

# Estudo Comparativo em Processos de Ventilação: Soluções na Natureza e Aplicações na CasaE-UFRGS

**Autor:** Leandro Nascimento Silva, acadêmico em Licenciatura em Física

**Orientador:** Prof. Dr. Flavio Horowitz

## 1. Introdução

Diversas são as soluções encontradas na natureza para a ventilação de ninhos e tocas em ambientes confinados. O presente trabalho busca fazer um estudo dessas diferentes configurações e mecanismos, e associá-los aos princípios físicos envolvidos, para compará-los com a utilização desses princípios na CasaE-UFRGS.

## 2. Metodologia

Para a realização desse trabalho, foram escolhidos três habitats em ambientes confinados na natureza: (i) a toca do *Cynomys ludovicianus*, mamífero roedor que habita as pradarias na região dos Estados Unidos e Canadá, (ii) o ninho do *Macrotermes michaelseni*, cupim que habita as savanas ao sul da África, e (iii) a colônia de formigas cortadeiras da espécie *Atta*. Escolhida a bibliografia, foram estudados os principais mecanismos para todos os habitats e neles os princípios físicos envolvidos. Após leitura da bibliografia, foi feita uma visita à CasaE-UFRGS para familiarização com as tecnologias utilizadas na casa, tanto para eficiência energética quanto para conforto ambiental.

## 3. Soluções na Natureza

Nos três casos, o formato do ninho ou toca é fundamental para o fluxo de ar. Isso é observado por Vogel (1973) referente à toca do *Cynomys ludovicianus*, ao qual, por diferença de alturas nas diferentes entradas de sua toca, como mostrado na fig.1. Vogel também observou que o princípio de Bernoulli está relacionado com a variação de ar ao longo das entradas

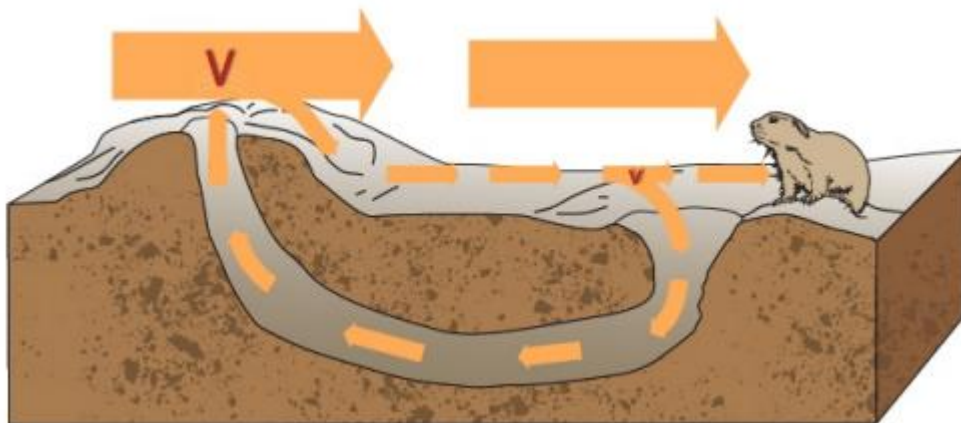


Figura 1: A diferença de altura entre as duas entradas permite fluxo de ar na toca do *Cynomys ludovicianus*.

Já Turner (2001) observa no ninho de *Macrotermes michaelseni* mecanismo de convecção natural induzido, ilustrado na fig.2. O calor, metabolismo e umidade dentro do ninho produzem uma redução na densidade do ar de dentro do ninho, resultando em uma força que o faz circular até a superfície. Para Martin Lüscher, citado por Tuner, o monte de *Macrotermes michaelseni* funciona, essencialmente, como um sistema coração-pulmão.

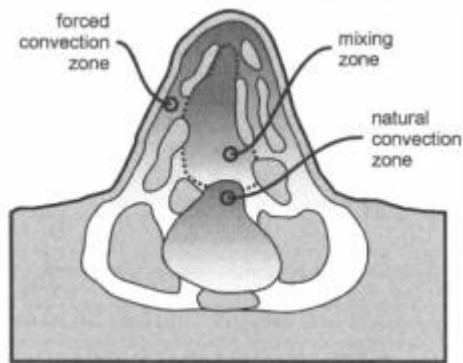


Figure 2: Zonas de convecção no ninho de *Macrotermes michaelsenium*.

De acordo com Bollazzi (2012), as entradas distribuídas em diferentes alturas no ninho das formigas cortadeiras da espécie *Atta*, mostrado na fig.3, constituem um sistema passivo de ventilação, também induzido pela ação dos ventos, pelo princípio de Bernoulli.

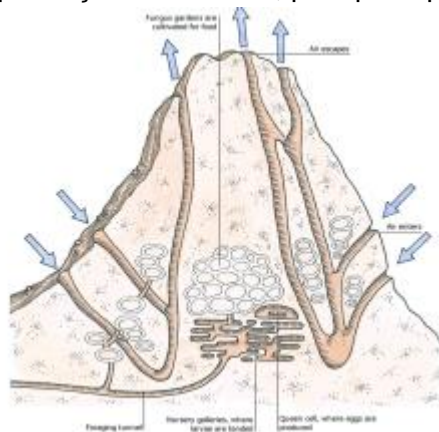


Figura 3: As entradas em diferentes alturas permitem um sistema de ventilação passiva no ninho das formigas *Atta*.

#### 4. Comparações com a CasaE

Dentre os sistemas de climatização na CasaE-UFRGS, o que mais se destaca para esse estudo é a ventilação cruzada. A ventilação cruzada na CasaE-UFRGS funciona de duas formas: (i) na horizontal, através do aproveitamento das brisas externas, e (ii) na vertical, mostrado na fig.4, com entrada pelo sub-piso (não mostrado), sistema de forro angulado e clarabóia.



Figura 4: Sistema de convecção natural de ar através de forro angulado, persiana solar e clarabóia são aplicações do princípio de Bernoulli e efeito Venturi na CasaE-UFRGS.

Com a abertura da claraboia, há uma convecção natural de ar. Isso resulta da redução de densidade de ar com o aumento da temperatura, diferenças de altura e pressão causada pela ação do vento - como na toca do *Cynomys ludovicianus*, no ninho de *Macrotermes michaelseni* e no ninho das formigas da espécie *Atta* - onde o efeito Benouilli está presente. Adicionalmente, o efeito chaminé, ou efeito Venturi, ocorre com o forro angulado, através do crescimento gradual da área de seção transversal, que pode ser explicado pela continuidade do fluxo.

## 5. Referências

1. S. Vogel, C. P. Ellington, Jr., D. L. Kilgore Jr. Wind-Induced Ventilation of the Burrow of the Prairie-Dog, *Cynomys ludovicianus*. J. Comp. Physiol. 85 (1973) 1-14.
2. Christoph Kleineidam, Roman Ernst, Flavio Roces. Wind induced ventilation of the giant nests of the leaf-cutting ant *Atta vollenweider*. Naturwissenschaften 88 (2001) 301-305.
3. <http://www.ufrgs.br/casae/sistemas/climatizacao/ventilacao-cruzada>
4. J. Scott Turner. On the Mound of *Macrotermes michaelseni* as an Organ of Respiratory Gas Exchange. Biology and Philosophy 19 (2001) 327-352.