de interações locais. Embora tais fenômenos sejam tradicionalmente explicados por mecanismos neuroetológicos e ecológicos, estudos recentes apontam para a hipótese de que efeitos quânticos possam desempenhar papel em processos como: detecção magnética para orientação espacial; eficiência no transporte de energia em processos sensoriais e a comunicação química e elétrica modulada por estados de coerência. Para isso realizamos uma pequena revisão bibliográfica em artigos de biologia quântica, neurociência de insetos e etologia social, com ênfase em trabalhos sobre polinizadores (abelhas) e insetos construtores (cupins e formigas). Observamos que já foram analisados estudos experimentais e modelos teóricos que exploram a interface entre física quântica e comportamento animal. Onde se constata a navegação magnética com evidências em abelhas que por sua vez, sugerem que proteínas como criptocromos podem atuar como sensores magnéticos baseados em pares radicalares, mecanismo dependente de coerência quântica. Que a visão e fotossensibilidade tem sua função na detecção ultrarrápida de fótons pelos fotorreceptores pode envolver estados quânticos que aumentam a eficiência da visão em baixa luminosidade. Onde a comunicação química possibilita a hipóteses de que a percepção de feromônios ocorra por mecanismos de tunelamento eletrônico, o que explicaria a alta seletividade olfativa. Onde a eficiência energética coletiva mante a regulação térmica em ninhos de cupins e colônias de abelhas lembra sistemas físicos que buscam estados de mínima energia, com paralelos à física de sistemas quânticos coletivos. Tendo ainda a participação da biomimética: compreender tais processos pode inspirar avanços em computação quântica bioinspirada, sensores magnéticos e redes de comunicação descentralizadas. Ainda que não conclusivos, os indícios de processos quânticos em insetos sociais ampliam a compreensão da interface entre física, biologia e ecologia. A investigação desses fenômenos pode não apenas

Caderno Verde - ISSN 2358-2367- (Pombal - PB) v. 14 n. 2 (2025): XV Festival do Mel de São José dos Cordeiros – PB – Brasil - (18,19 e 20 de setembro de 2025)

- 1) UFCG/CCTA/Pombal – PB
- 2) INSA – Instituto Nacional do Semiárido



**XV FESTIVAL DO MEL DE SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS XV SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA CADEIA
PRODUTIVA DA APICULTURA E MELIPONICULTURA DO
CARIRI PARAIBANO VIII EVENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO**

(18,19 e 20 de setembro de 2025)



revelar novos aspectos da evolução do comportamento coletivo, mas também gerar inovações tecnológicas inspiradas na natureza. O Semiárido brasileiro, com sua rica diversidade de abelhas nativas e insetos sociais, constitui um laboratório vivo para estudos interdisciplinares nessa área.

Palavras-chave: biologia quântica; insetos sociais; coerência quântica; meliponíneos; biomimética.

Abstract: Recent research in quantum biology suggests that subatomic phenomena, such as quantum coherence and electron tunneling, may play a role in complex biological processes. In social insects, such as bees, ants, and termites, such effects may be related to navigation, communication, and the energetic efficiency of their physiological and behavioral systems. This paper presents a review of evidence for possible quantum processes in social insects, highlighting their relevance for understanding collective organization, ecology, and potential applications in biomimetics and emerging technologies. Social insects represent examples of highly efficient collective organization, with coordinated behaviors that emerge from local interactions. Although such phenomena are traditionally explained by neuroethological and ecological mechanisms, recent studies point to the hypothesis that quantum effects may play a role in processes such as magnetic sensing for spatial orientation; energy transport efficiency in sensory processes; and chemical and electrical communication modulated by coherence states. To this end, we conducted a brief bibliographic review of articles on quantum biology, insect neuroscience, and social ethology, with an emphasis on works on pollinators (bees) and building insects (termites and ants). We observed that experimental studies and theoretical models that explore the interface between quantum physics and animal behavior have already been analyzed. Magnetic navigation is demonstrated, with evidence in bees, which in turn suggests that proteins such as cryptochromes can act as magnetic sensors based on radical pairs, a mechanism dependent on quantum coherence. Vision and photosensitivity play a role in the ultrafast detection of photons by photoreceptors, which may involve quantum states that increase the efficiency of vision in low light. Chemical communication supports the hypothesis that pheromone perception occurs through electronic tunneling mechanisms, which would explain high olfactory selectivity. Collective energy efficiency maintains thermal regulation in termite nests and bee colonies, reminiscent of physical systems that seek minimum energy states, with parallels to the physics of collective quantum systems. Biomimetics also plays a role: understanding such processes can inspire advances in bioinspired quantum computing, magnetic sensors, and decentralized communication networks. Although not conclusive, evidence of quantum processes in social insects broadens our understanding of the interface between physics, biology, and ecology. Investigating these phenomena may not only reveal new aspects of the evolution of collective behavior but also generate technological

Caderno Verde - ISSN 2358-2367- (Pombal - PB) v. 14 n. 2 (2025): XV Festival do Mel de Sao Jose dos Cordeiros – PB – Brasil - (18,19 e 20 de setembro de 2025)

- 1) UFCG/CCTA/Pombal – PB
- 2) INSA – Instituto Nacional do Semiárido



**XV FESTIVAL DO MEL DE SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS XV SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA CADEIA
PRODUTIVA DA APICULTURA E MELIPONICULTURA DO
CARIRI PARAIBANO VIII EVENTO TÉCNICO-CIENTÍFICO**

(18,19 e 20 de setembro de 2025)



innovations inspired by nature. The Brazilian semiarid region, with its rich diversity of native bees and social insects, constitutes a living laboratory for interdisciplinary studies in this area.

Keywords: quantum biology; social insects; quantum coherence; meliponines; biomimetics.

Caderno Verde - ISSN 2358-2367- (Pombal - PB) v. 14 n. 2 (2025): XV Festival do Mel de Sao Jose dos Cordeiros – PB – Brasil - (18,19 e 20 de setembro de 2025)

- 1) UFCG/CCTA/Pombal – PB
- 2) INSA – Instituto Nacional do Semiárido