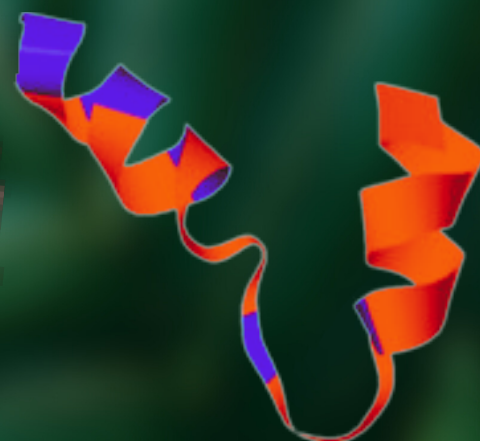




QUÍMICA DAS FORMIGAS TUCANDEIRAS

Paraponera clavata

$C_{129}H_{215}N_{33}O_{31}S$



Autora: **Kézia Rendeiro**
Coordenadora: **Profa. Dra. Janes Kened**

Os indígenas da etnia Sateré-Mawé, residentes da Amazônia, são conhecidos pelo ritual Waumat - um rito cultural masculino de passagem da infância para a vida adulta. Em tal cerimônia, os rapazes calçam luvas de palha contendo **formigas tucandeiras** (*Paraponera clavata*) e precisam aguentar as ferroadas inúmeras vezes. Os que passam no teste são reconhecidos como guerreiros.



Figura 1: Uma etapa do Ritual Waumat

A captura das formigas para o ritual: conexões Químicas

Por que as formigas não escapam quando colocadas na luva?



Figura 2: Luva do ritual.



Figura 3: Tucandeira (*Paraponera clavata*)

As tucandeiras são anestesiadas com um extrato produzido a partir de folhas trituradas de caju (*Anacardium occidentale*) em água.



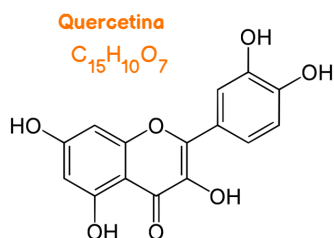
Quais os componentes químicos da Folha do Caju?

Os compostos fenólicos "**flavonoides** e **taninos**" são os principais grupos químicos presentes.

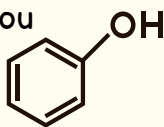
Características químicas dos Flavonoides

Eles são pigmentos naturais responsáveis pela coloração e possuem estrutura **polifenólica**.

Ex de flavonoide:



Compostos polifenólicos possuem uma ou mais hidroxilas (-OH) ligadas a um ou mais anéis aromáticos.



Concentram-se em sementes, frutos, cascas, raízes, folhas e flores. São usadas pelos vegetais para crescimento e proteção contra micro-organismos.

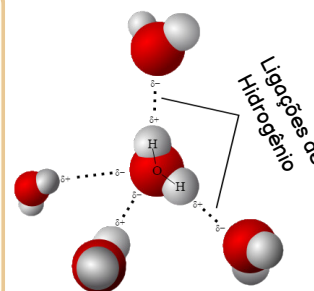
Características químicas dos Taninos

- Em contato com a saliva, eles precipitam proteínas que causam uma sensação de adstringência (aperto) ao paladar.

- São solúveis em água e em solventes orgânicos polares (ex: álcool e acetona).
- São muito reativos quimicamente: formam **ligações (pontes) de hidrogênio** intra e intermolecular.

Ligações de Hidrogênio

são o tipo de força intermolecular mais forte, formadas por um hidrogênio ligado ao flúor, oxigênio ou nitrogênio.

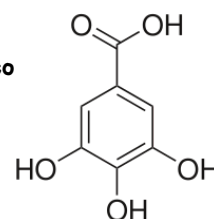
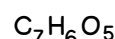


- São classificados como **hidrolisáveis** ou **condensáveis**, de acordo com seu esqueleto de carbono

a) Hidrolisáveis:

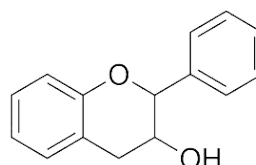
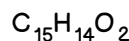
São hidrolisados por ácidos, bases e certas enzimas.

Ex: ácido gálico

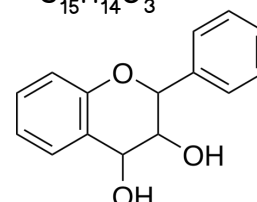
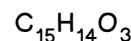


b) Condensados: são as principais moléculas adstringentes sendo o **flavan-3-ol** e **flavan-3,4-diol** presentes em maior proporção no Caju.

Ex: flavan-3-ol



Ex: flavan-3,4-diol



A ferroada das Tucandeiras

As formigas tucandeiras possuem uma toxina (**poneratoxina**), liberada em suas ferroadas, que ataca o sistema nervoso central da vítima.



Vamos entender quimicamente este processo!?

O **N-terminal alfa hélice** é **apolar** com o centro majoritariamente **hidrofóbico** e o **C-terminal** é **anfipático** (**polar**).

Na Figura 4, o lado apolar/hidrofóbico (cor laranja) e o outro é polar/hidrofílico (cor azul). Isso impulsiona a inserção na membrana plasmática devido a afinidade com a bicamada.

A poneratoxina tem caráter anfipático

Anfipático:
molécula
hidrofílica e
hidrofóbica

Hidrofílico:
polar, solúvel em meio aquoso

Hidrofóbico:
apolar, insolúvel em água, porém
solúvel em lipídios e solventes
orgânicos

Canal de Sódio + Poneratoxina: DOR

Na⁺
íon Sódio
(cátion)

Os canais de sódio são proteínas integrais da membrana que permitem a entrada seletiva de sódio nas células. No repouso eles se encontram em um estado fechado não condutor.

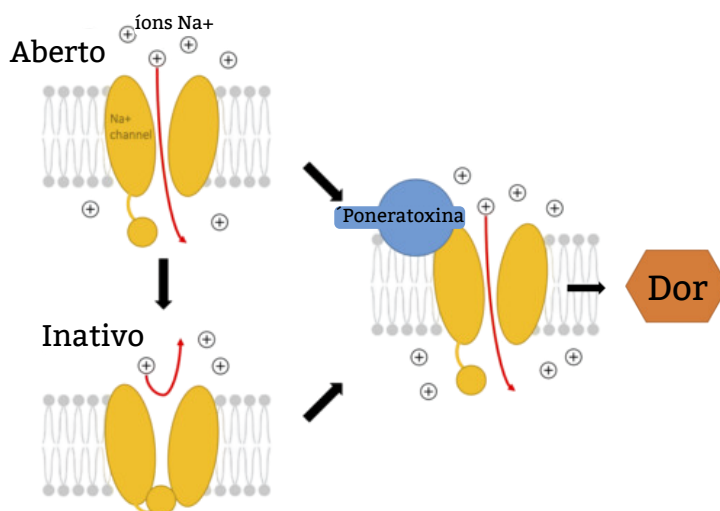
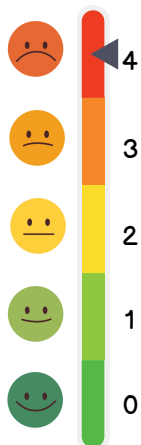


Figura 5: A Poneratoxina na Membrana Celular

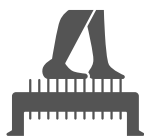
Os canais de sódio antes inativos são forçados a permanecer abertos e ativos quando ocorre a ligação com a toxina. Leva ao prolongamento de potenciais de ação associados a dor.

As ferroadas de insetos e aracnídeos são classificados conforme o **Índice de Schmidt**.

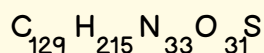
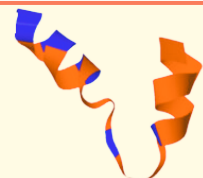


Você sabia?
O **Índice de Schmidt** classifica o nível de dor da ferroada em uma escala de 1 a 4, sendo a das tucandeiras muito dolorosa por ter o nível (4+). A dor pode durar até 24 horas, além de aparecerem sintomas como febre, tremores, suor frio, náuseas, vômitos e até arritmia cardíaca.

Schmidt descreveu a ferroada da tucandeira: "É como andar sobre brasas com pregos de cinco centímetros enfiados sob as solas dos seus pés".



Poneratoxina



É um peptídeo neurotóxico paralisante, em forma de V, produzido pelas Tucandeiras.

Essa toxina possui uma estrutura hélice-volta-hélice que é importante para a interação com membrana celular.

A ação da Poneratoxina

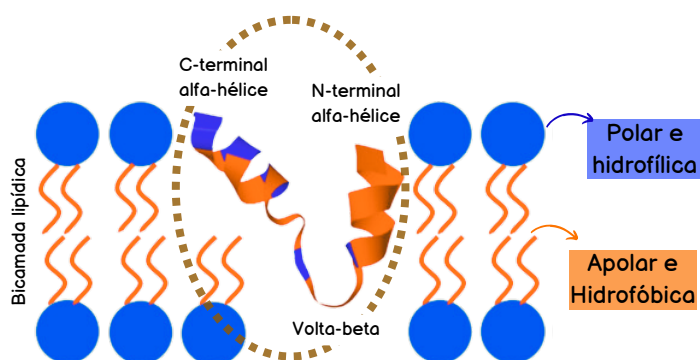


Figura 4: Poneratoxina inserida na membrana plasmática

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, P, et al. **Avaliação do teor de flavonoides em extrato do bagaço do pedúnculo do caju obtido por maceração enzimática.** In: COBEQ, nº18, 2010 p. 1-7. ISSN: 2178-3659. 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34082/1/AT10109.pdf>. Acesso em: 17 de outubro de 2023.
- CASTEJON, F. **Taninos e Saponinas.** Universidade Federal de Goiás, Goiânia, p.1-29; 2011. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/>
- GOUGH, Z. Conheça o homem que se tornou 'sommelier' de picadas de insetos. BBC, 2015. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/03/150316_vert_earth_dor_picadas_insetos_ml. Acesso em: 4 de novembro de 2023.
- JOHNSON, S.R; RIKLI, H.G; SCHMIDT, J.O; EVANS, M.S. **A reexamination of poneratoxin from the venom of the bullet ant *Paraponera clavata*.** Peptides, v. 98, p. 51-62, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019697811630119X>. Acesso em: 15 de novembro de 2023.
- MONTEIRO, J. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. Química Nova, nov. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>. Acesso em: 19 de outubro de 2023. [weby/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf](https://www.webyup.com/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf). Acesso em: 18 de outubro de 2023.
- SZOLAJSKA, E et al. Poneratoxin, a neurotoxin from ant venom: Structure and expression in insect cells and construction of a bio-insecticide. **European Journal of Biochemistry**, v. 271, issue 11, p.2127-2136, maio, 2004. Disponível em: <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1432-1033.2004.04128.x>. Acesso em: 15 de novembro de 2023.
- TEZOTTO-ULIANA, J. Métodos de redução da adstringência de pedúnculos de caju in natura e seus efeitos sobre a qualidade físico-química, nutricional e aromática. **Tese** (Doutorado em ciência - fitotecnia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.11-14. 2017. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-29092017-153306/publico/Jaqueline_Visioni_Tezotto_Uliana.pdf. Acesso em 17 de outubro de 2023.

FIGURAS

- Figura 1** - A little Satere- Mawe boy during an initiation ceremony. Medium, 2021. Disponível em: <https://medium.com/the-story-in-history/the-culture-were-boys-must-endure-getting-stung-by-bullet-ants-1a2d966f31f9>. Acesso: 14 de abril de 2024.
- Figura 2** - Luva do Ritual Waumat com formigas tucandeiras. Medium, 2021. Disponível em: <https://medium.com/the-story-in-history/the-culture-were-boys-must-endure-getting-stung-by-bullet-ants-1a2d966f31f9>. Acesso em: 14 de abril de 2024.
- Figura 3** - PESANTEZ, J.A. *Paraponera clavata*. BioDiversity4All. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/taxa/67987-Paraponera>. Acesso em: 11 de outubro de 2023.
- Figura 4** - PIESTER, G. Poneratoxin inserting into the plasma membrane. Wikipedia, 2017. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Poneratoxin#/media/File:Poneratoxin_1.tif. Acesso em: 16 de novembro de 2023.
- Figura 5** - Poneratoxin schematic. Wikipedia, 2017. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Poneratoxin#/media/File:Poneratoxin_schematic.tif Acesso em: 16 de novembro de 2023.