



# PROTEÍNAS DE INSETOS COMESTÍVEIS: ESTRUTURA E TECNO-FUNCIONALIDADES

**Palavras-Chave:** proteínas de insetos, estrutura proteica, tecno-funcionalidade

**Autores/as:**

**Fernando Fernandes Martins (UNICAMP)**

**Livia Almeida Santiago (UNICAMP)**

**Prof. Dr. Guilherme M. Tavares (orientador) (UNICAMP)**

---

## INTRODUÇÃO:

Segundo estimativas da ONU, no ano de 2050 a população mundial será de 9,7 bilhões de habitantes, 2 bilhões a mais do que a atual [1]. Além do crescimento populacional, a ascensão da urbanização e da classe média irão aumentar a demanda global por alimentos proteicos de origem animal [2], estima-se um aumento de 1,4 % ao ano do consumo de carne [3]. Entretanto, o aumento da produção de carne vai na contramão dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela ONU na Agenda 2030 [4], uma vez que o crescimento da pecuária está relacionado com graves impactos ambientais [5]. Tendo em vista o crescimento demográfico e a necessidade por fontes mais sustentáveis de proteínas, a FAO vem apontando os insetos comestíveis como uma alternativa promissora [6]. Além de serem ricos em proteínas, a produção de insetos demanda menos espaço, água e ração, além da menor emissão de gases do efeito estufa em comparação à pecuária tradicional [7].

Apesar do consumo de insetos ser comum em alguns países, a industrialização destes é relativamente nova [8]. Neste cenário, pesquisas estão sendo realizadas com intuito de verificar o potencial das proteínas de insetos como ingrediente alimentar. É crescente o número de estudos que avaliam as propriedades tecno-funcionais dos insetos, principalmente: solubilidade, capacidade de retenção de água e óleo, propriedades interfaciais e propriedades gelificantes [9].

Com a intenção de discutir a relação entre as estruturas proteicas de insetos e as suas tecno-funcionalidades, iniciou-se a construção colaborativa de um artigo de revisão com a doutoranda Livia Santiago e com apoio do orientador Guilherme M. Tavares. A proposta foi tentar identificar generalidades entre as características das proteínas dos insetos, como: tamanho, hidrofobicidade superficial e massa molecular, e seus comportamentos na formação de géis, espumas e emulsões. Adicionalmente, buscou-se discutir sobre como os processos de extração das proteínas impactariam em suas aplicações em alimentos.

## **METODOLOGIA:**

A pesquisa foi desenvolvida por meio de um levantamento de dados e análise bibliográfica sobre estruturas proteicas de insetos e avaliações de suas propriedades tecno-funcionais, a partir de portais científicos como o *Science Direct* e o Google Acadêmico. Os dados coletados foram analisados e permitiram identificar possíveis relações existentes entre as características estruturais das proteínas de diferentes insetos e seu comportamento para aplicação em alimentos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

Na última década estudos foram realizados a fim de compreender as características estruturais e tecno-funcionais de algumas espécies de insetos comestíveis. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para diferentes espécies em relação ao peso molecular, propriedades emulsificantes, propriedades espumantes e gelificação. A distribuição do peso molecular dos insetos pode ser diferente entre as espécies, como registrado a seguir, e também entre a mesma espécie dependendo de seu estágio de desenvolvimento. Além disso, pesquisas também discutem a influência da concentração proteica, força iônica e da alimentação do animal sobre as proteínas obtidas e suas características [10,11].

Yi *et al.* (2013) avaliaram a distribuição do peso molecular, as propriedades espumantes e a capacidade de formação de gel de proteínas solúveis de cinco espécies de insetos em diferentes valores de pH. Com o estudo foi possível observar que os cinco insetos apresentam proteínas com peso molecular inferior a 116 kDa, com predomínio de proteínas de baixo peso molecular. Em relação às propriedades tecno-funcionais, nenhum dos insetos formou uma espuma estável nas condições avaliadas. Por outro lado, na concentração de 3 % m/v e tratamento térmico de 86 °C por 10 min, o *Acheta domesticus* formou um gel forte em pH 7. Já na concentração de 30% m/v, todos as cinco espécies de insetos formaram gel em pH 7 e 10 [10].

As proteínas do *Gryllodes sigillatus* na fase adulta foram analisadas por Hall *et al.* (2017). Esta espécie de inseto também apresentou um predomínio de proteínas de baixo peso molecular, variando entre 14,4 e 45 kDa. Por outro lado, ao contrário dos insetos estudados por Yi *et al.* (2013), na concentração de 3 % m/v e em pH 6,8, as proteínas do *G. sigillatus* formaram uma espuma estável por aproximadamente 90 minutos [12].

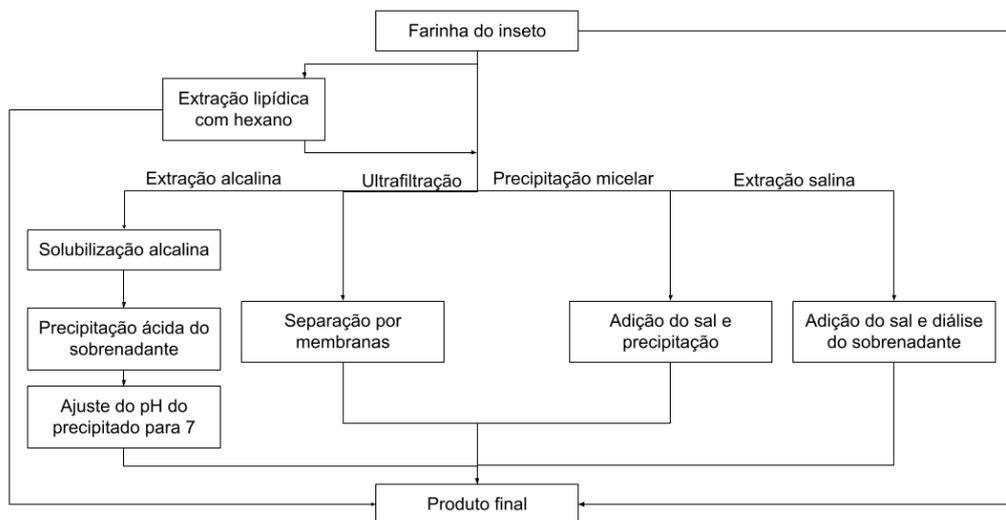
Já as proteínas solúveis do *Migratory locust* são majoritariamente de peso molecular intermediário, entre 38 e 100 kDa aproximadamente. E na concentração de 5 % m/v de proteínas, foi observada uma alta capacidade de formação de espuma em pH 9, no qual a estabilidade da espuma não diferiu significativamente da proteína da clara do ovo, um agente espumante muito utilizado na formulação de alimentos [13].

Além das espécies supracitadas, a abelha da espécie *Apis mellifera*, o gafanhoto-do-deserto (*Schistocerca gregaria*) e o grilo-preto (*Gryllus assimilis*) também foram avaliados quanto às suas características estruturais e tecno-funcionais [14, 15]. Assim como as espécies *T. molitor*,

*Z. morio*, *A. diaperinus*, *A. domesticus*, *B. dubia* e *G. sigillatus*, os ingredientes obtidos de *S. gregaria*, a *A. mellifera* e o *G. assimilis* são formados majoritariamente por proteínas de baixo peso molecular, apesar destas últimas duas espécies apresentarem proteínas de alto peso molecular, de aproximadamente 250 kDa. No que diz respeito às tecno-funcionalidades, as proteínas solúveis da *A. mellifera* e do *S. gregaria* exibiram capacidade emulsificante similar à das proteínas do soro de leite, e estabilidade de espuma superior à destas proteínas. Já as proteínas do grilo-preto (*G. assimilis*) formaram um gel firme na concentração de 6,5 % m/m, também similar à das proteínas do soro de leite, uma fonte proteica convencional, o que indica que as proteínas extraídas destes três insetos podem ser ingredientes promissores para a indústria de alimentos.

Adicionalmente às características das espécies de insetos também é possível observar na Tabela 1 que os autores trabalharam com diferentes materiais, provenientes de métodos de extração de proteínas distintos. Enquanto Hall *et al.* (2017) realizaram apenas a extração alcalina e obtiveram uma farinha proteica, Purschke *et al.* (2018) trabalharam com o material desengordurado e atingiram um concentrado proteico [12,13]. Santiago *et al.* (2021) submeteu a farinha de inseto à extração alcalina três vezes e adquiriu um isolado proteico de *G. assimilis* [15]. Ainda, destaca-se a separação física por membranas feita por Yi *et al.* (2013) para obtenção de proteínas solúveis [10].

Dessa forma, compreende-se que os processos de extração das proteínas devem ser melhor explorados para atingir uma maior pureza e gerar melhor aplicação tecnológica em produtos alimentícios. A Figura 1 mostra os pré-tratamentos mais utilizados na etapa na extração de proteínas.



**Figura 1.** Métodos de extração de proteínas

**Tabela 1.** Massa molecular e tecno-funcionalidades de proteínas de insetos

Espécies de insetos	Material	Estágio	Massa molecular	Propriedades Tecno-funcionais	Referências
<i>Tenebrio molitor</i>	Proteínas solúveis	Larva	≤14.5 kDa 20 a 24 kDa 55 a 116 kDa	Formou gel com 30% (m/v) de proteína à pH 7 e 10	
<i>Zophobas morio</i>	Proteínas solúveis	Larva	20 a 45 kDa 32 e 72 kDa	Formou gel com 30% (m/v) de proteína à pH 7 e 10	(Yi et al. 2013)
<i>Alphitobius diaperinus</i>	Proteínas solúveis	Larva	20 a 24 kDa 55 a 116 kDa	Formou gel com 30% (m/v) de proteína à pH 7 e 10	
<i>Acheta domestica</i>	Proteínas solúveis	Adulto	14.5 a 32 kDa 66 a 97 kDa	Formou gel com 3% (m/v) de proteína à pH 7	
<i>Blaptica dubia</i>	Proteínas solúveis	Adulto	20 a 55 kDa 36 a 97 kDa	Formou gel com 30% (m/v) de proteína à pH 7 e 10 Formação de espuma cerca de 100% à pH 6.8	
<i>Grylloides sigillatus</i>	Farinha proteica	Adulto	14.4 a 45 kDa 66.2 a 97.4 kDa	Estabilidade de espuma de 80% à pH 6.8 após 90 min. Atividade emulsificante de 50% à pH 5	(Hall et al. 2017)
<i>Migratory locust</i>	Concentrado proteico	Adulto	6 a 14 kDa, 38 a 49 kDa, 49 a 62 kDa e 100 kDa	Formação de espuma de 208% à pH 9  Estabilidade de espuma à pH 9 similar da proteína da clara do ovo Capacidade de emulsão similar da proteína do soro	(Purschke et al. 2018)
<i>Apis mellifera</i>	Proteínas solúveis	Larva e pupa	<20 kDa 37 a 75 kDa 150, 250 kDa	Estabilidade de espuma maior que a das proteínas do soro Capacidade de emulsão similar a proteína do soro	(Mishyna et al. 2019)
<i>Schistocerca gregaria</i>	Proteínas solúveis	Adulto	<20 kDa	Formação de espuma de 90% à pH 7, similar a da proteína do soro  Estabilidade de espuma maior que a das proteínas do soro	
<i>Gryllus assimilis</i>	Isolado proteico	Adulto	10 a 15 kDa 50, 75, 150 e 250 kDa	Formou gel com 6.5% (m/m) de proteína à pH 7, similar a proteína do soro	(Santiago et al. 2021)

## CONCLUSÕES:

Os insetos apresentam particularidades com relação às suas estruturas proteicas, porém observou-se que a maioria das espécies estudadas é formada majoritariamente por proteínas de baixo peso molecular. Quanto as propriedades tecno-funcionais, constatou-se que estas variam entre as espécies e, também são dependentes das condições analisadas, como pH e concentração proteica. O artigo de revisão ainda está em processo de construção e pretende-se discutir mais profundamente sobre os métodos de extração e as generalidades entre as proteínas de insetos. Porém, já foi possível concluir que algumas espécies apresentam tecno-funcionalidades similares às fontes proteicas convencionais, o que indica que a aplicação das proteínas de insetos na indústria alimentícia pode ser promissora.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] ONU, World Population Prospects 2019, (2019).
- [2] FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations, How to Feed the World in 2050, 2009.
- [3] OECD-FAO, Agricultural Outlook 2015-2024, 2015.
- [4] ONU, Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, (2015).
- [5] IPCC, Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems., 2019.
- [6] A. van Huis, *Annu. Rev. Entomol.* 58 (2013) 563–583. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>.
- [7] A. van Huis, J. Van Itterbeeck, H. Klunder, E. Mertens, A. Halloran, G. Muir, P. Vantomme, Edible insects: future prospects for food and feed security, *FAO For.* 171 (2013).
- [8] S.M. Loveday, *Food Proteins: Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 10 (2019) 311–339. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-032818-121128>.
- [9] A. Gravel, A. Doyen, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 59 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102272>.
- [10] Yi L, Lakemond CMM, Sagis LMC, et al (2013) *Food Chem* 141:3341–3348. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.05.115>
- [11] van Huis, Arnold. (2013). *Annual Review of Entomology*, 58(1), 563–583. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>
- [12] Hall FG, Jones OG, O'Haire ME, Liceaga AM (2017) *Food Chem* 224:414–422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.138>
- [13] Purschke B, Tanzmeister H, Meinschmidt P, et al (2018) *Food Res Int* 106:271–279. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.067>
- [14] Mishyna M, Martinez J-JI, Chen J, Benjamin O (2019) *Food Res Int* 116:697–706. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.098>
- [15] Santiago LA, Fadel OM, Tavares GM (2021) *Food Hydrocoll* 110:106169. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106169>