



COPEL
Companhia Paranaense de Energia





COPEL

UTILIZAÇÃO DE BOMBA DE CALOR EM INSTITUIÇÃO FILANTRÓPICA

Jorge Eduardo Vasconcelos Schorr



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

- Caracterização da Instituição Filantrópica
- Caracterização do problema
- Caracterização da solução
- Princípio de funcionamento da Bomba de Calor
- Metas de Economia de Energia
- Comprovação das economias
 - Consumo de Energia Elétrica antes da substituição
 - Consumo de Energia Elétrica após a substituição
 - Ajuste dos consumos para a mesma base
 - Economia obtida



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Caracterização da Instituição Filantrópica

Instituição que oferece um lar a crianças abandonadas pela família biológica, encaminhadas pelas autoridades competentes e assistindo atualmente 20 crianças com idades entre 03 e 12 anos em duas casas lar, com aproximadamente 200 metros quadrados, cada uma.

Maior consumo de Energia Elétrica nesta Instituição Filantrópica

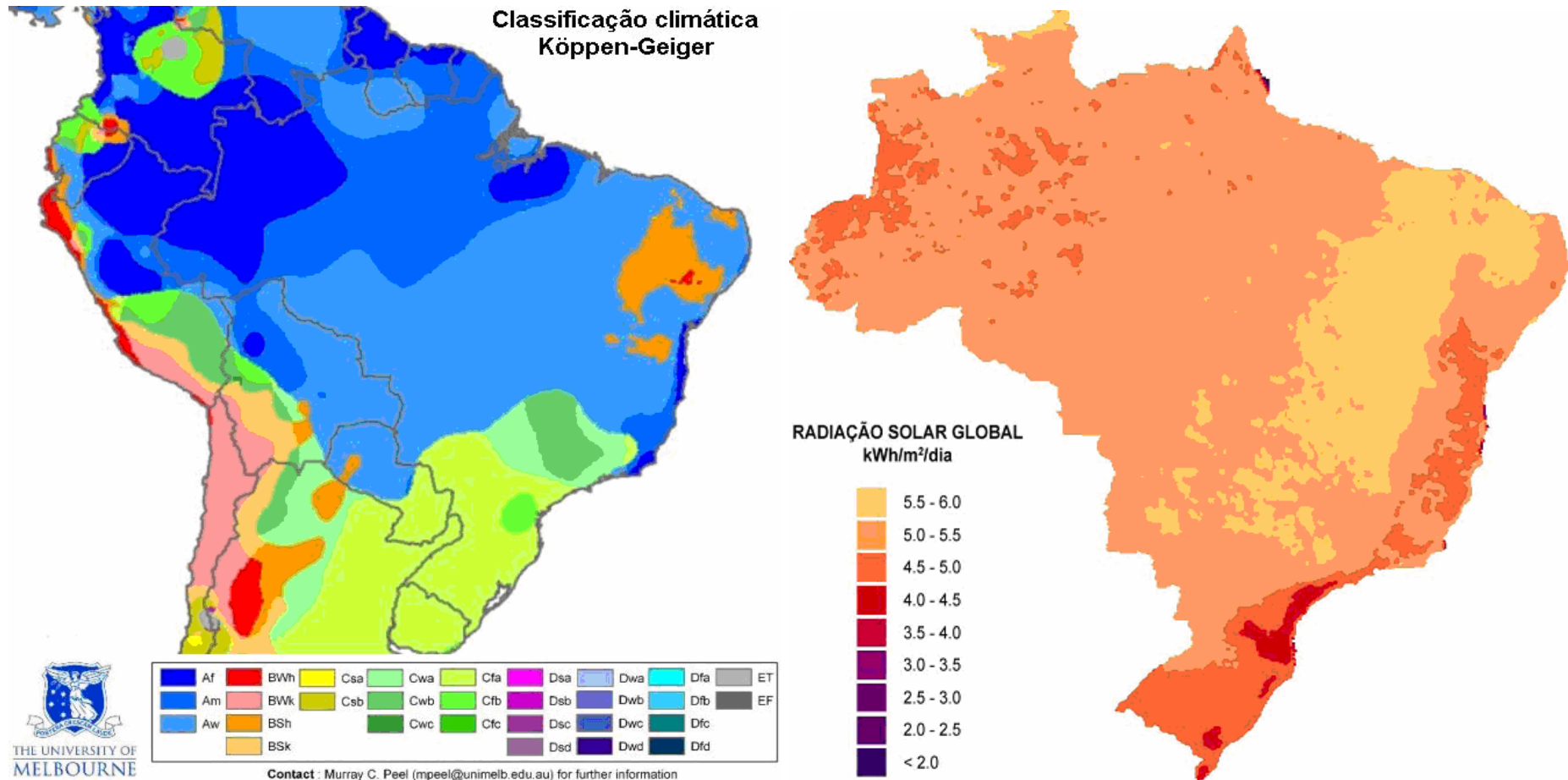
Nesta instituição o maior consumo é o chuveiro elétrico, pois os menores possuem atividades semelhantes a uma residência, freqüentam o ensino fundamental regular entre outras atividades, o horário de banho concentra-se na faixa horária das 18:00 horas.



Características do Clima de Curitiba

- Tendo-se por referência a classificação de Köppen (Maack, 1981), a cidade de Curitiba localiza-se em região climática do tipo Cfb, com clima temperado (ou subtropical), úmido, mesotérmico, sem estação seca, com verões frescos e invernos com geadas frequentes;
- É comum o tempo nublado em virtude da infiltração oceânica e a cidade ficar dias - por vezes semanas – com temperaturas abaixo de 18 ou 20 graus e com baixa incidência de radiação solar;
- Segundo a normal climatológica do INMET (1961-1990), a temperatura média anual é de 16,5°C, com amplitude térmica anual de 8°C, sendo 12,5°C a temperatura média do mês mais frio (julho) e 19,9°C do mês mais quente (fevereiro);

Características do Clima de Curitiba



Caracterização do problema

Consumo elevado de Energia Elétrica:

A instituição atende, em cada casa, 10 crianças além de um casal responsável, havendo 02 chuveiros elétricos, ocorrendo, no mínimo, 12 banhos diários.

Características dos banhos:

Cada banho tem duração média de 8 minutos.

Características dos chuveiros elétricos:

Cada chuveiro elétrico possui potência elétrica máxima de 5.400 W, e eficiência energética na ordem de 0,98.



Caracterização da solução

Reduzir o consumo elevado de Energia Elétrica:

A instalação de equipamento para aquecimento de água para banho em escala para atender, no mínimo, 12 banhos diários.

Possíveis equipamentos para a solução do problema:

1. Boiler Elétrico;
2. Aquecedor de passagem a gás;
3. Aquecimento Solar;
4. Bomba de calor e outros

Solução adotada para esta instituição:

O equipamento escolhido foi a Bomba de Calor, com potência elétrica de 540 W, e eficiência energética na ordem de 3,1.



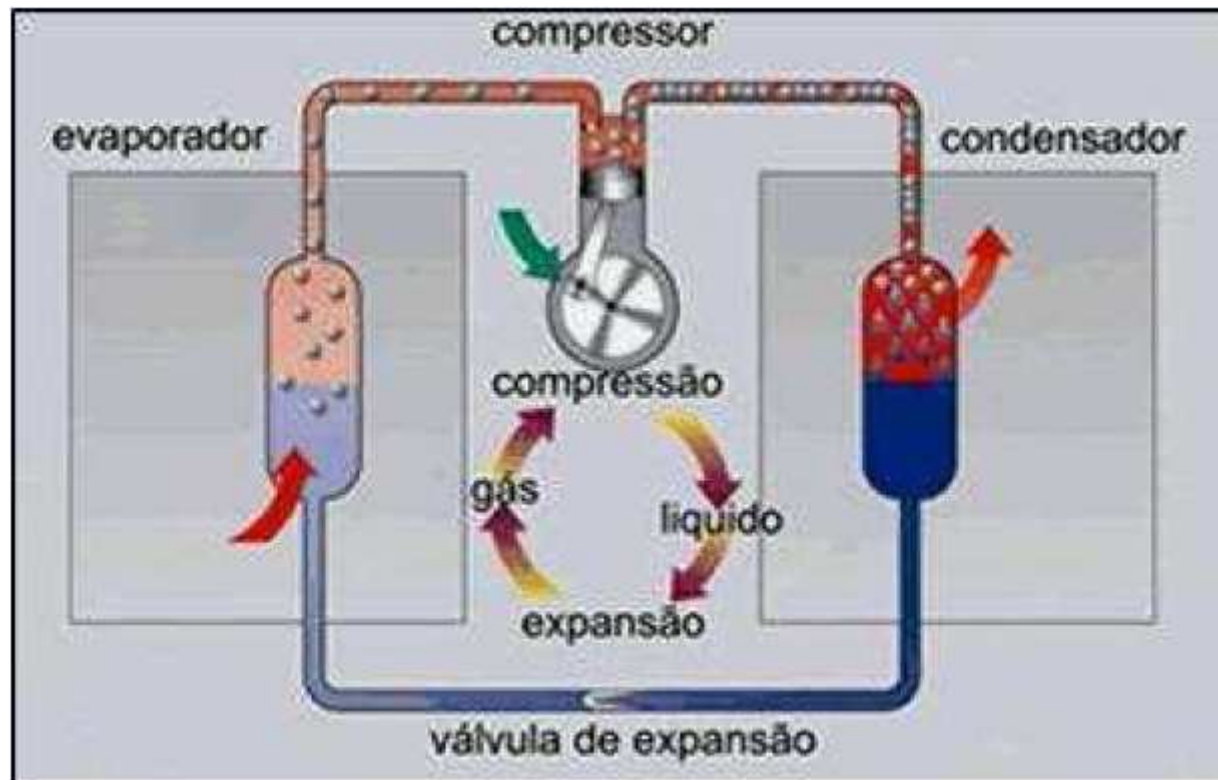


Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Características da Bomba de Calor

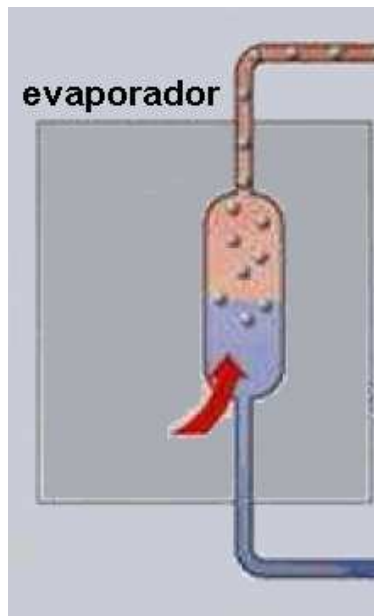
- Pouco espaço físico para sua instalação;
- A tecnologia de bombas de calor para aquecimento de água é amplamente difundida e utilizada na Europa e demais países do Hemisfério Norte;
- A faixa de temperatura de operação das bombas de calor é entre 8 e 35 graus;
- Abaixo da temperatura mínima de operação é necessário a utilização de resistências elétricas para apoio;
- A faixa de temperatura média de Curitiba, está entre 8,5 e 26,5 graus, o qual atende perfeitamente ao funcionamento da bomba de calor;

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor



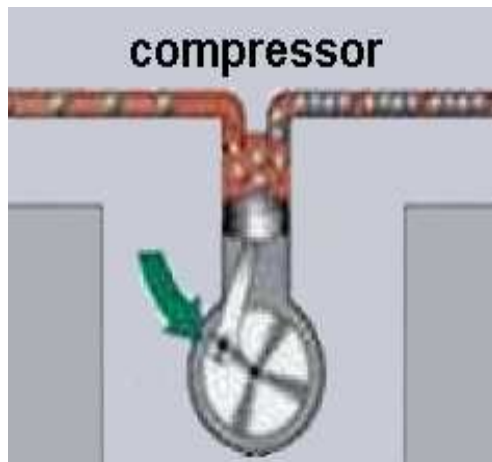
Exemplo de ciclo de uma Bomba de Calor a compressão

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor



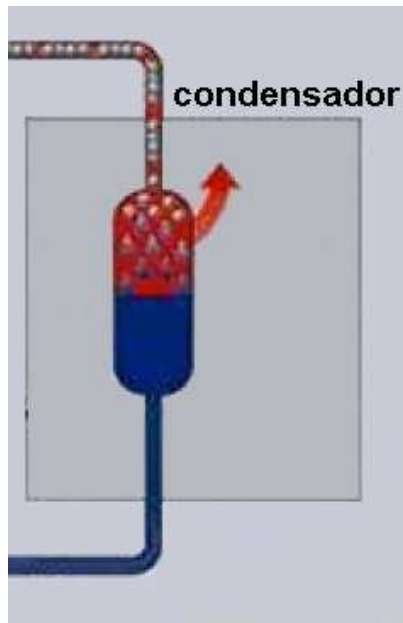
O evaporador funciona como um trocador de calor entre o fluido de trabalho, que é mantido a uma temperatura mais baixa, e a fonte de calor. O fluxo de calor ocorre da fonte de calor para o fluido de trabalho, aumentando a temperatura deste último e fazendo-o evaporar.

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor



Um trabalho externo, fornecido por um compressor, comprime o vapor proveniente do evaporador. Com isso a pressão e a temperatura do fluido serão elevadas ao custo da diminuição do volume. O compressor é usualmente acionado por um motor elétrico ou então por um motor a combustão

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor



O fluido de trabalho é conduzido até a serpentina de um condensador (trocador) onde perde calor para o meio, podendo ser o ar, água ou algum outro meio a uma temperatura mais baixa. Durante este processo o fluido de trabalho se liquefaz e retorna ao evaporador.

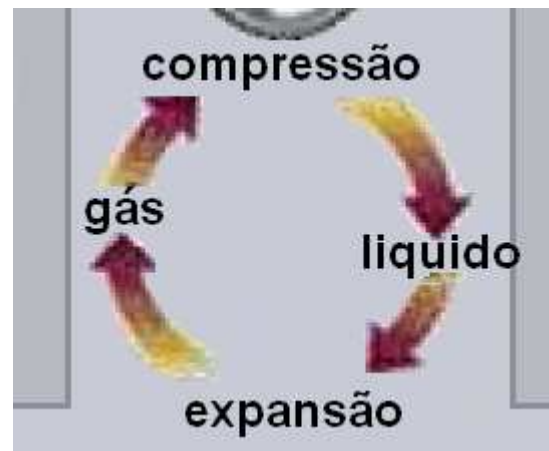


Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor



Durante o processo de condensação o fluído de trabalho se liquefaz e após esta troca de calor, o fluído de trabalho retorna ao evaporador, passando antes por uma válvula de expansão, reiniciando o ciclo.





Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Princípio de funcionamento da Bomba de Calor

- O **fluido de trabalho** em geral é um fluido refrigerante isento de CFC (cloro-fluor-carbono);
- As bombas de calor possuem eficiência energética ou coeficiente de performance (desempenho) (COP) superior a 2,5;
- As bombas de calor mais eficientes utilizam o CO₂ como fluido de trabalho, atingindo COP superior a 5;



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Metas de Economia de Energia

Premissas:

Tempo de banho:	8 minutos/banho
Potência elétrica do Chuveiro:	5,4 kW
Número médio de banhos diário:	24 banhos/dia
Período de análise:	365 dias/ano
Coeficiente de Performance da Bomba de calor :	3,1



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Metas de Economia de Energia

Meta de Economia de Energia (EE):

Consumo estimado do chuveiro: $8/60 * 24 * 5,4 * 365$ kWh/ano
6.307,2 kWh/ano

Consumo estimado da Bomba de Calor: $6.307,2 / 3,1$ kWh/ano
2.034,6 kWh/ano

EE = Cons. Chuveiro - Cons. Bomba de Calor MWh/ano
 $6.307,2 - 2.034,6$
4.272,6 kWh/ano \Rightarrow **4,273 MWh/ano**

Comprovação das Economias

Consumo de Energia Elétrica antes da substituição dos Chuveiros

	Com chuveiros elétricos									
	Casa 1	Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM	Casa 2	Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM
	kWh	dias	kWh/dia	NMR	C/Rd	kWh	dias	kWh/dia	NMR	C/Rd
dez/06	470	32	14,69	10	1,47	694	32	21,69	9	2,41
jan/07	410	30	13,67	10	1,37	602	30	20,07	7	2,87
fev/07	320	28	11,43	10	1,14	670	28	23,93	7	3,42
Média	400	30	13,33	10,0	1,33	655	30	21,84	7,7	2,85
Res=	Residentes no período, face a ausências no período de férias.									
NMR=	Número Médio de Residentes									
C/Rd=	Consumo médio por residente por dia (kWh/residente por dia)									
CM=	Consumo Médio (kWh/residente por dia)									

Medição realizada de acordo com a opção C do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP)



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Comprovação das Economias

Consumo de Energia Elétrica após a substituição dos Chuveiros

	Com Bombas de Calor									
	Casa 1					Casa 2				
	Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM		Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM	
	kWh	dias	kWh/dia	NMR	C/Rd	kWh	dias	kWh/dia	NMR	C/Rd
jul/07	330	30	11,00	12	0,92	551	30	18,37	12	1,53
ago/07	350	32	10,94	12	0,91	594	32	18,56	12	1,55
set/07	290	33	8,79	12	0,73	413	33	12,52	12	1,04
Média	323	31,67	10,21	12	0,85	519	31,67	16,40	12	1,37
Res=	Residentes no período, face a ausências no período de férias.									
NMR=	Número Médio de Residentes									
C/Rd=	Consumo médio por residente por dia (kWh/residente por dia)									
CM=	Consumo Médio (kWh/residente por dia)									

Medição realizada de acordo com a opção C do Protocolo Internacional de Medição e Verificação de Performance (PIMVP)

Comprovação das Economias

Ajuste dos consumos para a mesma base (mesmo número de residentes)

	Casa 1					Casa 2				
	kWh	Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM	kWh	Per. Cons.	Cons/dia	Res	CM
		dias	kWh/dia	NMR	C/Rd		dias	kWh/dia	NMR	C/Rd
	Depois	Depois	Antes	Depois		Depois	Depois	Antes	Depois	
Consumo Ajustado para a mesma base de NMR	269	31,67	10,21	10	0,85	332	31,67	16,40	7,7	1,37
Res=	Residentes no período									
NMR=	Número Médio de Residentes									
C/Rd=	Consumo médio por residente por dia (kWh/residente por dia)									
CM=	Consumo Médio (kWh/residente por dia)									

Consumo em cada casa após o ajuste para o mesmo número de moradores na situação antes da substituição dos chuveiros. Este ajuste encontra-se em conformidade com o PIMVP



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Comprovação das Economias

Economia obtida:

5,449 > **4,273**

Considerando o mesmo número de internos por ocasião da situação ANTES ao "retrofit" (10 internos na Casa 1 e 7,7 internos na Casa 2) na situação APÓS o "retrofit" teremos os seguintes dados:							
Casa 1							
EE = 400 - 269 = 131 kWh/mês ou 1,567 MWh/ano							
Casa 2							
EE = 655 - 332 = 324 kWh/mês ou 3,882 MWh/ano							
EE_{TOTAL} = 5,449 MWh/ano				Meta de EE a ser atingida: 4,273 MWh/ano			
EE= Energia Economizada							

Podemos concluir que a economia obtida é superior a meta inicialmente projetada



Utilização de Bomba de Calor em Instituição Filantrópica

Custos do Projeto:

Custos com equipamentos:	R\$ 26.453,25
Custo total do projeto:	R\$ 30.907,82

Benefício anual gerado pelo projeto:	R\$ 8.408,19
(calculado pela metodologia ANEEL)	

Relação Custo Benefício (RCB):	0,6422
(calculado pela metodologia ANEEL)	

Pay-back simples:	45 meses (3 anos e 9 meses)
--------------------------	------------------------------------

Jorge Eduardo Vasconcelos Schorr

Fone: 41 3331-2861

E-mail: jorge.schorr@copel.com

End.: Rua José Isidoro Bizeto, 158 - Bloco C
Mossunguê - Curitiba – PR
81200-240