

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ MÁRCIO PELUSO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS
FÍSICAS DE SISTEMAS COLETORES SOLARES
PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.**

FLORIANÓPOLIS

2002

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ MÁRCIO PELUSO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS
FÍSICAS DE SISTEMAS COLETORES SOLARES
PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área: Construção Civil

Orientador: Ricardo Ruther, Dr.

Florianópolis

2002

JOSÉ MÁRCIO PELUSO

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE
SISTEMAS COLETORES SOLARES PLANOS PARA
AQUECIMENTO DE ÁGUA.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Coordenador

Banca Examinadora:

Prof. Ricardo Rutther, Dr.
Orientador

Prof. Cláudio Emanuel Pietrobon, Dr.

Prof. Luiz Alberto Gomes, Dr.

Prof. Roberto Lamberts, PhD

Ficha Catalográfica

PELUSO, José Márcio

Análise da influência de características físicas de sistemas coletores solares de placa plana para aquecimento de água. Florianópolis, UFSC, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, 2002.251 p.

Dissertação: Mestrado em Engenharia Civil (Construção Civil)

Orientador: Ricardo Ruther

1. Coletores em Termossifão 2. Aquecimento Solar 3. Eficiência e Confiabilidade

I. Universidade Federal de Santa Catarina

II. Curso de pós-graduação em Engenharia Civil.

Com leves diferenças, cada homem em particular e todos os homens em comum se propõe um fim, para cuja concepção buscam certas coisas e

evitam outras. Este fim é a felicidade e os elementos que a constituem

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Ricardo Ruther, pela orientação e incentivo no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Cláudio Emanuel Pietrobon, por disponibilizar seu tempo às minhas dúvidas, tornando possível a finalização deste trabalho e por seu espírito inovador.

Ao Professor Roberto Lamberts, por ser inovador e por incentivar e valorizar o potencial criativo de todas as pessoas que o rodeiam.

A Professora Janaíde Cavalcante Rocha, por estar sempre disponível e pelos esclarecimentos que muito contribuíram na elaboração e execução deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina e ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realização do mestrado.

À empresa SOLARSOL - Indústria de Aquecedores Solar Ltda, que cedeu espaço para a realização deste trabalho, equipamentos e por sua participação ativa nestes.

À minha esposa Laura por seu amor traduzido em compreensão, carinho e incentivo constantes e aos meus filhos Thiago (*in memorian*) e André, que mantiveram a dignidade de crianças em meus momentos de ausência, e pelos quais todo e qualquer esforço vale a pena.

Aos meus pais, Edgard Peluso (*in memorian*) e Milene Ciscouto Peluso, pelo apoio em todos os momentos da minha vida, pelo carinho e paciência.

Em especial, aos colegas de mestrado que souberam ser humildes e imparciais nos momentos difíceis, pelo carinho, pela atenção, por compartilhar de forma tão completa minhas idéias e incansável apoio durante todo o curso.

E a todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

Antes de tudo, o importante é aprender a estar de acordo.

Muitos dizem que sim, mesmo se não estão de acordo.

Muitos nem chegam a ser consultados.

E ainda há muitos que sempre estão de acordo, até quando não devem.

Por isso tudo, o importante é aprender a estar de acordo.

Bertolt Brecht

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	1
1.2 PROPOSTAS E JUSTIFICATIVAS.....	6
1.3 OBJETIVO GERAL.....	7
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
CAPÍTULO II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 HISTÓRICO.....	9
2.2 A ENERGIA SOLAR.....	13
2.3 AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR	19
2.4 CONCEITOS FUNDAMENTAIS	36
2.4.1 TRANSFERENCIA DE CALOR	36
2.4.2 DEFINIÇÕES CONFORME NBR	37
2.5 COLETORES SOLARES PLANOS.....	43
CAPÍTULO - III - MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1 A MATÉRIA PRIMA	45

3.1.1	DESCRIÇÃO DOS SISTEMAS MONTADOS	47
3.1.2	CARACTERÍSTICAS DOS COLETORES	49
3.2	DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL DO SISTEMA.....	50
3.2.1	DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	52
3.3	MÉTODOS EXPERIMENTAIS	54
3.3.1	MEDIDAS DO DESEMPENHO COS COLETORES	54
3.3.2	MEDIDA DA TEMPERATURA.....	55
3.3.3	MEDIDA DA VAZÃO	57
3.3.4	MEDIDA DA RADIAÇÃO SOLAR	59
3.3.5	CONEXÃO DOS TERMOPARES	60
3.3.6	LOCALIZAÇÃO.....	63
CAPÍTULO - IV - RESULTADOS E DISCUSÃO		64
4.1	CALIBRAÇÃO DOS TERMOPARES.....	64
4.2	AFERIÇÃO DO INDICADOR DE TEMPERATURA	67
4.3	CORREÇÃO NO VALOR DA RADIAÇÃO SOLAR.....	67
4.4	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERAÇÃO.....	69
4.5	AFERIÇÃO DO ROTÂMETRO.....	71
4.6	DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA MÉDIA GLOBAL.....	72
CAPÍTULO V		76
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		77
ANEXO 1		82
ANEXO 2		100

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELA 3.1 – Discriminação dos coletores	49
TABELA 3.2 – Execução das instalações	50
TABELA 3.3 – Instrumentos para coleta de dados	52
TABELA 3.4 – Vazão nos Coletores Solares	59
TABELA 4.1 – Aferição dos termopares à 15°C e 45°C.....	65
TABELA 4.2 - Aferição dos termopares à 30°C e 75°C	66
TABELA 4.3 – Radiação solar no plano dos coletores	68
TABELA 4.4 – Radiação solar na horizontal.....	68
TABELA 4.5 – Determinação desvio padrão.....	69
TABELA 4.6 – Dados estatísticos mensais de eficiência térmica dos coletores solares	73

TABELA 4.7 – Dados estatísticos do período – eficiência térmica dos coletores solares73

TABELA 4.8 – Eficiência e ganho de energia médios mensais dos coletores..... 75

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Aquecimento de água e termossifão em ciclo aberto	2
FIGURA 1.2 - Aquecimento de água e termossifão em ciclo fechado.....	3
FIGURA 1.3 - Rendimento dos coletores solares planos	3
FIGURA 2.2.1 - Relação do sol com a terra.....	14
FIGURA 2.2.2 - Natureza direcional da radiação solar fora da atmosfera terrestre.....	14
FIGURA 2.2.3 - Distribuição espectral da radiação solar	15
FIGURA 2.2.4 - Poder emissivo espectral do corpo negro, distribuição de Planck.....	16
FIGURA 2.2.5 - Mapa mundial de radiação total média em kWh/m ² ano.....	18
FIGURA 2.2.6 - Atlas solar do Brasil – Irradiação Global – Média Anual	18
FIGURA 2.3.1 - Geometria do coletor usado	20
FIGURA 2.4.2.1 - Ângulo solar horário, de altitude, de azimute e da superfície inclinada..	41
FIGURA 3.1 - Foto das instalações dos coletores solares de placa plana	45
FIGURA 3.1a – Lay-out (Norte verdadeiro, implantação dos coletores e entorno).....	46
FIGURA 3.2 - Foto da montagem da placa coletora vertical	46

FIGURA 3.3 - Foto do termopar	53
FIGURA 3.4 - Esquema de confecção do termopar	53
FIGURA 3.5 - Foto da placa de acionamento para conexão dos termopares	54
FIGURA 3.6 - Foto de termopar e conexões para fixação na canalização dos sistemas	56
FIGURA 3.7 - Esquema de ensaio para fluido de serviço em circuito aberto.....	56
FIGURA 3.8 - Esquema de ensaio para fluido de serviço em circuito fechado	57
FIGURA 3.9 - Foto do rotâmetro	58
FIGURA 3.10 - Foto do Actinógrafo (piranógrafo)	60
FIGURA 3.11 - Esquema de localização dos termopares.....	61
FIGURA 3.12 - Foto do detalhe da conexão para termopar	61
FIGURA 3.13 - Foto do detalhe das conexões para termopar	62
FIGURA 3.14 - Mapa regional do Paraná	63
FIGURA 3.15 -Mapa das estações meteorológicas do Paraná	63
FIGURA 3.16 - Foto da estação meteorológica UEM-INMET Maringá.....	64
FIGURA 4.1 - Linearização dos termopares à 15°C e 45°C	65
FIGURA 4.2 - Linearização dos termopares à 30°C e 75°C	66
FIGURA 4.3 - Foto do Indicador digital, display	67
FIGURA 4.4 - Foto do Indicador digital, entradas	67
FIGURA 4.5 - Comportamento da radiação média incidente nos coletores	69
FIGURA 4.6 - Cálculo do ponto estagnação na temperatura da água	71
FIGURA 4.7 - Curvas de aferição do rotâmetro.....	72

LISTA DE SÍMBOLOS

- A - Área da placa absorvedora
- Aa - Área de abertura
- Ac - Área do coletor
- Am - Área mínima de ocupação
- Cp - Calor específico
- F - Fator de eficiência de remoção de calor do coletor solar
- G_{s,c} - Constante solar
- G_T - Fluxo de radiação solar total
- G_b - Fluxo de radiação solar direta
- G_d - Fluxo de radiação solar difusa
- I - Intensidade de radiação
- K - Fator de correção do ângulo de incidência da radiação solar
- H - Altura entre o reservatório de água quente e coletor
- m - Vazão mássica de fluido
- P - Potência útil de um coletor solar
- Q_t - Energia solar incidente média mensal total
- Q_b - Energia solar incidente média mensal direta
- Q_d - Energia solar incidente média mensal difusa
- Q_u - Energia útil ganha pelo coletor

- S - Radiação solar por unidade de área da placa absorvedora
- T - Temperatura da água fria no condutor principal
- Ta - Temperatura ambiente
- Tc - Temperatura de saída do fluido para consumo
- Ti - Temperatura do fluido na seção de saída do coletor solar
- Tm - Temperatura média da água na entrada e saída do trocador de calor
- To - Temperatura do fluido na seção de entrada do coletor solar
- To,t - Temperatura do fluido na saída do coletor num tempo t medido
- To,init - Temperatura do fluido na saída do coletor quando a radiação solar é interrompida.
- U - Coeficiente de perda de energia do coletor
- U_L - Resistência de transferência de calor da placa absorvedora até o ar ambiente
- U_o - Resistência de transferência de calor desde o fluido até o ar ambiente
- v - Velocidade do vento
- a - Coeficiente de transmitância solar das coberturas transparentes
- b - Coeficiente de absorção da lâmina do coletor
- bo - Coeficiente de modificação do ângulo de incidência
- t - Constante de tempo

SÍMBOLOS GREGOS

η	-	Rendimento térmico
θ	-	Ângulo de incidência da radiação solar
θ_z	-	Ângulo zenital
α_s	-	Altitude solar
δ	-	Ângulo da declinação solar
w	-	Ângulo solar horário
Φ	-	Ângulo da latitude local
β	-	Ângulo de inclinação dos coletores
γ	-	Ângulo azimute em relação ao meridiano local
σ	-	Desvio padrão
ρ	-	Densidade do fluido de trabalho
ΔT	-	Diferença de temperatura do fluido através do coletor

RESUMO

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SISTEMAS COLETORES SOLARES PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.

Este trabalho apresenta uma análise da otimização de cinco coletores solares de placa plana a termossifão, com o objetivo de avaliação do seu rendimento térmico e de sua eficiência energética para cada um dos modelos montados, através de ensaio à temperatura ambiente, pelo período de 120 (cento e vinte) dias. Para tanto, foi montado uma bancada de testes que contém cinco tipos diferentes de coletores, preocupando-se em manter constantes suas áreas, usando-se o mesmo depósito de água fria e também mantendo se constante o volume do reservatório de água quente. Além disso, os metais empregados, os isoladores e a maneira de montar também foram mantidos constantes, mudando-se apenas as características construtivas interiores dos coletores. A modelação dos sistemas é apresentada em detalhes, considerando as equações da conservação de energia, equação de transferência de energia (temperatura) através da convecção, condução, radiação (processos e propriedades) e radiação ambiental (solar). Os resultados experimentais obtidos de cada coletor são avaliados entre si, para a determinação do melhor modelo quanto aos aspectos físicos de montagem, eficiência energética no aquecimento de água e o rendimento térmico dos mesmos.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF COLLECTING SYSTEMS SOLAR PLANS THE WATER HEATING.

This work presents an analysis of optimization of five collectors solar of plane the thermosifon, with the objective of evaluation for its thermal revenue and of its energy efficiency for each one of the mounted models, through rehearsal to the temperature sets, for the period of the 120 days. For so much, it was set up a supported of tests that you they count five types different from collectors, worrying in maintaining its constant areas, being used the same deposit of cold water and also staying constant the body of the reservoir of hot water. Besides, the metals employees, the insulators and the way to set up were also maintained constant, just moving the characteristics constructive interiors of the collectors. The modelação of the systems is presented in details, considering the equations of conservation of energy, equation of transfer of energy (temperature) through the convection, conduction, radiation (processes and properties) and environmental radiation (solar). The obtained experimental results of each collector are to each other appraised, for the determination for the best model with relationship to the physical aspects of assembly, energy efficiency in the heating of water and the thermal revenue of the same ones.

RESUMO

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SISTEMAS COLETORES SOLARES PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.

Este trabalho apresenta uma análise da otimização de cinco coletores solares de placa plana a termossifão, com o objetivo de avaliação do seu rendimento térmico e de sua eficiência energética para cada um dos modelos montados, através de ensaio à temperatura ambiente, pelo período de 120 (cento e vinte) dias. Para tanto, foi montado uma bancada de testes que contém cinco tipos diferentes de coletores, preocupando-se em manter constantes suas áreas, usando-se o mesmo depósito de água fria e também mantendo se constante o volume do reservatório de água quente. Além disso, os metais empregados, os isoladores e a maneira de montar também foram mantidos constantes, mudando-se apenas as características construtivas interiores dos coletores. A modelação dos sistemas é apresentada em detalhes, considerando as equações da conservação de energia, equação de transferência de energia (temperatura) através da convecção, condução, radiação (processos e propriedades) e radiação ambiental (solar). Os resultados experimentais obtidos de cada coletor são avaliados entre si, para a determinação do melhor modelo quanto aos aspectos físicos de montagem, eficiência energética no aquecimento de água e o rendimento térmico dos mesmos.

RESUMO

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE SISTEMAS COLETORES SOLARES PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA.

Este trabalho apresenta uma análise da otimização de cinco coletores solares de placa plana a termossifão, com o objetivo de avaliação do seu rendimento térmico e de sua eficiência energética para cada um dos modelos montados, através de ensaio à temperatura ambiente, pelo período de 120 (cento e vinte) dias. Para tanto, foi montado uma bancada de testes que contém cinco tipos diferentes de coletores, preocupando-se em manter constantes suas áreas, usando-se o mesmo depósito de água fria e também mantendo se constante o volume do reservatório de água quente. Além disso, os metais empregados, os isoladores e a maneira de montar também foram mantidos constantes, mudando-se apenas as características construtivas interiores dos coletores. A modelação dos sistemas é apresentada em detalhes, considerando as equações da conservação de energia, equação de transferência de energia (temperatura) através da convecção, condução, radiação (processos e propriedades) e radiação ambiental (solar). Os resultados experimentais obtidos de cada coletor são avaliados entre si, para a determinação do melhor modelo quanto aos aspectos físicos de montagem, eficiência energética no aquecimento de água e o rendimento térmico dos mesmos.

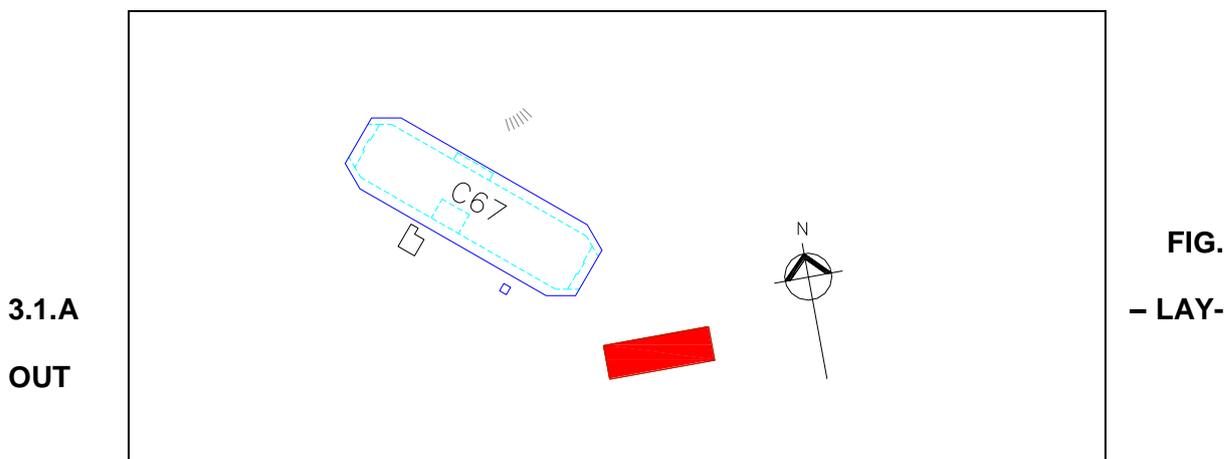
CAPITULO III

3. MATERIAIS E MÉTODOS

NESTE CAPÍTULO SERÃO APRESENTADOS OS MATERIAIS E OS MÉTODOS QUE FORAM UTILIZADOS NA OBTENÇÃO DOS DADOS NECESSÁRIOS PARA A DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS MODELOS DE COLETORES SOLARES PLANOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA À TERMOSSIFÃO. FORAM UTILIZADOS CINCO MODELOS DE COLETORES DISTINTOS, MONTADOS CONFORME FIGURA 3.1. E EM CONFORMIDADE COM AS CARACTERÍSTICAS METEOROLÓGICAS LOCAIS, ISTO É, LATITUDE DE 23° 25'- S E INCLINAÇÃO DA SUPERFÍCIE COLETORA DE 35,4° COM A HORIZONTAL E VOLTADO PARA O NORTE GEOGRÁFICO.(CONSIDERANDO A LATITUDE DO LOCAL, PARA A INCLINAÇÃO DOS COLETORES, E PARA SEUS POSICIONAMENTOS EM CONFORMIDADE COM O NORTE GEOGRÁFICO).



FIG. 3.1 FOTO DAS INSTALAÇÕES DOS COLETORES SOLARES DE PLACA PLANA.



(NORTE VERDADEIRO, IMPLANTAÇÃO DOS COLETORES E, ENTORNO).

3.1.- A MATÉRIA PRIMA.

Os equipamentos utilizados nesta pesquisa, num total de cinco coletores e todos os outros equipamentos necessários para a constituição de cada sistema completo montado foram fornecidos pela empresa SOLARSOL. Na figura 3.2 é mostrado um dos coletores e alguns de seus detalhes, o setor de montagem e, abaixo são relacionados os materiais que fazem parte de sua constituição física.



FIG. 3.2 FOTO DA MONTAGEM DA PLACA COLETORA VERTICAL .

3.1.1- DESCRIÇÃO DOS MODELOS MONTADOS:

- CAIXA FECHADA CONSTRUÍDA COM PERFIS DE ALUMÍNIO EXTRUDADO COM 1,0MM DE ESPESSURA;
- COMPRIMENTO 1700MM;
- LARGURA 700MM;
- ESPESSURA 45MM;
- SUPORTE PARA FECHAMENTO DO COLETOR (LATERALMENTE) EM PERFILADO DE ALUMÍNIO 45MM;
- DISTÂNCIA ENTRE A COBERTURA (APENAS UMA) E A PLACA ABSORVEDORA 25MM;
- NÚMERO DE TUBOS NA PLACA ABSORVEDORA VERTICAL – 7;
- NÚMERO DE TUBOS NA PLACA ABSORVEDORA HORIZONTAL – 17;
- ESPAÇAMENTO ENTRE TUBOS (DE CENTRO A CENTRO) – 100MM;
- ESPAÇAMENTO ENTRE TUBO E PAREDE LATERAL DO COLETOR – 50MM;
- ÁREA DOS COLETORES SOLARES DE 1,20M² ;
- ÁREA DA PLACA ABSORVEDORA 1,12M²;
- COBERTURA DE VIDRO TRANSPARENTE PONTILHADO EM UMA DAS FACES, COM 3,0MM DE ESPESSURA, CALAFETADO COM BORRACHA DE SILICONE;
- ISOLAMENTO TÉRMICO COM LÃ DE VIDRO FSB – 16 DE 25MM;
- ISOLAMENTO DA CANALIZAÇÃO EXTERNA DE COBRE ATRAVÉS PRODUTO ANTICHAMA (230301)-01 ELUMAFLEX (22X5MM);
- ANÉIS DE BORRACHA PARA A VEDAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE COBRE EM CONTATO COM O QUADRO DE ALUMÍNIO DA PLACA;

- FECHAMENTO DA CAIXA (FUNDO) EM CHAPA DE ALUMÍNIO DE 0,4MM DE ESPESSURA;
- SOLDA COM VARETAS DE FOSCOOPER, COM BANHO DE PRATA, PARA A TUBULAÇÃO DE COBRE DA SERPENTINA;
- RESERVATÓRIO TÉRMICO COM CAPACIDADE PARA ARMAZENAR 100 LITROS EM CHAPA DE COBRE COM 2,0MM DE ESPESSURA;
- SOLDA COM ELETRODO TUNGSTÊNIO E GÁS ARGÔNIO (TIG) PARA FECHAMENTO RESERVATÓRIOS;
- ACABAMENTO DOS RESERVATÓRIOS EM CHAPA DE ALUMÍNIO DE 0,5 MM DE ESPESSURA, CALANDRADA E FRISADA;
- FERRO CHATO (1X1/8') CALANDRADO AO REDOR DA CHAPA DE ALUMÍNIO, PERFAZENDO UM SUPORTE PARA ASSENTAMENTO DO RESERVATÓRIO;
- RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA DE 250 LITROS EM FIBROCIMENTO;
- SUSPIRO, EM TUBULAÇÃO DE COBRE DE 3/4', SEM ISOLAÇÃO TÉRMICA;
- CANALIZAÇÃO DE ENTRADA, SAÍDA DOS COLETORES E PARA CONSUMO DE COBRE 3/4', ISOLADOS TERMICAMENTE;
- DURANTE A REALIZAÇÃO DESTE TRABALHO O ÂNGULO DOS COLETORES SOLARES PERMANECERÃO CONSTANTES E DE 35,4º COM A HORIZONTAL, ORIENTADOS PARA O NORTE VERDADEIRO.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DOS COLETORES

TABELA-3.1. DISCRIMINAÇÃO DOS COLETORES

DISCRIMINAÇÃO		MODELO A	MODELO B	MODELO C	MODELO D	MODELO E
TUBULAÇÃO DA SERPENTINA DE COBRE	DIÂMETRO EXTERNO	3/8'	1/2'	1/2'	1/2'	1/2';
	ESPESSURA	0,05MM	1,0MM	0,5MM	0,5MM	0,5MM
TUBULAÇÃO NAS EXTREMI-DADES DA SERPENTINA E A LIGAÇÃO ENTRE O COLETOR E O DEPÓSITO DE ÁGUA QUENTE DE COBRE	DIÂMETRO EXTERNO	3/4'	3/4'	3/4'	3/4'	3/4'
	ESPESSURA	0,05MM	0,5MM	0,5MM	0,5MM	0,5MM
CHAPA COLETORA EM ALUMÍNIO DE 0,4MM COM RANHU-RAS	POSIÇÃO	CONTÍNUAS NA MESMA DIREÇÃO	CONTÍNUAS	INTERCALADAS NA MESMA DIREÇÃO, ALTERNANDO "POR BAIXO E POR	CONTÍNUAS NA MESMA DIREÇÃO	CONTÍNUAS NA MESMA DIREÇÃO

				CIMA ²²		
	TUBULAÇÃO DE COBRE (DIÂMETRO/FIXAÇÃO)	$\frac{3}{8}$ / ARAME	$\frac{1}{2}$ / ARAME	$\frac{1}{2}$ / SEM USO DE FIXADOR	$\frac{1}{2}$ / ARAME	$\frac{1}{2}$ / ARAME
QUANTIDADE DE TUBOS	NA VERTICAL	7	7	7	-	
	NA HORIZONTAL	-	-	-	17	7
ALTURA DO RESERVATÓRIO TÉRMICO EM RELAÇÃO AO COLETOR		400MM	400MM	400MM	1.000MM	400MM
DISTÂNCIA ENTRE O SISTEMA E O RESERVATÓRIO DE ÁGUA FRIA		4,15M	2,63M	1,25M	0,85M	1,35M
CIRCUITO ENTRE O COLETOR E O RESERVATÓRIO TÉRMICO DE ÁGUA QUENTE		-	-	-	-	FECHADO
SERPENTINA	QUANTIDADE DE DE ESPIRAS	-	-	-	-	22
	DIÂMETRO	-	-	-	-	200MM
	COMPRIMENTO	-	-	-	-	14.740M

3.2 DESCRIÇÃO EXPERIMENTAL DO SISTEMA

- 1) EXECUÇÃO DAS MONTAGENS E INSTALAÇÕES DOS CINCO MODELOS PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA À ENERGIA SOLAR EM CONFORMIDADE COM A NORMATIZAÇÃO EXISTENTE.

TABELA-3.2. EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES.

COMPONENTES	CARACTERÍSTICAS	PROCEDIMENTO
-------------	-----------------	--------------

INSTALAÇÃO ELÉTRICA	BAIXA TENSÃO	NBR – 5410
ÁGUA QUENTE	TUBULAÇÕES/ISOLAMENTO	NBR – 7198
COLETORES PLANOS	RENDIMENTO TÉRMICO/ MÉTODO DE ENSAIO	NBR – 10184 E ISO 9459-2
RESERVATÓRIO TÉRMICO	DESEMPENHO/MÉTODO DE ENSAIO	NBR – 10185

2) O SISTEMA DE MONITORAMENTO MONTADO CONSTITUI-SE DE UMA LEITORA DIGITAL E PLACA DE CHAVEAMENTO ELÉTRICA PARA 16 TERMOPARES.

3) O FLUIDO DE TRABALHO ESCOLHIDO PARA O COLETOR SOLAR MODELO E, FOI O PROPILENOGLICOL P.A – A. C.S., NA PROPORÇÃO DE 50% E 50% DE ÁGUA, PERFAZENDO UM VOLUME TOTAL DE 4,6 LITROS.

4) MONTARAM-SE CINCO MODELOS DE COLETORES SOLARES PARA ATENDER A CADA UM DOS SISTEMAS PROPOSTOS, CONFORME FIGURA 3.1.

5) MONTARAM-SE OS RESERVATÓRIOS TÉRMICOS DE ÁGUA QUENTE, TODOS COM AS MESMAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS.

6) A PLACA PARA CHAVEAMENTO DOS TERMOPARES, FOI MONTADA EM CIRCUITO ELÉTRICO PARALELO COM A INTERLIGAÇÃO ATRAVÉS DE CHAVE LIGA-DESLIGA COM A SAÍDA PARA A LEITORA DIGITAL.

7) EFETUOU-SE CONTATOS COM O SIMEPAR – SISTEMA DE METEOROLOGIA DO PARANÁ E ESTAÇÃO DE METEOROLOGIA PRINCIPAL DA UEM COM O OBJETIVO DE AQUISIÇÃO DOS DADOS METEOROLÓGICOS NECESSÁRIOS.

3.2.1 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

TABELA – 3.3. INSTRUMENTOS PARA COLETA DE DADOS.

MMEDIDAS	INSTRUMENTAÇÃO			
LIMITES	PRECISÃO	ACUIDADE	LOCALIZAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO

Temperatura Ambiente (Ta)	±1,0%	+0,1°C	UEM-Estação Meteorológica	Termômetro a Seco de Mercúrio –SIAP
Temperatura (To)	-x-	±0,1%	Entrada do coletor	Termopar a dois fios cobre(+)/Cobre-niquel(-) J MARKARE
Temperatura (Ti)	-x-	±0,1%	Saída do coletor	Termopar a dois fios cobre(+)/Cobre-niquel(-) J MARKARE
Temperatura (Tf)	-x-	±0,1%	Saída do depósito de água fria	Termopar a dois fios cobre(+)/Cobre-niquel(-) J MARKARE
Temperatura (Tc)	-x-	±0,1%	Saída para consumo	Termopar a dois fios cobre(+)/Cobre-niquel(-) J MARKARE
Velocidade do vento – (v –m/s)	-x-	±0,5%	UEM – Estação Meteorológica Altura – 10m	Anemômetro/Anemógrafo Meteorológico Wild/Cazella-1347
Radiação Solar G_T (W/m ²)	-x-	±1,0%	UEM – Estação Meteorológica	Actinógrafo Bimetálico. TIPO ROBITZSCH-FUESs
Vazão	-x-	±3,0%	Entrada e Saída do Coletor	Rotâmetro
Umidade	±1,0%	±1,0%	UEM – Estação Meteorológica	Higrógrafo

PARA MEDIÇÃO DAS VARIÁVEIS NECESSÁRIAS À AVALIAÇÃO DE CADA COLETOR, FORAM ACOPLADOS AOS MESMOS EQUIPAMENTOS AUXILIARES PARA MEDIÇÃO DE TEMPERATURA DA ÁGUA EM SEUS INTERIORES, DA RADIAÇÃO SOLAR DO LOCAL, DA VAZÃO MÁSSICA DO FLUIDO DE TRABALHO E O USO DE DADOS DO SIMEPAR E DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA PRINCIPAL DA UEM, CONFORME O ESPECIFICADO NO QUADRO 3.1.

Registrador de Dados

Equipamento digital com sensibilidade ±1,0% para registro de temperatura na faixa de –100°C a 300°C da empresa MARKARE.;

Sensor de Temperatura

Termopar – Consiste em dois condutores metálicos diferentes e puros, unidos em uma extremidade que, quando submetidos a uma diferença de temperatura entre suas junções, gera sinal elétrico da ordem de milivolts (mv), que é proporcional à diferença de temperatura em suas extremidades, (efeito Seebeck). Tipo J (MARKARE), composto por cobre (+) / cobre-níquel (-), faixa de atuação de -50°C a 100°C , podendo ser usados em atmosfera oxidantes, redutoras, inertes e no vácuo. Adequado para medições abaixo de zero graus. Limite de erro: $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 0,5\%$. conforme recomendação na norma ANSINC 96.1 – 1982, segundo a IPTS – 68.



Fig. 3.3 Foto do termopar

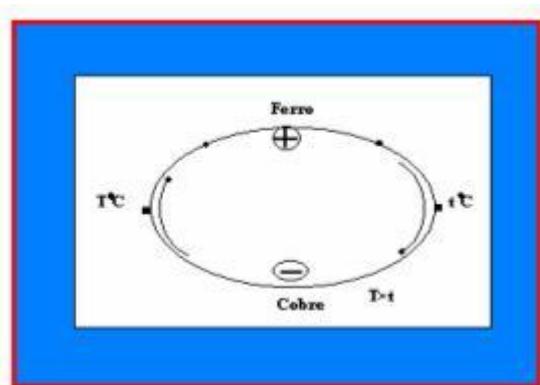


Fig. 3.4 Esquema de confecção do

Placa de *chaveamento* (controle dos pontos de medição) – com cabeçotes, blocos de ligação, isoladores, misagens e/ou capilares contendo dezesseis pontos de entrada.



Fig. 3.5_ Foto da placa de acionamento para conexão dos termopares.

3.3 MÉTODOS EXPERIMENTAIS

3.3.1 MEDIDAS DO DESEMPENHO DOS COLETORES

COMO MOSTRADO ANTERIORMENTE, OS MÉTODOS DESENVOLVIDOS NESTE CAPÍTULO SÃO REPRESENTAÇÕES MUITO SATISFATÓRIAS DO DESEMPENHO DA MAIORIA DOS COLETORES SOLARES DE PLACA PLANA.

O MÉTODO UTILIZADO PARA TESTE DO DESEMPENHO DE CADA MODELO DE COLETOR, FOI O DE EXPOR OS COLETORES À RADIAÇÃO SOLAR, MEDINDO-SE A TEMPERATURA DO FLUIDO DE TRABALHO NA ENTRADA E SAÍDA DOS COLETORES E A TAXA DE FLUXO DO FLUIDO QUE SÃO A BASE DOS PROCEDIMENTOS PADRÕES DAS NORMAS NBR 10184 (MB-2342), NBR 10185 (MB 2343) E ISO 9459-2:1997. COM ESSES PROCEDIMENTOS, O GANHO DE ENERGIA ÚTIL PÔDE SER

**ENCONTRADO POR 22, CONFORME DESCRITO POR DUFFIE E BECKMAN (1991) NO
CAPÍTULO II.**

$$Q_u = m \cdot C_p(T_o - T_i); \quad (22)$$

Além disso, a radiação sobre o coletor, a temperatura ambiente, a vazão mássica nos coletores e a velocidade do vento foram também considerados, objetivando, com isto, obter a determinação dos parâmetros que indicam como os coletores absorvem energia e como eles perdem energia para o ambiente. O estudo comparativo entre os cinco modelos de coletores solares propostos teve como parâmetro o cálculo da eficiência instantânea dada por 23, também descrita por DUFFIE E BECKMAN (1991).

$$HI = Q_U / A_{CGT} = M \cdot C_P(T_O - T_I) / A_{CGT}; \quad (23)$$

3.3.2 – Medida da temperatura

A temperatura do fluido de trabalho na entrada e saída do coletor foi medida através de termopares, cobre + cobre-níquel, tipo J, Figura 3.3 e 3.6. A instalação dos termopares nos tubos de entrada e saída dos coletores, saída para consumo e suas ligações com a placa de leitura, pode ser vista nas figuras 3.7 e 3.8.

Antes das medidas das temperaturas na entrada dos coletores, saída dos coletores e saída para consumo, procedeu-se simultaneamente um expurgo de 18,8 litros. Este procedimento foi necessário para corrigir distorções que verificou-se durante o processo de leitura da temperatura do fluido de trabalho, bem como na água para consumo. Além deste expurgo nos horários das medições, procedeu-se um expurgo de 100 litros dos reservatórios de água quente no período da tarde, logo após as últimas medições.

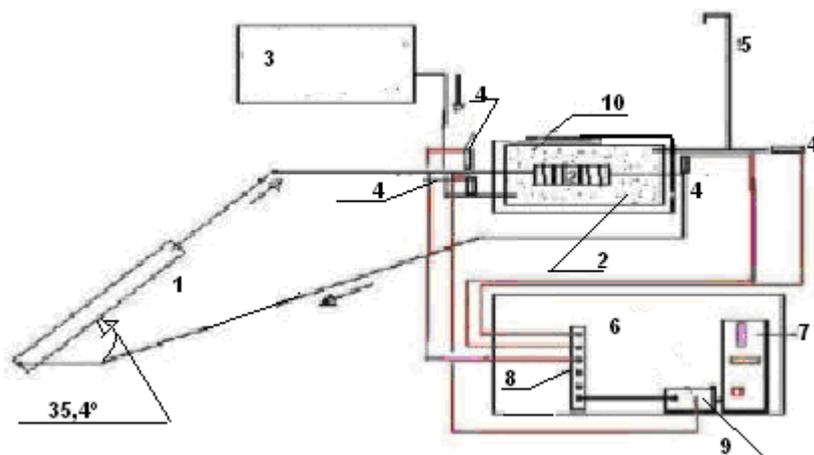


Fig. 3.8 – Esquema de ensaio para fluido de serviço em circuito fechado.

- 1-coletor de placa plana;
- 10-Serpentina;
- 3-reservatório de água fria;
- 4-termopares;
- 5-respiro;
- 6-proteção dos equipamentos;
- 9-leitor digital;
- 8-placa elétrica auxiliar;
- 7-sistema de leitura;
- 2-reservatório térmico.

3.3.3 – Medida da Vazão

Para determinar a vazão mássica do termossifão, provocada pelo aquecimento do fluido de trabalho no coletor e o conseqüente movimento por circulação natural, foi utilizado um medidor tipo rotâmetro, calibrado nos laboratórios da SANEPAR – COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ e localizado na saída do reservatório térmico e entrada de água no coletor.



Fig. 3.9 Foto do rotâmetro.

No processo de calibração determinou-se a incerteza nas medidas, a partir de uma curva de calibração do medidor. Foram utilizadas 30 medidas de tempo gasto para escoar água, em um dia a céu aberto, com o auxílio de uma proveta, milimetrada, de 1000ml de volume, com incerteza de $\pm 3,0\%$.

Inicialmente se calibrou o medidor para toda a sua escala, mas devido ao grande espalhamento no ajuste obtido, abandonou-se o ajuste para toda a faixa de operação. Optou-se então por calibração apenas na faixa de trabalho do sistema.

Na tabela 3.3 pode-se observar os valores obtidos na determinação da vazão mássica de cada um dos sistemas, tomando como base a escala 10, valores médios, muito próximos a outros resultados encontrados em estudos anteriores para coletores solares de placa plana com as mesmas dimensões e características e através de testes semelhantes. Pode-se verificar estes valores pela curva de aferição do rotâmetro, conforme figura 4.7 do capítulo IV.

Tabela 3.4 – Vazão nos Coletores Solares

SISTEMAS DE COLETORES	ESCALA (mm)	TEMPO MÉDIO (s)	VAZÃO (l/mim)	VAZÃO (Kg/s)
COLETOR A	0,010	360	1,750	0,029
COLETOR B	0,010	360	2,400	0,040
COLETOR C	0,010	360	2,380	0,040
COLETOR D	0,010	360	2,120	0,036
COLETOR E	0,010	360	1,870	0,032

3.3.4 Medida da radiação solar

Neste trabalho, a radiação solar foi medida por meio de um Actinógrafo Bimetálico do tipo Robitzsch-Fuess, também conhecido por piranógrafo, instalado horizontalmente na Estação Meteorológica Principal da UEM e um registrador digital da radiação total (SOLAR METER, modelo 776, KBE-6108 Weiterstadt 2, West Germany), instalado no plano dos coletores. A leitura do actinógrafo gera uma planilha, o Actinograma ou diagrama do actinógrafo que apresenta duas escalas: a vertical de 0,05 calorias por centímetro quadrado por minuto (cal/cm².min); e a horizontal, a cada ½ hora.

É composto basicamente por uma tira bimetálica enegrecida com dimensões (8,5 x 1,5) cm que atua simplesmente como um termômetro bimetálico. A leitura do registrador digital foi feita instantaneamente, nos horários pré-estabelecidos, enquanto que a leitura do piranógrafo, foi executada durante o dia, sem interrupção.



Fig. 3.10 Foto do Actinógrafo (piranógrafo)

3.3.5 Conexão dos Termopares

- Os termopares foram ligados aos conectores de uma placa de acionamento contendo 16 canais de acesso.
- Foram fixados nas tubulações através de rosca cone em cada ponto, conforme definido no esquema de montagem, figura 3.12.
- O registrador foi ligado diretamente a placa de acionamento, que recebeu os terminais dos termopares identificados por modelo de coletor.

- O registro dos dados foi realizado individualmente e na ordem cronológica pré-definida para cada placa e seus respectivos pontos, conforme figura 3.12 e conforme figuras 3.13 e 3.14.

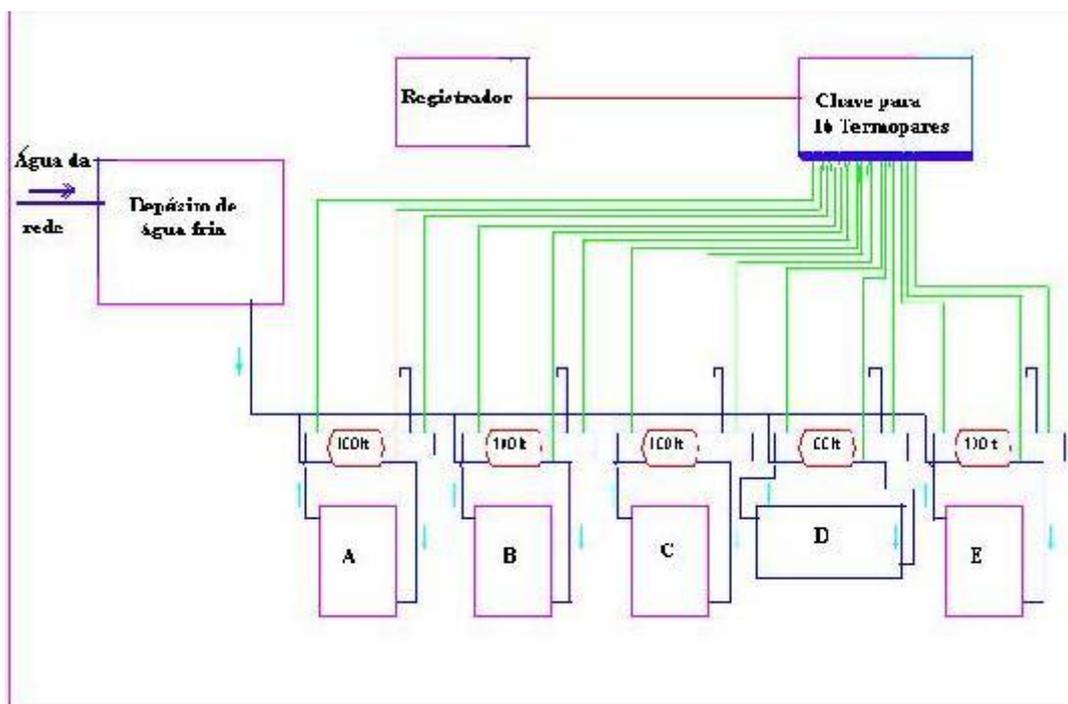


Fig. 3.11 Esquema de localização dos termopares.



Fig.3.12 – Foto do detalhe da conexão para termopar.



Fig.3.13 – Foto do detalhe das conexões para termopar.

3.3.6 Localização

O local onde será realizado o levantamento dos dados necessários para avaliação dos sistemas propostos, conforme capítulo III, está localizado dentro do campus da Universidade Estadual de Maringá, em Maringá, Paraná., conforme figuras 3.15, 3.16 e 3.17.

Latitude 23° e 24' 32" S;

Longitude 51° 56' 37" W;

Altitude de 542 metros acima do nível do mar.

3.3.6 Localização



Fig. 3.14 Mapa regional do Paraná. Fonte IPARDES.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Calibração dos Termopares

Para a aferição dos 16 termopares (TP) necessitou-se de um termopar de referência (TR) de Cobre – Constantan padronizado, e de um termômetro padrão de mercúrio (TM), para comparação dos resultados obtidos.

As tomadas de temperaturas foram realizadas:

- à temperatura ambiente
- em um recipiente contendo gelo
- e em dois banhos termostáticos sendo um à temperatura de 15°C e outro à temperatura de 45°C.

A tabela 4.1 apresenta os resultados do primeiro teste de aferição realizado com os 16 termopares confeccionados para serem utilizados nos modelos de coletores solares de placa plana A, B, C, D e F em conformidade com a figura 3.12. A figura 4.1 apresenta uma visualização clara dos resultados obtidos.

Tabela 4.1 Aferição dos termopares à 15°C e 45°C (Temperaturas em °C)

Meios	TM	TR	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9
Gelo	4,6	4,6	4,6	4,9	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,6	4,5
Ambiente	24,0	24,1	23,5	23,2	23,7	23,4	24,5	23,9	23,9	24,1	23,8
Banho 15°C	16,5	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,3	17,3	17,2	17,2
Banho 45°C	46,3	46,8	46,9	46,8	46,8	46,9	47,0	47,0	47,1	46,8	46,5

TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15	TP16
4,9	4,8	4,9	4,5	4,1	4,2	4,3
23,9	23,3	23,7	23,8	23,5	23,5	23,5
17,3	17,2	17,3	17,4	17,4	17,3	17,3
47,0	46,9	47,1	47,1	46,9	47,0	47,1

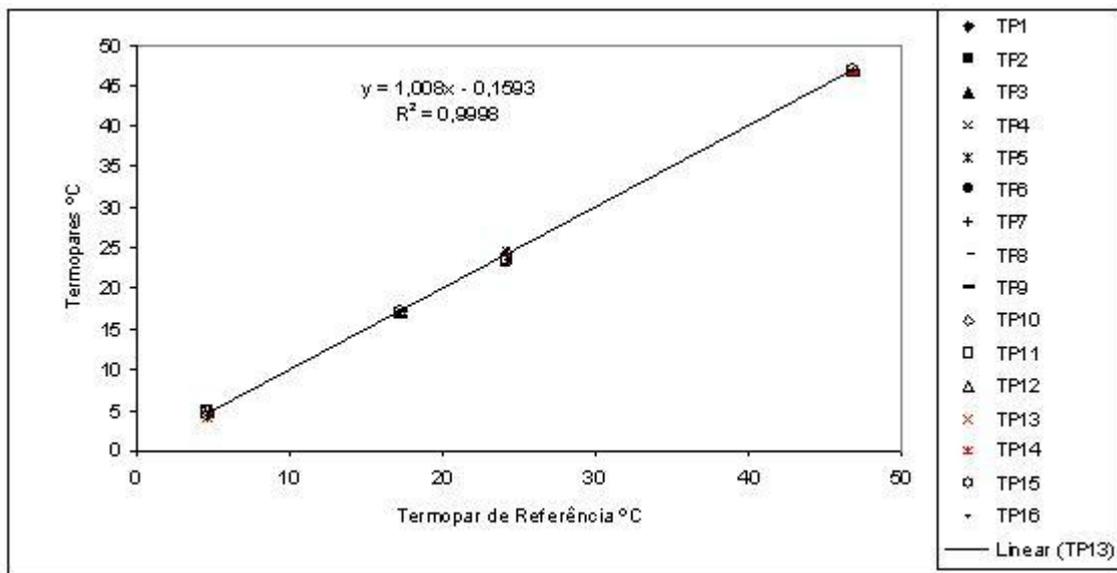


Figura 4.1 Linearização dos Termopares à 15°C e 45°C.

Para um segundo teste de aferição, utilizou-se temperaturas de 30°C e 75°C, nos banhos, respectivamente, mantendo-se a temperatura do gelo e temperatura ambiente para a obtenção dos pontos de teste comparativos, conforme pode ser verificado na Tabela 4.2 e visualizado na Figura 4.2.

Tabela 4.2 Aferição dos Termopares à 30°C e 75°C (Temperaturas em °C)

Meios	TM	TR	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9
Gelo	4,6	4,6	4,6	4,9	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,6	4,5
Ambiente	23,5	25,5	25,0	25,9	25,1	25,9	25,8	25,9	25,5	25,5	25,1
Banho 30°C	31,5	32,2	32,1	32,1	32,0	32,0	32,1	32,0	32,2	32,2	32,0
Banho 75°C	75,5	76,6	76,7	76,9	76,6	76,6	76,7	76,6	76,7	76,6	76,5

TP10	TP11	TP12	TP1	TP1	TP15	TP16
4,9	4,8	4,9	4,5	4,1	4,2	4,3
24,6	25,7	25,6	26,0	26,4	25,3	26,0
32,2	32,0	32,1	32,2	32,1	32,2	32,1
76,9	76,6	76,7	76,7	76,6	76,8	76,6

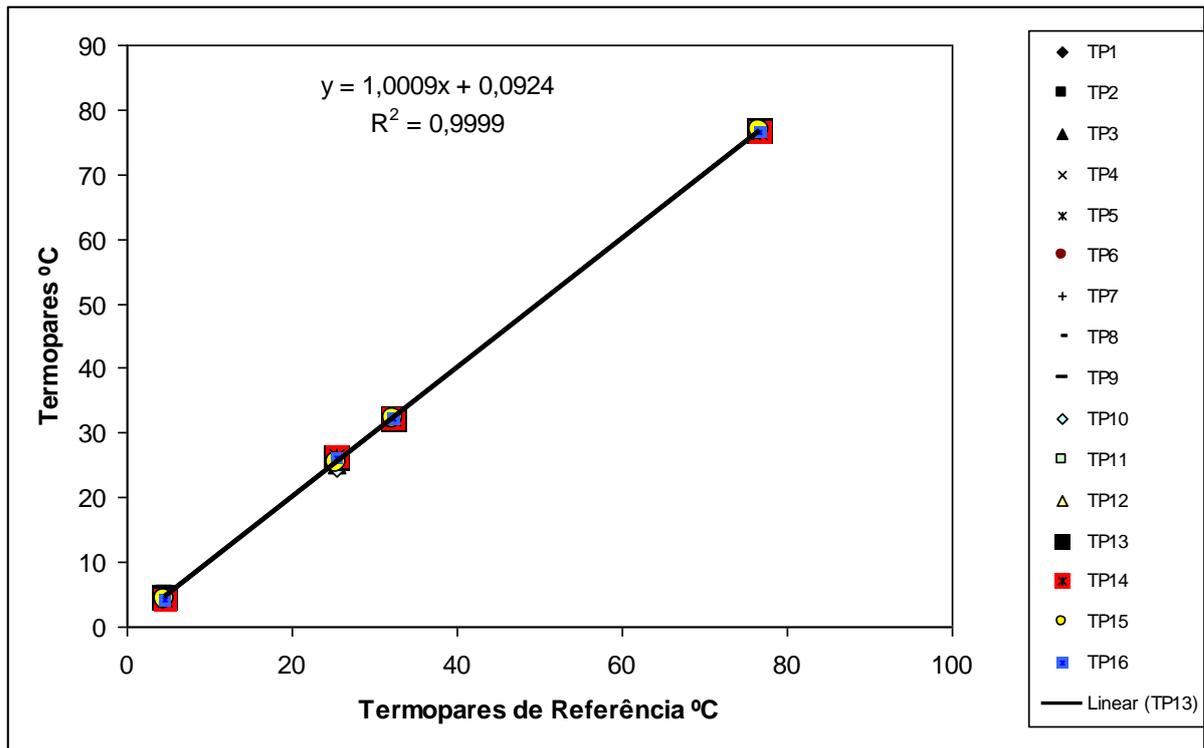


Figura 4.2 Linearização dos Termopares à 30°C e 75°C.

Observando as Figuras 4.1 e 4.2 verifica-se que todos os termopares testados, se comparados com o termopar padronizado de Cobre-Constantan apresentam resposta linear, bastante satisfatória, fazendo um ângulo de 45° com os eixos ordenados, indicando a confiabilidade de resposta dos termopares confeccionados.

4.2 Aferição do Indicador de Temperatura

O indicador/controlador *On-Off* série MKIP-100 de temperatura digital Markare, figura 4.3, alimentação em 220 Vac, foi aferido com o auxílio de resistores elétricos com resistência ôhmica de 100ohms, testadas com multímetro de alta resolução, com uma incerteza na ordem de 0,010%. O método foi escolher resistências que fornecem 100ohms na leitura do multímetro, pois, quando colocado em série com estes resistores, deverá indicar leitura igual a zero, o que foi verificado num teste realizado com 10 resistores previamente selecionados.



Fig. 4.3 Foto do Indicador digital, display.



Fig. 4.4 Foto do Indicador digital, entradas.

4.3 Correção no Valor da Radiação Solar

Fizeram-se as referidas medidas, entretanto, teve-se o cuidado de somente realizá-las em dias de céu limpo para minimização dos efeitos na correção dos valores disponibilizados pela Estação de Meteorologia Principal da UEM, uma vez que estes dados são coletados através de um piranógrafo na horizontal, em relação ao ângulo solar, $\beta=0^\circ$, e mostrados conforme diagramas do actinógrafo, figura 28 do anexo 2.

A figura 4.5, mostra a diferença existente entre a curva de incidência da radiação solar obtida no plano dos coletores, com inclinação de $34,5^\circ$, e a respectiva curva obtida através dos registros do

actinógrafo. Fica claro também que o maior desvio padrão entre estas curvas ocorre no período próximo das 12 horas e que o valor médio no período considerado equivale a 17,04%.

Tabela 4.3 Radiação Solar no Plano dos Coletores.

Horário	08/04	11/04	18/04	24/04	Média
8:00	100	174	100	150	87,33
10:00	500	520	350	400	295,00
12:00	750	600	600	550	416,67
14:00	750	550	500	450	375,00
16:00	500	350	350	300	250,00
17:00	250	170	150	150	120,00

Tabela 4.4 Radiação Solar na horizontal.

Horário	08/04	11/04	18/04	24/04	Média
8:00	69,76	200	174,39	139,53	97,28
10:00	348,79	453,43	398,79	383,67	264,11
12:00	558,06	523,19	558,06	523,18	360,42
14:00	592,94	558,06	453,43	488,3	348,79
16:00	453,43	348,79	418,55	279,03	249,97
17:00	244,15	104,64	139,15	104,64	98,76

Tabela 4.5 Determinação Desvio Padrão.

Horário	GP	GH	DP (%)
8:00	87,33	97,28	7,04
10:00	295,00	264,11	21,84
12:00	416,67	360,42	39,77
14:00	375,00	348,79	18,53
16	250,00	249,97	0,02
17	120,00	98,76	15,02
		Média	17,04

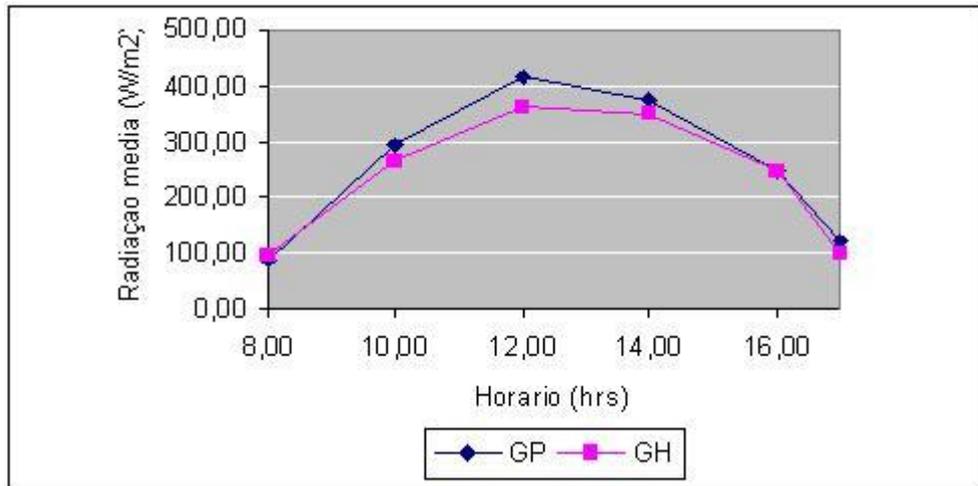


Fig. 4.5 Comportamento da radiação média incidente nos coletores.

4.4 Temperatura Máxima de Operação

Na determinação da temperatura máxima de operação dos coletores, foi considerado, para efeito de cálculo, o período em que o ângulo de incidência da radiação solar (θ) e as condições meteorológicas locais favorecessem a confiabilidade nos resultados esperados. Desse modo, executaram-se as medidas em dia de céu aberto, com baixa umidade relativa do ar e insolação máxima com o objetivo de minimizar os efeitos da inércia térmica, com conseqüente redução de suas incertezas. A declinação solar calculada, considerada, $\delta = -22,8^\circ$ e o ângulo de incidência solar calculado para esta declinação, $\theta = 80,6^\circ$.

Como vimos no Capítulo II, a temperatura máxima de operação ou estagnação ocorre quando a reta gerada por $(\eta \times T^*)$, cruza o eixo horizontal T^* , onde:

$$T^* = (T_i - T_a) / G_T \quad (24)$$

Nota-se pela figura 4.6 que em nenhum momento do teste a reta gerada pela relação anterior tocou o eixo das ordenadas. Pode-se concluir que a temperatura da

água dificilmente atingirá o ponto de estagnação, uma vez que as variações climáticas com suas variações constantes, como melhor pode ser visto pelas medidas realizadas diariamente, tabelas do anexo 1 que a diferença de temperatura no coletor ($T_i - T_o$), varia muito, tendo casos em que a temperatura na entrada é maior do que na saída do coletor, gerando um valor negativo para o rendimento térmico, ou contra-termossifão. Exemplo típico observado foi quando uma nuvem interceptava os raios solares que podiam incidir sobre o plano do coletor, a vazão mássica pelo coletor era muito baixa ou igual a zero.

Portanto, devido a esta dificuldade, optou-se pelo expurgo de 100 litros diários de cada reservatório de água quente pela manhã e pela vazão de 18 litros no momento das medições, para diminuir as incertezas nas leituras da temperatura da água entre os pontos de medidos, saída e entrada do fluido de trabalho nos coletores.

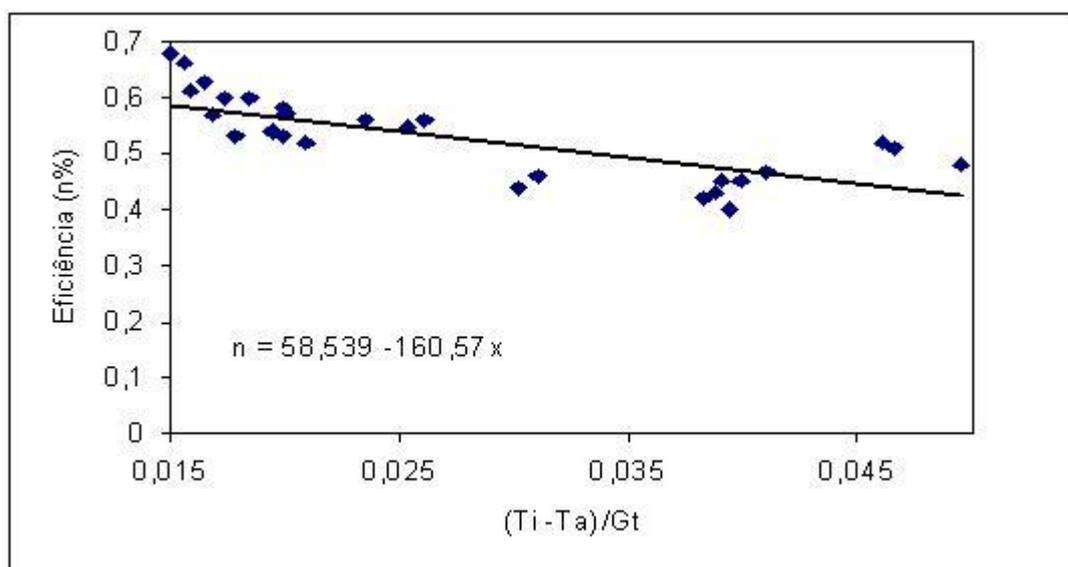


Fig. 4.6 Cálculo do ponto estagnação na temperatura da água.

4.5 Aferição do Rotâmetro

Na aferição do rotâmetro, executaram-se várias medidas com variadas escalas, conforme citado no capítulo III. Devido ao grande espalhamento nas leituras, optou-se por reduzir estes números de escalas, conforme figura 4.7 e também para efeito de cálculo da eficiência e do ganho de energia em cada coletor, optou-se por um valor médio da vazão mássica para cada modelo de coletor solar de placa plana avaliado, o que ocorreu em torno da escala 10, conforme pode ser verificado na tabela 3.4.

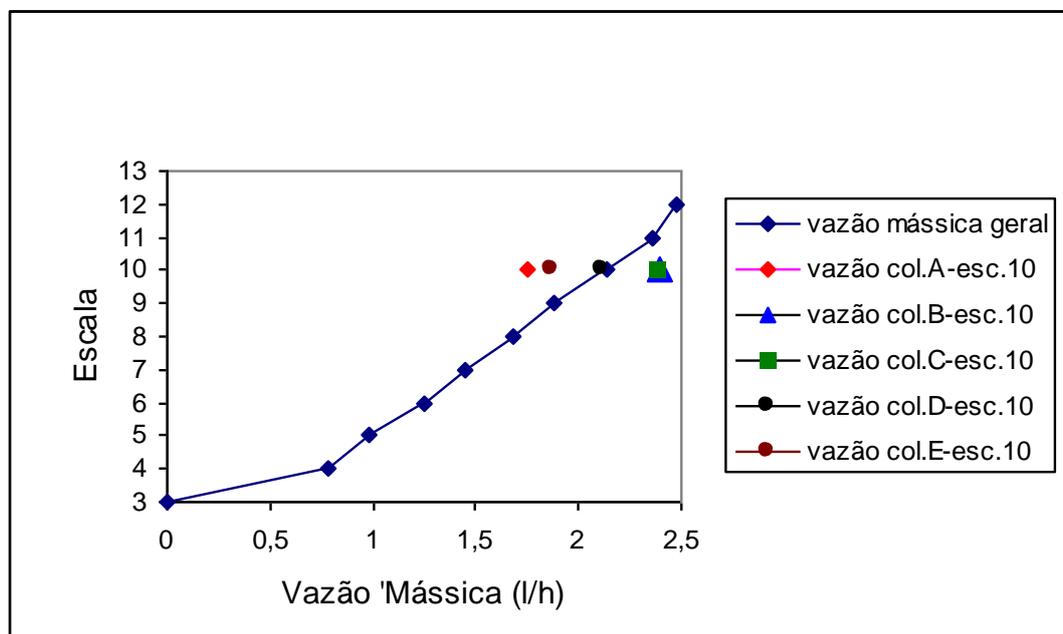


Fig. 4.7 – Curvas de aferição do Rotâmetro.

4.6 Determinação da Eficiência Térmica Média Global

A eficiência térmica média global (η) é definida como a relação entre a energia térmica transferida para o fluido de trabalho e a energia solar incidente no coletor solar. A radiação solar foi tomada ao longo do dia, às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 17:00 horas, conforme tabelas constantes do anexo 2, cujos dados sintéticos são apresentados nas tabelas 4.6 – Dados Estatísticos Mensais de Eficiência Térmica dos Coletores Solares e 4.7 – Dados Estatísticos no Período de Eficiência Térmica dos Coletores Solares.

TABELA 4.6 – DADOS ESTATÍSTICOS MENSAIS – EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS COLETORES SOLARES (η)

MÊS	DADOS	COLETOR A	COLETOR B	COLETOR C	COLETOR D	COLETOR E
FEVEREIRO/2002	Média Mensal	0,45799	0,69468	0,619163	0,540971	0,410863
	Desvio Padrão	0,619112	0,769961	0,253635	0,976739	0,368256
	Erro de Estimativa	0,094302	0,117279	0,038633	0,148775	0,056092
	Limite Inferior	0,363688	0,5774	0,58053	0,392196	0,354771
	Limite Superior	0,552292	0,811959	0,657796	0,689747	0,466955
MARÇO/2002	Média Mensal	0,518827	0,588926	0,581591	0,548587	0,434581
	Desvio Padrão	0,293326	0,333893	0,424175	0,470777	0,322477
	Erro de Estimativa	0,042432	0,0483	0,06136	0,068102	0,046649
	Limite Inferior	0,476395	0,540626	0,520231	0,480485	0,387933
	Limite Superior	0,561259	0,637226	0,642952	0,616689	0,48123
ABRIL/2002	Média Mensal	0,572774	0,5462763	0,523963	0,519209	0,525942
	Desvio Padrão	0,74156	3,016889	1,270612	0,766805	0,6867
	Erro de Estimativa	0,10907	0,443728	0,186883	0,112783	0,101001
	Limite Inferior	0,463705	0,102545	0,33708	0,406426	0,424941
	Limite Superior	0,681844	0,990001	0,710846	0,631992	0,626942
MAIO/2002	Média Mensal	0,487138	0,586822	0,511049	0,440365	0,518297
	Desvio Padrão	0,738686	0,84043	1,040914	0,790415	0,828405
	Erro de Estimativa	0,106857	0,121575	0,150576	0,11434	0,119835
	Limite Inferior	0,380281	0,465247	0,360473	0,326025	0,398461
	Limite Superior	0,593995	0,708397	0,661626	0,554705	0,638132
JUNHO/2002	Média Mensal	0,435779	0,556972	0,0606769	0,615434	0,572934
	Desvio Padrão	0,310899	0,429895	0,710842	0,727525	0,762402
	Erro de Estimativa	0,045727	0,063229	0,104552	0,107005	0,112135
	Limite Inferior	0,390051	0,493743	0,502217	0,508428	0,460799
	Limite Superior	0,481506	0,620202	0,71132	0,722439	0,685069

TABELA 4.7 – DADOS ESTATÍSTICOS DO PERÍODO – EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS COLETORES SOLARES

PERÍODO	DADOS	COLETOR A	COLETOR B	COLETOR C	COLETOR D	COLETOR E
FEVEREIRO A JUNHO/2002	Média no Período	0,495102	0,593311	0,567536	0,532293	0,493398
	Desvio Padrão	0,576397	1,45948	0,834203	0,759665	0,633272
	Erro de Estimativa	0,037708	0,09548	0,054574	0,049697	0,041429
	Limite Inferior	0,457393	0,497831	0,512962	0,482596	0,451969
	Limite Superior	0,53281	0,68879	0,62211	0,581991	0,534826

Analisando os dados referentes aos modelos, podemos afirmar:

1. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor A** no período, está entre 0,46 e 0,53. ou que a eficiência média no período foi de 0,50 com margem de erro de 0,038 para mais e para menos;

2. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor B** no período, está entre 0,50 e 0,69 ou que a eficiência média no período foi de 0,59 com margem de erro de 0,095 para mais e para menos;
3. com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor C no período, está entre 0,51 e 0,62 ou que a eficiência média do no período foi de 0,57 com margem de erro de 0,054 para mais e para menos;
4. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor D** no período, está entre 0,48 e 0,58 ou que a eficiência média no período foi de 0,53 com margem de erro de 0,05 para mais e para menos
5. com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor E no período, está entre 0,45 e 0,53 ou que a eficiência média no período foi de 0,49 com margem de erro de 0,04 para mais e para menos.

Como o objetivo deste trabalho é a obtenção de informações do desempenho comparativo do termossifão, para modelos diferentes de coletores de placa plana, conforme capítulo III. A tabela 4.8 apresenta um resumo dos valores médios da eficiência térmica e do ganho de energia, encontrados no período considerado.

Tabela 4.8 Eficiência e Ganho de Energia médios mensais dos coletores

TIPO DE COLETOR	MÊS DE REFERÊNCIA	GANHO DE ENERGIA MÉDIO (W)	EFICIÊNCIA MÉDIA MENSAL (%)	EFICIÊNCIA NO PERÍODO (%)
MODELO-A	FEV/02	40256,26	0,47	0,50
MODELO-A	MAR/02	64655,47	0,52	
MODELO-A	ABR/02	70415,05	0,52	
MODELO-A	MAI/02	37688,10	0,49	
MODELO-A	JUN/02	66745,45	0,44	
MODELO-B	FEV/02	68716,00	0,69	0,60
MODELO-B	MAR/02	79358,60	0,59	
MODELO-B	ABR/02	80799,96	0,55	
MODELO-B	MAI/02	58592,96	0,59	
MODELO-B	JUN/02	44313,44	0,58	
MODELO-C	FEV/02	64861,20	0,62	0,57
MODELO-C	MAR/02	77012,20	0,58	
MODELO-C	ABR/02	54102,28	0,53	
MODELO-C	MAI/02	51704,60	0,51	
MODELO-C	JUN/02	29611,56	0,61	
MODELO-D	FEV/02	50199,55	0,54	0,53
MODELO-D	MAR/02	64770,70	0,55	
MODELO-D	ABR/02	50667,16	0,52	
MODELO-D	MAI/02	37679,83	0,44	
MODELO-D	JUN/02	49716,87	0,61	
MODELO-E	FEV/02	41977,76	0,41	0,49
MODELO-E	MAR/02	47957,71	0,43	
MODELO-E	ABR/02	65488,13	0,54	
MODELO-E	MAI/02	47807,41	0,52	
MODELO-E	JUN/02	48049,01	0,57	

Observa-se pela tabela 4.8, que a eficiência média dos coletores estudados, no período considerado, apresentou um valor satisfatório quando comparados com testes realizados em outros estudos. Aqui chamamos a atenção para o fato de que no Brasil, os testes feitos para etiquetagem de coletores de placa plana

(INMETRO/ABRAVA), consideram dia a céu aberto, um período curto de testes, (3 dias), o que não representa a realidade no uso dos coletores. Outro aspecto nestes testes é que são realizados na cidade de Belo Horizonte, mas os coletores são vendidos e usados em regiões onde as características meteorológicas são muito diferentes.

Os resultados obtidos, portanto, são válidos para regiões com as mesmas características meteorológicas. Quando estes coletores são colocados em uso, por exemplo, na região sul, tem apresentado problemas sérios, o que continua sendo um fator negativo para o aumento do seu uso, como uma fonte energética alternativa.

Acreditamos, portanto, que tanto o método de certificação como as Normas Brasileiras que validam estes testes, devem rever seus conceitos, com a finalidade de acelerar o uso dos coletores de placa plana e definitivamente serem introduzidos no sistema energético nacional.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Calibração dos Termopares

Para a aferição dos 16 termopares (TP) necessitou-se de um termopar de referência (TR) de Cobre – Constantan padronizado, e de um termômetro padrão de mercúrio (TM), para comparação dos resultados obtidos.

As tomadas de temperaturas foram realizadas:

- à temperatura ambiente
- em um recipiente contendo gelo
- e em dois banhos termostáticos sendo um à temperatura de 15°C e outro à temperatura de 45°C.

A tabela 4.1 apresenta os resultados do primeiro teste de aferição realizado com os 16 termopares confeccionados para serem utilizados nos modelos de coletores solares de placa plana A, B, C, D e F em conformidade com a figura 3.12. A figura 4.1 apresenta uma visualização clara dos resultados obtidos.

Tabela 4.1 Aferição dos termopares à 15°C e 45°C (Temperaturas em °C)

Meios	TM	TR	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9
Gelo	4,6	4,6	4,6	4,9	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,6	4,5
Ambiente	24,0	24,1	23,5	23,2	23,7	23,4	24,5	23,9	23,9	24,1	23,8
Banho 15°C	16,5	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,3	17,3	17,2	17,2
Banho 45°C	46,3	46,8	46,9	46,8	46,8	46,9	47,0	47,0	47,1	46,8	46,5

TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15	TP16
4,9	4,8	4,9	4,5	4,1	4,2	4,3
23,9	23,3	23,7	23,8	23,5	23,5	23,5
17,3	17,2	17,3	17,4	17,4	17,3	17,3
47,0	46,9	47,1	47,1	46,9	47,0	47,1

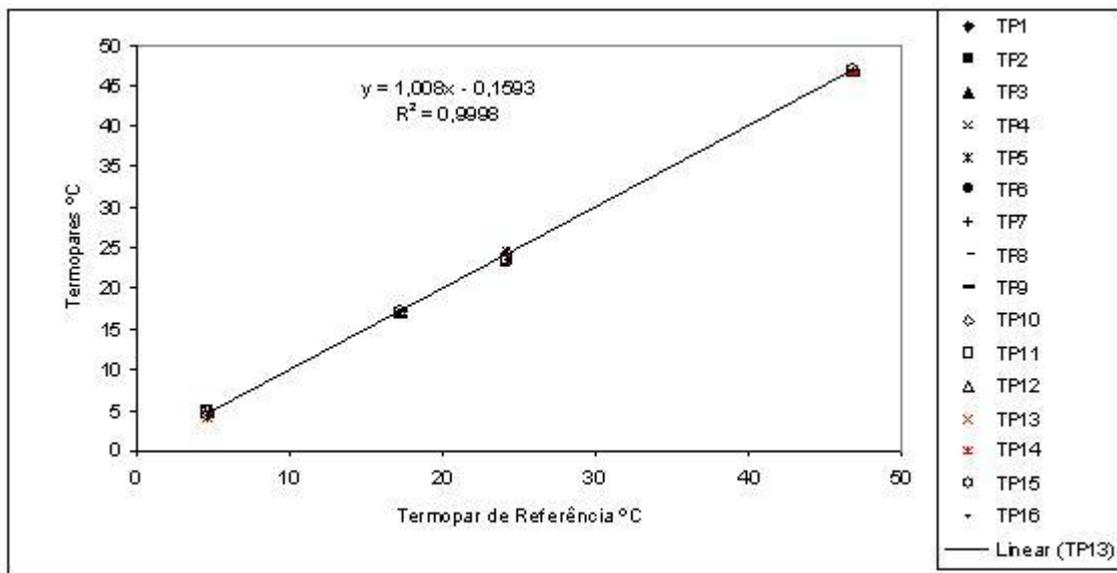


Figura 4.1 Linearização dos Termopares à 15°C e 45°C.

Para um segundo teste de aferição, utilizou-se temperaturas de 30°C e 75°C, nos banhos, respectivamente, mantendo-se a temperatura do gelo e temperatura ambiente para a obtenção dos pontos de teste comparativos, conforme pode ser verificado na Tabela 4.2 e visualizado na Figura 4.2.

Tabela 4.2 Aferição dos Termopares à 30°C e 75°C (Temperaturas em °C)

Meios	TM	TR	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9
Gelo	4,6	4,6	4,6	4,9	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,6	4,5
Ambiente	23,5	25,5	25,0	25,9	25,1	25,9	25,8	25,9	25,5	25,5	25,1
Banho 30°C	31,5	32,2	32,1	32,1	32,0	32,0	32,1	32,0	32,2	32,2	32,0
Banho 75°C	75,5	76,6	76,7	76,9	76,6	76,6	76,7	76,6	76,7	76,6	76,5

TP10	TP11	TP12	TP1	TP1	TP15	TP16
4,9	4,8	4,9	4,5	4,1	4,2	4,3
24,6	25,7	25,6	26,0	26,4	25,3	26,0
32,2	32,0	32,1	32,2	32,1	32,2	32,1
76,9	76,6	76,7	76,7	76,6	76,8	76,6

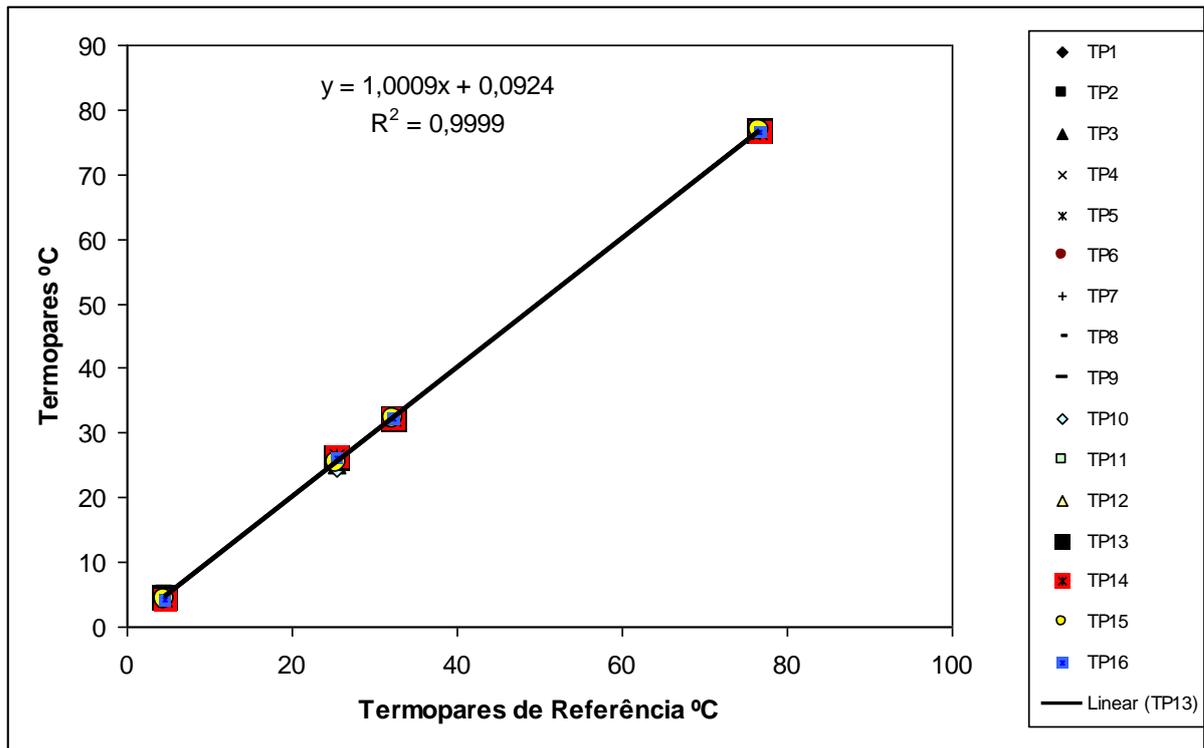


Figura 4.2 Linearização dos Termopares à 30°C e 75°C.

Observando as Figuras 4.1 e 4.2 verifica-se que todos os termopares testados, se comparados com o termopar padronizado de Cobre-Constantan apresentam resposta linear, bastante satisfatória, fazendo um ângulo de 45° com os eixos ordenados, indicando a confiabilidade de resposta dos termopares confeccionados.

4.2 Aferição do Indicador de Temperatura

O indicador/controlador *On-Off* série MKIP-100 de temperatura digital Markare, figura 4.3, alimentação em 220 Vac, foi aferido com o auxílio de resistores elétricos com resistência ôhmica de 100ohms, testadas com multímetro de alta resolução, com uma incerteza na ordem de 0,010%. O método foi escolher resistências que fornecem 100ohms na leitura do multímetro, pois, quando colocado em série com estes resistores, deverá indicar leitura igual a zero, o que foi verificado num teste realizado com 10 resistores previamente selecionados.



Fig. 4.3 Foto do Indicador digital, display.



Fig. 4.4 Foto do Indicador digital, entradas.

4.3 Correção no Valor da Radiação Solar

Fizeram-se as referidas medidas, entretanto, teve-se o cuidado de somente realizá-las em dias de céu limpo para minimização dos efeitos na correção dos valores disponibilizados pela Estação de Meteorologia Principal da UEM, uma vez que estes dados são coletados através de um piranógrafo na horizontal, em relação ao ângulo solar, $\beta=0^\circ$, e mostrados conforme diagramas do actinógrafo, figura 28 do anexo 2.

A figura 4.5, mostra a diferença existente entre a curva de incidência da radiação solar obtida no plano dos coletores, com inclinação de $34,5^\circ$, e a respectiva curva obtida através dos registros do

actinógrafo. Fica claro também que o maior desvio padrão entre estas curvas ocorre no período próximo das 12 horas e que o valor médio no período considerado equivale a 17,04%.

Tabela 4.3 Radiação Solar no Plano dos Coletores.

Horário	08/04	11/04	18/04	24/04	Média
8:00	100	174	100	150	87,33
10:00	500	520	350	400	295,00
12:00	750	600	600	550	416,67
14:00	750	550	500	450	375,00
16:00	500	350	350	300	250,00
17:00	250	170	150	150	120,00

Tabela 4.4 Radiação Solar na horizontal.

Horário	08/04	11/04	18/04	24/04	Média
8:00	69,76	200	174,39	139,53	97,28
10:00	348,79	453,43	398,79	383,67	264,11
12:00	558,06	523,19	558,06	523,18	360,42
14:00	592,94	558,06	453,43	488,3	348,79
16:00	453,43	348,79	418,55	279,03	249,97
17:00	244,15	104,64	139,15	104,64	98,76

Tabela 4.5 Determinação Desvio Padrão.

Horário	GP	GH	DP (%)
8:00	87,33	97,28	7,04
10:00	295,00	264,11	21,84
12:00	416,67	360,42	39,77
14:00	375,00	348,79	18,53
16	250,00	249,97	0,02
17	120,00	98,76	15,02
		Média	17,04

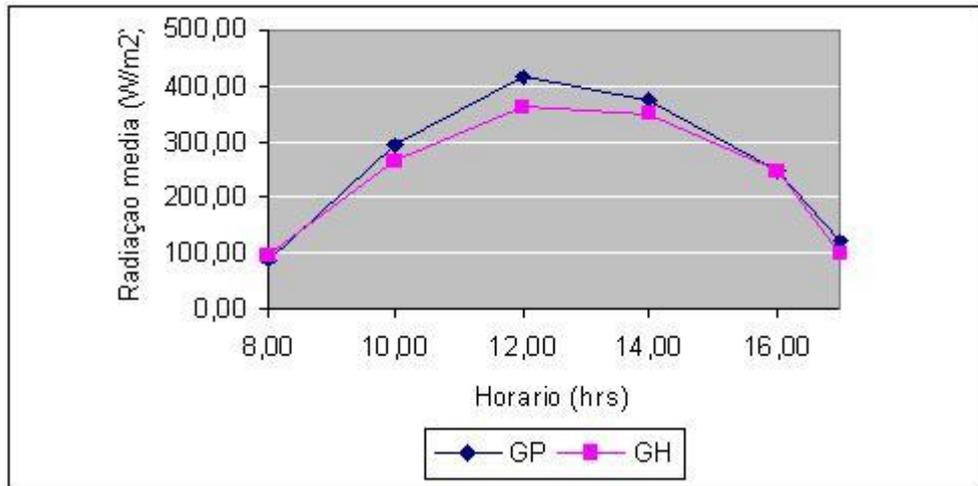


Fig. 4.5 Comportamento da radiação média incidente nos coletores.

4.4 Temperatura Máxima de Operação

Na determinação da temperatura máxima de operação dos coletores, foi considerado, para efeito de cálculo, o período em que o ângulo de incidência da radiação solar (θ) e as condições meteorológicas locais favorecessem a confiabilidade nos resultados esperados. Desse modo, executaram-se as medidas em dia de céu aberto, com baixa umidade relativa do ar e insolação máxima com o objetivo de minimizar os efeitos da inércia térmica, com conseqüente redução de suas incertezas. A declinação solar calculada, considerada, $\delta = -22,8^\circ$ e o ângulo de incidência solar calculado para esta declinação, $\theta = 80,6^\circ$.

Como vimos no Capítulo II, a temperatura máxima de operação ou estagnação ocorre quando a reta gerada por $(\eta \times T^*)$, cruza o eixo horizontal T^* , onde:

$$T^* = (T_i - T_a) / G_T \quad (24)$$

Nota-se pela figura 4.6 que em nenhum momento do teste a reta gerada pela relação anterior tocou o eixo das ordenadas. Pode-se concluir que a temperatura da

água dificilmente atingirá o ponto de estagnação, uma vez que as variações climáticas com suas variações constantes, como melhor pode ser visto pelas medidas realizadas diariamente, tabelas do anexo 1 que a diferença de temperatura no coletor ($T_i - T_o$), varia muito, tendo casos em que a temperatura na entrada é maior do que na saída do coletor, gerando um valor negativo para o rendimento térmico, ou contra-termossifão. Exemplo típico observado foi quando uma nuvem interceptava os raios solares que podiam incidir sobre o plano do coletor, a vazão mássica pelo coletor era muito baixa ou igual a zero.

Portanto, devido a esta dificuldade, optou-se pelo expurgo de 100 litros diários de cada reservatório de água quente pela manhã e pela vazão de 18 litros no momento das medições, para diminuir as incertezas nas leituras da temperatura da água entre os pontos de medidos, saída e entrada do fluido de trabalho nos coletores.

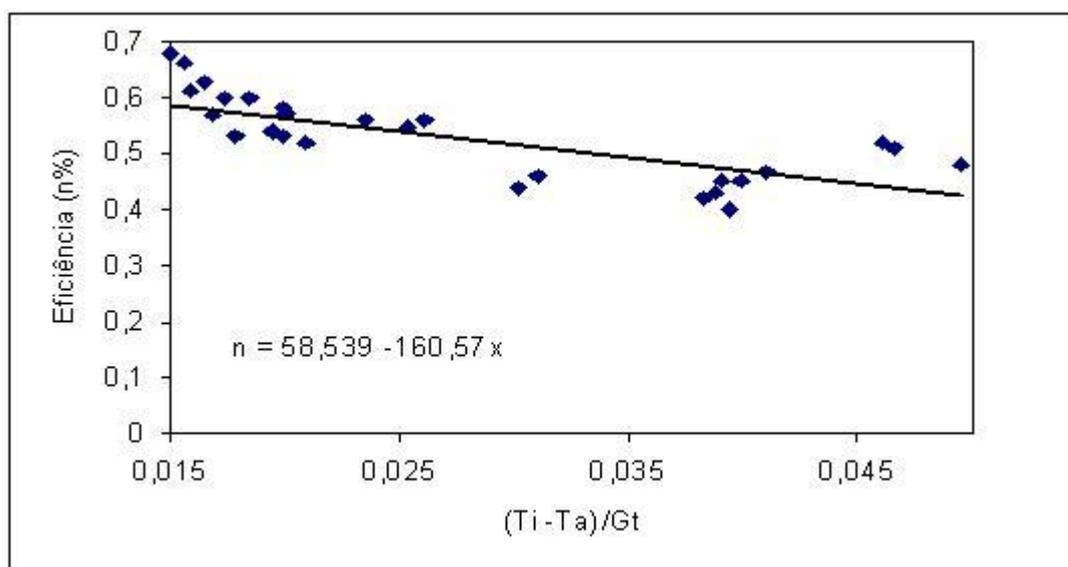


Fig. 4.6 Cálculo do ponto estagnação na temperatura da água.

4.5 Aferição do Rotâmetro

Na aferição do rotâmetro, executaram-se várias medidas com variadas escalas, conforme citado no capítulo III. Devido ao grande espalhamento nas leituras, optou-se por reduzir estes números de escalas, conforme figura 4.7 e também para efeito de cálculo da eficiência e do ganho de energia em cada coletor, optou-se por um valor médio da vazão mássica para cada modelo de coletor solar de placa plana avaliado, o que ocorreu em torno da escala 10, conforme pode ser verificado na tabela 3.4.

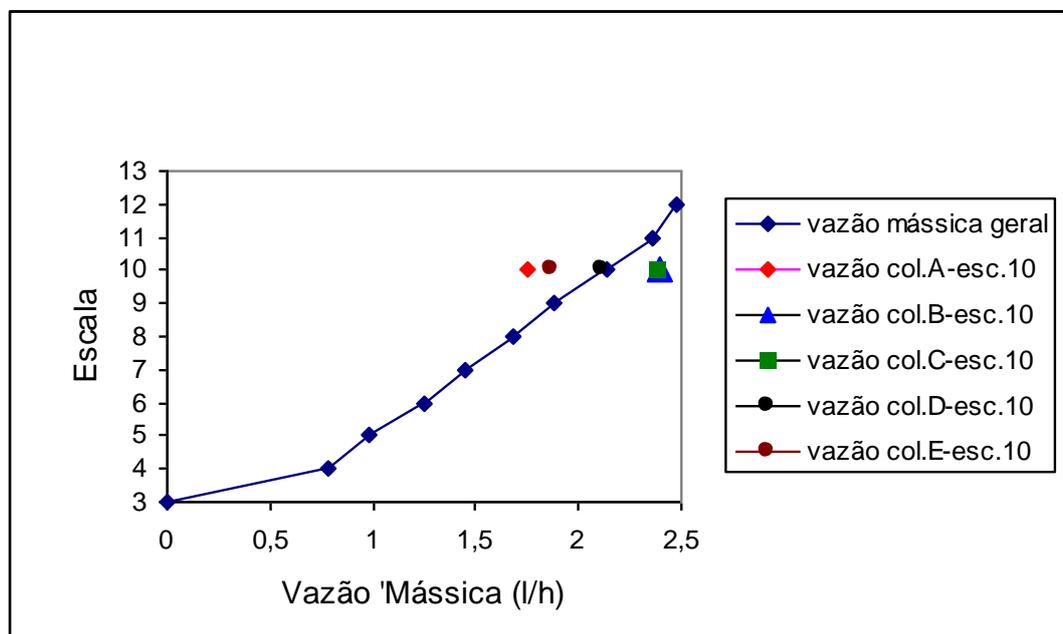


Fig. 4.7 – Curvas de aferição do Rotâmetro.

4.6 Determinação da Eficiência Térmica Média Global

A eficiência térmica média global (η) é definida como a relação entre a energia térmica transferida para o fluido de trabalho e a energia solar incidente no coletor solar. A radiação solar foi tomada ao longo do dia, às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 17:00 horas, conforme tabelas constantes do anexo 2, cujos dados sintéticos são apresentados nas tabelas 4.6 – Dados Estatísticos Mensais de Eficiência Térmica dos Coletores Solares e 4.7 – Dados Estatísticos no Período de Eficiência Térmica dos Coletores Solares.

TABELA 4.6 – DADOS ESTATÍSTICOS MENSAIS – EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS COLETORES SOLARES (η)

MÊS	DADOS	COLETOR A	COLETOR B	COLETOR C	COLETOR D	COLETOR E
FEVEREIRO/2002	Média Mensal	0,45799	0,69468	0,619163	0,540971	0,410863
	Desvio Padrão	0,619112	0,769961	0,253635	0,976739	0,368256
	Erro de Estimativa	0,094302	0,117279	0,038633	0,148775	0,056092
	Limite Inferior	0,363688	0,5774	0,58053	0,392196	0,354771
	Limite Superior	0,552292	0,811959	0,657796	0,689747	0,466955
MARÇO/2002	Média Mensal	0,518827	0,588926	0,581591	0,548587	0,434581
	Desvio Padrão	0,293326	0,333893	0,424175	0,470777	0,322477
	Erro de Estimativa	0,042432	0,0483	0,06136	0,068102	0,046649
	Limite Inferior	0,476395	0,540626	0,520231	0,480485	0,387933
	Limite Superior	0,561259	0,637226	0,642952	0,616689	0,48123
ABRIL/2002	Média Mensal	0,572774	0,5462763	0,523963	0,519209	0,525942
	Desvio Padrão	0,74156	3,016889	1,270612	0,766805	0,6867
	Erro de Estimativa	0,10907	0,443728	0,186883	0,112783	0,101001
	Limite Inferior	0,463705	0,102545	0,33708	0,406426	0,424941
	Limite Superior	0,681844	0,990001	0,710846	0,631992	0,626942
MAIO/2002	Média Mensal	0,487138	0,586822	0,511049	0,440365	0,518297
	Desvio Padrão	0,738686	0,84043	1,040914	0,790415	0,828405
	Erro de Estimativa	0,106857	0,121575	0,150576	0,11434	0,119835
	Limite Inferior	0,380281	0,465247	0,360473	0,326025	0,398461
	Limite Superior	0,593995	0,708397	0,661626	0,554705	0,638132
JUNHO/2002	Média Mensal	0,435779	0,556972	0,0606769	0,615434	0,572934
	Desvio Padrão	0,310899	0,429895	0,710842	0,727525	0,762402
	Erro de Estimativa	0,045727	0,063229	0,104552	0,107005	0,112135
	Limite Inferior	0,390051	0,493743	0,502217	0,508428	0,460799
	Limite Superior	0,481506	0,620202	0,71132	0,722439	0,685069

TABELA 4.7 – DADOS ESTATÍSTICOS DO PERÍODO – EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS COLETORES SOLARES

PERÍODO	DADOS	COLETOR A	COLETOR B	COLETOR C	COLETOR D	COLETOR E
FEVEREIRO A JUNHO/2002	Média no Período	0,495102	0,593311	0,567536	0,532293	0,493398
	Desvio Padrão	0,576397	1,45948	0,834203	0,759665	0,633272
	Erro de Estimativa	0,037708	0,09548	0,054574	0,049697	0,041429
	Limite Inferior	0,457393	0,497831	0,512962	0,482596	0,451969
	Limite Superior	0,53281	0,68879	0,62211	0,581991	0,534826

Analisando os dados referentes aos modelos, podemos afirmar:

6. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor A** no período, está entre 0,46 e 0,53. ou que a eficiência média no período foi de 0,50 com margem de erro de 0,038 para mais e para menos;

7. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor B** no período, está entre 0,50 e 0,69 ou que a eficiência média no período foi de 0,59 com margem de erro de 0,095 para mais e para menos;
8. com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor C no período, está entre 0,51 e 0,62 ou que a eficiência média do no período foi de 0,57 com margem de erro de 0,054 para mais e para menos;
9. com 95% de confiança, que a eficiência média do **Coletor D** no período, está entre 0,48 e 0,58 ou que a eficiência média no período foi de 0,53 com margem de erro de 0,05 para mais e para menos
10. com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor E no período, está entre 0,45 e 0,53 ou que a eficiência média no período foi de 0,49 com margem de erro de 0,04 para mais e para menos.

Como o objetivo deste trabalho é a obtenção de informações do desempenho comparativo do termossifão, para modelos diferentes de coletores de placa plana, conforme capítulo III. A tabela 4.8 apresenta um resumo dos valores médios da eficiência térmica e do ganho de energia, encontrados no período considerado.

Tabela 4.8 Eficiência e Ganho de Energia médios mensais dos coletores

TIPO DE COLETOR	MÊS DE REFERÊNCIA	GANHO DE ENERGIA MÉDIO (W)	EFICIÊNCIA MÉDIA MENSAL (%)	EFICIÊNCIA NO PERÍODO (%)
MODELO-A	FEV/02	40256,26	0,47	0,50
MODELO-A	MAR/02	64655,47	0,52	
MODELO-A	ABR/02	70415,05	0,52	
MODELO-A	MAI/02	37688,10	0,49	
MODELO-A	JUN/02	66745,45	0,44	
MODELO-B	FEV/02	68716,00	0,69	0,60
MODELO-B	MAR/02	79358,60	0,59	
MODELO-B	ABR/02	80799,96	0,55	
MODELO-B	MAI/02	58592,96	0,59	
MODELO-B	JUN/02	44313,44	0,58	
MODELO-C	FEV/02	64861,20	0,62	0,57
MODELO-C	MAR/02	77012,20	0,58	
MODELO-C	ABR/02	54102,28	0,53	
MODELO-C	MAI/02	51704,60	0,51	
MODELO-C	JUN/02	29611,56	0,61	
MODELO-D	FEV/02	50199,55	0,54	0,53
MODELO-D	MAR/02	64770,70	0,55	
MODELO-D	ABR/02	50667,16	0,52	
MODELO-D	MAI/02	37679,83	0,44	
MODELO-D	JUN/02	49716,87	0,61	
MODELO-E	FEV/02	41977,76	0,41	0,49
MODELO-E	MAR/02	47957,71	0,43	
MODELO-E	ABR/02	65488,13	0,54	
MODELO-E	MAI/02	47807,41	0,52	
MODELO-E	JUN/02	48049,01	0,57	

Observa-se pela tabela 4.8, que a eficiência média dos coletores estudados, no período considerado, apresentou um valor satisfatório quando comparados com testes realizados em outros estudos. Aqui chamamos a atenção para o fato de que no Brasil, os testes feitos para etiquetagem de coletores de placa plana

(INMETRO/ABRAVA), consideram dia a céu aberto, um período curto de testes, (3 dias), o que não representa a realidade no uso dos coletores. Outro aspecto nestes testes é que são realizados na cidade de Belo Horizonte, mas os coletores são vendidos e usados em regiões onde as características meteorológicas são muito diferentes.

Os resultados obtidos, portanto, são válidos para regiões com as mesmas características meteorológicas. Quando estes coletores são colocados em uso, por exemplo, na região sul, tem apresentado problemas sérios, o que continua sendo um fator negativo para o aumento do seu uso, como uma fonte energética alternativa.

Acreditamos, portanto, que tanto o método de certificação como as Normas Brasileiras que validam estes testes, devem rever seus conceitos, com a finalidade de acelerar o uso dos coletores de placa plana e definitivamente serem introduzidos no sistema energético nacional.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Os estudos dos cinco modelos de coletores solares (A, B, C, D e E), propostos, mostraram que em todos os coletores a vazão aumenta na medida em que a radiação solar aumenta e, que a diferença de temperatura entre a entrada e a saída do fluido de trabalho nos coletores aumenta proporcionalmente ao aumento da radiação e da temperatura de entrada.

As variações na eficiência térmica entre os coletores foram pequenas, sendo que o coletor modelo B, apresentou um resultado superior aos demais. Constatou-se que no mês de abril ocorreram as maiores **oscilações** causadas pelas variações climáticas, como: temperatura ambiente, velocidade do vento e umidade relativa do ar que foram muito intensas neste período.

Quanto à relação entre a temperatura na entrada e saída dos coletores com a variação da temperatura ambiente diariamente, o coletor modelo E foi o que apresentou a maior diferença entre os mesmos, indicando que o tempo de residência do fluido de trabalho no coletor é maior do que nos outros.

Nota-se que a variação da temperatura na entrada dos coletores é maior no período entre as 10:00 e 15:00 horas, o que coincide com os valores normalmente encontrados.

Já a correlação entre a vazão mássica com a radiação solar e com o tempo, tem os valores de vazão e radiação máximos no período entre 13:00 horas às 14:00 horas, respectivamente.

Quanto à eficiência instantânea dos coletores, o que apresentou o maior valor foi o coletor modelo B, muito embora os valores da eficiência térmica global ao longo do período, estejam próximos e as diferenças estejam numa faixa dentro da incerteza da medida.

Em relação ao ganho médio de energia, no período, novamente temos o melhor resultado para o coletor modelo B. Parece, portanto, que estes resultados estão relacionados a sua vazão, que apresentou um resultado melhor, absorvendo com mais eficiência a radiação solar incidente.

A variação da vazão mássica através dos coletores com a radiação solar apresentou relação muito próxima, (dentro da incerteza da medida), o que justifica a utilização método para a simulação do desempenho de um sistema a termossifão.

Os coletores com água como fluido de trabalho, absorvem 1,5 vez mais energia do que o coletor com fluido de trabalho o propilenoglicol a 50% com água. Como este último possui fluido de trabalho para evitar o congelamento do mesmo no interior do coletor, existe uma vantagem econômica e de confiabilidade na sua utilização em regiões de climas frios. O equipamento desenvolvido apresentou um resultado satisfatório, com temperatura da água na saída para consumo chegando a valores médios, no período, em torno de 55°C, muito próximo da média dos outros coletores que foi de 60°C, desde que sejam tomados os devidos cuidados técnicos na montagem deste sistema.

Com base na revisão bibliográfica apresentada pode-se concluir pela atualidade e relevância do tema e que os resultados conseguidos foram expressivos, principalmente, para o coletor com fluido de trabalho fechado, o modelo E.

Concluindo, a análise desenvolvida mostrou-se satisfatória no que diz respeito à finalidade para a qual se propôs; possibilitou um entendimento da influência de alguns parâmetros relevantes ao estudo do ciclo a termossifão dos coletores de placa plana considerados.

Um tema que se apresenta oportuno e atraente para investigação teórica é o desenvolvimento de um modelo com a finalidade de evitar o congelamento, uma vez que no período considerado, não foi possível determinar a sua eficiência neste quesito, pois as condições climáticas não foram favoráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AONDE-AMOS. *Boletim Enfoque*. Edição nº 002, Energia solar. março/99. www.aondevamos.eng.br , 30.Jan.2001, 21h 15min.
- [2] ATHIENTIS, A.K.; CHEN, Y. *The effect of solar radiation on dynamothermal performance of floor heating systems*. Elsevier Science Ltda. Canadá, v.69, n.03, p. 229-237, jan/2000.
- [3] BARLEY, C.D. ; WINN, C.B. *Optimal sizing of solar collector by method of relative areas*. Solar Energy, v.21 , p.279 , 1978.
- [4] BATISTA, 1981 – citado às folhas 21 , não consta da bibliografia
- [5] BEZERRA, A.M. *Participação da energia solar no contexto energético mundial do próximo milênio*. www.netwaybbs.com.br , 30. Julh.2001 , 20h 30min.
- [6] BRAUNSTEIN, A. ; KORNFIELD, A. *Analysis of solar powered electric water pumps*. Solar Energy, v.27, p.235, 1981.
- [7] CAMPBELL, S. *Build your own solar water heater*. 133124/4302 ed. Portugal, Publicações Europa – América Ltda , p.185 , 1978.
- [8] CLOSE, D.J. *A design approach for solar processes*. Solar Energy, v.11 , p.112 , 1967.
- [9] CLOSE, D.J. *An introduction to solar energy systems and system design*. Victoria, v.01, n.26, p.70, 1980.
- [10] COLE, S. ; PEREIRA, E. B. *Atlas de irradiação solar do Brasil*. Brasília – DF, p.63, 1998.
- [11] COMETTA, E. *Energia solar – utilização e empregos práticos*. 1ª ed. Hemus Editora Limitada, p.127 , 1982.
- [12] CORRÊA, R.G. ; FREIRE, J.T. *Determinação da condutividade térmica II – análise numérica* – Anais XV Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos. v.1 , p.162 – 165, 1987.
- [13] DUFFIE, J.A. ; BECKMAN, W.A. *Solar engineering of thermal processes*, 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1991.
- [14] FARRET, F.A. *Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica*. 1.ed. Santa Maria, Editora da UFSM, p.245 , 1999.
- [15] FILHO, B.D.B. *Anais do II Simpósio sobre energia solar*. São Paulo. Publicações ACIESP – Nº 28, p.133-143, 1981.
- [16] FOX, R.W. ; McDONALD, A.T. *Introdução à mecânica dos fluidos*, 4 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Kougan S.A. , 1995.
- [17] GELLER, H.S. *Efficient electricity use a development strategy for Brasil*, Tradução 1.ed. Rio de Janeiro, INEE, p.225, 1991.
- [18] GOLDEMBERG, J.; JOHANSSON, T.B. ; REDDY, K.N. ; WILLIAMS, R.H. *Energia para o desenvolvimento*. 1.ed. São Paulo, T.A. Queiroz Editora Ltda, p.99, 1988.
- [19] GTZ / GATE. *Status report solar energy*. Eschborn, p.54, 1986.
- [20] HELIOTEK. *Energia solar. Indústria de aquecedores solares*. www.helioteck.com.br. 06.jun.2001, 18h 20min.
- [21] HOLLMANM J.P. *Transferência de calor – coeficiente global de transferência de calor*. McGraw –Hill International Book Company, p.31-32 , São Paulo, p.570 , 1982.
- [22] IANETZ, A.; LYUBANSKY, V.; SETTER, I.; EVSEEV. E.G.; KUDISH. A.I. A method for characterization and inter-comparison of sites with regard to solar energy utilization by statistical analysis of their solar radiation data as performed for three sites in the Israel Negev region. Elsevier Science Ltda. Israel, v.69, n.04, p.283-293, jun/2000.
- [23] INCROPERA, F.P. ; DEWIT, D.P. *Fundamentos de transferência de calor e de massa*. Quarta Edição, Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 1998.
- [24] JETER, S.M. ; JARRAR, D.I. ; MOUSTAFA, S.A. *Geometrical effects on the performance of trough Collector* . Solar Energy, v.30 , p.109 , 1983.
- [25] JOHANNSEN, A. ; GROSSMAN, G. *Performance simulation of regenerating type solar collector*. Solar Energy, v.30 , p.87, 1983.

- [26] KALOGIROU, S.A.; PANTELIOU, S. Thermosiphon solar domestic water heating systems: long-term performance prediction using artificial neural networks. University of Patras, Greece, v.69, n. 02, p.163-174, dec/1999.
- [27] KITTEL, C. *Introdução a física do estado sólido*. Tradutor: Adir M. Luiz. Editora Guanabara Dois, Rio de Janeiro, n.p. , 1978.
- [28] KREITH,F. *Princípios de transmissão de calor*. 3ª ed. Editora Edgard Blücher, p.500 , 1977.
- [29] LAMBERTS, R. ; DUTRA, L. ; PEREIRA, F.R. *Eficiência energética na arquitetura*. 1.ed. São Paulo, PW Gráficos e Editores Associados Ltda , p.192 , 1997.
- [30] LIMA, C.S. ; MATTOS, J.C.V. ; MENEZES, E.A. ; BELLANDI, J.F. *Energia: fontes convencionais e não convencionais*. 1.ed. São Paulo, Instituto de Física – UNICAMP, p.66 , 1979.
- [31] LIMA, W. *O Desenvolvimento tecnológico dos coletores de energia solar*. Anais do segundo simpósio sobre energia solar, p.15 . Publicação da Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1981.
- [32] LUIZ, A. M. *Como aproveitar a energia solar*. São Paulo, Editora Edgard Blücher Ltda, p.192, 1985.
- [33] MALITSON, H.H. *Solar electromagnetic radiation environment*. Solar Energy. V.12 , p.197 , 1968.
- [34] MARTINS, MJ.M.; GOLDEMBERG, J. *Anais do II Simpósio sobre energia solar*. São Paulo, Publicações ACIESP – Nº 28, p.144 – 153, 1981.
- [35] MASCARENHAS, S. et.al. *II simpósio sobre energia solar*. 1.ed. São Paulo, Instituto de Pesquisa Energética e Nucleares – Academia de Ciências de São Paulo, p.372 , 1981.
- [36] MESQUITA, L.C.S. *Manual técnico básico de aquecimento solar*. ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. São Paulo , 1996.
- [37] MORRISON, G.L.; WOOD, B. *Technology of heate water to solar collector*. Twenty years of advance. Renewable Energy Word. USA, v.79, n.05, p.13, jul/aug/2000.
- [38] PALZ, W. *Energia solar e fontes alternativas*. 1.ed. São Paulo, Hemus Editora Ltda, p.358 , 1981.
- [39] PROCOBRE – *Instituto Brasileiro do Cobre*. www.procobrebrasil.org.br, 26.Jun.2001, 21h 10min.
- [40] RAO, D.P. ; BABU, S.V. ; RAO, V.S. Feasibility study of a large scale solar power generation system switable for the arid and semiarid zones. Solar Energy, v.12 , p.197 , 1968.
- [41] SABADY, P.R. *A energia solar na habitação*. Edições CETOP, 3ª ed . p.131 , 1979.
- [42] SILVASOL. *Industria de aquecedores solares*. www.silvasol.com.br. Brasil. 10.jun.2001, 19h 10min.
- [43] SOLAHART WORLD CORPORATE HEADQUARTERS – *Industries of solar hot water systems*. www.solahart.com.au. Austrália. 30 Abril.2001 , 22h 33mmin.
- [44] SZOKOLAY, S.V. *Energia solar y edificacion*. 2.ed. Barcelona, Impreta Juvenil Maracaibo, p.196 , 1978.
- [45] TANAKA, T. ; SAWATA, S. ; TANI, T. ; SAKUTA, K. ; HORIGOME, T. *A Terrestrial solar thermal electric power system – Development of Basic model System*. Solar Energy, v.19 , p.335 , 1977.
- [46] WILLER, A . *Plastic covers for solar collector*. Solar Energy , v.7 , p.148 , 1962.

ANEXO 1

ESTATÍSTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO COLETOR A

MÊS		FEV/02	MAR/02	ABR/02	MAI/02	JUN/02
Dia	Hora	η	η	η	η	η
01	08	0,032248	0,220127	-0,92254	-0,29039	0,098214
	10	1,142302	0,540044	1,00071	1,279433	0,458375
	12	1,036068	0,904574	0,916065	1,288274	1,379246
	14	0,534546	0,560815	0,595009	1,756395	1,14693
	16	1,423945	0,587779	0,27894	1,205908	-0,29032
	17	1,453469	0,515966	-0,44866	0,387073	0,84551
02	08	-0,02417	0,303775	-0,70505	0,290346	-0,19413
	10	0,774654	0,592732	1,094274	1,064502	0,835071
	12	0,580693	0,390206	1,466848	1,317596	0,609238
	14	0,60174	0,072327	1,349956	0,645122	0,472884
	16	0,423011	0,601221	1,219315	-0,46451	0,205528
	17	0,232778	0,399226	-1,16139	0,43552	-0,52387
03	08	0,022304	0,202517	-0,38711	-0,81007	-0,58239
	10	0,44291	0,69152	0,707643	2,939442	0,338204
	12	0,636323	0,568867	0,841908	1,912661	0,721615
	14	0,060489	0,621051	1,274156	0,677391	0,33496
	16	0,290587	0,714118	0,193544	0,754814	0,179837
	17	0,082999	0,036821	-1,24421	-1,35476	0,065484
04	08	0,132191	0,428401	0,638707	-0,20252	0,253643
	10	0,122182	0,66038	1,875857	1,886846	0,312147
	12	0,17676	0,829756	1,229568	-0,53918	0,731226
	14	0,967436	0,101258	0,841908	-0,41474	0,72903
	16	1,334637	0,205949	1,19995	-0,29028	0,181447
	17	0,433964	0,322479	-0,03629	0,193555	0,145173
05	08	0,475888	0,101258	-0,17419	0,508197	0,050629
	10	0,81504	0,347904	1,353941	0,508033	0,714314
	12	0,673295	0,650156	0,477009	0,435488	0,628167
	14	0,362673	0,761341	1,968586	0,395881	0,605733
	16	1,619167	0,482183	0,422273	0,497686	0,248843
	17	0,84972	0,237324	-0,08295	-0,29028	0,60755
06	08	0,145	0,202517	-0,11613	1,161552	0,262412
	10	0,27491	0,520107	0,937949	0,760755	0,591833
	12	0,130562	0,792112	1,57643	1,676004	0,551698
	14	-0,58028	0,871486	1,580599	1,563249	0,628236
	16	-0,04833	0,43884	0,116124	-0,33179	0,290317
	17	-1,54298	0,230133	0,058064	0,290305	0,483841
07	08	0,364239	0,337528	-0,65563	-0,39541	0,13096
	10	2,123519	0,60755	1,768267	1,469721	0,668166
	12	3,105256	0,817541	1,844352	1,613908	0,827403
	14	1,82265	0,458073	1,209642	0,703644	0,60889
	16	0,242245	0,31991	0,848602	2,632717	0,137925

	17	-0,24224	0,164499	0,184542	-0,81007	0,362777
08	08	-0,16124	0,694648	0,184509	-0,43546	-0,10126
	10	0,983652	0,569852	0,276768	0,464514	0,40645
	12	0,975666	0,583481	0,707951	0,725788	0,611611
	14	0,057862	0,836078	1,340849	1,935458	0,568373
	16	0,265833	0,585308	1,207569	-0,2903	0,355292
	17	-0,11639	0,776068	0,717155	0,193352	0,21776
09	08	-0,10888	0,540044	0,039842	-1,74183	0,472539
	10	1,007461	0,854952	0,036593	1,779937	0,704369
	12	0,99014	0,832861	1,576192	1,678074	0,866955
	14	0,47571	0,812097	0,922176	0,40645	1,545011
	16	0,960975	0,769723	1,451576	1,016213	0,290317
	17	0,190156	0,437086	0,531819	0,290471	0,145111
10	08	0,124498	0,202517	0,232257	0,072576	0,097065
	10	1,08215	0,507628	1,09425	0,791761	0,676408
	12	0,663083	0,818249	1,815713	1,124005	0,870341
	14	0,374075	0,723274	1,015568	0,722507	0,177332
	16	0,27321	0,556364	0,319344	0,437719	0,102764
	17	-0,05819	0,309186	0,184509	0,290305	0,130969
11	08	0,135011	0,202517	-0,11071	-0,06548	0,507306
	10	1,161386	0,592732	0,348213	0,366958	0,500186
	12	0,570729	0,867929	0,812419	1,838947	0,783637
	14	-0,18483	0,756452	1,760036	0,489267	0,691549
	16	1,10358	0,695456	1,806219	1,014613	0,589339
	17	-0,5283	0,112509	0,521831	0,290346	0,170526
12	08	-0,43709	0,029014	-0,31736	0,338301	0,202517
	10	0,290346	0,613687	1,741871	0,803252	0,720304
	12	0,776314	0,69282	1,391163	1,540285	0,512291
	14	-0,3428	0,632105	1,651168	0,736722	0,680382
	16	3,240267	0,604819	1,137055	0,527841	0,387092
	17	1,518875	0,482183	0,184542	-0,3867	0,169102
13	08	0,067506	0,551263	-0,25389	0,395869	0,135011
	10	0,545704	0,800218	0,397773	0,959462	0,022272
	12	0,553757	0,717196	1,141888	1,456978	0,479136
	14	0,319932	0,570656	1,49026	1,123502	0,543873
	16	0,578619	0,643839	1,645113	0,483426	0,471357
	17	-0,58028	0,506292	-0,92271	0,580776	0,290305
14	08	-0,20252	0,086793	-0,58067	-0,29022	0,270022
	10	1,521048	0,341512	0,929604	-1,16026	0,544307
	12	0,686306	0,343249	1,374162	1,125636	0,906362
	14	0,12151	0,668572	0,951585	0,830304	0,85834
	16	0,032146	0,360831	0,501462	0,42529	0,497686
	17	-0,40235	0,295337	-0,18411	0,871664	0,290333
15	08	-0,15578	0,331995	-0,291	-0,58524	0,067506
	10	0,871486	0,523168	1,027255	0,941938	0,571451

	12	0,491826	0,72906	1,138668	0,617439	0,830382
	14	0,21437	0,594692	1,288274	0,786764	0,35674
	16	0,248996	0,546795	1,368636	0,959554	0,414738
	17	0,096898	0,253939	-0,11615	-0,87091	0,387073
16	08	0,337528	0,407361	0,583958	0	0,135011
	10	0,386975	0,604819	1,070538	0,290346	0,554969
	12	-0,52317	0,363002	1,110027	0,580776	0,468468
	14	0,405033	0,433964	1,098219	0,2661	0,269109
	16	0,890609	0,351185	0,390206	0,507997	0,331791
	17	-0,29014	0,354404	0,196332	-0,14524	0,14533
17	08	-0,20252	0,354404	0,464514	0,580943	0,292091
	10	0,484026	0,573746	0,893265	0,738236	0,567819
	12	0,337528	0,569578	1,008287	0,326605	0,384727
	14	1,200386	0,586351	1,146737	0,40645	0,650216
	16	0,405033	0,538608	0,796171	-0,36286	0,373264
	17	-0,5304	0,506292	0,374012	-0,29055	0,096768
18	08	-0,20252	0,552318	0,058064	0,871664	0,509934
	10	0,410833	0,541247	0,290313	1,162219	0,741005
	12	0,614025	0,563198	0,852801	2,178223	0,810067
	14	0,378772	0,799408	1,061197	0,363376	0,517782
	16	0,181467	0,551728	0,193541	0,29043	0,509934
	17	0,456492	0,464222	0,218308	-0,58086	0,202517
19	08	0,637848	0,192873	-0,05806	0,58111	0
	10	0,828477	0,366215	0,638689	0,116129	0,435457
	12	0,741356	0,61047	0,75988	0,048386	0,583509
	14	0,178691	0,735963	0,887071	0,348386	0,257204
	16	0,405033	0,471347	0,967683	0,387073	0,292866
	17	0,759438	0	0,096778	-0,58061	0
20	08	0,28931	0,349167	-0,11613	0,290555	0,540044
	10	0,5444	0,526777	1,373782	0,435478	0,372189
	12	0,406582	0,701356	1,025763	0,411285	0,790547
	14	1,908969	0,480977	0,73635	0,338705	0,401477
	16	0,609291	0,886934	0,325132	0,58061	0,483287
	17	-0,03629	0,433964	0,486118	0,580776	0,433964
21	08	-0,84382	0,405033	0,174273	0,145152	0,380909
	10	0,810067	0,580693	0,826289	0,290555	0,704621
	12	0,580277	0,638066	1,00158	0,145173	0,695556
	14	0,723274	0,812388	0,76933	0,092626	0,522849
	16	1,472848	0,744215	0,680696	-0,09263	0,396495
	17	-0,19287	0,52375	-0,36989	-1,16189	0,290972
22	08	-0,11639	0,337528	-0,10887	0,523062	0,066126
	10	1,50872	0,840561	0,536221	0,946605	0,657318
	12	1,552628	0,794902	0,695267	0,916707	0,490355
	14	1,286479	0,809536	0,580631	0,976505	0,421147
	16	1,296107	0,540044	0,658037	0,788003	0,369085
	17	0,337528	0,354404	-0,29039	-0,87091	0,268281
23	08	0,354404	0,144655	-0,07257	0,232511	-0,14465
	10	0,2175	0,465556	0,902125	0,614082	0,755185
	12	0,675056	0,684839	1,056162	0,658973	0,407096
	14	0,093469	0,253146	0,720846	0,473952	0,441373
	16	0,423444	0,303775	0,866955	0,096771	0,058081

	17	-0,11606	0,202517	0,049479	0,13096	0,288897
24	08	0,433964	0,405033	0,253892	0,116949	0,264555
	10	1,265729	0,405033	0,858352	1,058589	0,487144
	12	1,05598	0,036821	1,665734	1,18488	0,492458
	14	0,456492	0,672518	1,057582	1,03788	0,828773
	16	0,017076	0,791656	0,801454	0,653209	0,302083
	17	-0,02075	0,28931	0,06548	0,290333	0,389455
25	08	0,405033	-0,30378	0,058064	0,54416	-0,04199
	10	0,200732	0,821014	0,548371	0,802664	0,548371
	12	0,810067	0,517798	1,502805	1,125652	0,645637
	14	0,307391	0,675056	0,700171	0,325842	0,764214
	16	0,118817	0,576394	0,193112	0,244639	0,746456
	17	0,102454	0,270022	0,6548	0,290305	0,202517
26	08	0,28931	0,860696	-0,09677	0,042276	-0,13097
	10	0,774442	0,749385	1,18544	0,900725	1,225771
	12	0,759438	0,876274	1,58955	1,317103	0,395856
	14	0,459715	0,69355	1,399021	0,976275	0,748748
	16	0,291501	0,517798	1,074159	1,016096	0,685951
	17	0	0,482183	0,357888	-0,09911	0,101258
27	08	0,433964	0,290972	-0,43546	-0,11596	-0,2903
	10	0,385746	0,551066	0,551595	2,119286	0,641163
	12	0,670836	0,782673	0,583123	1,20391	0,494804
	14	0,405033	0,901615	1,66088	0,852304	0,492607
	16	0,405033	0,760901	-0,18454	-1,68442	0,631556
	17	0,116055	0,082999	-0,55363	-0,32734	0,290097
28	08	0,063286	0,28931	0,126954	-0,58069	0,290249
	10	0,081007	0,402836	0,590514	1,801141	1,390692
	12	0,057862	0,667637	0,696752	1,195069	0,709354
	14	0,405033	0,787706	0,483841	0,63453	0,433444
	16	0,254053	0,676667	0,765369	0,733776	0,159067
	17	0,064496	0,145173	0,290305	-0,55353	0,218543
29	08		0,072327	0,096768	-0,58845	0,190431
	10		0,193333	0,848755	0,470764	0,534302
	12		0,390528	1,67491	0,87094	0,72906
	14		0,060852	0,870956	1,541223	0,517543
	16		0,051662	0,967729	0,082948	0,476753
	17		0,096898	-1,73834	-0,19354	0,392474
30	08		0,202517	-0,58061	-0,09226	0,290322
	10		0,684178	-0,73817	0,327421	0,845528
	12		2,12836	-1,84509	0,635066	0,866955
	14		2,011296	-1,16139	0,556598	0,602343
	16		1,171887	-0,66394	0,362881	0,450337
	17		0,239193	-1,30656	0,145215	0,364239
31	08		0,092053		0	
	10		0,459167		0,43552	
	12		0,623741		0,830364	
	14		1,106648		0,493532	
	16		0,678285		0,232251	
	17		0,285682		0,096778	
No Mês						

Média	0,45799	0,518827	0,572774	0,487138	0,435779
Desvio Padrão	0,619112	0,293326	0,74156	0,738686	0,310899
Erro de Estimativa	0,094302	0,042432	0,10907	0,106857	0,045727
Limite Inferior	0,363688	0,476395	0,463705	0,380281	0,390051
Limite Superior	0,552292	0,561259	0,681844	0,593995	0,481506
No Período					
Média	0,495102				
Desvio Padrão	0,576397				
Erro de Estimativa	0,037708				
Limite Inferior	0,457393				
Limite Superior	0,53281				
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor A no período está entre 0,46 e 0,53.					
ou					
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor A no período foi 0,50 com margem de erro de 0,038 para mais e para menos.					

ESTATÍSTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO COLETOR B

MÊS		FEV/02	MAR/02	ABR/02	MAI/02	JUN/02
Dia	Hora	n	n	n	n	n
01	08	0.303623	0.607246	-1,01798	0.400535	0.677336
	10	0.689022	0.620741	1,753341	0.578103	0.858042
	12	1,787733	0,856622	1,62978	0,300326	1,168622
	14	0,379186	0,838	0,522265	0,820886	0,884832
	16	2,218663	0,884433	1,004612	0,616045	0,46718
	17	0,267305	0,845117	0,509639	1,334735	0,349866
02	08	0,466667	0,139667	-1,43013	1,001195	0,669415
	10	0,782286	0,953821	0,954891	1,201319	0,94614
	12	0,68415	0,699679	0,632262	1,108906	0,640251
	14	0,858607	0,49881	1,161253	0,889823	0,924027
	16	0,765796	1,003854	2,202376	1,361508	0,248051
	17	0,521743	0,650777	-0,60072	-0,20024	0,270969
03	08	0,338399	0,279333	0,400459	0,139667	0,133883
	10	0,463449	0,953821	1,551685	0,700761	0,641422
	12	0,744126	0,807063	1,261361	1,95506	0,777602
	14	0,200239	0,893867	3,53716	0,587295	0,733786
	16	1,140765	0,782942	1,361482	0,320346	0,602409
	17	0,286202	0,203152	-7,66551	-0,13347	0,541939
04	08	0,145866	0,107436	0,160177	-0,55867	0,291543
	10	-0,25279	1,012077	2,587389	0,700686	0,98411
	12	-0,10449	1,125093	2,449714	1,544606	1,008587
	14	0,244639	0,558667	-0,14015	-0,40044	1,032736
	16	1,840879	0,875876	0,186866	-1,40137	0,550598
	17	2,693571	0,489278	-0,15016	0,133486	0,400478
05	08	0,656397	0,279333	-3,20355	1,051443	0,768167
	10	1,124193	1,010247	2,044161	0,600631	1,064082
	12	0,928683	0,820446	2,419536	0,500561	0,835494
	14	0,500239	1,102632	3,087548	0,327625	1,083047

	16	0.8	0.831349	-0.47324	0.572053	0.915284
	17	0.931111	0.327344	-0.11441	-0.93423	0.279333
06	08	0.2	0.279333	-2.72302	0.801071	0.279333
	10	0.379186	1.076083	2.772264	2.373456	0.758012
	12	0.180086	1.05615	2.88483	2.120853	0.869672
	14	0.800382	0.648725	3.381436	0.708467	0.866533
	16	-0.06667	0.582879	0.694075	-1.60175	0.572053
	17	0	0.519421	-0.24027	-0.80084	0.533894
07	08	0.602878	0.372444	-2.91391	0.340867	0.361269
	10	2.928992	0.689022	2.511794	1.201305	0.952329
	12	1.536333	1.111534	3.651016	1.510555	1.032555
	14	1.722556	1.180516	3.492668	0.554596	0.941647
	16	0.334131	0.882509	3.080226	-2.79333	0.543545
	17	0.400957	0.806739	8.654395	1.117333	0.400306
08	08	0.266879	0.25796	-3.81742	0.20021	0.838
	10	0.659371	0.765849	1.628795	0.080089	0.961064
	12	1.080023	1.039536	1.529211	0.550598	0.809857
	14	0.279333	0.896942	2.80059	1.401539	0.632228
	16	0.233333	0.618947	1.287064	0.800841	0.435608
	17	0.401341	0.509732	-7.36389	-0.13335	0.300358
09	08	0.700836	0.465556	-2.58286	-0.40042	0.372444
	10	0.871445	0.81073	2.145107	0.691573	0.85378
	12	1.165406	0.92708	1.455514	1.550772	0.570723
	14	0.33745	0.927611	0.09422	0.240266	0.749814
	16	1.497305	0.768807	-0.25027	1.601912	0.572053
	17	0.262285	0.703357	-1.87971	0.40065	-0.10008
10	08	1.37377	0.465556	-0.7208	0.500526	0.535532
	10	1.092812	0.663325	1.724926	0.873667	0.699733
	12	0.552569	0.705387	1.740368	1.000227	1.160454
	14	0.729469	0.472556	1.506904	1.212034	1.222977
	16	1.413153	0.517995	-1.4816	0.730856	0.815023
	17	1.043487	0.266539	0.890731	1.401472	0.270969
11	08	0.279333	0.558667	-2.29054	0	0.349866
	10	1.101314	0.885691	1.761076	1.34973	0.446414
	12	0.990364	0.91781	1.613633	1.50753	0.761528
	14	0.218514	0.384404	2.878125	1.149746	1.107709
	16	2.002868	0.3837	0.661761	1.049599	0.632242
	17	-0.97159	0.341407	-1.43953	0.800956	0.588021
12	08	-0.5024	0.200096	1.225684	-0.53328	-0.13967
	10	0.400478	0.644925	2.469319	1.224558	0.812882
	12	0.768167	0.514561	2.575292	1.599647	1.059913
	14	0.145486	1.190436	1.276386	1.467798	0.616701
	16	1.117333	0.457482	-0.8676	1.41971	0.800879
	17	0.419	0.133016	-6.87261	-0.26669	0.583111
13	08	0.651778	0.080038	-3.7646	-0.40952	-0.18622
	10	1.83992	0.615552	1.21281	0.941647	0.645126
	12	0.654688	0.938936	1.788579	0.812882	0.194376
	14	0.375092	0.915247	0.934332	0.624862	0.400091
	16	0.618524	0.080732	2.714048	0.800153	0.300068
	17	-0.44021	0.698333	18.32695	1.201606	0
14	08	0.139667	-0.11971	-3.73762	-1.46779	-0.55867
	10	0.419599	0.423946	2.36197	0.400091	0.989648
	12	0.822481	0.619122	2.135658	2.75791	1.08709
	14	0.446933	0.134134	1.37927	1.679695	1.065525
	16	0.509894	0.622123	2.657474	0.721978	0.572053
	17	0.369978	0.407361	16.25212	0.80153	0.266973
15	08	-0.32231	0.400683	-3.88	-0.32289	0.279333
	10	0.744126	1.000944	1.016474	0.367705	1.103492
	12	0.798095	0.577289	0.997528	1.523987	1.145355
	14	0.22611	1.130635	0.450489	1.94325	0.522808
	16	1.37377	0.7542	-1.37293	0.622834	0.400437
	17	1.002392	0.612957	-0.88113	0.40042	0.533894
16	08	0.465556	0.561877	-2.81911	-0.13349	0.651778
	10	0.622718	1.076429	1.126223	0.600717	0.647709
	12	0.814722	0.54022	0.117775	1.602141	0.676933
	14	0.279333	0.484558	0.440344	2.802809	0.641137

17	16	1.148311	1.022608	0.672768	-1.90186	0.800874
	17	-0.16008	0.838	-3.52044	0.40065	0.902045
	08	0.093111	-0.76817	-1.52169	0.200325	-0.13429
	10	0.427279	0.577489	1.786531	0.763693	0.745903
	12	0.521422	0.858368	2.559769	0.500544	0.988953
	14	0	0.948738	1.922073	0.880976	0.815318
18	16	1.0475	0.594326	0.761993	0.200196	0.800874
	17	-0.99762	0.279333	0.257939	-0.40077	0.533894
	08	0.139667	0	-0.48053	-0.40077	0.401918
	10	0.866667	0.528805	2.642851	0.400765	0.40883
	12	0.923925	0.517883	-2.27747	0.200296	0.372444
	14	-0.17415	0.560067	1.564666	0.400967	0.494434
19	16	1.301553	0.223825	0.266953	-0.2003	0.602878
	17	-0.91585	0.160076	0.200743	-0.2003	0.419
	08	-0.10997	-0.39905	1.281419	-0.80153	-0.40042
	10	1.086296	0.479867	3.483758	0.160177	-0.80084
	12	1.247024	1.171516	1.914816	0.26696	0.40242
	14	0.465556	0.140017	2.335861	0.64071	0.157673
20	16	3.292954	0.515623	1.957611	1.067788	0.706917
	17	-0.69833	0.399048	1.06789	-0.80084	0.798095
	08	-0.7981	0.481609	-3.04337	0.80153	-0.27933
	10	0.400478	1.13025	2.51435	0.734139	0.078979
	12	0.667623	1.168927	2.108922	0.30033	1.094049
	14	2.060656	1.012583	0.80552	0.36707	0.672425
21	16	-0.32015	0.611679	-1.84989	2.002102	0.799924
	17	-0.70084	0.299286	2.682029	1.201606	0.399048
	08	1.862222	0.698333	-3.12489	-0.40042	0.262696
	10	1.117333	0.901075	1.971388	0.400765	0.824635
	12	0.800382	0.363516	1.721857	0.600717	0.959388
	14	0.864603	0.140067	1.181274	1.149835	0.64104
22	16	0.253939	0.933185	-0.40238	0.766557	0.273445
	17	-0.53206	0.240805	6.887671	-0.40065	0.401341
	08	0.401341	0.372444	-2.60283	-0.90183	1.003287
	10	0.44021	0.40444	1.401377	1.697361	0.551871
	12	0.139667	0.590378	0.529968	1.817609	1.149798
	14	0.515164	0.494233	-0.67573	2.912225	0.631404
23	16	0.3352	0.675056	-0.82755	-0.74367	0.509082
	17	0.931111	0.558667	-10.4139	-0.20021	-0.2467
	08	0.139667	-0.59857	-3.20313	0.320704	0.199524
	10	2.066667	0.802682	0.335007	0.92401	1.096457
	12	1.452533	0.337359	0.537886	1.746568	1.085589
	14	0.128923	0.2095	-0.04058	1.327882	0.507325
24	16	1.980727	0.419	-0.62508	0.400433	0.640893
	17	0.080038	0.279333	-2.86636	0.180635	0.265652
	08	1.197143	0.558667	-0.61284	0.376388	0.091226
	10	1.67309	0.931111	-0.4909	0.907644	0.634594
	12	1.676	0.076182	1.439134	1.716033	0.720419
	14	1.049408	0.892607	0.943887	1.816156	0.97983
25	16	1.530916	0.787212	0.147394	0.500544	0.916667
	17	0.486544	0.239429	0.632221	-0.26697	0.537179
	08	0.931111	0.419	-2.00222	0.4094	-0.05792
	10	1.107489	0.597673	0.667389	0.861096	0.667389
	12	2.062769	0.714205	1.483961	1.879492	0.724853
	14	0.922798	0.931111	0.306214	1.144022	0.808951
26	16	0.69196	0.859487	1.997711	0.337432	0.805769
	17	-0.04711	0.372444	3.703009	0.500526	0.279333
	08	1.496429	0.2095	0.46718	0.233244	0.090323
	10	0.400574	0.882371	1.801935	1.009433	0.711881
	12	1.978611	0.882509	1.344968	1.798156	0.568759
	14	1.201434	0.459178	1.09992	1.945069	0.7338
27	16	0.888788	0.476136	1.161253	0.400432	-1.19296
	17	0.061663	0.199524	2.46819	0.410101	0.139667
	08	-0.59857	0.321073	-6.40673	-0.55982	-0.53389
	10	2.26127	0.736338	2.242419	0.520562	0.810666
	12	1.257	0.927738	2.672376	0.839612	0.841735
	14	0.736424	0.822694	0	0.790852	0.869706

	16	0,865933	0,349839	4,581739	0,615001	0,733567
	17	0,200096	0,114481	0,509082	0,270899	0,400134
28	08	-1,0475	0,698333	-2,71418	-0,40048	-0,93414
	10	0,111733	0,782942	0,661783	0,849076	0,911929
	12	0,07981	0,690659	0,961037	1,287084	1,032776
	14	2,700222	0,946299	0,667367	0,925226	0,760904
	16	3,003584	0,766667	1,092084	0,194636	0,603359
	17	0,266879	0,250299	-3,30347	-1,14523	0,401918
29	08		0,199524	-4,40463	-0,36073	-1,05065
	10		0,466667	1,552446	0,689912	0,736969
	12		0,692562	0,800876	1,00108	0,7542
	14		0,805769	-1,53502	1,282243	0,931111
	16		0,736338	-3,20352	0,572053	0,767189
30	17		0,267305	-3,99048	0,266947	0,541344
	08		0,186222	-0,80084	0,254518	-0,88098
	10		0,134813	0,254541	0,722585	0,670591
	12		0,644958	0,508989	0,557424	0,842495
	14		0,784429	0,400478	0,632242	0,184626
31	16		0,909222	0,323215	0,40042	0,504688
	17		-0,10997	0	-0,80119	0,10048
	08		0,12697		0,400535	
	10		0,8		0,200239	
	12		0,695588		0,636295	
31	14		0,864967		1,12121	
	16		0,568022		0,360389	
	17		0,481609		0,266973	
No Mês						
Média			0,588926	0,546273	0,586822	0,556972
Desvio Padrão		0,69468	0,333893	3,016889	0,84043	0,429895
		0,769961				
Erro de Estimativa			0,0483	0,443728	0,121575	0,063229
Limite Inferior		0,117279	0,540626	0,102545	0,465247	0,493743
Limite Superior		0,5774	0,637226	0,990001	0,708397	0,620202
		0,811959				
No Período						
Média						
Desvio Padrão		0,593311				
		1,45948				
Erro de Estimativa						
Limite Inferior		0,09548				
Limite Superior		0,497831				
		0,68879				
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor B no período está entre 0,50 e 0,69.						
ou						
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor B no período foi 0,59 com margem de erro de 0,095 para mais e para menos.						

ESTATÍSTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO COLETOR C

MÊS		Fev/02	Mar/02	Abr/02	Mai/02	Jun/02
Dia	Hora	n	n	n	n	n
01	08	0,177919	0,303623	-0,76348	-0,80107	-0,13547
	10	0,774442	0,931111	0,746103	0,182559	0,13548
	12	0,895543	0,838	1,098728	0,475516	1,222977
	14	0,737305	0,966923	1,100487	0,981058	0,69714
	16	0,872917	0,663325	0,940487	1,047277	0,734139
	17	0,400957	0,355839	0,473237	0,800841	0,116622
02	08	0,4	0,419	-0,45764	-3,80454	0,133883

	10	0.877687	0.953821	1.817373	3.870916	1.439778
	12	0.800956	0.484393	1.180222	1.663358	1.960767
	14	0.829986	0.49881	1.341447	1.601682	1.114268
	16	0.583464	0.52375	1.241339	-1.36151	-0.63784
	17	0.321073	0.500597	-0.60072	1.802151	0.361293
03	08	0.246109	-0.55867	0.133486	0.419	-0.13388
	10	0.505581	0.40878	0.425462	0.250272	1.282843
	12	0.877687	0.605297	0.920994	0.447544	0.777602
	14	0.884389	0.689022	1.735211	0.373733	0.679432
	16	0.709124	0.580892	0.961046	0.840907	0.637844
	17	0.686885	0.101576	0.457642	-0.80084	-1.08388
04	08	0.437598	0.053718	-0.08009	0.558667	-0.05831
	10	0.96903	1.079549	1.663322	0.600588	1.691438
	12	0.801081	0.795324	1.86084	0.114415	1.664169
	14	0.867357	0.698333	1.581706	0.629258	1.413218
	16	0.360172	0.473446	1.174589	-0.80078	1.201305
	17	0.698333	0.533758	0.750815	-0.13349	0.400478
05	08	0.656397	0.279333	0.720798	0.350481	-0.13967
	10	0.743111	0.429355	1.085172	0.600631	0.90644
	12	0.928683	0.954007	0.827736	0.467191	0.773605
	14	0.700334	0.297536	0.394155	0.691653	0.649828
	16	0.9	0.403798	1.201293	0.800874	0.743669
	17	0.683683	0.181858	0.915284	0.400382	0.279333
06	08	0.533333	0.419	0.080089	0.400535	-0.09311
	10	0.589844	0.493205	1.293723	2.59831	0.816321
	12	0.88042	1.03794	1.507001	1.908768	0.869672
	14	0.320153	0.820446	1.824196	0.954891	1.181635
	16	0.266667	0.381113	0.507209	-0.97249	0.514847
	17	0.266032	0.346281	-0.96106	-0.40042	-0.13347
07	08	0.401918	0.512111	-0.20096	-1.29529	-0.18063
	10	0.924945	0.6704	1.41971	1.451576	0.645126
	12	0.698333	1.063206	1.578181	1.073289	1.0869
	14	0.325889	0.515437	1.268039	0.998273	1.043447
	16	0.334131	0.594734	1.293695	-2.37433	0.924027
	17	0.467783	0.42858	0.763623	1.396667	0.400306
08	08	0.266879	0.036851	0.127247	0.40042	-0.27933
	10	0.399048	0.56431	1.476096	0.400443	0.800887
	12	0.813128	0.670668	1.934543	0.951033	1.012322
	14	0.638476	0.933552	1.814219	1.201319	0.783962
	16	0.9	0.511304	1.791795	-0.90095	0.462833
	17	0.802682	0.458759	0.549544	-0.53338	0.200239
09	08	0.250299	0.372444	0.329727	-0.60063	0.093111
	10	0.494604	0.847581	0.958989	1.590618	0.677136
	12	0.764798	0.886772	1.234423	1.435042	0.543545
	14	0.80613	0.927611	1.483961	0.080089	0.947133
	16	0.662742	0.951857	1.501631	-1.60191	0.800874
	17	0.721283	0.602878	1.008622	-0.40065	0.300229
10	08	0.343443	0.186222	0.560621	0.900946	-0.26777
	10	0.852926	0.81073	0.369627	1.201293	1.457777
	12	0.97176	1.068158	1.209768	2.150488	1.20047
	14	0.978556	0.647577	2.610552	0.350143	1.032736
	16	0.447499	0.613919	1.721857	0.190658	1.133946
	17	0.401341	0.13327	0.254495	-0.20021	0.090323
11	08	0.279333	0.279333	0.101802	0.361246	0.233244
	10	0.291732	0.953821	1.734393	0.337432	0.52758
	12	0.990364	0.997619	1.27746	1.938253	1.203705
	14	0.637332	0.970162	1.852011	-0.07498	1.076939
	16	0.774442	0.824954	0.81747	0.349866	0.850101
	17	0.971594	0.279333	0.479844	0.400478	0.117604
12	08	0.301439	0.080038	0.525293	0.333302	0.139667
	10	0.983091	0.745695	0.533907	0.670591	0.587081
	12	0.861278	1.08793	1.186654	0.94979	1.114268
	14	0.691059	0.788035	1.351468	0.903261	0.858019
	16	1.117333	0.565125	0.834229	0.109208	0.40044
	17	0.838	-0.59857	0.509082	0.266692	0.699733
13	08	0.279333	-0.12006	-0.08755	0.477773	0.093111

	10	0.799183	0.912715	0.693035	0.992547	0.675846
	12	0.837043	0.989236	1.014418	2.483806	0.855253
	14	0.904634	1.134906	0.507209	1.024774	1.150261
	16	0.698333	0.484393	1.468255	0.133359	1.200272
	17	0.080038	0.279333	0.254541	0.400535	0.533894
14	08	0.401918	-0.7981	-1.20138	0.800611	0.093111
	10	0.9218	0.989207	0.708591	0.800181	0.64839
	12	1.024222	0.892264	1.361482	2.55362	0.869672
	14	0.986978	1.039536	0.667389	1.272496	0.71035
	16	0.997619	1.21314	0.764479	0.180495	0.457642
15	08	0.537179	0.744126	-1.33793	-0.05382	-0.09311
	10	0.870901	0.721611	0.862463	1.152143	0.945851
	12	0.678381	1.191822	1.039976	1.075755	0.852357
	14	0.974014	1.152804	0.650707	1.034717	0.492055
	16	0.515164	0.614533	1.830569	0.895324	0.228821
16	08	0.467783	0.83187	0.400512	1.601682	0.667367
	10	0.279333	0.240805	-0.60409	0.266973	0.186222
	12	0.667197	1.076429	1.626767	0.600717	0.559385
	14	0.488833	1.172673	1.248412	2.803747	0.584624
	16	0.558667	1.182891	0.686937	0.567235	1.181042
17	08	0.587508	0.780411	1.076429	1.000979	0.514847
	10	0.520248	0.349167	0.406205	0.200325	0.400909
	12	0.372444	0.838	0.400443	-0.20033	0.134295
	14	0.854557	0.83415	1.355299	0.763693	0.484837
	16	0.726267	1.0475	1.914788	0	0.988953
18	08	0.854557	0.964291	1.561685	1.041153	0.679432
	10	0.803083	0.509422	1.613633	2.90284	0.97249
	12	0.598571	0.195533	0.736969	1.202296	0.133473
	14	0.698333	0.507879	0.64071	1.603061	0.301439
	16	0.866667	0.591017	1.601728	0.400765	0.919868
19	08	1.062514	1.051951	1.927093	1.001482	1.024222
	10	0.83591	0.717586	0.429021	0.501208	1.208617
	12	0.600717	1.051976	0.533907	0.801186	0.502398
	14	0.572404	0.480229	1.304827	0.200296	-0.27933
	16	0.651778	0.133016	0.64071	-3.20612	-0.20021
20	08	0.569012	1.136528	1.161253	0.320355	0
	10	0.838	1.006772	1.169045	0.13348	1.609681
	12	0.818048	0.577569	1.468255	0.240266	0.512437
	14	0.787212	0.493205	0.711859	0.133473	0.302965
	16	0.744889	0.399048	0.266973	0	-0.39905
21	08	0.401918	0.642146	-0.32035	-0.80153	-0.09311
	10	0.500597	0.484393	1.785553	0.20022	0.631833
	12	0.614213	1.148773	1.388151	0.20022	0.55994
	14	0.400683	0.645958	0.910588	0.10011	0.988861
	16	0.360172	0.968491	-1.00903	0.667367	0.933244
22	08	0.200239	0.49881	-0.67051	0.801071	-0.19952
	10	0.465556	0.558667	-0.3205	-1.00105	-0.35026
	12	0.558667	0.800956	1.971388	0.400765	0.47122
	14	0.960458	1.033151	1.481598	1.001195	1.136117
	16	0.532063	0.940449	1.221318	2.682949	0.24039
23	08	0.380909	0.933185	-0.80476	0.255519	0.182297
	10	0.133016	0.481609	-1.0204	-1.6026	0.20067
	12	0.321073	0.093111	-1.25136	0.360733	0.091208
	14	0.200096	1.024582	0.194636	1.398924	0.433613
	16	0.877905	0.894002	0.757097	0.616407	0.541082
24	08	0.6285	0.842027	-0.37541	1.092084	0.227306
	10	0.349167	0.605222	-0.45382	0.514847	0.458174
	12	0.405484	0.488833	-2.80375	1.601682	0.123348
	14	0.349167	-1.99524	-2.40235	0.045815	0.399048
	16	0.766667	0.963218	0.454652	1.668351	0.493406
23	12	0.893867	0.101208	0.358591	0.998039	0.673814
	14	0.730564	0.488833	-0.06087	0.122574	0.760988
	16	0.71103	0.279333	-0.57072	-0.66739	0.080112
24	17	0.360172	0.139667	-1.77441	-0.36127	0.132826
	08	0.598571	-1.39667	0.262647	0.322618	0.182452

	10	0.763802	0.372444	0.750787	2.091527	0.709252
	12	0.877905	0.812606	1.338142	1.57303	0.885087
	14	0.801366	0.472556	0.686463	1.431558	0.571568
	16	0.541709	0.558667	-0.18424	-3.85419	0.416667
	17	0.343443	0.159619	-2.43857	-1.06789	0.26859
25	08	0.372444	-0.27933	-2.00222	0.136467	0.057919
	10	0.522981	0.660586	0.845359	1.845205	0.355941
	12	0.816513	0.555492	1.271967	1.613911	0.869823
	14	0.773155	0.763511	0.706648	0.858016	1.176656
	16	0.582703	0.580154	2.796796	0.337432	0.805769
	17	0.282631	0.744889	0.903173	-0.40042	0.186222
26	08	0.49881	0.279333	0.46718	-0.17493	0.090323
	10	0.534098	0.781528	1.534982	2.445933	0.533911
	12	0.651778	0.882509	1.234423	1.68693	1.797278
	14	0.650777	0.860959	1.254295	1.132843	2.147045
	16	0.931111	0.39678	1.481598	0.12013	0.452502
	17	0	0.465556	-0.49364	0.341751	0.139667
27	08	-0.39905	0.481609	-7.60799	-1.11964	-0.13347
	10	0.532063	0.831349	1.962117	0.800864	2.13721
	12	0.838	0.843398	1.452942	1.138141	2.775452
	14	0.761818	0.822694	-1.78179	0.940473	1.304559
	16	0.7542	0.7535	0.763623	0.273334	0.825263
	17	0.520248	0.343443	-4.83628	0.361199	5.201738
28	08	0.174583	0.798095	-1.22576	-1.60191	-1.86827
	10	0.5866	0.454611	0.865408	1.478021	1.918196
	12	0.778143	0.901694	0.760821	1.129021	1.250203
	14	0.838	0.64839	0.845332	1.725422	1.304407
	16	0.550657	0.633333	0.655251	0.778543	0.164552
	17	0.177919	0.250299	-2.40252	-0.25449	0.401918
29	08		-0.19952	-2.66947	0.090183	-1.75109
	10		0.433333	1.730595	0.608746	0.921211
	12		0.942654	0.924088	0.88095	1.955333
	14		0.705048	0.46718	1.079784	1.179407
	16		0.427551	0.600659	0.286026	0.65759
	17		0.133652	-1.19714	0.266947	0.270672
30	08		0.279333	-0.80084	-0.12726	-0.96106
	10		0.889768	-2.79995	-0.18065	0.816372
	12		0.889597	-0.50899	0.39816	0.462013
	14		0.746164	0.400478	0.406441	0.738505
	16		0.277818	0.215477	0.100105	1.009377
	17		0.164961	-0.20024	-0.40059	0.200959
31	08		-0.25394		0.400535	
	10		0.633333		0.400478	
	12		0.750502		1.399848	
	14		0.788646		0.480518	
	16		0.601435		0.240259	
	17		0.525392		-0.26697	

No Mês						
Média	0.619163	0.581591	0.523963	0.511049		0.606769
Desvio Padrão	0.253635	0.424175	1.270612	1.040914		0.710842
Erro de Estimativa	0.038633	0.06136	0.186883	0.150576		0.104552
Limite Inferior	0.58053	0.520231	0.33708	0.360473		0.502217
Limite Superior	0.657796	0.642952	0.710846	0.661626		0.71132

No Período						
Média	0.567536					
Desvio Padrão	0.834203					
Erro de Estimativa	0.054574					
Limite Inferior	0.512962					
Limite Superior	0.62211					

Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor C no período está entre 0,51 e 0,62.

ou

Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor C no período foi 0,57 com margem de erro de 0,054 para mais e para menos.

ESTATÍSTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO COLETOR D

MÊS		Fev/02	Mar/02	Abr/02	Mai/02	Jun/02
Dia	Hora	n	n	n	n	n
01	08	0.200159	0.273261	0.687136	0.720964	-0.73152
	10	1.418031	0.810067	1.208686	0.164303	0.650306
	12	1.286153	1.03912	0.972374	0.518063	1.149598
	14	0.663575	0.966923	0.067148	0.396428	0.796349
	16	1.767656	0.663325	1.134997	0.637607	0.30033
	17	0.120287	0.960764	1.081163	0.600631	3.253758
02	08	0.9	0.5028	-0.46336	0.72086	0.722968
	10	0.961639	0.551854	1.192074	-0.78086	2.33244
	12	0.72086	0.460173	0.739746	0.554453	1.296507
	14	0.746988	1.077429	0.684739	1.041093	0.146757
	16	0.525117	0.510656	0.252272	0.14416	-0.79731
	17	0.288966	0.495591	0.540645	1.44172	-0.16258
03	08	0.221498	-1.3827	-0.84096	-0.1257	0.120495
	10	-1.34611	0.613171	0.765832	0.090098	0.62976
	12	-2.64451	0.847416	1.2974	0.445188	1.035766
	14	-1.05125	0.65364	1.161256	0.840899	0.856084
	16	0.360728	0.590995	0.552601	0	0.988659
	17	1.133361	0.319964	-0.46336	0.240252	-0.08129
04	08	0.03282	0.966923	0.792878	-0.7542	0.104956
	10	-0.22751	0.667971	1.746488	0.900882	0.58124
	12	-0.09404	0.855458	1.102371	1.029737	0.521944
	14	-1.20096	0.7542	0.180194	-0.05148	0.171217
	16	1.656791	0.575237	0.432462	0.270264	1.576712
	17	2.424214	0.600478	-0.49554	0.720826	-0.36043
05	08	0.590757	0.3771	0.216239	0.315433	-0.06285
	10	1.011774	0.909222	1.340061	0.540568	0.532041
	12	0.835815	1.030328	1.680941	0.270303	0.807644
	14	0.450215	0.173271	1.556913	0.39315	0.167099
	16	2.01	0.235153	0.819063	0.463363	0.257424
	17	6.680559	0.163672	0.411878	-0.24023	-0.2514
06	08	0.18	0.1257	-1.0812	-0.72096	0.419
	10	0.341267	0.726356	1.829694	0.517164	0.419822
	12	0.162077	0.950535	1.104416	1.527014	0.953922
	14	-0.72034	0.944467	1.461581	0.776234	0.25996
	16	-0.06	1.008828	-0.04805	-0.87524	1.544542
	17	-6.58429	0.337624	-0.79288	0.360378	0.480505
07	08	0.452158	0.7542	0.180863	0.245424	0.162571
	10	2.636093	0.53632	1.769177	1.283894	0.414724
	12	3.8548	0.811903	1.208368	0.715526	0.709202
	14	2.2626	0.493821	0.700758	0.648877	1.030722
	16	0.300718	1.018723	1.524712	0.2514	0.635948
	17	-0.30072	0.317653	-0.22909	-0.5028	0.090069
08	08	0.240191	0.198997	-2.86306	-0.18019	0.2514
	10	1.221086	0.598571	0.893293	0.14416	1.081197
	12	2.356875	1.026122	0.64669	0.40544	1.275525
	14	-1.43657	0.74135	0.998701	0.30033	0.864887
	16	-0.69	1.114104	0.408832	-0.90095	0.686082
	17	0.866897	0.550511	0.197836	2.640252	0.270323
09	08	0.225269	0.5028	-1.18702	2.162271	0.2514
	10	0.445143	0.862322	0.931229	1.836127	0.635919

	12	1.22914	0.834372	0.580363	1.249876	0.831624
	14	0.708644	0.771842	0.466388	-0.07208	0.603798
	16	1.082478	0.461284	0.270294	-1.80215	0.566332
	17	0.531127	0.452158	-0.66019	-0.36059	0.450344
10	08	0.978811	-0.2514	0.937038	0.450473	0.361484
	10	0.767634	0.928654	0.914827	2.293377	0.734719
	12	0.994625	0.888788	0.897775	1.372811	0.864338
	14	0.752599	0.519812	0.191016	-0.26665	0.905003
	16	0.614722	0.276264	-1.33344	-0.34318	0.86109
	17	0.433448	0.359828	1.145226	0.540568	0.406454
11	08	0.419	0.1257	-0.68716	1.706887	0.31488
	10	0.630753	0.919756	1.272778	0.121476	0.876595
	12	0.845618	0.520757	0.685794	1.055271	0.773811
	14	0.393325	0.88962	1.103699	-0.56238	0.636932
	16	0.81717	0.707926	0.525516	-1.0496	0.650306
	17	-0.21861	0.363133	-0.71977	0.540645	0.317531
12	08	0.452158	0.324155	-0.55156	0.539948	0.1257
	10	0.765914	0.48974	1.021097	2.073002	1.097391
	12	0.838	0.383716	1.340667	1.507167	1.002841
	14	0.589219	0.07545	0.585636	0.487761	0.434372
	16	0.5866	0.67815	1.081161	0.032763	1.081187
	17	0.5028	0.478857	-0.22909	-1.20011	0.20992
13	08	0.6704	0.108052	-0.70915	0.737135	-0.0838
	10	0.376757	0.764134	1.117518	1.213962	0.387075
	12	0.654688	0.588511	1.033105	0.508051	1.749381
	14	0.45673	0.510708	0.33636	-0.38242	1.575357
	16	0.700329	0.750809	1.80195	-1.44027	-0.9002
	17	0.288138	0.3771	1.145435	0.360482	-0.24025
14	08	0.452158	-0.21549	0.480551	1.681284	1.7598
	10	0.647382	0.572327	1.184359	-0.99022	2.610624
	12	0.782133	0.770261	0.888967	0.735443	2.225818
	14	0.5866	0.648872	1.101191	-0.27486	0.85242
	16	0.75819	0.307951	0.458687	0.771614	-1.80197
	17	0.693709	0.261875	1.371273	0.721377	0.840963
15	08	0.386769	0.56668	-0.12041	-0.09687	0.7542
	10	0.531452	0.5447	1.164325	0.529495	1.383307
	12	0.808071	0.82124	0.573048	0.46392	1.462325
	14	0.422653	0.91781	0.20272	1.090239	1.882109
	16	0.592439	0.52794	-0.46336	1.296274	0.463363
	17	0.721722	0.157618	0.144184	0.180189	0.360378
16	08	0.419	0.288966	0.543685	-0.12014	2.2626
	10	0.280223	0.968786	1.238845	0.540645	1.854803
	12	0.10475	0.972396	0.487587	1.081445	1.080016
	14	0.580154	0.448929	0.935291	0.480482	0.334066
	16	0.552792	0.339075	0.968786	0.540529	-1.54454
	17	0.540258	0.31425	1.096752	-0.36059	2.525727
17	08	0.5028	0.18855	-0.57664	-0.18029	0.120865
	10	0.624895	0.750735	0.637607	1.832862	0.906273
	12	0.62012	0.824906	1.723309	1.66681	0.890058
	14	0.841205	0.699889	1.045127	0.360399	0.856084
	16	0.7542	0.420274	0.443749	0.360353	0.411878
	17	0.119714	0.30168	0.298472	-0.36069	0.240252
18	08	0.2514	0.114273	1.657836	0.360689	-0.45216
	10	0.66	0.475924	0.288311	0.360689	0.643908
	12	0.789956	1.005017	1.644286	0.360533	0.9218
	14	0.391833	0.472556	1.4082	0.270652	0.395547
	16	0.540645	0.322308	0.450484	0.721067	0.54259
	17	0.309098	0	0.722673	0.721067	-0.1257
19	08	0.593858	0.718286	-1.15328	0.360689	-0.18019
	10	0.856161	0.636456	1.081166	0.216239	0.180189
	12	0.838	0.263591	1.287966	1.021121	1.448713
	14	0.606054	-0.18902	1.041126	0.648718	0.815957
	16	0.640824	0.282472	1.841934	-0.12013	0.545336
	17	0.817245	0	0.720826	-0.18019	-0.35914
20	08	0.359143	0.722414	-1.0812	0.721377	0.0838
	10	0.180215	0.629711	1.639793	0.660725	0.959596

	12	0.43262	0.707403	1.657773	0.120132	0.663087
	14	0.103033	0.644213	0.598887	-0.03003	0.818777
	16	-0.14407	0.642263	-0.85768	1.922018	0.479954
	17	0	0.269357	-0.60346	0	-0.89786
21	08	0.2095	0.2514	-1.29803	-0.36038	0.394044
	10	0.2514	0.540645	1.192074	0.360689	0.556629
	12	0.90043	0.189411	0.774836	0.180215	0.931616
	14	0.718286	0.25212	0.594641	1.839737	0.504819
	16	0.114273	0.867862	0.120714	1.609769	0.738302
	17	0.359143	0	0.918356	-0.72117	0
	08	0.216724	0.9218	-0.58564	0.649319	-0.08209
	10	0.792378	0.60666	0.280275	1.544412	0.567639
22	12	0.838	0.850145	0.454258	0.768137	0.639153
	14	0.6704	-0.65898	-0.36039	0.819063	0.681917
	16	0.726267	0.9218	-0.36039	-0.61782	0.778896
	17	0.271295	0.31425	-1.44193	0	0.222026
	08	0.394574	-1.61614	-0.18018	0.824668	0.359143
	10	0.6	0.794655	0.473795	1.917321	1.973622
23	12	1.0056	0.212536	0.221878	0.850115	2.088823
	14	0.580154	-0.3771	0.365242	0.257405	1.27846
	16	0.342818	3.8967	0.391353	-0.48052	-1.87461
	17	0.720344	0.6285	-0.24569	0.081286	0.239087
	08	0.179571	0.2514	-0.07879	0.145178	0.082103
	10	0.360078	0.7542	0.493787	1.52721	0.335962
24	12	0.610543	0.937036	0.818034	0.937689	0.981829
	14	0.927295	0.677331	0.849498	0.711506	0.63689
	16	0.529933	0.822764	0.596945	-0.85593	0.6
	17	0.309098	0.359143	-0.48771	0.120138	0.604327
	08	0.1676	-0.5028	-0.3604	0.18423	0.104255
	10	0.249185	0.821014	0.680737	1.771397	0.440477
25	12	0.870231	0.671352	0.78438	0.845771	0.969231
	14	0.493821	0.87152	0.529986	0.128702	0.794243
	16	0.131108	0.715523	0.659245	-0.3948	0.161154
	17	0.529933	1.4246	0.568999	-0.54057	-0.1676
	08	0.538714	0.7542	0.360396	-0.20992	0.162582
	10	0.480688	0.794134	1.291387	2.096514	1.2013
26	12	0.94275	0.966923	0.945163	1.151191	1.064716
	14	0.615735	-0.22385	0.816256	1.538956	0.63596
	16	0.799909	0.857045	1.225322	-1.22532	0.407251
	17	0.083245	1.316857	0.740457	-0.49212	0.1257
	08	0.718286	0	-0.54057	1.151626	-0.12013
	10	0.838	0.790969	1.405516	0.97305	0.663272
27	12	0.69135	0.941232	0.770578	1.12508	0.839461
	14	0.617073	0.396041	0.687261	0.288554	0.587052
	16	0.70392	0.871908	0.458174	1.291502	0.453895
	17	0.25212	0.051516	0.229087	-1.86921	0.18006
	08	0.392813	-0.08979	1.103185	-0.72086	0.120103
	10	0.3771	0.841031	0.503973	1.443429	2.150895
28	12	0.647545	0.189931	0.468505	0.731606	0.929499
	14	0.664414	0.220803	0.640673	0.630154	0.684814
	16	0.761023	0.93	0.327625	0.595585	0.148097
	17	0.080064	0.090108	-0.36038	-0.45809	-0.09043
	08		0.718286	-0.36038	1.055143	0.157598
	10		0.9	1.465916	1.132268	0.3648
29	12		0.900331	0.609898	0.828894	1.58382
	14		0.694976	0.480528	1.002174	1.145267
	16		0.320663	0.180198	-0.92673	1.479578
	17		0.661579	-0.35914	0.480505	-0.1218
	08		0.7542	0.360378	-0.80173	-0.14416
	10		0.94639	0.916348	0.650327	2.151723
30	12		0.520414	1.374271	1.003364	1.540951
	14		0.61989	1.08129	0.772238	0.996982
	16		0.340958	0.339376	0.720757	1.048199
	17		0.049488	0.180215	-0.18027	0.090432
31	08		0.457091		-0.36048	
	10		0.84		0.540645	

	12		0.807248		1.488929	
	14		0.320546		0.288311	
	16		0.51122		0.288311	
	17		0.275831		0.240275	
No Mês						
Média	0.540971	0.548587	0.519209	0.440365		0.615434
Desvio Padrão	0.976739	0.470777	0.766805	0.790415		0.727525
Erro de Estimativa	0.148775	0.068102	0.112783	0.11434		0.107005
Limite Inferior	0.392196	0.480485	0.406426	0.326025		0.508428
Limite Superior	0.689747	0.616689	0.631992	0.554705		0.722439
No Período						
Média	0.532293					
Desvio Padrão	0.759665					
Erro de Estimativa	0.049697					
Limite Inferior	0.482596					
Limite Superior	0.581991					
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor D no período está entre 0,48 e 0,58.						
ou						
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor D no período foi 0,53 com margem de erro de 0,05 para mais e para menos.						

ESTATÍSTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO COLETOR E

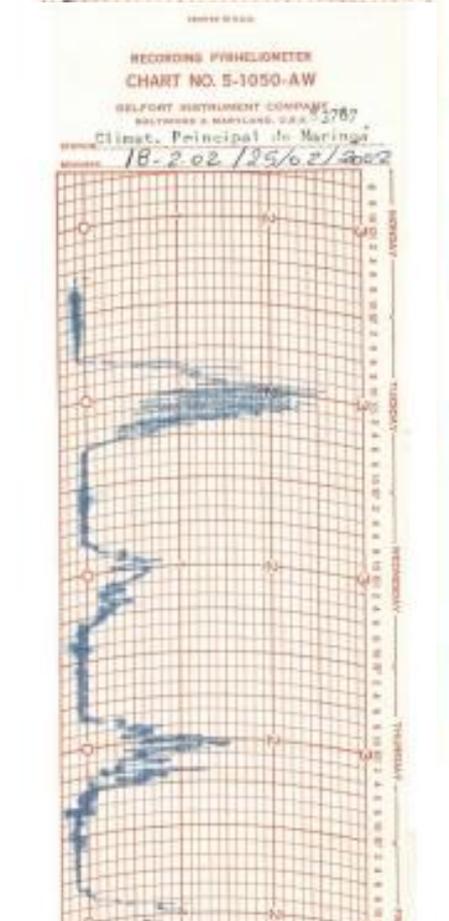
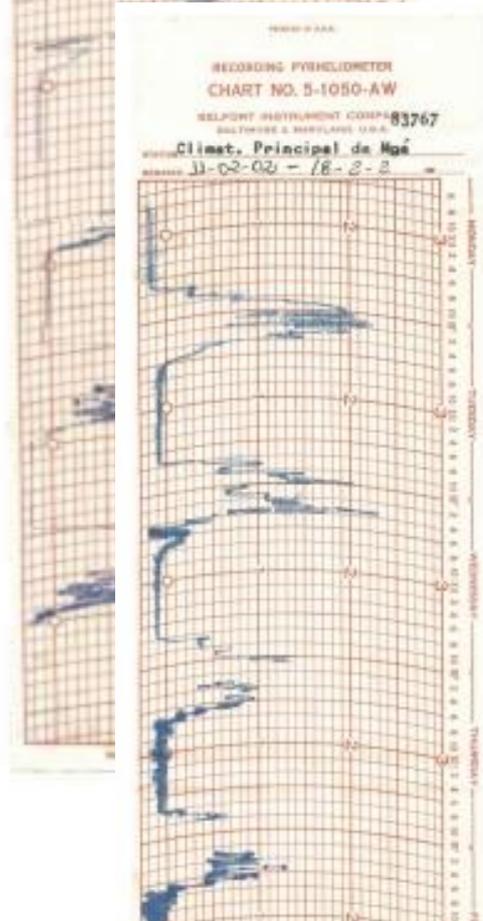
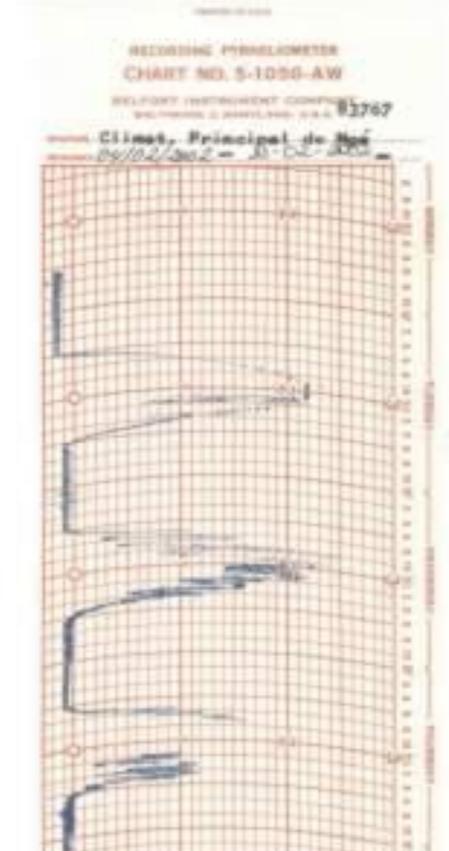
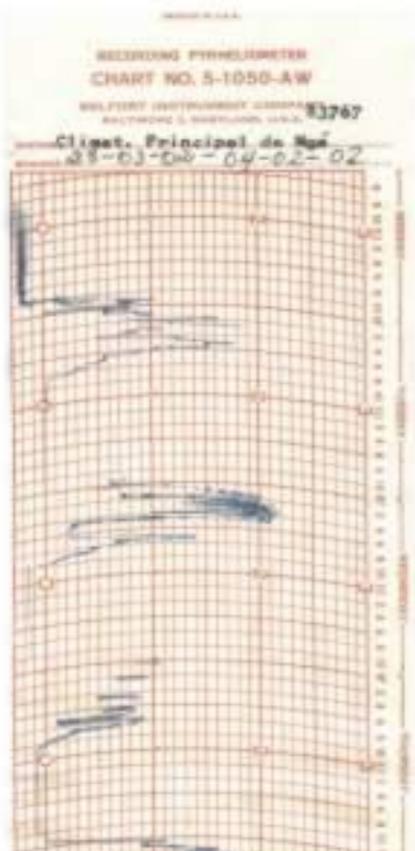
MÊS		Fev/02	Mar/02	Abr/02	Mai/02	Jun/02
Dia	Hora	n	n	n	n	n
01	08	-0.3704	0.259324	-0.32604	-0.76972	0.086777
	10	0.342129	0.477156	0.382346	1.149932	0.202498
	12	0.256317	0.5368	0.527862	1.39476	0.504861
	14	0.742182	0.412923	0.382341	2.090522	0.498096
	16	1.258125	-0.04721	0	1.4601	0.513021
02	08	-0.68491	0.056985	-0.04664	-0.513	0.074705
	10	-0.19217	0.357867	0.109932	-0.3848	0.171524
	12	0.684444	0.436423	0.335436	2.009334	0.790528
	14	0.51307	0.137906	0.283507	2.131004	0.974052
	16	0.531667	0.12781	0.602789	1.424992	0.226317
03	08	0.373751	0.083875	0.641265	-0.0513	-0.15889
	10	0.20567	0.096201	0.384803	-0.3848	-0.17358
	12	0.157651	0.2684	-0.34203	-0.08947	0.343047
	14	0.391332	0.349138	0.288571	2.885711	0.373525
	16	0.562222	0.603146	0.641265	-0.55828	0.816902
04	08	0.470315	0.811164	0.627016	-0.0513	1.514584
	10	0.256748	-0.04854	0.513017	-0.1539	0.136195
	12	0.22	0.032533	0.036644	-1.19699	0.115717
	14	-0.04672	-0.61938	-0.10261	0.5368	-0.11205
	16	0.242896	0.237713	0.789243	0.44884	0.137899
05	08	0.713948	0.298222	0.618635	1.465826	1.938221
	10	0.413142	1.0736	0.641265	0.549662	1.392721
	12	0.05127	0.166802	0.598508	0.83356	0.641269
	14	-0.38343	0.199448	0.09619	0.427538	-0.3848
	16	-0.04672	0.2684	0.153908	0.449017	-0.1342
05	08	0.720127	0.695672	0.404146	0.064125	0.176717
	10	0.151638	0.476667	0.557416	0.29927	2.378642
	12	0.166628	0.224227	0.561078	0.163231	1.585761
	16	0.448401	0.334739	0.746197	0.073288	0.732883

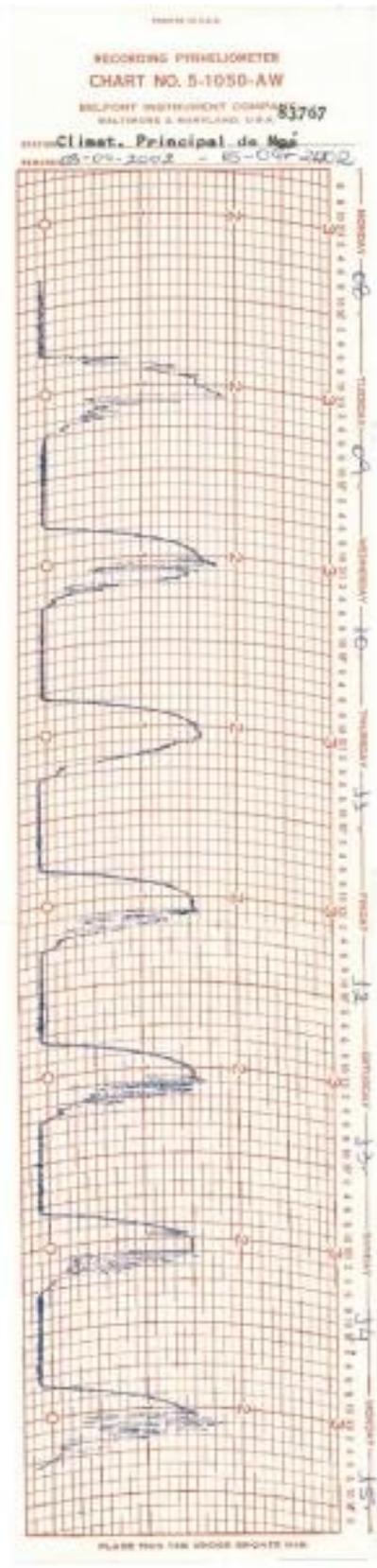
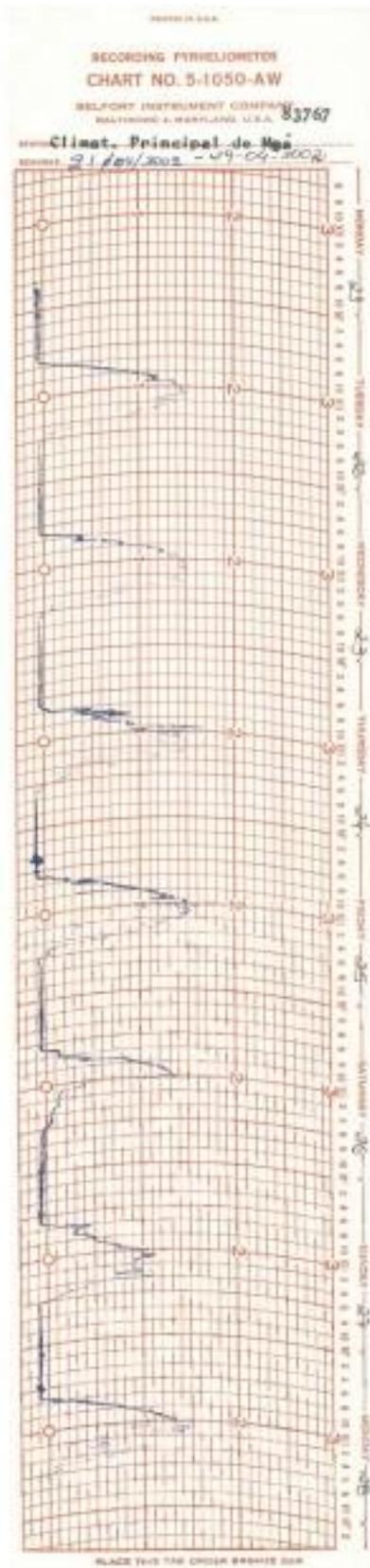
06	17	0.187692	0.186389	0.219865	-0.08549	-0.5368
	08	0.128115	0	0.205211	1.796004	-0.05964
	10	0.242896	0.445179	0.90765	0.928227	2.465161
	12	0.37171	0.326606	0.89639	1.209119	2.367626
	14	1.281757	0.403333	0.555764	0.927382	0.656
07	16	0.469753	0.315934	0.461706	-0.51302	0.513018
	17	0.340825	0.147879	-0.56433	-0.4275	0.170999
	08	0.128729	0.119289	0.064365	0.917069	-0.05785
	10	0.849242	0.286293	0.582966	0.529047	0.511643
	12	0.387689	0.278616	0.814787	1.375039	0.522179
08	14	0.238578	0.298222	1.14003	2.078266	0.684706
	16	0.214035	0.270366	0.591933	1.163067	0.278544
	17	-0.21404	-0.61367	0.326104	-0.5368	0.256425
	08	-0.19945	0.212454	-0.40756	-0.513	0.089467
	10	0.869105	0.296931	0.717311	4.617237	0.307816
09	12	0.16309	0.515534	1.274622	-1.18635	0.583619
	14	0.076686	0.504203	0.755955	-0.12826	0.66418
	16	0.149467	0.792961	0.711297	-0.38475	-0.1744
	17	0.617011	0.032652	0.140809	-0.42709	2.69362
	08	0.224468	0.477156	0.140809	0.384748	0.119289
10	10	0.543137	0.778997	0.953785	-0.73095	0.490332
	12	0.326606	0.671323	1.593278	0.963729	1.914992
	14	0.408304	0.448454	0.709167	0.820842	1.542049
	16	0.188682	0.551105	1.250475	1.795747	-0.36644
	17	0.042003	0.386187	-0.20558	0.769937	0.769275
11	08	-0.07333	0.357867	-0.51303	0.577122	0.257285
	10	0.63173	0.35409	0.887899	1.422438	0.29882
	12	0.707922	0.335661	1.413934	1.089221	0.717722
	14	0.661028	0.773584	1.685844	1.155967	0.678952
	16	0.618572	0.430128	0.46171	1.32308	-0.22699
12	17	0.257088	0.085369	0.407556	-0.12825	-0.11572
	08	0.357867	0.447333	-0.03261	-0.17355	-0.14941
	10	0.609271	0.283675	0.222201	1.16721	0.675907
	12	0.620302	0.830762	0.990581	1.609471	0.818269
	14	0.583225	0.984954	1.250475	1.969327	0.808119
13	16	0.5303	0.540733	1.171976	0.14941	-0.28928
	17	0.155594	0.298222	-0.20492	0.641338	0.301336
	08	0.128729	0.102541	-0.50473	-0.1281	0.089467
	10	0.609271	0.361481	0.577135	1.288688	0.578567
	12	0.715733	0.367284	0.452848	1.697143	0.88786
14	14	0.643425	0.343689	1.811585	1.865998	0.171757
	16	0.596444	0.655055	1.795532	0.303142	0.47027
	17	0.447333	0.894667	-0.3261	-0.25625	4.482298
	08	0.417511	0.538338	-0.05608	0.874424	-0.05964
	10	0.368589	0.761418	1.054355	-0.60319	0.196786
15	12	0.582465	1.07403	1.829724	1.330703	0.323731
	14	0.499619	1.887829	0.957613	1.617089	2.11437
	16	0.319524	0.137906	0.199505	1.70852	-0.67275
	17	0.05127	0.447333	-0.81526	-0.25657	0.085499
	08	0.447333	0.076686	-0.51305	0.085475	0.775378
16	10	0.495889	0.694008	1.05911	0.16018	1.858105
	12	0.5368	0.303277	1.590351	0.130862	2.924714
	14	0.679947	0.37591	1.55329	0.277143	2.52795
	16	0.553841	0.617699	0.443066	0.953864	-0.51302
	17	0.394996	0.186389	-0.488	-0.51344	1.624646
17	08	0.412923	1.65	-0.17141	0.551561	0.119289
	10	0.55	0.760467	1.08521	1.397549	0.504905
	12	0.575143	0.489084	1.345956	0.832662	0.955494
	14	0.601644	0.795259	1.587141	0.646646	0.768292
	16	0.623333	0.10736	1.026036	0.74807	0.62295
18	17	0.813333	-0.64506	-0.4618	-0.64125	0.341998
	08	0.357867	0.617011	0.902922	0.684061	0
	10	0.028493	0.620578	1.154284	1.026141	0.377186
	12	0.044733	0.447333	0.78461	-1.02629	0.492756
	14	0.633149	0.447333	0.834935	0.128243	0.605235
19	16	0.085532	0.465434	-0.94811	0.70532	0.109932

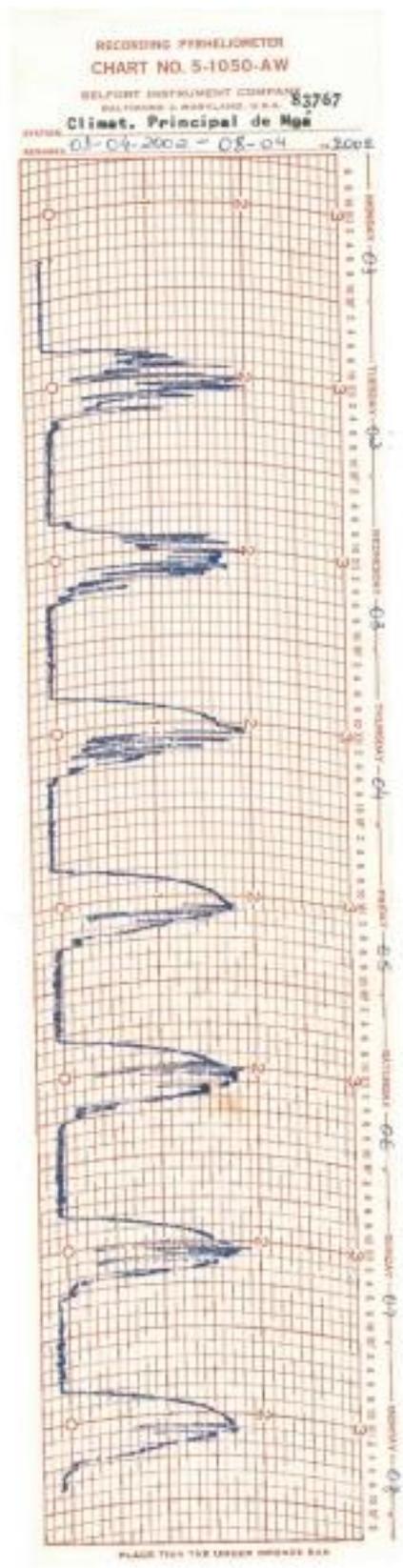
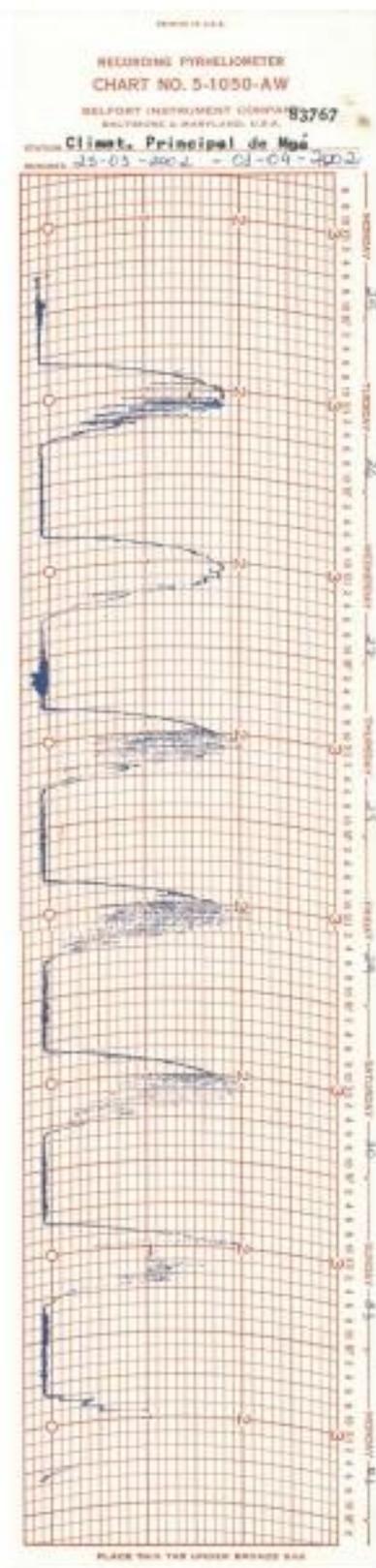
17	17	0.076905	0.178933	-1.12755	1.539874	-0.0642
	08	0.238578	0.2684	-0.15391	-0.12832	-0.08603
	10	0.427661	0.424727	0.947092	0.733801	0.621147
	12	0.799236	0.540528	1.665541	-0.06413	0.463534
	14	0.222384	0.677476	1.782715	0.718237	0.731179
	16	0.2013	0.448693	0.674743	0.25648	0.586306
18	17	0.213016	0.089467	-0.25965	-0.25672	0.341998
	08	0.307182	0.325333	-0.0513	0.256719	0.386187
	10	0.520323	0.478218	0.87212	0.256719	0.327357
	12	1.331643	0.528714	1.843649	1.283044	0.357867
	14	1.595229	0.650259	1.551922	0.385272	0.387104
	16	1.218542	0.673868	1.645905	-0.1283	0.257458
19	17	0.513333	0.615244	0.257181	-0.38491	0.357867
	08	0.211339	0.426032	-1.38517	0.513439	-0.12825
	10	0.497037	0.647137	1.102975	0.153908	0.256498
	12	0.255619	0.72699	1.484806	0.128255	0.859265
	14	0.157882	0.751161	1.724295	0.307816	0.277753
	16	0.363686	0.258491	0.512997	-0.0855	0.129381
20	17	0.223667	0	-0.08551	-0.12825	-0.12781
	08	0.255619	0.771264	-0.0513	-0.51344	-0.05964
	10	0.320669	0.620578	0.863668	0.085504	0.657694
	12	0.427661	1.252275	1.590321	0.213759	0.47195
	14	0.843333	0.3355	1.68259	0.513021	0.354725
	16	0.589608	0.555085	0.897719	0.854995	-0.0854
21	17	0.064134	0.319524	-0.42951	0.513144	-0.63905
	08	0.298222	0.447333	0.359283	0.256498	0.056092
	10	0.089467	0.51307	1.045771	-1.02688	0.622567
	12	0.153811	0.367671	1.96227	0.641338	0.792456
	14	0.255619	0.589608	1.718589	1.06391	0.359304
	16	0.325333	0.697402	-0.25775	1.145749	0.525485
22	17	0	0.20567	-0.16341	1.026583	-0.38563
	08	0.255619	0	0.032063	0.231076	-0.05843
	10	0.393653	0.587233	0.897684	0.191171	0.606023
	12	0.5368	0.594283	1.535756	0.901075	0.931493
	14	0.42944	0.562831	0.785555	1.026021	0.226498
	16	0.596444	0.611356	0.478806	0.256509	0.684819
23	17	0.170413	0.178933	-0.25657	0.384748	0.316053
	08	0.2684	0.383429	0.25648	0.058696	-0.25562
	10	0.640573	0.411341	0.643788	-0.21374	0.737478
	12	1.276391	0.518647	1.249013	1.130221	0.839275
	14	1.293826	1.431467	0.974851	1.779728	1.592396
	16	1.8056	0.178933	0.435225	1.339535	0.410539
24	17	0.076905	0	-0.08743	-0.57855	0.340339
	08	0.12781	0.178933	0.224326	0.413321	-0.05844
	10	0.349479	0.954311	1.072853	0.328624	0.621711
	12	0.421771	0.6344	1.908432	0.510363	0.395555
	14	0.611111	0.538145	1.887173	0.725402	0.732262
	16	0.573311	0.455467	0.826144	0.032063	0.427049
25	17	0.036667	0.102248	0.231419	-0.59855	0.344103
	08	0.417511	0.089467	-0.0513	0.568209	-0.14841
	10	0.571483	0.644805	0.285007	-0.3152	1.995052
	12	1.032308	0.437167	1.508865	0.523457	2.109343
	14	0.671	0.381724	0.22633	1.792814	1.994255
	16	1.353081	0.523036	0.255936	0.497145	0.05735
26	17	0.10561	0.119289	0.11571	0.128249	1.0736
	08	-0.12781	0.9394	0.128255	-0.11206	0.231434
	10	0.461874	0.452178	0.662637	0.646615	1.453538
	12	0.641178	0.774231	1.475257	1.139975	2.317147
	14	0.299291	0.490228	1.520407	1.369185	2.210988
	16	0.379556	0.796389	1.33383	-0.43606	0.052702
27	17	0.059249	0.12781	-0.42161	-1.0508	1.6104
	08	0.12781	0.514176	-0.2565	0.204917	0.085499
	10	1.87454	0.578186	0.282156	0.795168	0.542895
	12	0.4697	0.637504	0.332398	1.063713	0.728639
	14	0.520533	0.649553	0.163052	1.32811	0.435242
	16	0.357867	0.534387	0.326104	2.057309	0.469903

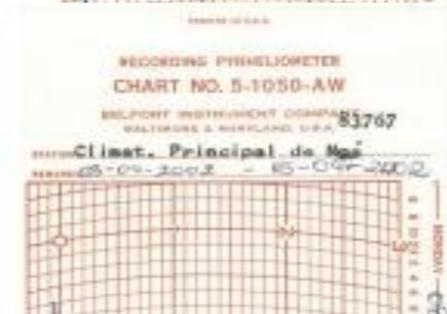
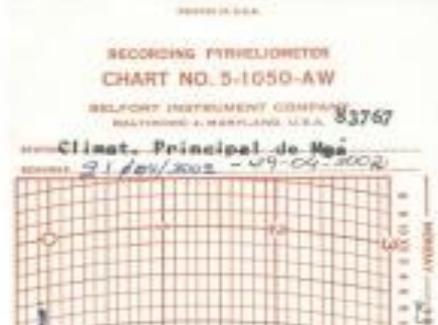
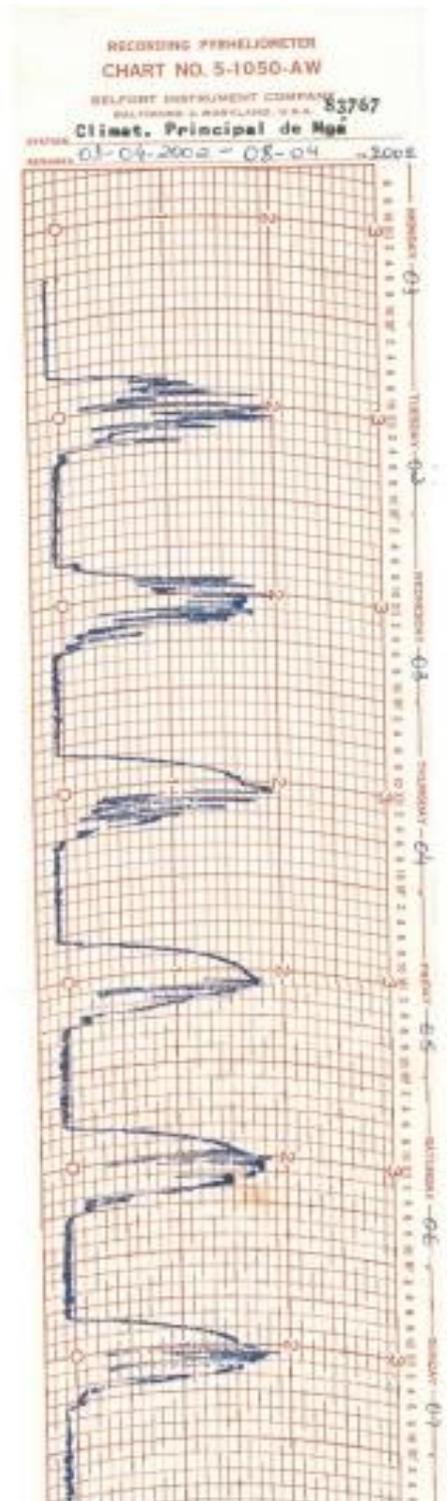
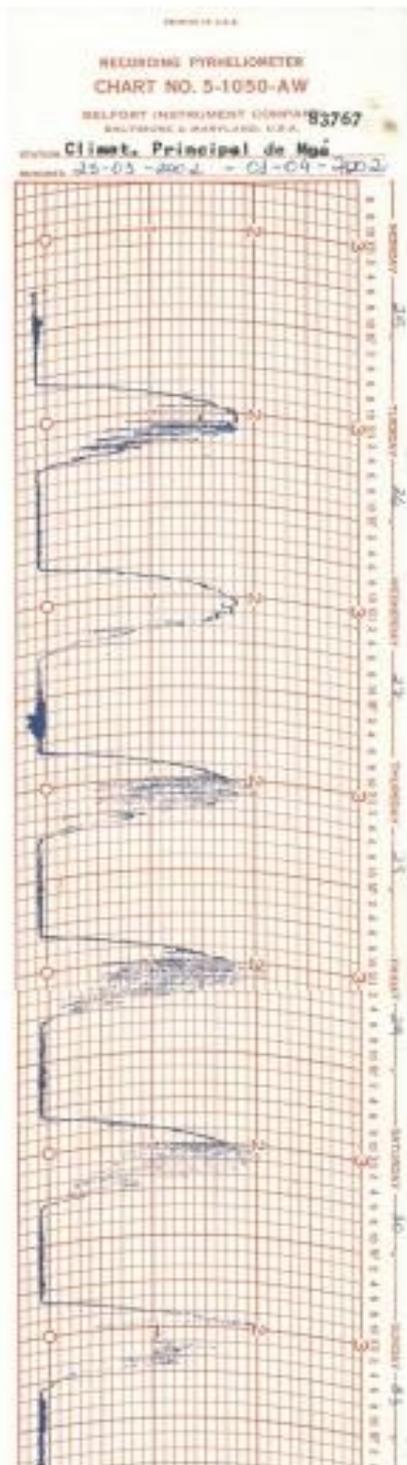
	17	0.025635	0.22	0	-0.69412	0.128157
28	08	0.055917	0.063905	0.168255	-0.3848	-0.42742
	10	0.411547	0.550066	0.326092	0.28202	1.611468
	12	0.511238	0.454707	0.615614	1.605549	1.044582
	14	0.566622	0.538821	0.113999	1.169331	1.671135
	16	0.288602	0.875449	0.256505	-0.39897	0.070272
	17	0.028493	0.032067	-1.34662	-1.38569	-0.06436
29	08		0.255619	0.170999	0.577689	-0.67302
	10		0.597868	0.619496	0.259964	1.793913
	12		0.492929	0.295973	0.718216	0.96624
	14		0.344103	0.427518	0.8646	1.371822
	16		0.426032	0.342014	0.62295	0.596749
	17		0.128421	-0.25562	0.683996	0.173385
30	08		0.417511	-0.513	0	-0.51303
	10		0.639048	0.163052	0.347151	0.541622
	12		0.441635	0.489067	0.714142	0.591906
	14		0.60053	0.128268	0.260355	0.886999
	16		0.695672	0.276057	0.705371	0.198947
	17		-0.03522	-0.25654	0.384913	0.193094
31	08		0.244		-0.25657	
	10		0.491106		1.282676	
	12		0.586282		1.467335	
	14		0.74963		0.769517	
	16		0.770526		0.43606	
	17		0.112184		0.684061	
No Mês						
	Média	0.410863	0.434581	0.525942	0.518297	0.572934
	Desvio Padrão	0.368256	0.322477	0.6867	0.828405	0.762402
Erro de Estimativa						
	Limite Inferior	0.056092	0.046649	0.101001	0.119835	0.112135
	Limite Superior	0.354771	0.387933	0.424941	0.398461	0.460799
	Limite Superior	0.466955	0.48123	0.626942	0.638132	0.685069
No Período						
	Média	0.493398				
	Desvio Padrão	0.633272				
Erro de Estimativa						
	Limite Inferior	0.041429				
	Limite Superior	0.451969				
	Limite Superior	0.534826				
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor E no período está entre 0,45 e 0,53.						
ou						
Podemos concluir, com 95% de confiança, que a eficiência média do Coletor E no período foi 0,49 com margem de erro de 0,04 para mais e para menos.						

AXEXO 2









PRINTED IN U.S.A.

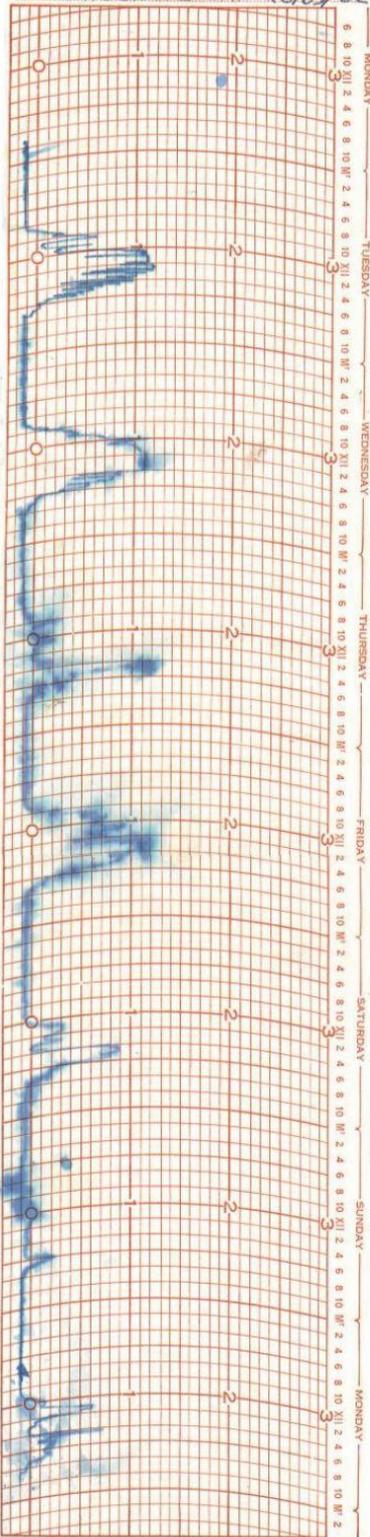
RECORDING PYRHELIOMETER
CHART NO. 5-1050-AW

BELFORT INSTRUMENT COMPANY
BALTIMORE 2, MARYLAND, U.S.A.

83767

STATION Climat. Principal de Mgé

REMARKS 14/05/2002 - 24/05/02



PRINTED IN U.S.A.

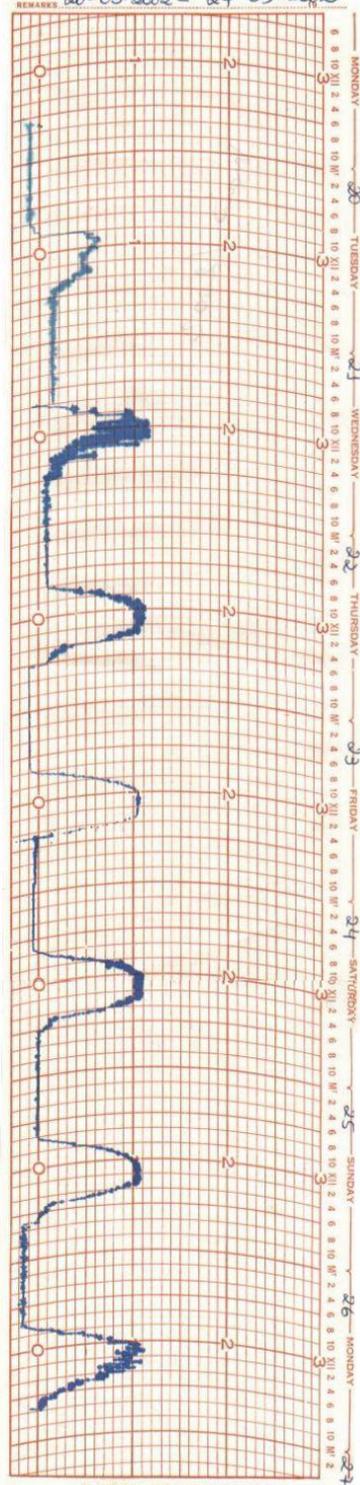
RECORDING PYRHELIOMETER
CHART NO. 5-1050-AW

BELFORT INSTRUMENT COMPANY
BALTIMORE 2, MARYLAND, U.S.A.

83767

STATION Climat. Principal de Mgé

REMARKS 20-05-2002 - 27-05-2002



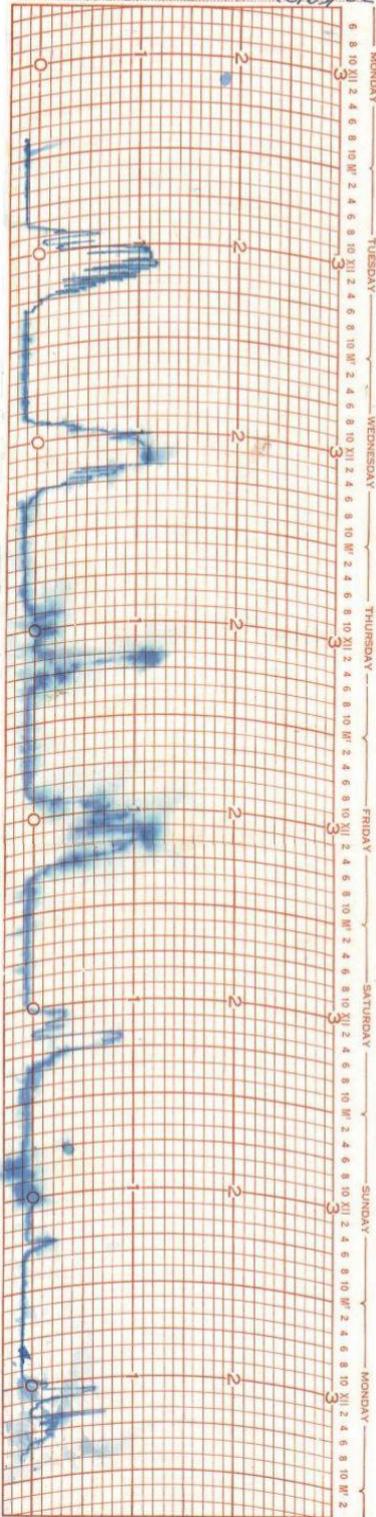
PLACE THIS TAB UNDER BRONZE BAR

PRINTED IN U.S.A.

RECORDING PYRHELIOMETER
CHART NO. 5-1050-AW

BELFORT INSTRUMENT COMPANY
BALTIMORE 2, MARYLAND, U.S.A. 83767

STATION Climat. Principal de Mgé
REMARKS 14/05/2002 - S.M.S. 20/05/02

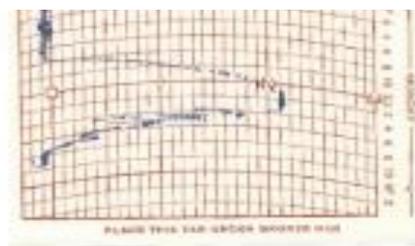
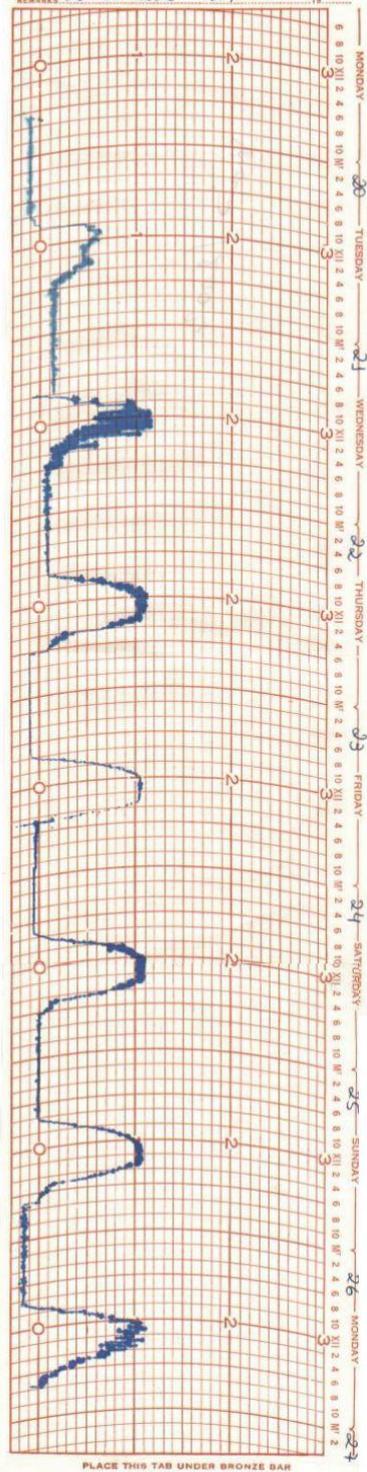


PRINTED IN U.S.A.

RECORDING PYRHELIOMETER
CHART NO. 5-1050-AW

BELFORT INSTRUMENT COMPANY
BALTIMORE 2, MARYLAND, U.S.A. 83767

STATION Climat. Principal de Mgé
REMARKS 20-05-2002 - 27-05-2002



APENDICE

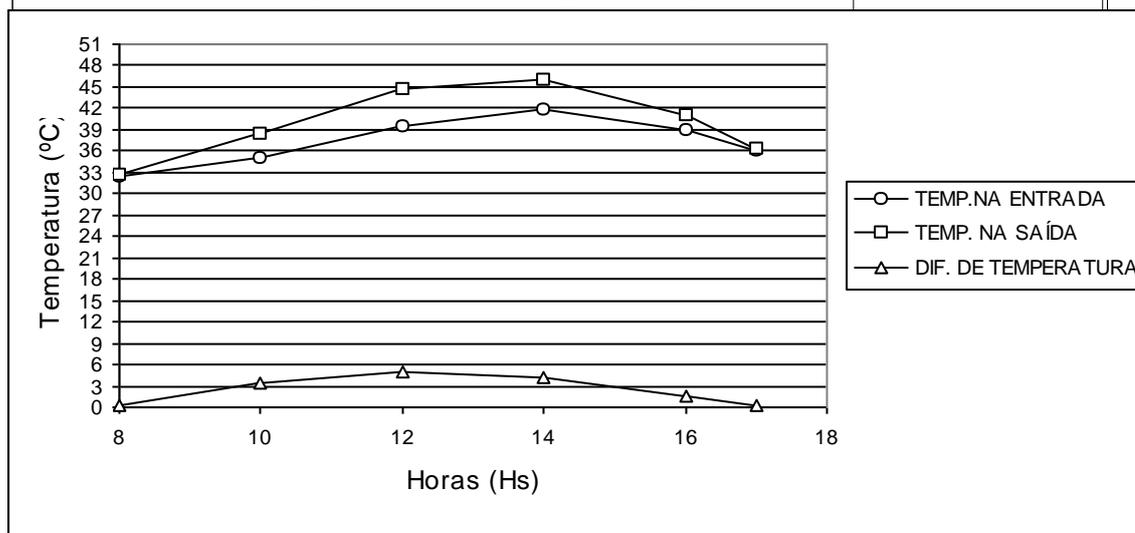
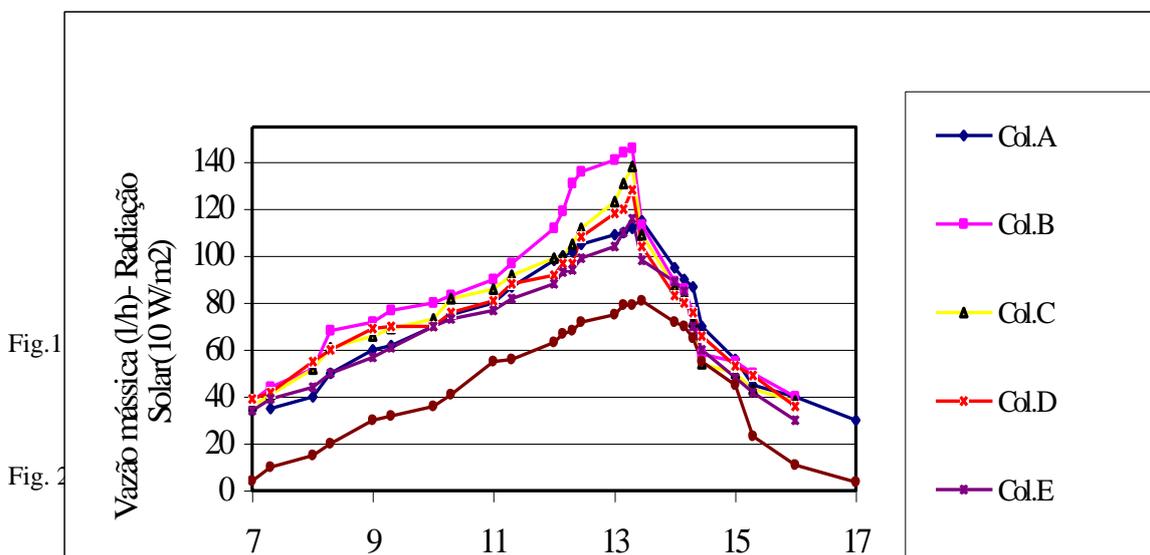


Fig.

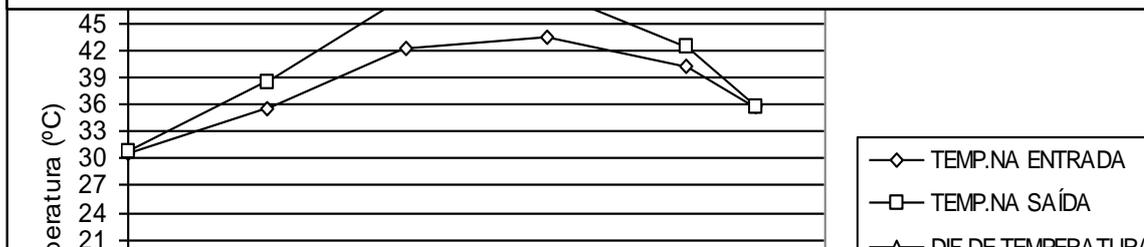
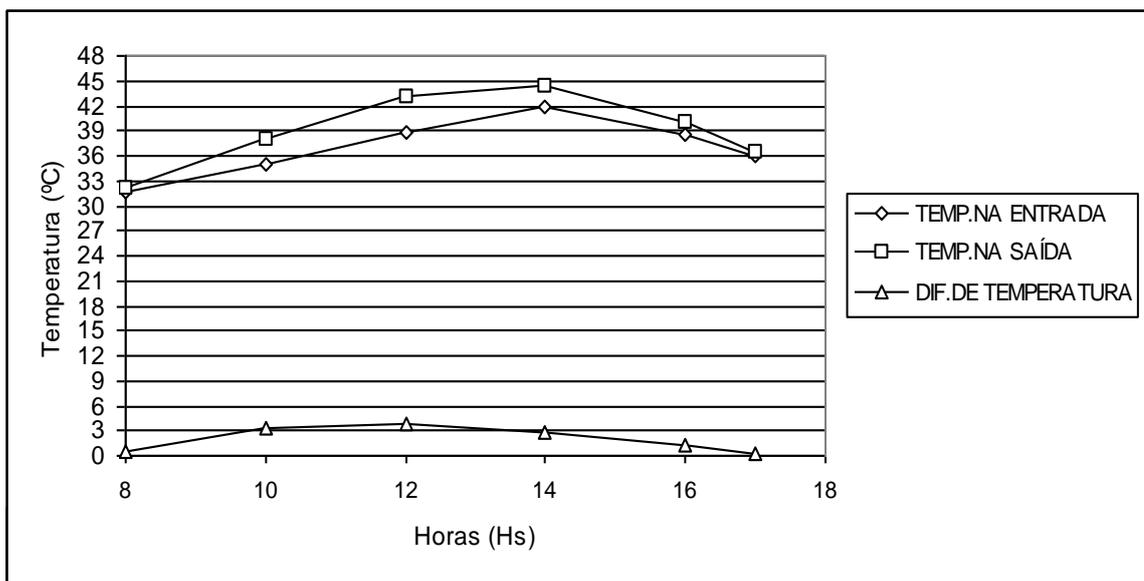
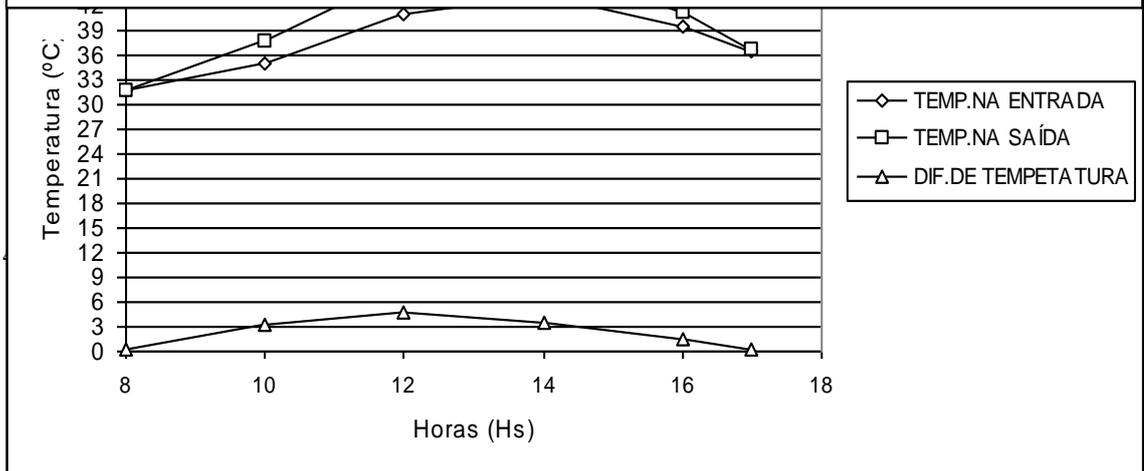
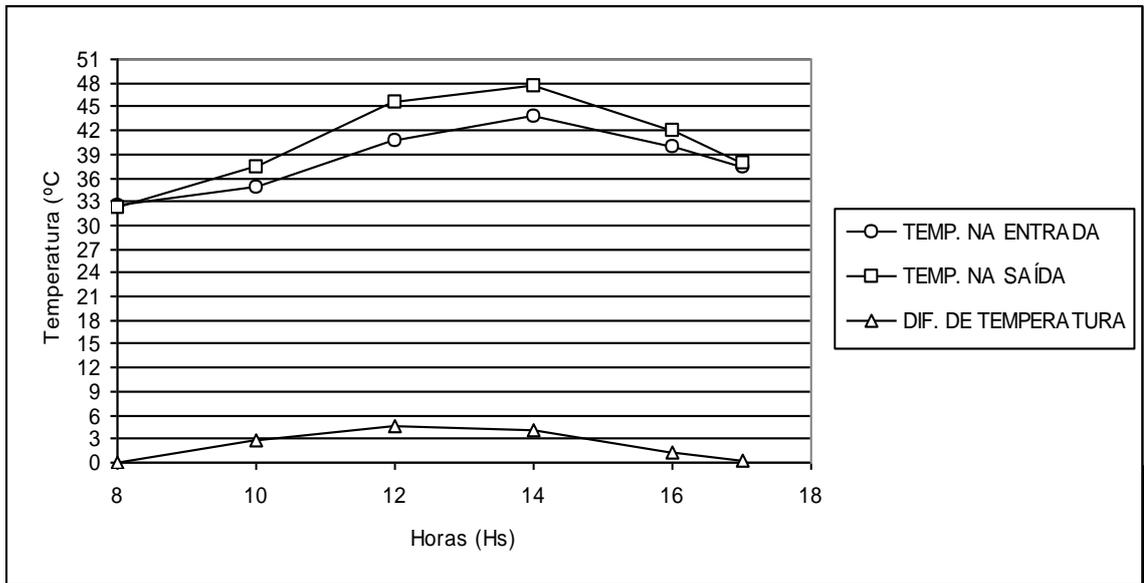


Fig. 6 Comportamento da temperatura através do coletor E.

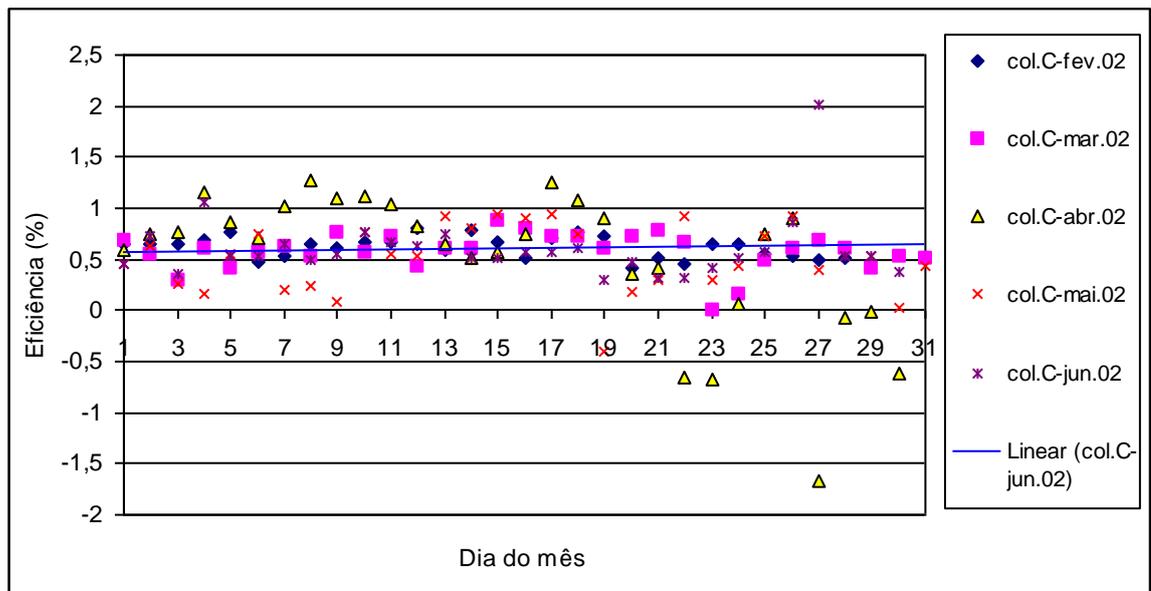
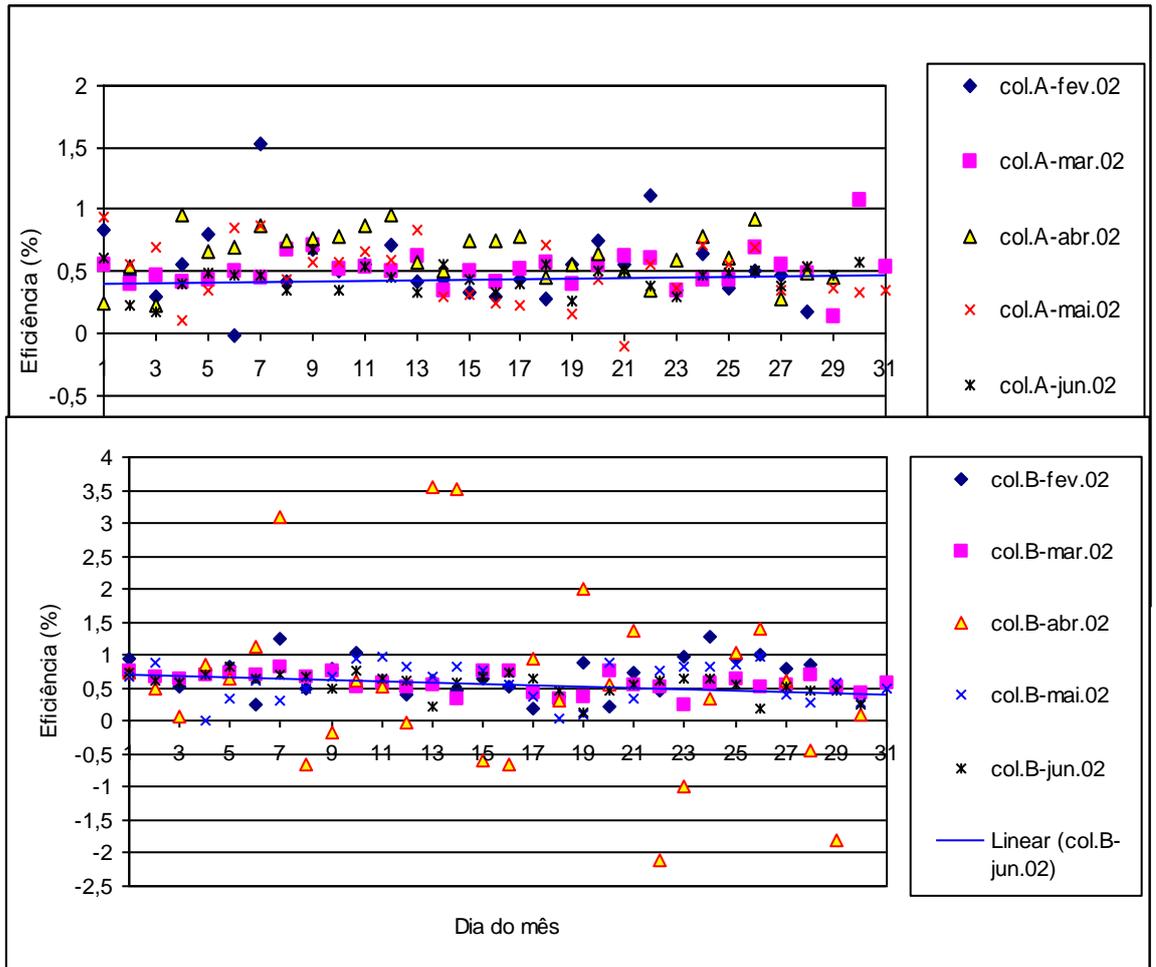


Fig. 9 Eficiência do coletor C durante o período de ensaio.

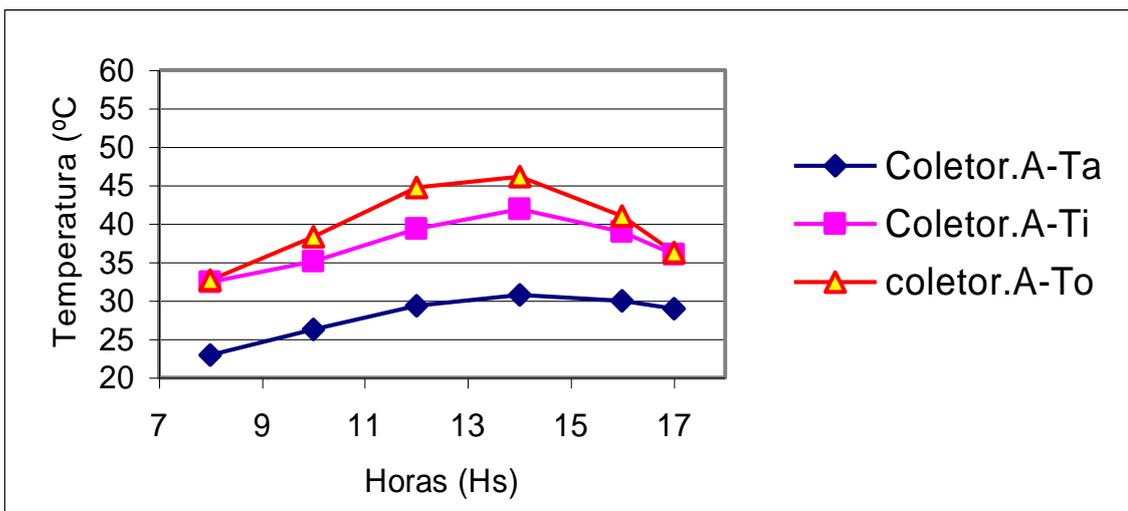
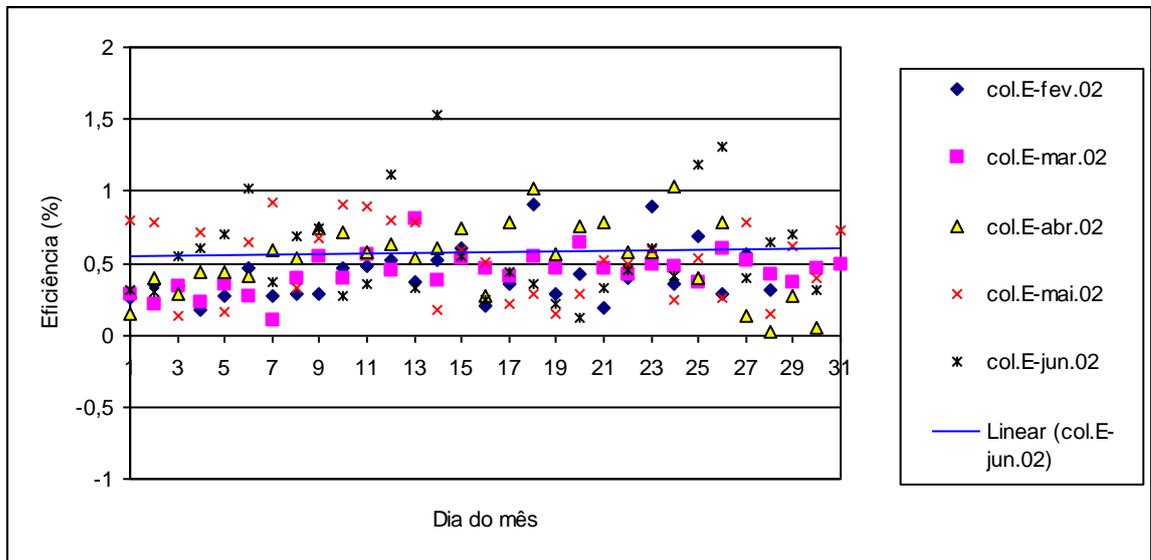
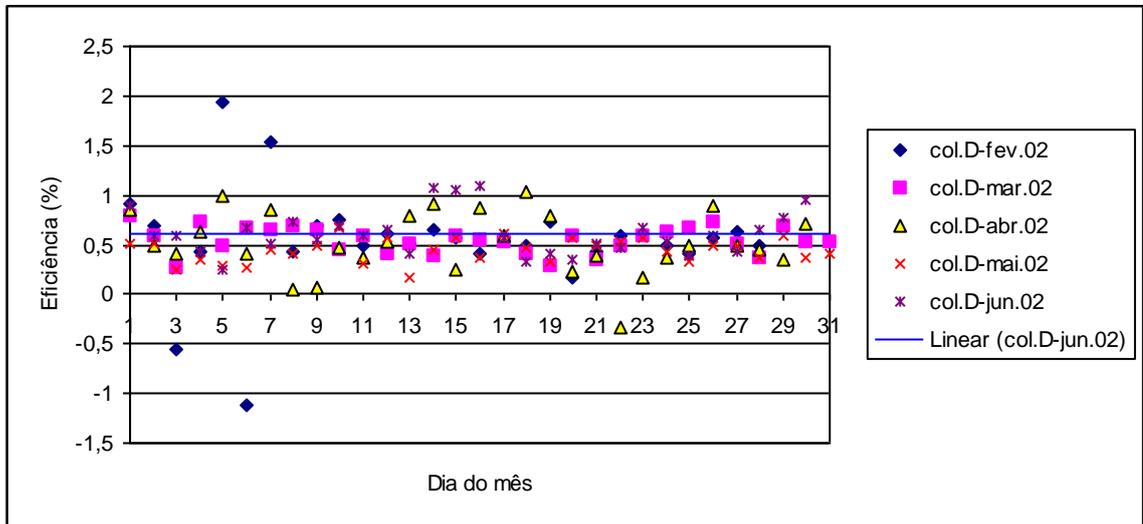


Fig. 12 Correlação entre as temperaturas na entrada e saída do coletor A e temperatura ambiente.

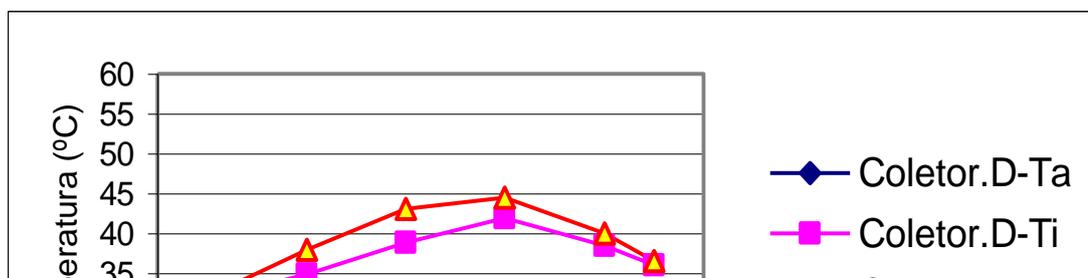
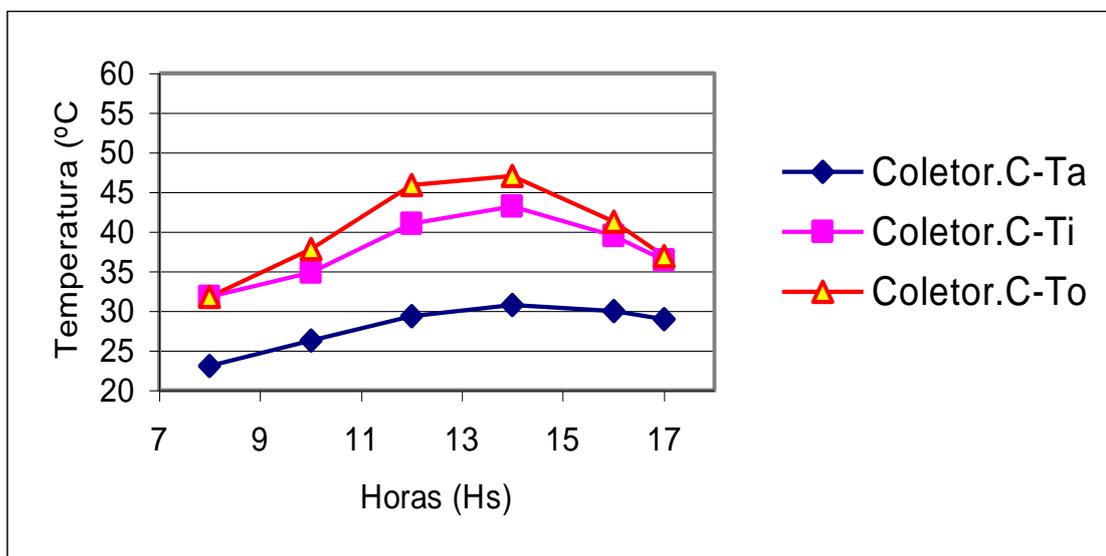
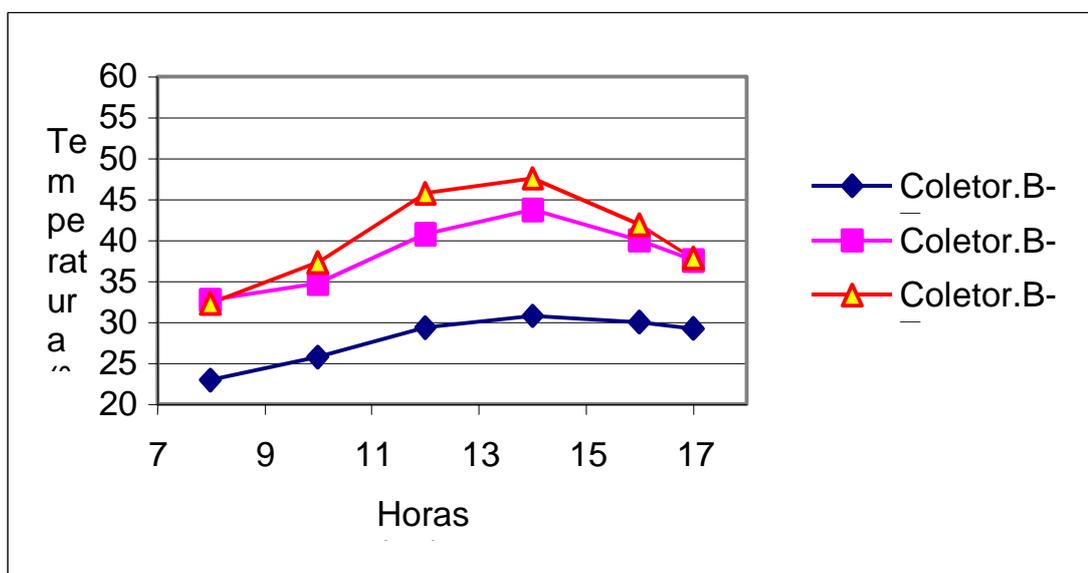


Fig. 15 Correlação entre as temperaturas na entrada e saída do coletor D e temperatura

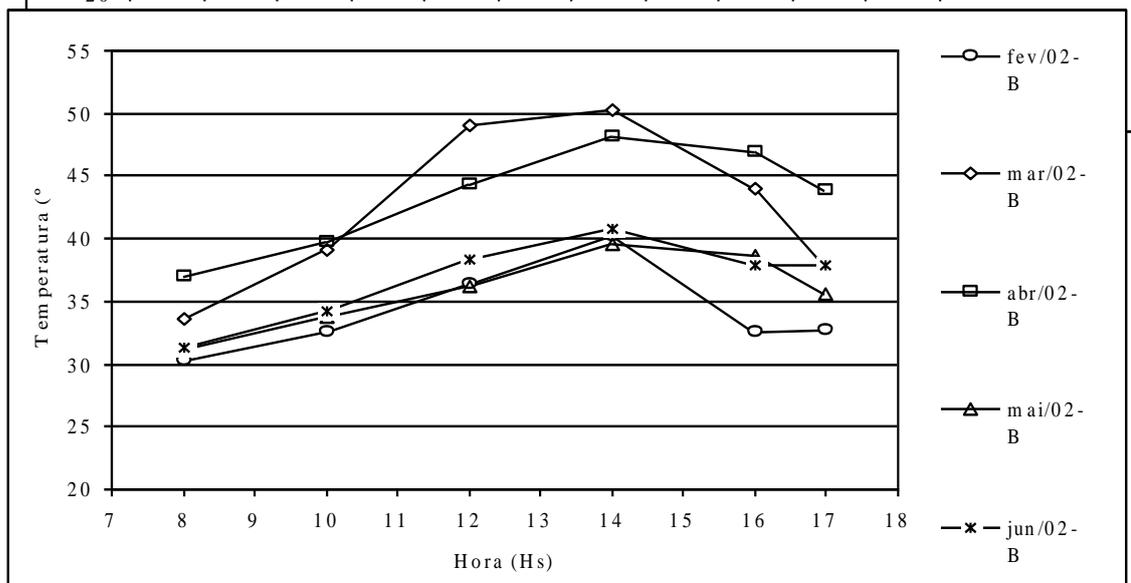
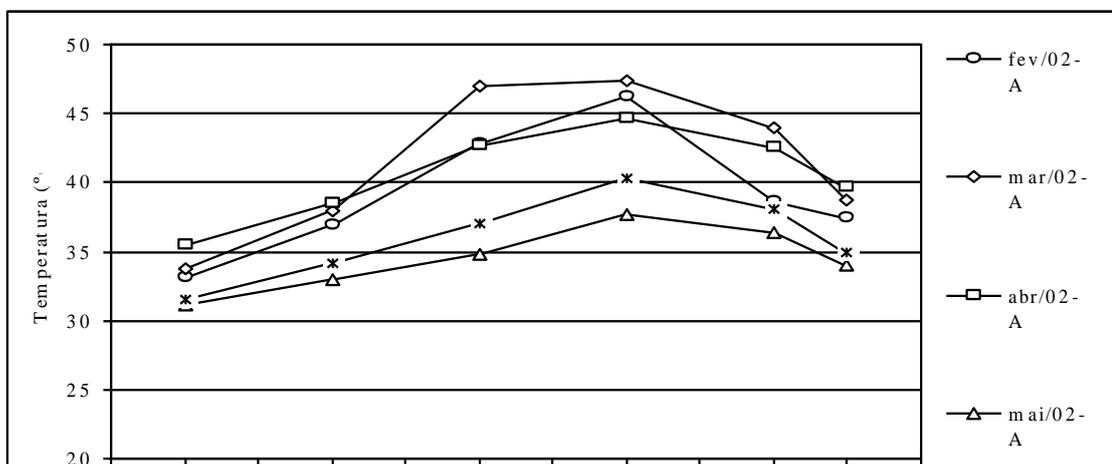
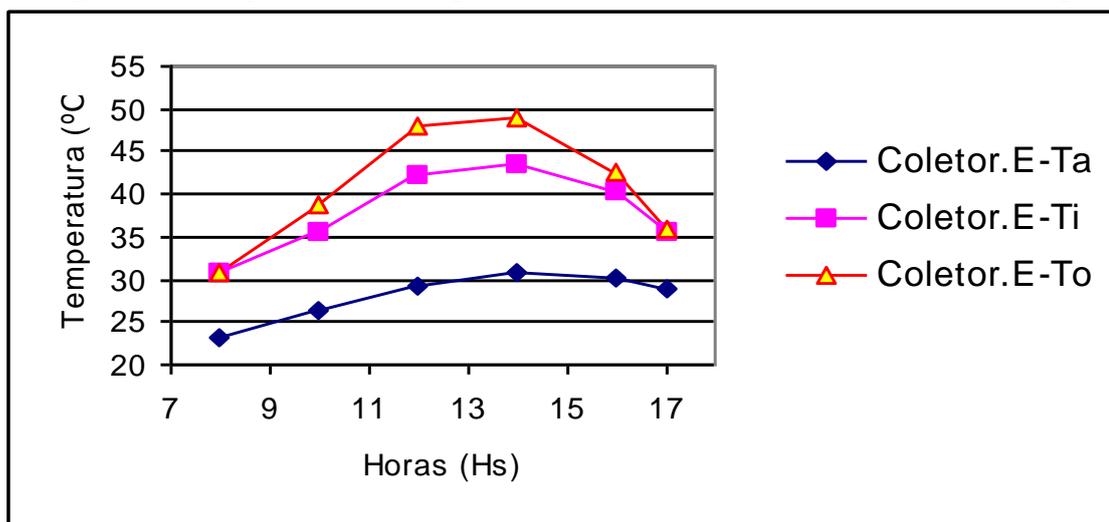


Fig. 18 Variação da temperatura na entrada do coletor B.

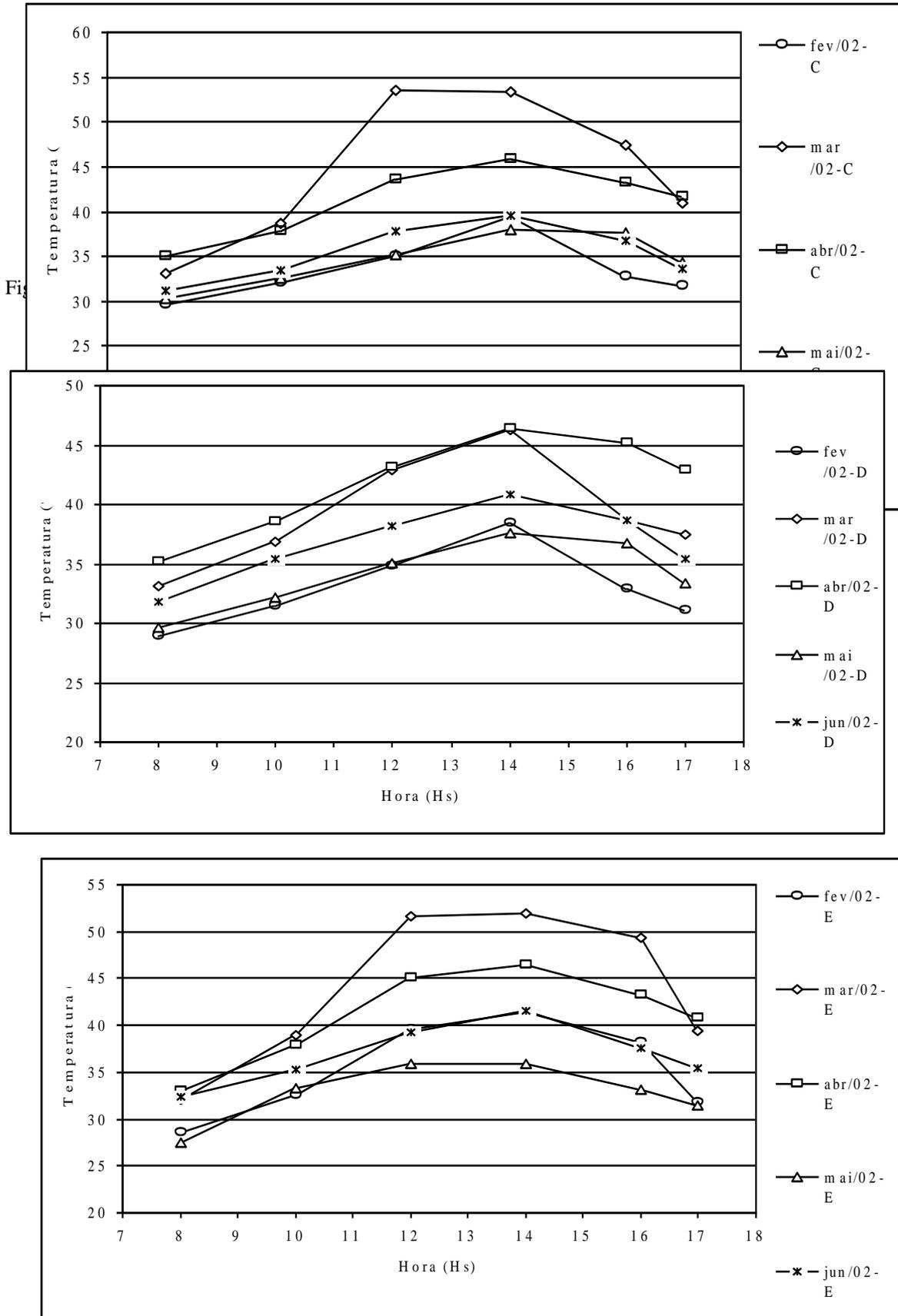


Fig. 21 Variação da temperatura na entrada do coletor E.