



Fundação Universidade Federal do  
ABC Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP 09210-  
580 Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617 iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica  
submetido para avaliação no  
Edital: 04/2022

**Título do projeto:** Tolerância térmica e consumo de alimento por cupim neotropical

**Palavras-chave do projeto:** Isoptera, resistência térmica, sustentabilidade.

**Área do conhecimento do projeto:** Entomologia

## **Sumário**

<b>1 Resumo</b>	<b>2</b>
<b>2 Introdução e contextualização</b>	<b>2</b>
<b>3 Objetivos e metas</b>	<b>4</b>
<b>4 Metodologia</b>	<b>4</b>
<b>5 Viabilidade</b>	<b>6</b>
<b>6 Cronograma</b>	<b>6</b>
<b>7 Referências</b>	<b>6</b>

## 1 Resumo

Em um contexto de contínuo agravamento das mudanças climáticas, impactos podem ser observados por toda a biosfera. Os insetos sociais, como os cupins Neotropicais, têm importante papel em processos de ciclagem de nutrientes e decomposição de substratos vegetais, sendo sua manutenção dependente de temperaturas ideais. Logo, através de bioensaios, esta proposta visa avaliar a tolerância térmica e o consumo de alimento a partir da variabilidade climática de uma espécie cupim neotropical.

## 2 Introdução e contextualização

O sistema climático da Terra é altamente complexo, formado por cinco componentes principais: a atmosfera (gases, partículas e vapor d'água), a hidrosfera (água superficial e subterrânea), a criosfera (parte gelada do planeta), a superfície terrestre (as terras emersas), e a biosfera (conjunto dos seres vivos), sendo todos interligados entre si (TILIO NETO, 2010). A radiação solar também tem papel fundamental no clima, funcionando como sua força motriz, e extremamente ligado à manutenção da biosfera, como no efeito estufa, que consiste em determinados gases presentes na atmosfera capazes de absorver a radiação solar irradiada pela superfície terrestre, impedindo que todo o calor retorne ao espaço (TILIO NETO, 2010). A temperatura influencia a taxa metabólica dos organismos, os padrões de atividade e pode impor controles nas distribuições geográficas (HUEY; KINGSOLVER, 1989; GASTON; CHOWN, 1999; JENKINS; HOFFMANN, 1999; BISHOP et al., 2017).

No período Antropoceno, é ressaltado o impacto do desenvolvimento pouco sustentável da sociedade na Terra, com acelerada acumulação de gases de efeito estufa sobre o clima e a biodiversidade, dados apontam que a última década apresenta os anos mais quentes desde 1880 (HELD, 2001; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC], 2014; NOAA, 2020). Desta forma, um agravamento do efeito estufa leva ao aquecimento global, que gera mudanças climáticas, que impacta toda a biosfera, com destaque aos insetos sociais, devido a sua abundância e importância em processos de ciclagem de nutrientes (HELD, 2001; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC], 2014; BIGNELL; EGGLETON, 2000;).

Os insetos são um grupo de animais com grande biodiversidade e funcionalmente importantes, tendo sido caracterizados como 'guerreiros térmicos', uma vez que seu estilo de vida e sucesso dependem da manutenção de temperaturas ideais (WILSON, 1987; HEINRICH, 1996). Com relação às mudanças climáticas, insetos eussociais, caso de sociabilidade caracterizada por gerações sobrepostas, cooperativas com o cuidado da ninhada e uma casta operária estéril podem apresentar respostas diferentes as quando comparados às espécies solitárias: são quase sésseis, com dispersão aérea apenas com os indivíduos alados; projetam seus ninhos de acordo com o clima; as colônias podem ser flexíveis; apresentam tamanhos populacionais efetivos pequenos, assim o potencial adaptativo tem menor diversidade genética sobre a qual a seleção pode atuar (MENZEL; FELDMEYER, 2021). As formigas

(Hymenoptera: Formicidae) são insetos eusociais, havendo registros na literatura da capacidade das formigas em lidar com baixas temperaturas, podendo estar ligado com que várias espécies de formigas tenham sucesso em um ambiente (BISHOP et al., 2017).

Os cupins (Blattodea: Isoptera) são insetos eussociais que habitam nos trópicos e subtrópicos. Os grupos filogeneticamente mais basais de cupins (chamados regularmente de “cupins inferiores”) são principalmente xilófagos e dependem tanto de protozoários flagelados como de bactérias para a digestão da lignocelulose. No entanto, o sucesso evolutivo da família Termitidae (o grupo mais diversificado de cupins com mais de 80% das espécies conhecidas, chamado regularmente de “cupins superiores”) é atribuído à perda dos protozoários e aquisição de linhagens especializadas de bactérias, acompanhada pela diversificação da dieta e de um elaborado repertório comportamental (BRUNE, 2014; BRUNE; DIETRICH, 2015). Estas mudanças permitiram aos termitídeos a exploração de uma maior gama de alimentos, entre eles, madeira, serapilheira, gramíneas vivas ou mortas, solo com alto conteúdo de material orgânico de origem vegetal em processo de humificação, excrementos de animais, micro epífitas e ainda o micélio de alguns fungos (DONOVAN et al., 2001).

Nos trópicos, os cupins são os principais decompositores de biomassa vegetal nos trópicos, compreendendo cerca de 615 espécies na região Neotropical (BIGNELL; EGGLETON, 2000; BIGNELL; ROISIN; LO, 2011; CONSTANTINO, 2020). Os cupins são engenheiros ecossistêmicos já que são capazes de modular o balanço de carbono entre o solo e a atmosfera através da decomposição da lignocelulose mediada por microrganismos simbioses (BREZNAK; BRUNE, 1994). A construção de redes de galerias durante seu comportamento alimentar e o hábito de nidificação altera as propriedades do solo através da bioturbação e deposição de matéria orgânica, promovendo a ciclagem de nutrientes modificando a estrutura da comunidade de plantas.

Devido à estreita margem de variação da temperatura e umidade, organismos de ecossistemas tropicais são mais vulneráveis aos efeitos causados pelas mudanças climáticas (DIAMOND et al., 2018). Nos cupins, as mudanças climáticas podem afetar negativamente a atividade de forrageamento desses insetos, podendo ocasionar um desbalanço nas funções ecológicas no meio ambiente afetando ecossistemas e a sua biodiversidade (VITOUSEK, 1994; DUKES; MOONEY, 1999). A hipótese da variabilidade climática (JANZEN, 1967) propõe que organismos sujeitos a mudanças amplas de temperatura, apresentam níveis de tolerância térmica maiores. Embora a estrutura dos ninhos de cupins seja capaz de manter a temperatura no interior da colônia, os indivíduos forrageiros estão expostos às condições ambientais externas. Comparando espécies tropicais e subtropicais, Janowieck et al (2020) observou uma maior tolerância térmica em espécies de cupins sujeitas a baixas temperaturas. No entanto, esses autores não consideraram alguns aspectos ecológicos das espécies utilizadas, já que compararam cupins como o hábitos de nidificação e alimentação diferentes.

As projeções das mudanças climáticas preveem aumento gradual da temperatura em 2°C até metade do século XXI como também da frequência de eventos climáticos extremos (FISCHER; KNUTTI, 2015), que afetarão diretamente a cobertura vegetal e portanto, o papel dos decompositores de substratos vegetais em ecossistemas tropicais. Os benefícios que os cupins trazem ao meio ambiente estão relacionados à ciclagem de nutrientes com a decomposição da biomassa vegetal e preservação dos solos (EGGLETON; TAYASU, 2001). Nesse contexto, o melhor entendimento das tolerâncias térmicas de cupins terá importantes implicações na conservação e preservação dos ecossistemas.

### 3 Objetivos e metas

Neste trabalho pretende-se avaliar a hipótese da variabilidade climática de uma espécie cupim com ampla abrangência no Sudeste do Brasil. Essa região é um importante polo agropecuário e o papel dos detritívoros é essencial na preservação do solo. Neste projeto será utilizado como modelo o cupim *Cornitermes cumulans* (Termitidae: Syntermitinae), comum nas pastagens e savanas da região, e portanto, sujeito a variações grandes de temperatura. Estes cupins se alimentam de serapilheira armazenada nos ninhos (MENEZES et al., 2018) e constroem ninhos epígeos bem conspícuos os quais são capazes de regular o microclima interno a da colônia (REDFORD, 1984), o que é ideal para testarmos a tolerância térmica dessa espécie de cupim.

Os objetivos específicos serão:

- 1) Avaliar o efeito do aumento de temperatura na sobrevivência e consumo do alimento de operários de *C. cumulans* em condições laboratoriais.
- 2) Determinar a tolerância térmica de operários de *C. cumulans* previamente sujeitos a condições experimentais de temperatura.
- 3) Determinar a tolerância térmica de operários de *C. cumulans* coletados em localidades geográficas com amplitudes térmicas diferentes.
- 4) Avaliar se o limite letal de temperatura de operários de *C. cumulans* está relacionado às condições naturais onde os ninhos foram originalmente coletados.

### 4 Metodologia

Coleta e manutenção dos cupins. Serão coletados 15 ninhos da espécie *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832) (Isoptera: Termitidae) no Estado de São Paulo (23° 11' S, 46° 52' O) em cinco localidades diferentes para uso nos bioensaios. Os ninhos serão transferidos para o laboratório e mantidos em caixas de plástico de 50 L com o fornecimento de água e gramíneas e com ciclo natural de luminosidade.

Efeito do aumento de temperatura na atividade dos operários. Para avaliar o efeito da temperatura na sobrevivência e no consumo de alimento, grupos de 100 operários e 10 soldados serão retirados juntamente com um fragmento do ninho e mantidos em potes plásticos de 500 mL. Serão adicionados 10 g de solo estéril e 1mL de água. Neste bioensaio, serão utilizadas cinco colônias dos cupins coletadas

no mesmo local para reduzir a variação causada pela localização geográfica. Os cupins serão condicionados a 27°C/30% umidade relativa (UR) por 24h antes do início do bioensaio. Posteriormente, os cupins serão expostos por duas semanas nas temperaturas de 25°C, 30°C e 35°C, simulando as condições normais e a previsão de aquecimento global, com dez réplicas por colônia e temperatura. O alimento consistirá em 10g de bagaço de cana (Costa-Leonardo, comunicação pessoal). O consumo de alimento será calculado através da diferença do peso seco inicial e final do alimento após a secagem do material a 60°C por 2h. No fim do bioensaio, será computada a sobrevivência e consumo do alimento. Os bioensaios serão conduzidos em câmara climatizada BOD com controle de temperatura, umidade e fotoperíodo. Posteriormente, operários individuais serão então retirados dos potes para uso em ensaios de tolerância térmica.

Bioensaio de tolerância térmica. Para avaliar se as condições de aclimação podem afetar a tolerância térmica, será calculado o limite letal superior de temperatura (LLS) de acordo com a metodologia modificada de Janowieck et al (2020). Neste bioensaio, 30 indivíduos dos três tratamentos de temperatura no bioensaio serão colocados individualmente em tubos falcon (50 ml) contendo 10 g de solo estéril umedecido com água destilada (5%). Os tubos serão levados ao banho maria inicialmente em 30°C e com aumento de 1°C a cada 5 min. Após 5 minutos de exposição, o tubo será examinado sob um microscópio estereoscópico para determinar se há movimento dos cupins. Quando o cupim não se mover mais durante um período de 5s, ele será declarado falecido e a temperatura anterior (temperatura mais alta que sobreviveu) será registrada como seu LLS. Havendo movimentação, o bioensaio será reconduzido. Adicionalmente, para avaliar a hipótese da variabilidade climática de cupins que habitam locais com diferentes amplitudes térmicas, será calculado o LLS de operários retirados diretamente dos ninhos coletados em locais diferentes do Estado de São Paulo. As variáveis climáticas dos locais de coleta serão recompiladas da plataforma WorldClim2 (FICK; HIJMANS, 2017) e utilizados nos modelos estatísticos para determinar a relação entre o LLS e os dados climáticos. Sendo que a capacidade de termorregulação dos ninhos pode variar de acordo com o tamanho do ninho (VESALA et al., 2019), afetando a LLS desses insetos, o volume do ninho será calculado para cada ninho coletado segundo Menezes et al. (2018) e utilizado nos modelos estatísticos. Nesta parte do projeto, os cupins não serão submetidos ao processo de aclimação descrito acima.

Análise dos resultados. Serão utilizados modelos generalizados mistos (GLMM) para avaliar a variação do LLS, a sobrevivência e o consumo de alimento utilizando como fator o período de aclimação. O efeito do volume do ninho e das variáveis climáticas no LLS dos cupins também será avaliado utilizando GLMM. O número do ninho será utilizado como fator aleatório. Todas as análises serão conduzidas no software R, versão 3.6.2 (R CORE TEAM, 2019).

## 5 Viabilidade

A proposta está vinculada aos objetivos de um projeto de pesquisa em andamento financiado pela Fapesp.

## 6 Cronograma

As seguintes atividades estão previstas na proposta: 1) coleta e armazenamento da colônia de cupins; 2) bioensaios de consumo; 3) bioensaios de tolerância térmica; 4) elaboração do relatório parcial e 5) análise dos resultados e elaboração do relatório final. O cronograma proposto é o seguinte:

Etapa	Mês/Ano											
	09/22	10/22	11/22	12/22	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23
1	x	x	x									
2		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
3			x	x	x	x	x	x	x	x		
4			x	x	x	x	x					
5										x	x	x

## 7 Referências

- ARANGO, R. A.; SCHOVILLE, S. D.; CURRIE, C. R.; CARLOS-SHANLEY, C. Experimental Warming Reduces Survival, Cold Tolerance, and Gut Prokaryotic Diversity of the Eastern Subterranean Termite, *Reticulitermes flavipes* (Kollar). **Frontiers in Microbiology**, v. 12, 2021.
- BIGNELL, D. E.; EGGLETON, P. Termites in the ecosystem. **Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology**, p. 363–387, 2000.
- BIGNELL, D.; ROISIN, Y.; LO, N.,. Biology of termites: A Modern synthesis. **Biology of Termites: A Modern Synthesis**, [S. l.], p. 1–576, 2011. DOI: 10.1007/978-90-481-3977-4.
- BISHOP, T. R.; ROBERTSON, M. P.; VAN RENSBURG, B. J.; PARR, C. L. Coping with the cold: minimum temperatures and thermal tolerances dominate the ecology of mountain ants. **Ecological Entomology**, v. 42(2), p. 105–114, 2017.
- BREZNAK, V.; BRUNE, A. Role of Microorganisms in the Digestion of Lignocellulose. **Termites Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 453–487, 1994.
- BRUNE, A. Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts. **Nature Reviews Microbiology**, v.12, p. 168–180, 2014.

BRUNE, A.; DIETRICH, C. The Gut Microbiota of Termites: Digesting the Diversity in the Light of Ecology and Evolution. **Annual Review of Microbiology**, v.69, p. 145-166, 2015.

CLEVELAND, L. R. (1924). The physiological and symbiotic relationships between the intestinal protozoa of termites and their host, with special reference to *Reticulitermes flavipes* Kollar. **The Biological Bulletin**, v. 46, p. 177–225, 1924.

CONSTANTINO, R. On-Line Termites Database. Disponível em: <http://www.termitologia.net/termite-database> (Acessado em 02 de junho de 2022)

DIAMOND, S. E.; CHICK, L. D.; PEREZ, A.; STRICKLER, S. A.; MARTIN, R. A. Evolution of thermal tolerance and its fitness consequences: parallel and non-parallel responses to urban heat islands across three cities. **Proceedings Biological Sciences**, v.285, 2018.

DONOVAN, S.E.; EGGLETON, P.; BIGNELL, D.E. Gut content analysis and a new feeding group classification of termites. **Ecological Entomology**, v. 26, p.356-366, 2001.

DUKES, J.S.; MOONEY, H.A. Does global change increase the success of biological invaders? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 14, p. 135–139, 1999.

EGGLETON, P.; TAYASU, I. Feeding groups, lifetypes and the global ecology of termites. **Ecological Research**, v. 16, p. 941–960, 2001.

FICK, S.E.; HIJMANS, R.J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 37, p. 4302-4315, 2017.

FISCHER, E. M.; KNUTTI, R. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. **Nature Climate Change**, v. 5, p.560–564, 2015.

GASTON, K.J.; CHOWN, S.L. Elevation and climatic tolerance: a test using dung beetles. **Oikos**, v. 86, p. 584–590, 1999.

HELD, M. Sustainable development from a temporal perspective. **Time & Society**, v. 10, p. 351-366, 2001.

HEINRICH, B. The Thermal Warriors: Strategies of Insect Survival. **Harvard University Press**, 1996.

HOLMES, T.P.; AUKEMA, J.E.; VON HOLLE, B.; LIEBHOLD, A.; SILLS, E. Economic impacts of invasive species in forests. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v.1162, p. 18–38, 2009.

HUEY, R.B.; KINGSOLVER, J.G. Evolution of thermal sensitivity of ectotherm performance. **Trends in Ecology & Evolution**, v.4, p. 131–135, 1989.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014). **Climate Change 2014: Synthesis Report**, 2014.

JANOWIECKI, M.; CLIFTON, E.; AVALOS, A.; VARGO, E. L. Upper thermal tolerance of tropical and temperate termite species (Isoptera: Rhinotermitidae, Termitidae): a test of the climate variability hypothesis in termites. **Insectes Sociaux**, v. 67, p. 51–57, 2020.



JANZEN, D.H. Why mountain passes are higher in tropics. **The American Naturalist** , v. 101, p. 233–249, 1967.

JENKINS, N.L.; HOFFMANN, A.A. (1999) Limits to the southern border of *Drosophila serrata*: cold resistance, heritable variation, and trade-offs. **Evolution**, v. 53, p. 1823–1834, 1999.

LIMA, J. T.; MARIA COSTA-LEONARDO, A. Recursos alimentares explorados pelos cupins (Insecta: Isoptera), 2007.

MENEZES, L., ALVAREZ, T.M., PERSINOTI, G.F. Food Storage by the Savanna Termite *Cornitermes cumulans* (Syntermitinae): a Strategy to Improve Hemicellulose Digestibility?. **Microbial Ecology**, v. 76, p. 492–505, 2018.

MENZEL, F.; FELDMEYER, B. How does climate change affect social insects? Current Opinion. **Insect Science**, v. 46, p. 10–15, 2021.

NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL INFORMATION (NOAA). **Climate at a Glance: Global Time Series**. Disponível em: [www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land\\_ocean/ann/9/1880-2020](http://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/globe/land_ocean/ann/9/1880-2020). (Acessado em: 02 de junho de 2022).

PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.,; MORRISON, D. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. **Ecological Entomology**, v. 52, p. 273–288, 2005.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019.

REDFORD, K.H. The termitaria of *Cornitermes cumulans* (Isoptera, Termitidae) and their role in determining a potential keystone species. **Biotropica**, v.16, p.112-119, 1984.

SMYTHE, R. V.; AND WILLIAMS, L. H. (1972). Feeding and survival of two subterranean termite species at constant temperatures. **Annals of the Entomological Society of America**, v.65, p. 226–229. 1972.

SUBEKTI, N. et al. Potential for Subterranean Termite Attack against Five Bamboo Species in Correlation with Chemical Components. **Procedia Environmental Sciences**, v. 28, p. 783–788, 2015.

TIBURTINO, R. F. et al. Resistência de duas espécies de bambu tratadas com CCB contra cupins e coleópteros xilófagos. **Ciencia Florestal**, v. 25, n. 2, p. 425–435, 2015.

TILIO NETO, P. D. Ecopolítica das mudanças climáticas: o IPCC e o ecologismo dos pobres [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais. **As mudanças climáticas na ordem ambiental internacional**, p. 37-81, 2010

VESALA, R. et al. Termite mound architecture regulates nest temperature and correlates with species identities of symbiotic fungi. **PeerJ** , v.6 , p.6237, 2018 .

VITOUSEK, P.M. 1994. Beyond global warming: ecology and global change. **Ecology**, v.75, p. 1861–1876, 1994.

WILSON, E.O. The little things that run the world (the importance and conservation of invertebrates).**Conservation Biology**,v. 1, p.344–346, 1987.