

**UTILIZAÇÃO DE EXAUSTORES EÓLICOS NO CONTROLE DA
TEMPERATURA E DA VENTILAÇÃO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

RENÉ PORFIRIO CAMPONEZ DO BRASIL

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração: Irrigação e
Drenagem.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro – 2004

**UTILIZAÇÃO DE EXAUSTORES EÓLICOS NO CONTROLE DA
TEMPERATURA E DA VENTILAÇÃO EM AMBIENTE
PROTEGIDO**

RENÉ PORFIRIO CAMPONEZ DO BRASIL

ENGENHEIRO CIVIL

Orientador: **Prof. Dr. MARCOS VINICIUS FOLEGATTI**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área
de Concentração: Irrigação e Drenagem.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Outubro – 2004

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Camponez do Brasil, René Porfírio

Utilização de exaustores eólicos no controle da temperatura e da ventilação em ambiente protegido / René Porfírio Camponez Do Brasil. - - Piracicaba, 2004.
74 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.
Bibliografia.

1. Ambiente protegido (plantas) 2. Conforto térmico das construções 3.
Exaustores 4. Ventilação I. Título

CDD 631.583

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

À minha esposa *Sely*

Aos meus filhos *Mariana e Afonso*

Aos meus pais *Moacyr e Therezinha* (in memoriam)

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a consecução desse trabalho. Em especial, agradeço:

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP – através do Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Marcos Vinícius Folegatti, pela confiança depositada, amizade e sempre presente orientação.

Aos professores do Departamento de Engenharia Rural, pela oportunidade concedida para a realização do curso de Pós-Graduação e pelos ensinamentos ao longo do mesmo.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao colega Roberto Terumi Atarassi, pela colaboração e amizade na elaboração e condução do experimento.

Aos colegas de curso, Carmelo, Edivaldo Casarini, Enio F.F. Silva, Flávio F. Blanco, Luiz Fernando S. M. Campeche e Ronaldo Resende, pelo apoio, sugestões e pela convivência e amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Solos e Manejo de Irrigação, Gilmar Batista Grigolon, Sr Antonio Gozzo, António César S. Rocha (in memoriam), Hélio Toledo Gomes, Davilmar Aparecida D. Collevatti, Sandra Regina T. Silveira Mello e Vanda Macedo Zambello, pela ajuda prestada em todas as etapas deste estudo.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| LISTA DE FIGURAS..... | i |
| RESUMO..... | vii |
| SUMMARY..... | ix |
| 1 INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Temperatura..... | 4 |
| 2.2 Umidade relativa..... | 6 |
| 2.3 Radiação solar..... | 7 |
| 2.4 Balanço de energia..... | 8 |
| 2.5 Resfriamento evaporativo..... | 9 |
| 2.6 Ventilação..... | 9 |
| 2.6.1 Ventilação natural..... | 12 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 15 |
| 3.1 Caracterização do local e período de experimentação..... | 15 |
| 3.2 Instalação dos exaustores eólicos na estufa..... | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.3 | Variáveis meteorológicas internas e externas | 21 |
| 3.4 | Temperatura do ar no ambiente protegido | 22 |
| 3.5 | Distribuição vertical e horizontal de temperatura do ar (isotermas). | 24 |
| 3.6 | Manejo de cortinas do ambiente protegido. | 25 |
| 3.7 | cálculo da eficiência do rebaixamento de temperatura do ar | 26 |
| 3.8 | Cultura plantada | 26 |
| 3.9 | Determinação da rotação do exaustor eólico..... | 27 |
| 3.10 | Determinação da capacidade de ventilação dos exaustores eólicos | 27 |
| 3.11 | Cálculo da perda de calor através da ventilação | 29 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 31 |
| 4.1 | Variação da temperatura e determinação das temperaturas médias. | 31 |
| 4.2 | Efeito do manejo de cortinas na temperatura dos ambientes protegidos | 33 |
| 4.2.1 | Cortinas laterais e frontais fechadas..... | 33 |
| 4.2.2 | Cortinas laterais e frontais abertas com 1,0m | 35 |
| 4.2.3 | Cortinas laterais abertas com 1,0m e cortinas frontais totalmente fechadas. ... | 43 |
| 4.2.4 | Cortinas laterais totalmente fechadas e cortinas frontais abertas com 1,0m. ... | 50 |
| 4.2.5 | Cortinas laterais e frontais abertas com 1,0m com apenas o exaustor central aberto..... | 57 |
| 4.3 | Determinação da capacidade de ventilação dos exaustores eólicos | 63 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.1 | Determinação do número de rotações para fazer uma troca de ar no ambiente | 66 |
| 5 | CONCLUSÕES..... | 68 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 69 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|----|--|
| 1 | Passagem do ar fresco no sistema lantermin..... 13 |
| 2 | Exaustor eólico com base de fixação..... 14 |
| 3 | Ambientes protegidos utilizados no experimento, em Piracicaba, SP..... 15 |
| 4 | Dimensões do ambiente protegido no sentido transversal..... 16 |
| 5 | Localização dos exaustores eólicos na cobertura da estufa..... 19 |
| 6 | Esquema de instalação do exaustor eólico e do sistema de fechamento, na cobertura da estufa..... 20 |
| 7 | (a) instalação do exaustor no teto utilizando tubos de metalon e (b) detalhe do sistema de fechamento do exaustor..... 20 |
| 8 | (a) Sistema de aquisição de dados CR23X; (b) sensores de radiação global, umidade relativa e temperatura do ar, velocidade e direção do vento externas à casa de vegetação..... 22 |
| 9 | Localização dos termopares na direção horizontal dentro do ambiente protegido..... 23 |
| 10 | Localização dos termopares na direção vertical dentro do ambiente protegido..... 23 |

| | | |
|----|--|----|
| 11 | Planta baixa dos ambientes protegidos com a localização do corte longitudinal (L-L) e dos cortes transversais C1, C2, C3, C4, C5 e C6..... | 25 |
| 12 | Anemômetro ultra-sônico modelo CSAT3 da Campbell Scientific Inc instalado próximo a entrada do exaustor eólico central..... | 29 |
| 13 | Perfis verticais da temperatura do ar no eixo longitudinal central dos ambientes protegidos: (a) temperatura média as 13:30h dia 29/06, (b) temperatura média as 13:30h dia 04/07..... | 34 |
| 14 | Variação da temperatura do ar nos ambientes protegidos (CE) com exaustor eólico e (SE) sem exaustor e (Ext) no ambiente externo no dia 29/06/04..... | 35 |
| 15 | Temperaturas médias obtidas ao longo do dia 13 de abril nos ambientes protegidos cultivados com pimentão, com as cortinas frontais e laterais abertas com 1m de altura e os três exaustores eólicos abertos..... | 36 |
| 16 | Gráficos das temperaturas médias no dia 13 de abril nas alturas de 0,5m; 1,0m; 2,0m e 3,0m, nos ambientes protegidos cultivados com pimentão, cortinas frontais e laterais abertas com 1m de altura e os três exaustores eólicos abertos para: a) temperaturas médias das 6:00 – 18:00 horas e b) temperaturas médias as 14:45h..... | 37 |
| 17 | Corte longitudinal do vão central dos ambientes protegidos cultivados com pimentão, com as cortinas frontais e laterais abertas com 1m de altura, as 12:00 horas do dia 13 de abril: a) com os três exaustores eólicos abertos, e b) sem exaustor eólico..... | 38 |

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

