

## **ESTUDO DE CASO DA VELOCIDADE DO VENTO NO MUNICÍPIO DE FELIZ DESERTO, ENTRE NÍVEIS DE MEDIÇÃO EM UMA TORRE ANEMOMÉTRICA.**

Allan Rodrigues Silva<sup>1</sup> Roberto Fernando da F. Lyra<sup>2</sup>Rosiberto S. da Silva Junior<sup>2</sup>Adriano C. de Marchi<sup>3</sup>Flavia D. Rabelo<sup>3</sup> Marney Chaves de A. L. Amorim<sup>3</sup> Diogo Nunes da S. Ramos<sup>1</sup>Thalyta Soares dos Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Meteorologista, Mestrando Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Ciências Atmosféricas – Maceió-AL – Brasil. email: allansilva.r@gmail.com

<sup>2</sup>Meteorologista, Prof. Doutor ICAT/UFAL–Maceió–AL–Brasil.

<sup>3</sup>Graduando em Meteorologista, ICAT/UFAL–Maceió–AL–Brasil.

<sup>4</sup>Meteorologista, Mestrando INPE, São Jose dos Campos – SP – Brasil

### **ABSTRACT:**

A research was conducted through case study of the speed between the measurement levels, using the data of wind speed and air temperature for the municipality of FelizDeserto. The results show that between the levels of 30m and 70m, 1% of data had the highest velocity in the lower level, and for levels 30 – 70m and 70 - 100mthis was true for 2% and 15% of the cases, respectively. This confirms the effect of thermal convection in the area of study as well as the influence of the surface in the intensification of the thermal convection. The time interval was well-defined with respect to speed and air temperature, which showed to be very consistent.

**Palavras-chave:** Vento, Convecção térmica, Energia Eólica.

## **1 INTRODUÇÃO**

Atualmente no Brasil e no mundo há uma corrida em busca de avanço tecnológico sobre alternativas de energias renováveis, uma vez que as fontes atuais como hidroelétrica e termoelétrica são questionadas, primeiramente sobre sua supremacia na matriz energética, onde juntas detêm 83,4% (Brasil 2010) bem como minimizar os impactos ambientais gerados por essas tecnologias. Uma das soluções é o estudo do vento como fonte alternativa de energia, sendo renovável e com mínimo impacto ambiental.

De acordo com (STULL 1988) a Camada Limite Atmosfera (CLA) inclui a porção da troposfera diretamente influenciada pela superfície terrestre, respondendo à ação das forçantes mecânico e térmico proporcionado pela ação da transferência de calor e rugosidade. Ocorrendo trocas diretas de energia com a superfície, nas formas de momentum, calor e umidade. Os ventos são gerados pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre, seu deslocamento da origem a diversos efeitos, na atmosfera, na geração de energia, no meio ambiente e outros (CRESESB. 2010) e seu estudo permite estimar com mais acurácia o potencial eólica de uma dada região.

O objetivo deste trabalho é identificara variação da velocidade do vento entre os níveis de medição através da temperatura, umidade e pressão. Isto será feito através de dados obtidos do projeto “Atlas Eólico e Disseminação da Tecnologia Eólica no Estado de Alagoas” (Nº ECV-152/2005) o qual foi desenvolvido em parceria entre ELETROBRAS, UFAL e LACTEC.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados horários de todo o mês de dezembro de 2008 no município de Feliz Deserto, coletados durante a execução do projeto ELETROBRÁS. Estando a 36m de altura com relação ao nível médio do mar. Uma torre de 100m de altura foi instalada no município de Feliz Deserto está localizada nas coordenadas geográficas 10°16'S e 36°18'O para fazer medições de velocidade e direção do vento, maiores detalhe na figura 1 e tabela 1.

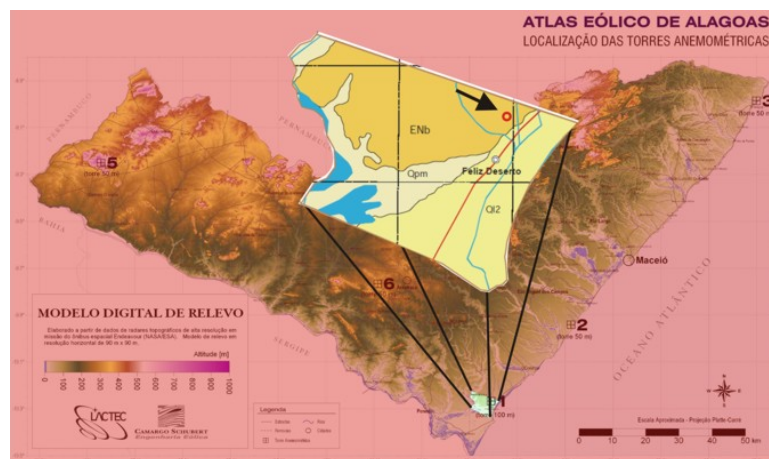


Figura 1 - Posicionamento das torres. (Fonte:(LACTEC 2006).

A torre possui um sistema de aquisição de dados, modelo CR800 (Campbell Scientific inc), painel solar, sensores de velocidade tipo concha e direção (Vetor Instruments) bem como sensor de temperatura e umidade. Apresentando registros de medições, médias de 10 minutos para todas as variáveis.

Sensores	Alturas
Velocidade	30m/70m/100m
Direção	70m/100m
T/UR	20m/100m
P_atm	20m

Tabela 1 – Dispos

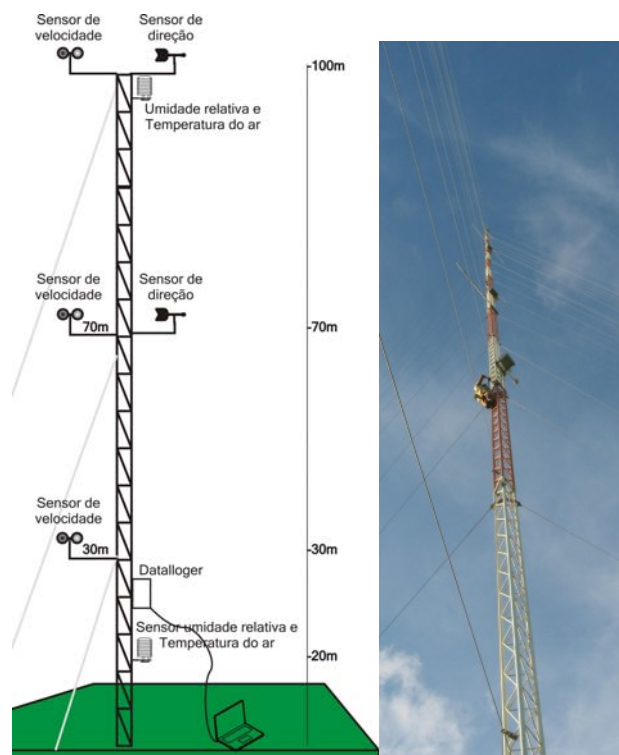


Figura 2 – Diagramação dos instrumentos e foto in loco da torre.

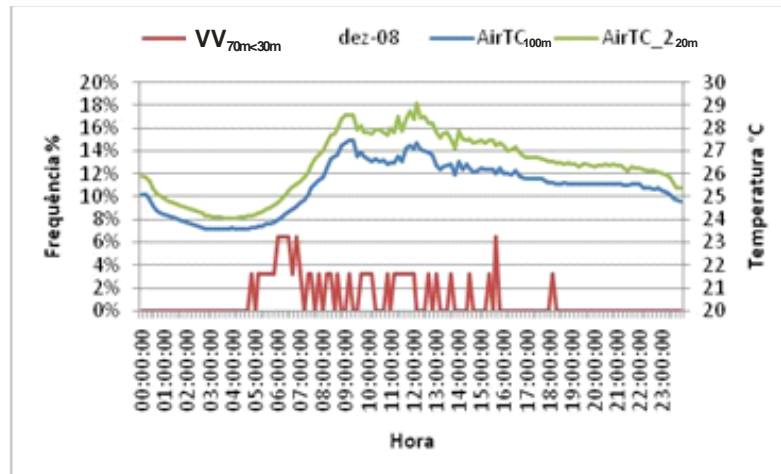
Foram analisados para estação de Feliz Deserto um conjunto de dados de velocidade nos níveis 30, 70 e 100 metros, com resolução temporal de 10 minutos, para o mês de Dezembro 2008, às velocidades entre dois níveis (30 e 70m), (30 e 100m) e (70 e 100m) é assim é apresentada na tabela 1, para coluna 30>70, apresenta o número de casos onde a velocidade a 30 metros foi superior a 70 metros para cada hora do mês, do mesmo raciocínio aplica-se a coluna 30>100 e 70>100.

**Tabela 2– Números de casos dos níveis de medição para todo mês de Dezembro.**

Hora \ Altura (m)	30 > 70	%	30 > 100	%	70 > 100	%
00:00 – 00:50	0	0%	0	0%	0	0%
01:00 – 01:50	0	0%	0	0%	0	0%
02:00 – 02:50	0	0%	0	0%	0	0%
03:00 – 03:50	0	0%	0	0%	0	0%
04:00 – 04:50	1	1%	1	1%	3	2%
05:00 – 05:50	5	3%	4	2%	4	2%
06:00 – 06:50	11	6%	10	5%	11	6%
07:00 – 07:50	4	2%	3	2%	25	13%
08:00 – 08:50	3	2%	4	2%	42	23%
09:00 – 09:50	3	2%	7	4%	54	29%
10:00 – 10:50	3	2%	11	6%	84	45%
11:00 – 11:50	5	3%	12	6%	96	52%
12:00 – 12:50	2	1%	10	5%	84	45%
13:00 – 13:50	2	1%	6	3%	76	41%
14:00 – 14:50	1	1%	6	3%	76	41%
15:00 – 15:50	3	2%	9	5%	67	36%
16:00 – 16:50	0	0%	3	2%	32	17%
17:00 – 17:50	0	0%	1	1%	6	3%
18:00 – 18:50	1	1%	2	1%	4	2%
19:00 – 19:50	0	0%	0	0%	2	1%
20:00 – 20:50	0	0%	0	0%	0	0%
21:00 – 21:50	0	0%	0	0%	0	0%
22:00 – 22:50	0	0%	0	0%	0	0%
23:00 – 23:50	0	0%	0	0%	0	0%

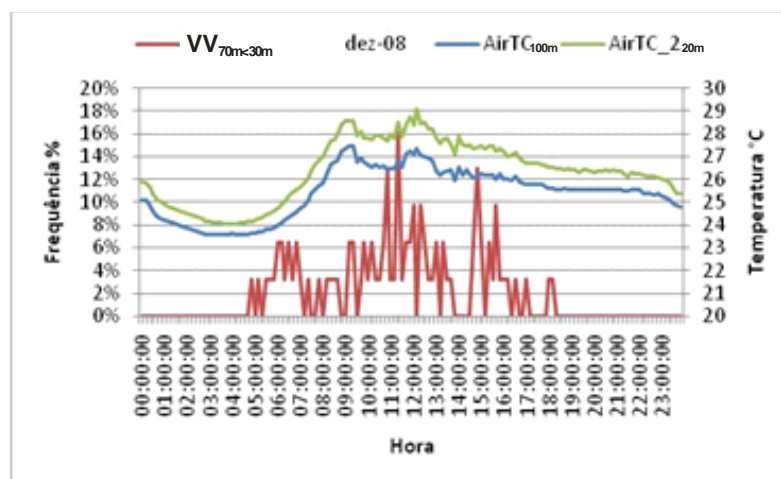
### 3 Resultados e Discussão

A figura 3 apresenta o número de casos em porcentagem (linha vermelha) por hora onde a velocidade do vento ao nível de 30 metros (mais próximo a superfície) superou o nível de 70 metros (nível mais elevado), situação esta que contraria a teoria do perfil logaritmo da velocidade do vento, que afirma que o vento aumenta de intensidade a medida que aumenta a altura com relação a superfície. Observa-se o fluxo convectivo entre 5hs e 15hs abrange todo período diurno. Analisando o fluxo de ar ascendente pela temperatura dos níveis de 100 metros (linha azul) e 20 metros (linha verde) verifica-se que o fluxo torna-se notável com aumento da temperatura, ficando explícito que a diferença aumenta com as maiores temperaturas. Para (ELTAHIR e PAUL 1996) a temperatura e umidade na superfície são importantes nos processos termodinâmicos deste sistema associados às instabilidade locais, bem como confirmado por (STULL 1988, VIANELLO e ALVES 2000), a existência Camada Limite Convectiva, que além da influência do atrito do ar com superfície, fica claro o efeito gerado pelo aquecimento do ar junto a superfície, provocando movimento ascendentes.



**Figura 3 – Análise percentual para casos cuja velocidade do vento a 30m superou a velocidade a 70m (Linha Vermelha) e temperatura do ar a 20m (linha verde) e 100m (linha azul).**

Tendo em vista que a maior ocorrência de velocidade no nível de 30m está entre os horários de maior temperatura do ar, com base nas figuras 3, 4 e 6. Entretanto é possível observar a variabilidade no número de casos cuja comparação dos níveis 70m e 100m obteve o aumento aproximadamente de 67% conforme mostrado na figura 4, evidenciando que os movimentos ascendentes próximo a superfície são mais intensos. Utilizando a argumentação proposta por (ACEVEDO 2003), onde observou que as camadas mais baixas da atmosfera estão em geral mais aquecidas e umedecidas, processos de convecção transferem de maneira eficiente energia para níveis bem mais altos, diante disso, para a figura 3 e 4 não foi possível observar o crescimento elevado dessa variação térmica em níveis superiores. Porém, para a figura 6 a comparação entre os níveis 70m e 100m obteve um aumento no número de casos, o que confirma a hipótese levantada por ACEVEDO, 2003.



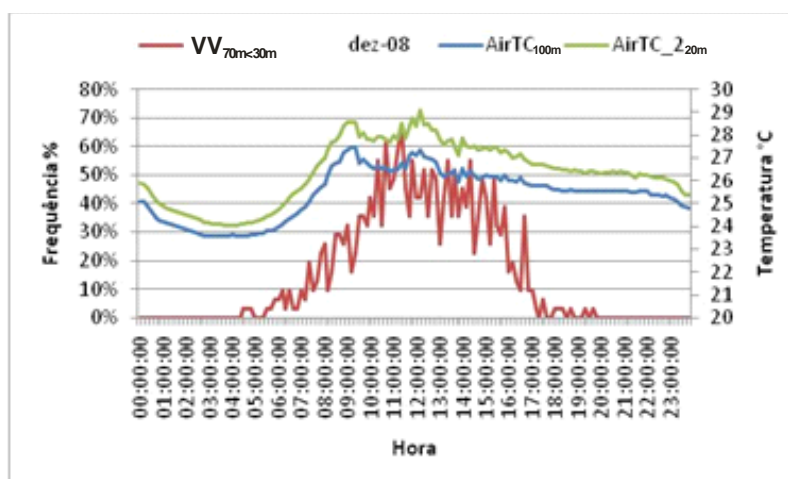
**Figura 4 - Velocidade onde nível 30m superou 100m.**

Na figura 6, foram registrados um grande crescimento das ocorrências feitas com relação as comparações da velocidade do ar nos níveis de 70 e 100 metros. Outro fator considerado também foi o fato de que em situações de solo nu, ou seja, sem cobertura vegetal, para o caso do período estudado (dezembro) ver figura 5.



**Figura 5**–Imagem região de estudo para o mês de dezembro 2008.

Vale destacar que a região de estudo tem como principal característica o cultivo da monocultura cana-de-açúcar, onde o mês de dezembro para os produtores de cana-de-açúcar é período de colheita e conseqüentemente a área estaria sob condições de solo nu. As diferenças existente no tipo de superfície e rugosidade, que contribuem diretamente no transporte de energia (SHAW 1977, ARYA 1988, STULL 1988, KAIMAL e FINNIGAN 1994).



**Figura 6**– Velocidade onde o nível de 70m superou 100m.

Para SOUZA et al. (2000) concluiu que, em estudo sobre solos (pasto e floresta) a condutividade térmica varia com a litologia e o teor de umidade, onde a variabilidade sazonal dos fluxos de calor podem ser atribuídas, principalmente as diferenças de cobertura vegetal.

#### 4 Conclusão

A falta de cobertura vegetal mostrou que o processo de convecção local, provocou aumento da temperatura superficial e favoreceu a ascensão vertical do ar, assim espera que esse processo diminua com o crescimento da cultura.

As maiores ocorrências de convecção do ar apresentaram-se durante o período diurno, conforme as médias horárias bem como, os registros de temperatura que tornou clara a evidências durante os maiores picos de temperaturas.

Para a velocidade do vento, pode-se observar que o aumento da velocidade do vento com a altura é influenciado pela condição da superfície, em termos de cobertura do solo, rugosidade e transferência de calor.

Percebe-se que a altura entre os níveis estudados sofre o efeito direto da ação da rugosidade (força de atrito), por isso que a frequência é menor entre 30-70 em comparação com os níveis 70-100. O maior fluxo de ar ascendente apresentou durante o período diurno (período de maior instabilidade), já durante o período noturno onde só há contribuição mecânica (atmosfera estável) obteve os menores fluxos.

O resultado apresentado neste trabalho, significa um esforço experimental no estudo envolvido, mesmo com falta de algumas variáveis de medição que possibilitariam uma maior acurácia dos resultados. Servindo como primeiro passo para futuros trabalhos sobre convecção térmica na região.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, O.C. “Interação Superfície- Atmosfera.” Revista Ciência & Natura, 2003: p.89 - 106.

ARYA, S. P. Introduction to Micrometeorology. San Diego: Academic, 1988, 307p.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional 2009: (Preliminar). Empresa de Pesquisa Energética, 2010.

CRESESB., Centro de Referencia para a Energia Solar e Eólica Sérgio da Silva Brito.: “Centro de Referencia para a Energia Solar e Eólica Sérgio da Silva Brito.” Edição: Ricardo Dutra. 2010. [http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial\\_eolica\\_e-book.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/tutorial_eolica_e-book.pdf) (acesso em 29 de Abril de 2010).

ELTAHIR, E.A.B.; J.S. PAUL. “Relationship between surface conditions and subsequent rainfall in convective storms.” 1996.

KAIMAL, R. C.; J. J. FINNIGAN. Atmospheric boundary layer flows. Their structure and measurement. Oxford: Oxford University Press, 1994.

LACTEC, Instituto de tecnologia para o desenvolvimento -. “Atlas Eólico e Disseminação Eólica no Estado de Alagoas.” Curitiba, 2006.

SHAW, R. H. Curso de micrometeorologia. Piracicaba: Purdue University, 1977.

SOUZA, JOSÉ RICARDO SANTOS.; MIDORI MAKINO; MARIA CRISTINA NEGRÃO VERA CRUZ; ZILURDES FONSECA LOPES. “Fluxo de calor em solos sob floresta e pastagem em Marabá - PA.” Anais do XI congresso brasileiro de meteorologia, Outubro 2000.

STULL, R. B. An introduction to Boundary-Layer Meteorology. Dordrecht, NL (Holanda): Kluwer Academic Press, 1988.

VIANELLO, R.L.; A.R. ALVES. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa, MG, BRASIL: Ed. UFV, 2000.

VIANELLO, RUBENS LEITE; AQUILES SANDANIELO. “Ciclo diário do regime térmico do solo de Viçosa, sob três tipos de cobertura.” 1984.