

**UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE ENTROPIA
GENERALIZADA PARA CARACTERIZAR
DIFERENÇAS ENTRE AS FLUTUAÇÕES DE
TEMPERATURA E DE VELOCIDADE DO VENTO
ACIMA E ABAIXO DA COPA DA FLORESTA
AMAZÔNICA EM RONDÔNIA**

*Fernando Manuel Ramos⁽¹⁾, Maurício José Alves
Bolzan^(1,2), Leonardo Deane de Abreu Sá^(1,3),
Reinaldo Roberto Rosa⁽¹⁾*

1. Laboratório Associado de Computação e Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
2. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)
3. Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

ABSTRACT

São estudadas características específicas da estrutura dos campos de flutuações turbulentas de temperatura e velocidade do vento acima e abaixo da copa da Floresta Amazônica, em Rondônia. São utilizados dados de resposta rápida (taxa de amostragem de 60 Hz) medidos com anemômetro e termômetro sônico (Campbell 3d) durante o Experimento LBA/WETCAM (Large Scale Biosphere Atmosphere Experiment in Amazonia – Atmospheric Mesoscale Campaign), realizado de Janeiro a Março de 1999 na Reserva Florestal do Jaru, em Rondônia. Com base em modelo estatístico baseado na termoestatística não extensiva de Tsallis aplicado à distribuição de incrementos de temperatura (T) e de velocidade do vento (V) é possível determinar um parâmetro entrópico, q , para cada uma dessas variáveis (q_T e q_V). Este contém informação essencial sobre a estrutura das flutuações turbulentas e tem relação estreita com a intermitência de pequena escala. Neste estudo foi investigada a relação q_T/q_V para medidas efetuadas acima e abaixo da copa florestal. Em geral, acima da copa florestal $q_T > q_V$, e abaixo da mesma, $q_T \approx q_V$. São discutidas interpretações físicas para os resultados.



Experimento liderado pelo Brasil:

- **1 Campanha: janeiro a março de 1999**
- **Intensiva: março**
- **Município: Ji-Paraná (RO)**
- **Local: Reserva Biológica do Jaru (Rebio Jaru)**

LBA



SÍTIO EXPERIMENTAL E DADOS

Floresta Amazônica (LBA)

- Torre de 60 metros de altura localizada na Reserva Biológica do Jaru;
- Medidas simultâneas em três diferentes alturas;
- Grandezas u , v , w e T
- Frequência de amostragem de 60 Hz
- Condições logísticas difíceis.



IMAGENS LBA



A TURBULÊNCIA

- A turbulência constitui um dos grandes problemas não totalmente resolvidos da física clássica;
- Limitações computacionais impedem o uso das equações de Navier-Stokes;
- A modelagem da turbulência pode ser realizada:
 - modelos de tensão de Reynolds;
 - modelagem (LES);
 - modelos espectrais;
 - **modelos de Funções de Densidade de Probabilidade (PDFs).**

PROBLEMAS DA TURBULÊNCIA

Objecção a Teoria K41

- Momentos de terceira e quarta ordem não são constantes no subdomínio inercial → Afeta diretamente as Funções de Densidade de Probabilidade (PDFs)
- Associado à **INTERMITÊNCIA**

$$K = \frac{\langle u^4 \rangle}{\langle u^2 \rangle^2}$$

MODELO TEG PARA AS FLUTUAÇÕES TURBULENTAS

- Otimizando $S_q(p)$, sujeito a apropriadas restrições, obtém-se a distribuição:

$$p_i = \frac{1}{Z_q} \left[1 - (1-q) \beta x^2 \right]^{1/(1-q)}$$

- Ramos et al. (1999) e (2001) e Beck (2000) associaram: $x \equiv u_r$
- Neste trabalho, adotou-se uma generalização do modelo de PDF (Beck et al., 2001), e assumiu-se que $p_q(u_r)$ é dado por:

$$p_q(u_r) = \frac{1}{Z_q} \left[1 - \beta(1-q) \left(|u_r|^{2\alpha} - C \operatorname{sign}(u_r) \left(|u_r|^\alpha - \frac{1}{3} |u_r|^{3\alpha} \right) \right) \right]^{1/(1-q)}$$

onde

$$\alpha = f(q)$$

MOMENTOS

Desprezando-se o termo da correção da assimetria, obtém-se o enésimo momento da PDF:

$$\langle u_r^n \rangle = \left(a^{m_n - m_0} \frac{B(\phi_n, \chi_n)}{B(\phi_0, \chi_0)} \right)$$

$$\beta = f \left(\langle |u_r|^2 \rangle \right)$$

$$q = f \left(\langle |u_r|^4 \rangle, \langle |u_r|^2 \rangle \right)$$

Comparação entre o parâmetro q para flutuações de velocidade e temperatura

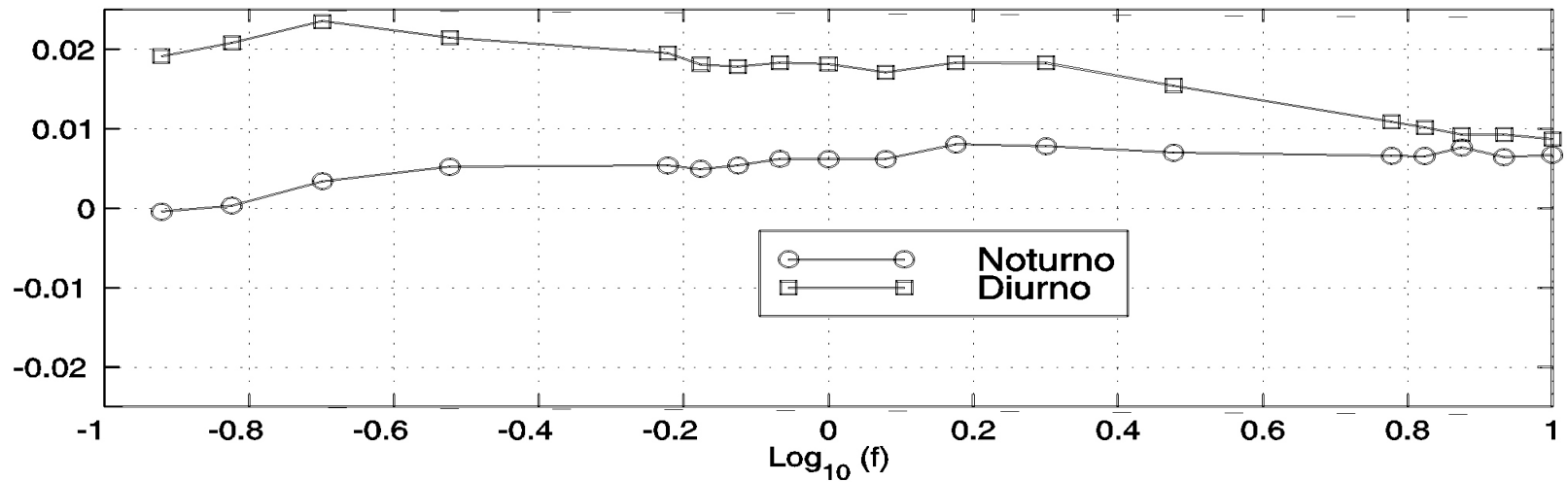
Os resultados da comparação da razão entre os parâmetros q_T , calculado com dados de T , e q_w , calculado com dados de w , para medidas simultâneas de w e T , são estudados para as situações:

(a) acima da copa da floresta Amazônica, para os períodos diurno e noturno e;

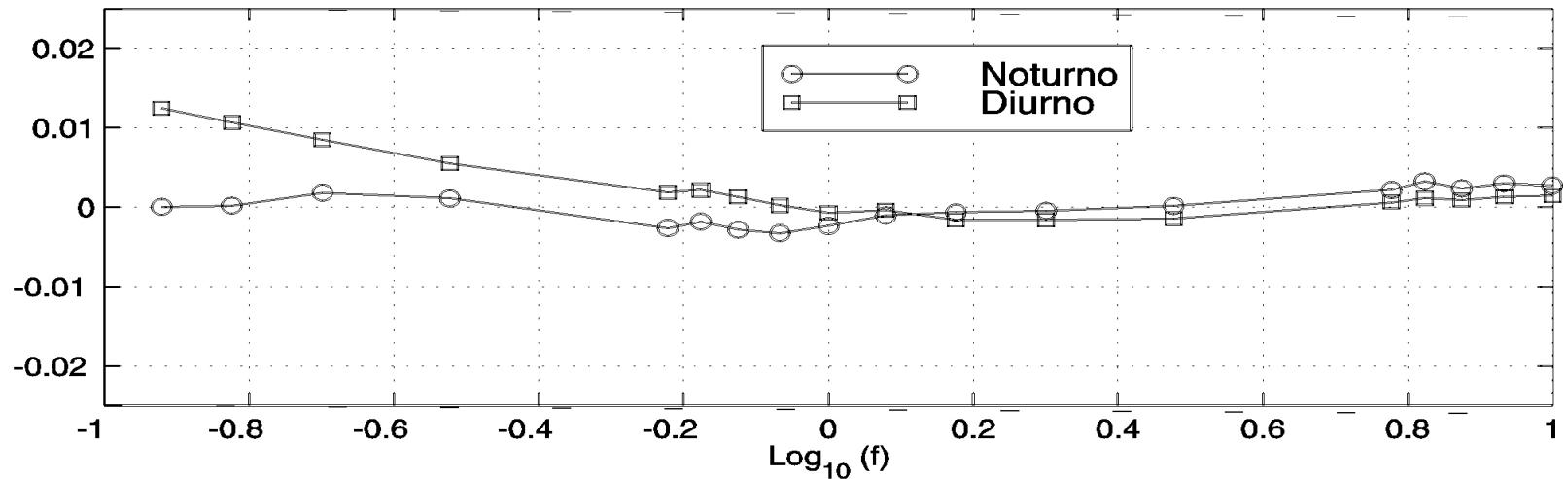
(b) abaixo da copa da floresta Amazônica, para os períodos diurno e noturno.

RAZÃO ENTRE qT e qW

Superior - Medio



Medio - Inferior



ANÁLISE DOS RESULTADOS

- Abaixo da Copa: Note-se no gráfico inferior da figura anterior, referente à diferença entre a razão q_T / q_w do nível médio e inferior, que não há diferenças significativa entre os períodos diurno e noturno. Isto indica que as condições de estabilidade neste intervalo de alturas pouco se modificam ao longo de um dia.
- Acima da Copa: o gráfico superior da figura já há uma distinção bem clara da diferença da razão q_T / q_w entre acima e topo da copa florestal, em relação aos períodos diurno e noturno.

CONCLUSÕES

- **Dentro da Copa:** O resultado mostra que existe **predominância dos fatores mecânicos**, no que se refere à região acima da copa, sobre os térmicos, minimizando a influência da flutuabilidade aí de tal forma que a difusividade térmica seria dirigida por processos mecânicos.
- **Acima da Copa:** o resultado mostra que a **sensibilidade aos períodos diurno e noturno está associada à importância da flutuabilidade na organização dos processos de troca floresta-atmosfera aí.**