

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Isolda Cíntia Ferreira de Sáles

ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO POR
AQUECEDOR SOLAR: UMA CONTRIBUIÇÃO AO SETOR ELÉTRICO
NA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.

Maceió

2008

Isolda Cíntia Ferreira de Sáles

**ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO POR
AQUECEDOR SOLAR: UMA CONTRIBUIÇÃO AO SETOR ELÉTRICO
NA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Química.

Área de concentração: Desenvolvimento e Pesquisa de Processos Regionais

Orientadora: Dra. Karla Miranda Barcellos

MACEIÓ

2008

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

S163a Sáles, Isolda Cíntia Ferreira de.
Análise da substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar: uma contribuição ao setor elétrico na conservação de energia / Isolda Cíntia Ferreira de Sáles. – Maceió, 2008.
xiv, 158 f.: il., tabs., grafs. e tabs.

Orientadora: Karla Miranda Barcellos.
Dissertação (mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2008.

Bibliografia: f. 86-92.
Apêndices: f. 93-158.

1. Energia solar. 2. Aquecimento solar de água. 3. Viabilidade econômica.
I. Título.

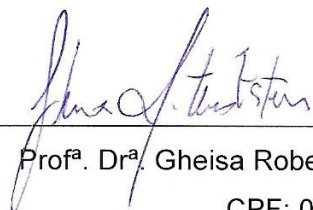
CDU: 621.311.243

**ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO POR
AQUECEDOR SOLAR: UMA CONTRIBUIÇÃO AO SETOR
ELÉTRICO NA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA**

por

ISOLDA CÍNTIA FERREIRA DE SALES

Dissertação defendida e julgada em sua forma final em 15 de dezembro de 2008, pela comissão examinadora, para obtenção de título de Mestre em Engenharia Química.



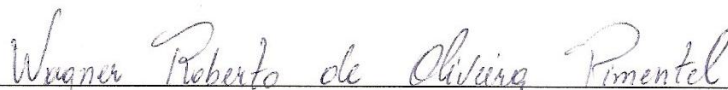
Prof^ª. Dr^ª. Gheisa Roberta Telles Esteves (UNICAMP)

CPF: 082.531.087-37




Prof. Dr. William Gonçalves Vieira (PPGEQ/UFAL)

CPF: 306.710.787-04



Prof. Dr. Wagner Roberto de Oliveira Pimentel (PPGEQ/UFAL)

CPF: 021.184874-36



Prof^ª. Dr^ª. Karla Miranda Barcellos (Orientadora)

CPF: 344.515.106-78

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Sebastião Mendes de Sáles e Odaíza Ferreira de
Sáles (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

A minha professora orientadora Dr^a. Karla Miranda Barcellos, que acreditou no meu trabalho e me apoiou apesar de todas as minhas dificuldades e barreiras.

Aos professores Dr. William Gonçalves Vieira e Dr. Wagner Roberto de Oliveira Pimentel por apontar as devidas acertadas sugestões necessárias para um bom desempenho desta pesquisa no exame de qualificação.

À FAPEL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas, pelo indispensável apoio financeiro.

O Ricardo Sérgio de Paula Freitas, que diante dos momentos de desânimo e cansaço, soube ter paciência e carinho.

O Ricardo James César Calado, pela sua ajuda e delicadeza nos cálculos de Matemática Financeira.

Ao meu querido filho sem o qual eu nada seria.

A minha grande amiga Jucielma Carvalho por nunca ter me abandonado nas horas de depressão.

A Deus, por ter me dado forças e persistência para vencer mais este desafio.

"A principal necessidade de nossas vidas é alguém que nos obrigue a fazer o que podemos
fazer. Eis a tarefa do amigo."

Ralph Emerson.

RESUMO

SALES, I.C.F. **Análise da Substituição do Chuveiro Elétrico por Aquecedor Solar: Uma Contribuição ao Setor Elétrico na Conservação de Energia**. Dissertação (Mestrado) – Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

Esta dissertação apresenta uma análise da viabilidade econômica quando da substituição do chuveiro elétrico por aquecedores solares numa residência unifamiliar no município de Maceió/AL.

Os sistemas de aquecimento solar, tipo placa plana e com circulação natural (por termossifão) são considerados uma alternativa muito apropriada para o aquecimento de água doméstica. No Brasil, devido as suas condições climáticas serem bastante favoráveis para esses tipos de sistemas, os mesmos estão sendo muito utilizados, em especial na região Nordeste, já que estes sistemas dependem da insolação e radiação solar recebida local.

O trabalho apresenta uma breve introdução com relação ao tema abordado, descrevendo toda metodologia utilizada para realização do projeto. São apresentadas as variáveis de interesse, o dimensionamento e montagem do sistema. A aplicação prática da metodologia utilizada é apresentada na forma de um estudo de caso realizado numa residência unifamiliar no município de Maceió/AL. Com todo sistema montado é possível avaliar a eficiência do projeto, sua viabilidade econômica e economia gerada ao longo de 20 anos.

Os resultados obtidos mostraram que a substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar é viável, gerando uma economia para o consumidor de baixa renda de R\$ 1.826,05, para o de média renda de R\$ 4.290,01 e alta renda de R\$ 5.919,75 durante os 20 anos de projeto.

Palavras-chave: Energia Solar, aquecimento solar de água, viabilidade econômica,

ABSTRACT

SALES, I.C.F. Analysis of Replacement of the shower Electric for Solar Heating: A Contribution to the Energy Industry in the Conservation of Energy. Dissertation (Master) - Unity Center for Academic Technology, Federal University of Alagoas, Maceió, 2008.

This thesis presents an analysis of the economic feasibility of replacing the shower when electric heaters by solar in a unifamiliar residence in the city of Maceio/AL.

The solar heating systems, plain plate type and with natural movement (for siphon term) are very suitable for heating household water. In Brazil, due to its climatic conditions are very favorable for these types of systems, they are widely used especially in the Northeast since they depend on sunlight and solar radiation received locally.

It is presented a brief introduction describing the entire methodology used for the completion of project. Are given the variables of interest, the design and assembly of the system are. The given practical application of the methodology used is presented in a case study conducted in a unifamiliar residence at the Maceió/AL city. With all mounted system can assess the efficiency of the project, its economic viability and economy generated over 20 years.

The outcomes obtained they showed what the substitution of the bath electric for heating solar is viable, generates an economy about to the consumer of low income of R\$ 1.826,05, about to the of average income of R\$ 4.290,01 & high-yielding of R\$ 5.919,75 durante the 20 years of I screen.

Keywords: Solar Energy, Solar Water Heating, Economic Viability

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	XII
LISTA DE TABELAS	XIV
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESTRUTURA	1
1.1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS	9
1.3 - ESTRUTURA	9
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	11
2.1 – A ENERGIA SOLAR.....	11
2.1.1 – Radiação Solar.....	11
2.1.1.1 – Modelo de Radiação Solar num Plano Inclinado	15
2.1.1.1.1 – Direção da Radiação Solar Direta Incidente sobre uma Superfície.....	15
2.1.1.1.2 – Radiação Extraterrestre em um Plano Horizontal (I_0)	19
2.1.1.1.3 – Radiação Solar Global em um Plano Inclinado (I_T)	19
2.1.1.1.4 – Radiação Horária Total numa Superfície Horizontal (I)	20
2.2 – PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA ...	21
2.2.1 – Coletores Solares	21
2.2.1.1 – Coletores Solares de Concentração	22
2.2.1.2 – Coletores Solares sem Concentração.....	22
2.2.1.2.1 – Caracterização da Placa Plana Coletora	26
2.2.2 – Tanque de Armazenamento (Reservatório Térmico ou Boiler)	31
2.2.3 – Equipamento de Energia Auxiliar	33
2.3 – SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR.....	35
2.3.1 – Sistema Passivo Direto	35
2.3.2 – Sistema Passivo Indireto.....	36
2.3.3 – Sistema Ativo Direto	36
2.3.4 – Sistema Ativo Indireto.....	37
2.4 – CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	38

2.5 – VANTAGENS DO AQUECIMENTO SOLAR	47
CAPÍTULO 3 – CICLO DE VIDA ECONÔMICO	49
3.1 – ANÁLISE DO CICLO DE VIDA	49
3.1.1 – Viabilidade Econômica e Financeira	50
CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO	54
4.1 – LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA	55
4.2 – PARÂMETROS DO PROJETO ESTUDADO	58
CAPÍTULO 5 – INSTALAÇÃO DO SISTEMA	61
5.1 – ORIENTAÇÃO E INCLINAÇÃO	61
5.2 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS	65
5.2.1 – Coletor Solar	65
5.2.2 – Reservatório	66
5.2.3 – Tubulações e Conexões Hidráulicas	67
5.2.4 – Instrumentação e Sistema para Aquisição de Dados	67
CAPÍTULO 6 – ANÁLISE ECONÔMICA	69
6.1 – Dados para Análise da Viabilidade	74
6.2 – Análise de Sensibilidade	77
6.2.1 – Temperatura de Armazenamento do Reservatório Térmico	77
CAPÍTULO 7 – RESULTADOS OBTIDOS	81
CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	83
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	86
APÊNDICE	93
APÊNDICE A – PLANILHA PARA CÁLCULO DA FRAÇÃO SOLAR	94
APÊNDICE B – PLANILHA PARA CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consumo mundial de energia por tipo de combustível.....	1
Figura 2 – Matriz energética.....	3
Figura 3 – Dependência externa de energia.....	4
Figura 4 – Consumo final de energia elétrica.....	5
Figura 5 – Consumo final de energia setor residencial	6
Figura 6 – Representação das estações do ano e do movimento da Terra em torno do Sol....	12
Figura 7 – Potencial de utilização de energia solar na Terra.....	13
Figura 8 – Potencial de utilização de energia solar no Brasil.....	13
Figura 9 – Insolação média mensal da Estação do INMET	14
Figura 10 – Distribuição percentual da radiação solar direta incidente	15
Figura 11 – Determinação do ponto (p) na superfície da Terra.....	16
Figura 12 – Ângulos solares derivados.....	17
Figura 13 – Ângulos solares derivados incidência e zenital.....	18
Figura 14 – Coletores solares de concentração	22
Figura 15 – Seção típica de um coletor de superfície plana	24
Figura 16 – Esquema de trocas de energia no coletor	24
Figura 17 – Diagrama esquemático do coletor solar de superfície plana.....	26
Figura 18 – Curva de eficiência para coletor solar	29
Figura 19 – Ilustração de um sistema solar de aquecimento de água.....	32
Figura 20 – Esquema de localização da energia auxiliar.....	33
Figura 21 – Esquema de um sistema direto passivo: energia auxiliar interna reservatório.....	35
Figura 22 – Esquema de um sistema direto passivo: energia auxiliar externa reservatório....	36
Figura 23 – Esquema simplificado de um sistema ativo direto.....	37
Figura 24 – Esquema simplificado de um sistema ativo indireto.....	37
Figura 25 – Domicílios que possuem pelo menos um chuveiro elétrico no Brasil	41
Figura 26 – Fonte utilizada para aquecimento de água para banho.....	41
Figura 27 – Técnicas para alterar a forma da curva de demanda	43
Figura 28 – Curva de carga diária média no Brasil	44
Figura 29 – Curva de carga diária média na região Nordeste do Brasil.....	44
Figura 30 – Desenho esquemático de um fluxo de caixa	51
Figura 31 – Representação da orientação e inclinação do coletor solar	62

Figura 32 – Representação da orientação e inclinação do coletor solar	63
Figuras 33 e 34 – Ilustração da montagem do sistema por termossifão	64
Figuras 35 e 36 – Vista do coletor solar montado em residência unifamiliar	65
Figuras 37 e 38 – Vista do reservatório térmico montado em residência unifamiliar.....	66
Figuras 39 e 40 – Vista das posições das tubulações hidráulicas do reservatório térmico	66
Figuras 41 e 42 – Apresentação da posição dos sensores para as medições de temperatura ..	68
Figura 39 – Pinamômetro, anemômetro e sensor para temperatura ambiente.....	68
Figuras 43 e 44 – Sistema de aquisição de dados DATALLOGGER.....	68
Figura 45 – Variação da fração solar em Maceió/AL	74
Figura 46 – Representação do <i>payback</i> para as tarifas simuladas.....	76
Figura 47 – Representação do <i>payback</i> para a temperatura de 50°C simulada.	80
Figura 48 – Representação do <i>payback</i> para a temperatura de 60°C simulada.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de energia primária no Brasil (%)	2
Tabela 2 – Consumo de energia elétrica (%).....	6
Tabela 3 – Consumo de eletrodomésticos	7
Tabela 4 – Insolação variação sazonal	14
Tabela 5 – Dimensionamento indicado para aquecedores solares de acumulação.....	56
Tabela 6 – Parâmetros para o projeto estudado	59
Tabela 7 – Ângulo de inclinação dos coletores para os estados do nordeste do Brasil.....	63
Tabela 8 – Mercado de distribuição brasileiro de energia elétrica	69
Tabela 9 – Tarifas convencionais de energia elétrica para baixa tensão	70
Tabela 10 – Tarifas consideradas para análise de viabilidade econômica	70
Tabela 11 – Valores econômicos para o sistema de aquecimento solar	71
Tabela 12 – Temperatura ambiente média mensal para Maceió/AL.....	73
Tabela 13 – Radiação solar média no plano horizontal mensal para Maceió/AL	73
Tabela 14 – Radiação solar média no plano inclinado média mensal para Maceió/AL.....	73
Tabela 15 – Entradas e saídas do projeto estudado para análise de viabilidade econômica ...	75
Tabela 16 – Resultados obtidos para as diferentes tarifas simuladas	76
Tabela 17 – Análise do comportamento do sistema: temperatura de armazenamento 50°C...	78
Tabela 18 – Análise do comportamento do sistema: temperatura de armazenamento 60°C...	79
Tabela 19 – Resultados obtidos de VPL, TIR e payback: temperaturas de 50° e 60°C.....	80

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E ESTRUTURA

1.1 – INTRODUÇÃO

O homem vem, ao longo dos anos, modificando seu padrão de vida, utilizando a tecnologia para viver mais e melhor. Isso implica num maior consumo de energia. A Figura 1 apresenta a distribuição aproximada do consumo de energia mundial, por fonte de energia. Observamos que os elementos não renováveis são os principais combustíveis utilizados pela sociedade, o que agrava ainda mais a condição futura de disponibilidade de energia, dado que são produtos finitos.

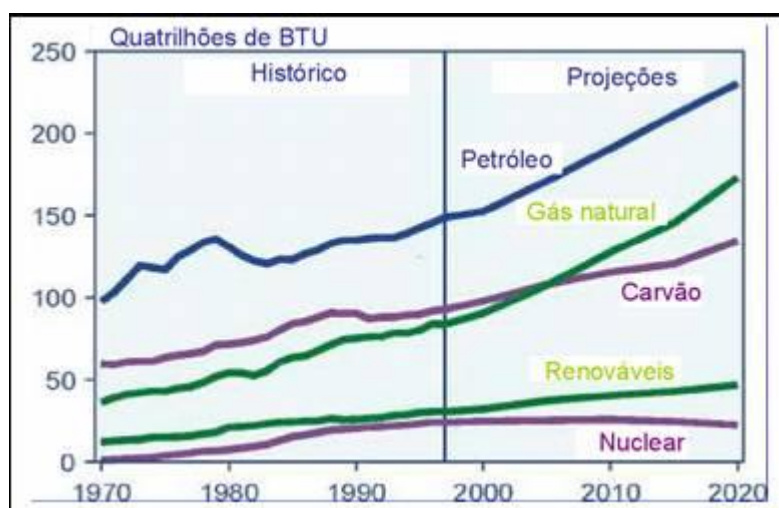


Figura 1 – Consumo mundial de energia por tipo de combustível. Fonte: EIA - Evolução da Energia Internacional, 2000.

Segundo BRAGA (2002), uma saída para a crise de energia é a conservação e eficiência energética. Isso implica desenvolver meios de utilizar mais eficientemente as fontes hoje disponíveis. Os benefícios da conservação são enormes, prolongam o uso das fontes finitas e, principalmente, minimizam os impactos ambientais decorrentes da geração de energia. Paralelamente ao desenvolvimento de novas formas de aproveitamento energético, a conservação é um dos principais meios de gerenciar a crise atual.

O consumo médio anual de energia comercial no Brasil foi da ordem de 1,19 Toneladas Equivalentes de Petróleo por habitante (TEP/habitante) em 2005 – (Balanço Energético Nacional, 2006 – MME, 2007), ocupando uma posição bem abaixo da média mundial que

corresponde a 1,77 TEP/habitante (2004), inclusive, abaixo da Argentina (1,66) e muito abaixo dos USA (7,91). A fonte energética convencional mais utilizada no Brasil é a proveniente de combustíveis fósseis conforme demonstrado na Tabela 1. Com relação aos combustíveis fósseis vários são os problemas relacionados quando da sua utilização:

- esgotamento das reservas energéticas;
- combustão de combustíveis;
- contribuição para o aumento do aquecimento global;
- crescente riscos de poluição ambiental nos processos de produção, transporte e utilização;

Tabela 1 – Produção de energia primária no Brasil (%)

Energia	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Não-renovável	48,2	52,0	53,4	55,0	53,1	52,2	52,7
Petróleo	38,7	41,6	42,7	43,1	42,1	40,3	42,0
Gás Natural	8,1	8,6	8,9	8,8	8,5	8,9	8,8
Carvão Vapor	1,4	1,7	1,4	1,1	1,0	1,1	1,2
Carvão Metalúrgico	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Urânio (U3O2)	0,0	0,1	0,4	1,9	1,5	1,9	0,7
Renovável	51,8	48,0	46,6	45,0	46,9	47,8	47,3
Hidráulica	17,2	17,1	14,7	14,1	14,3	14,5	14,5
Lenha	15,1	15,0	14,3	13,6	14,1	14,8	14,2
Produtos da Cana-de-açúcar	16,8	13,0	14,6	14,5	15,4	15,4	15,5
Outras Renováveis	2,7	2,9	3,0	2,9	3,1	3,1	3,2
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: MME, 2007.

Segundo BRAGA (2002), considerando-se a geração de energia elétrica, o Brasil é o país que possui a maior reserva mundial de hidroenergia. Dada à imensa quantidade de rios que cobre o país, esse é o recurso mais utilizado para a geração de eletricidade.

Conforme a Matriz de Energia Elétrica (ANEEL, 2007), vide Figura 2, o potencial brasileiro hidrelétrico corresponde a 77,82% da energia gerada no país. O Brasil consome atualmente 100 por cento da energia hidrelétrica que produz.

Mesmo sendo uma fonte renovável, várias são as dificuldades para sua expansão no contexto brasileiro:

- a) impactos ambientais no seu processo de implantação;
- b) demanda de grandes recursos financeiros, devido a necessidade de indenização de terras causada pela desapropriação de algumas propriedades no entorno para a construção da barragem;
- c) desmatamento da vegetação arbórea: Mata Ciliar, Mata de Encosta;
- d) possível desaparecimento de espécies da flora, ainda não conhecidas, endêmicas ou de restrita distribuição geográfica;
- e) provável morte por afogamento de indivíduos da fauna, com pouca mobilidade;
- f) mudança de ambiente lótico para lântico, modificando as características físico-químicas e diminuindo a taxa de oxigênio por um longo período até a decomposição total da matéria orgânica, acarretando problemas para a fauna, flora aquática e contribuição para o aumento do efeito estufa;

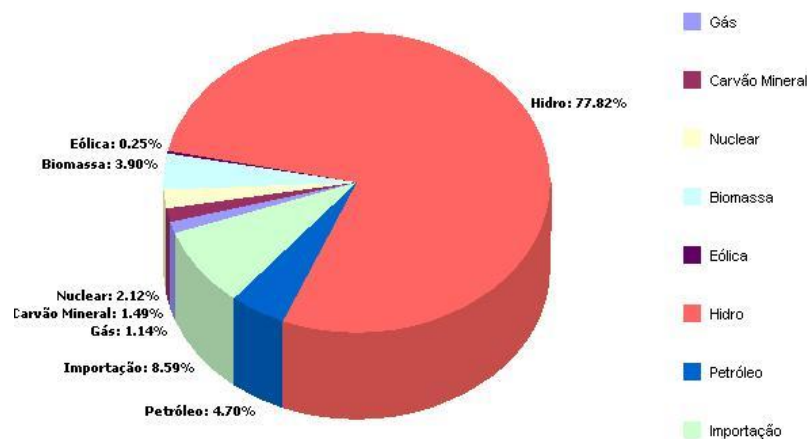


Figura 2 – Matriz energética. Fonte: ANNEL, 2007

Na década de 70, a dependência externa de energia foi crescente, passando de 28% para cerca de 46% das necessidades totais do país, vide Figura 3.

Os dados de 2005 mostram uma redução desse nível para pouco mais de 10%. Especificamente em relação ao petróleo, a diminuição foi ainda mais significativa: de dependente em cerca de 85% em 1979, o país passou a auto-suficiência em 2005, com dependência negativa de 0,1% (calculada como a diferença entre a demanda interna de

energia, inclusive perdas de transformação, distribuição e armazenagem e a produção interna). Na estrutura da OIE (Oferta Interna de Energia), nota-se as significativas transformações, resultantes das políticas adotadas, especialmente no período de 1979 a 1985. (MME, 2007).

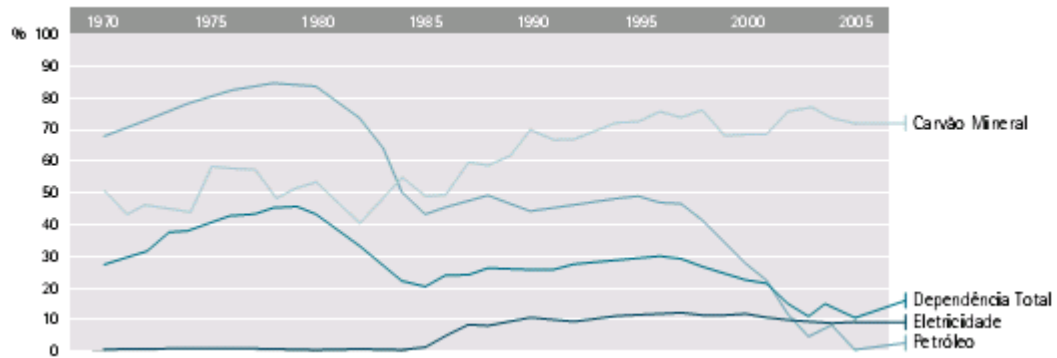


Figura 3 – Dependência externa de energia. Fonte: MME, 2007

Apesar dos alertas e dos projetos de expansão do setor elétrico brasileiro, em 2001 a história do país ficou marcada pela grande crise energética na qual o governo federal foi obrigado a tomar medidas severas como forma de racionalização atingindo todas as classes sociais.

Conforme dito BRAGA (2002), “*existem hoje no mundo duas correntes que defendem estratégias opostas para enfrentar a crise energética do futuro. Uma delas segue a linha de conduta mais tradicional, a chamada trajetória severa ou modelo do mundo em crescimento, a outra de trajetória branda ou modelo de crescimento sustentável*”.

MILLER (1985) descreve um breve resumo desses dois enfoques:

“Os membros da linha do mundo em crescimento enfatizam de imediato a necessidade de medidas de incentivo para que as companhias de energia aumentem seus suprimentos de combustíveis não-renováveis: petróleo, gás natural, carvão e urânio. Além disso, defendem a construção de grandes usinas termoelétricas (a carvão e combustível nuclear) para atender a demanda nos próximos 25 anos. Após 2020 entrariam em funcionamento os reatores Breeder, em substituição aos reatores de fissão, prolongando as reservas de urânio por pelo menos mais mil anos. Após o ano 2050 haveria uma gradual mudança para total dependência das usinas a fusão nuclear. As linhas de crescimento sustentável argumenta que o caminho mais rápido, eficiente e barato para prover energia necessária para o futuro é uma combinação das seguintes medidas:

1. aumentar a eficiência no uso da energia;
2. diminuir o emprego de óleo, carvão e gás natural não-renováveis;
3. eliminar as usinas nucleares pois estas seriam antieconômicas, inseguras e desnecessárias e
4. aumentar o emprego de recursos energéticos solares diretos e indiretos.

As casas e edifícios seriam aquecidos por sistemas que aproveitariam a luz solar direta; a eletricidade seria gerada por usinas térmicas existentes (devidamente equipadas para não lançar resíduos para a atmosfera), por cogeração nas indústrias, por geradores acionados pela força do vento, pela restauração de antigas hidrelétricas e, finalmente, por células fotoelétricas. O calor de alta temperatura seria obtido por caldeiras, alimentadas por gás natural, restos vegetais e lixo urbano. O resíduo de calor dessas caldeiras poderia ser usado para cogeração”.

Segundo os dados do Ministério das Minas e Energia, a estrutura do consumo de energia elétrica entre os segmentos de consumidores mostra uma forte concentração do seu uso na indústria, seguido do uso residencial como apresentado na Figura 4.

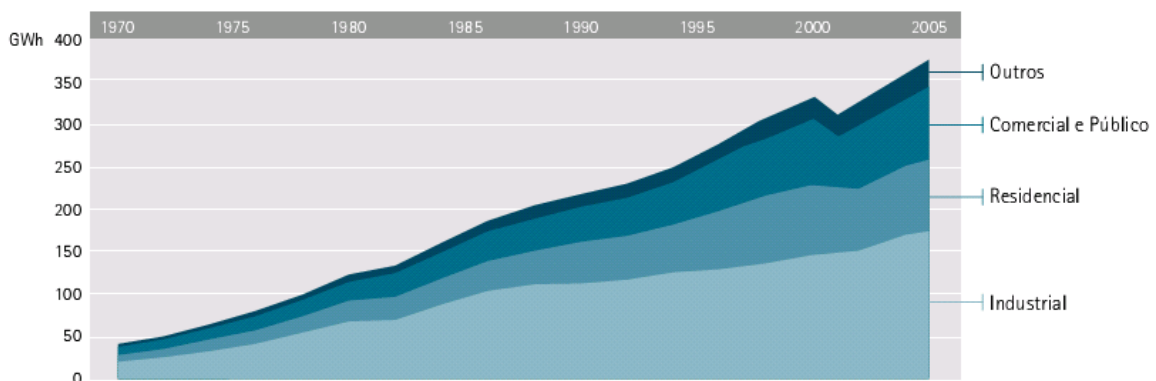


Figura 4 – Consumo final de energia elétrica. Fonte: MME, 2007

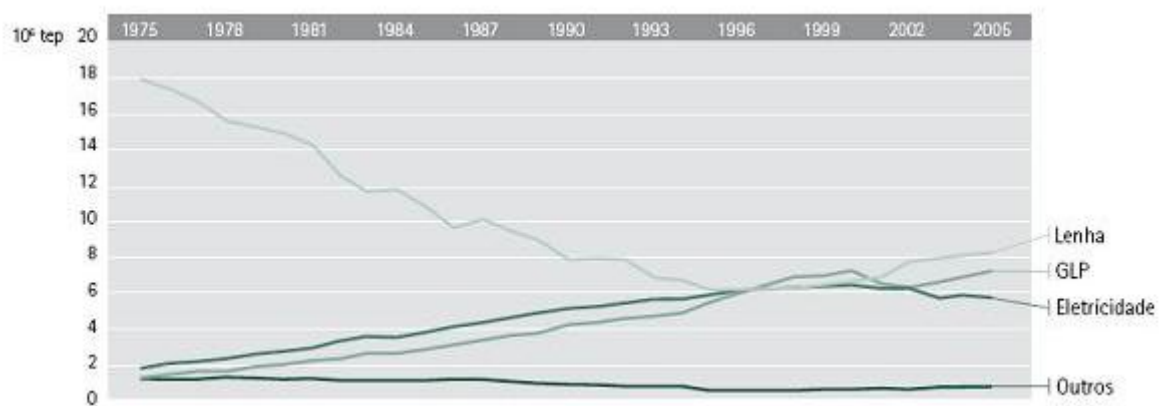
Ainda de acordo com o MME, analisando o consumo energético apenas para o setor residencial, observa-se um aumento no consumo de energia elétrica conforme demonstrado na Tabela 2 de 5,2% em 1975 para 32,8% em 2005. Esta mesma tabela nos mostra uma mudança no hábito de consumo de energia onde o consumo de lenha caiu de 81,5% em 1975 para 37,5% em 2005. Neste período, a população buscou substituir a lenha pela energia elétrica e pelo Gás Liquefeito de Petróleo – GLP. A Figura 5 apresenta o consumo final de energia no setor residencial.

Tabela 2 – Consumo de energia elétrica (%)

	Unidade	1975	1985	1995	2005
Consumo de energia elétrica em relação ao consumo total do setor residencial	%	5,2	15,2	30,2	32,8
Consumo de lenha em relação ao consumo total do setor residencial	%	81,5	58,2	3,9	37,5

Fonte: MME, 2007.

Segundo o MME em seu Balanço Energético Nacional – BEN 2006, o consumo de energia elétrica no setor residencial em 2004 era de 78,6 TWh passando para 83,2 TWh em 2005. Estes dados representam um crescimento da ordem de 5,9% neste setor mantendo a reversão das performances negativas de 2001 e 2002.

**Figura 5** – Consumo final de energia setor residencial. Fonte: MME, 2007

Pode-se considerar que o consumo de energia em uso residencial está direcionado para o aquecimento da água onde esta representa uma parcela bastante significativa. Em habitações de interesse social, 32% do total da energia gasta é devido ao chuveiro elétrico PRADO; GONÇALVES, (1992).

De acordo com o PROCEL - ELETROBRÁS (2006) o consumo médio mensal do chuveiro elétrico é estimado em 70 kWh/mês¹.

Quando comparado a outros equipamentos de uso doméstico como o ar-condicionado, fogão elétrico quatro chapas, aquecedores de ambiente, aquecedores de água (boiler), bomba d'água ¼ CV o chuveiro elétrico apresenta consumo inferior, mas quando comparado com o freezer,

¹ Considerados 05 (cinco) banhos de 08 (oito) minutos cada.

geladeiras, computador/impressora/estabilizador, ferro elétrico, forno microondas, lavador de roupas, entre outros conforme apresentado na Tabela 3 seu consumo é superior.

Tabela 3 – Consumo de eletrodomésticos

Aparelho Elétrico	Potência Média (W)	Dias Estimados (uso/mês)	Média Utilização/Dia	Consumo Médio Mensal (kWh)
Aquecedor de ambiente	1.550	15	8h	186,0
Ar-Condicionado 7.500 BTU	1.000	30	8h	120,0
Ar-Condicionado 10.000 BTU	1.350	30	8h	162,0
Ar-Condicionado 12.000 BTU	1.450	30	8h	174,0
Ar-Condicionado 15.000 BTU	2.000	30	8h	240,0
Ar-Condicionado 18.000 BTU	2.100	30	8h	252,0
Boiler 50 e 60L	1.500	30	6h	270,0
Boiler 100L	2.030	30	6h	365,4
Boiler 200 a 500L	3.000	30	6h	540,0
Cafeteira Elétrica	600	30	1h	18,0
Computador/impressora/Estabilizador	180	30	3h	16,2
Chuveiro Elétrico	3.500	30	40min ²	70,0
Ferro Elétrico Automático	1.000	12	1h	12,0
Fogão Elétrico 4 Chapas	9.12	30	4h	1.094,4
Forno Microondas	1.200	30	20min	12,0
Freezer Vertical/Horizontal	130	30	10h ³	39,0
Geladeira 1 porta	90	30	10h ³	27,0
Geladeira 2 portas	130	30	10h ³	39,0
Lavadeira de Roupas	500	12	1h	6,0

Fonte: MME, 2007.

O que eleva o pico do sistema de distribuição de energia elétrica é a grande quantidade de chuveiros elétricos ligados ao mesmo tempo. Como pode ser verificado na Tabela 3, o chuveiro elétrico não possui um consumo tão elevado quando comparado ao ar-condicionado. Devido ao aumento na demanda de energia pelo uso residencial, observa-se hoje um crescente interesse no potencial das fontes energéticas não convencionais e em particular a utilização da energia solar aplicada para o aquecimento de água à baixa temperatura.

² Considerados 05 (cinco) banhos de 08 (oito) minutos cada.

³ O tempo médio de utilização igual 1º h/dia para geladeira/freezer/frigobar refere-se ao período em que o compressor está ligado para manter o interior do aparelho à temperatura desejada.

Em Dreux, ao sul de Paris em 1987, 600 habitações foram equipadas com varanda solares apresentando uma economia de energia em torno de 43%.

A tecnologia do aquecedor solar já vem sendo usada no Brasil desde a década de 60, época em que surgiram as primeiras pesquisas. Em 1973, empresas passaram a utilizá-la comercialmente (ABRAVA, 2008). Dessa forma, a energia solar pode-se tornar uma boa alternativa para a população brasileira.

De acordo com a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA, 2008), existiam até recentemente cerca de 500.000 m² coletores solares residenciais instalados no Brasil. Somente com aquecimento doméstico de água para banho, são gastos anualmente bilhões de kWh de energia elétrica, os quais poderiam ser supridos com energia solar, com enormes vantagens socioeconômicas e ambientais. Mais grave ainda é o fato de que quase toda essa energia costuma ser consumida em horas específicas do dia, o que gera uma sobrecarga no sistema elétrico.

“O sol não é uma nova forma de energia. A sua utilização na produção de calor e potência por vários métodos novos constitui uma nova maneira de proporcionar à humanidade os benefícios de uma energia que tem a idade do mundo” (BEZERRA, 1998).

Um dos principais problemas encontrados à difusão da implantação da tecnologia de aquecimento solar da água está relacionado com o custo de aquisição dos equipamentos e sua instalação, particularmente para as residências de baixa renda. Mas a tendência ao longo dos anos é a redução destes custos, visto que, a escala de produção está em progressão, haverá aumento da concorrência e dos incentivos governamentais.

O crescimento médio no setor, que já conta com aproximadamente 140 fabricantes e possui uma taxa histórica de crescimento anual de aproximadamente 35%, foi acima de 50% em 2002. Em 2002, foram produzidos no país 310.000m² de coletores solares (ABRAVA, 2008).

Em Alagoas, mais de 3.000 coletores solares foram instalados (HIDROSOL, 2007) deslocando o uso de mais de 2.500 chuveiros elétricos evitando além do pico de corrente, o desmatamento e inundação de áreas para construção de hidrelétricas e um investimento

aproximado de US\$ 25 milhões de dólares na geração de energia elétrica, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e para uma melhor qualidade de vida no planeta.

Os sistemas de aquecimento solar são compostos por coletores solares, reservatório de fluido, fonte auxiliar de energia e um subsistema de distribuição de fluido aquecido. O coletor solar é o componente mais importante do sistema de aquecimento solar. É ele o responsável pela conversão da energia solar em energia térmica. A necessidade de ter-se um reservatório para armazenamento se dá porque a demanda pelo fluido aquecido ocorre, principalmente, durante o período noturno, enquanto que a sua geração ocorre durante o dia. Diversos pesquisadores têm recorrido à simulação computacional para estudar estes sistemas. Neste caso, a modelagem matemática do mesmo é um tanto complexa devido às características inerentes a este sistema e a natureza da energia solar (SIQUEIRA, 2003).

1.2 - OBJETIVOS

Considerando os fatos citados, esta dissertação busca investigar a viabilidade econômica da substituição dos chuveiros elétricos por sistemas de coletores solares numa residência unifamiliar de classe média localizada no Município de Maceió em Alagoas, contribuindo com o setor hidroelétrico do Nordeste no tocante a conservação de energia, eficiência energética e a preservação do meio ambiente.

Para tanto, o trabalho apresenta os seguintes objetivos específicos:

- a) Dimensionar o sistema de aquecimento solar;
- b) Instalar o sistema de aquecimento de água com coletores solares em uma residência padrão e instrumentar esse sistema para aquisição de dados;
- c) Determinar o desempenho desse equipamento e a economia na conta de eletricidade, gerada pela substituição do chuveiro elétrico.

1.3 - ESTRUTURA

Para desenvolver este estudo, a dissertação será apresentada em oito capítulos. Neste capítulo inicial, apresenta-se uma introdução ao assunto que será abordado estabelecendo e

argumentando o problema que se propõe a estudar, enunciando para isso, seus objetivos específicos.

No capítulo 2 apresenta-se a revisão bibliográfica onde constarão alguns dos fundamentos teóricos. Serão estabelecidas as diferenças entre os sistemas de aquecimento por energia solar, apresentando as características básicas dos sistemas ativos e passivos de aquecimento solar, suas diferenças quanto à instalação e operação, a conservação da energia e as vantagens do aquecimento solar.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia de pesquisa utilizada para esta dissertação, para análise do ciclo de vida econômico.

O capítulo 4 apresentará a instalação do sistema, relacionando a inclinação e as características técnicas dos equipamentos para um melhor desempenho do sistema.

Como aplicação prática, é apresentada no capítulo 5 o estudo de caso que serve como elemento para consolidação da metodologia apresentada. A análise econômica do estudo de caso é avaliada no capítulo 6.

No capítulo 7 apresentamos os principais resultados obtidos e, finalmente, no capítulo 8, encerra-se esta dissertação apresentando as conclusões e recomendações para posteriores trabalhos.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 – A ENERGIA SOLAR

A energia solar como o próprio nome já diz, é uma energia que vem do sol, sendo irradiada continuamente por este astro. Para se ter uma idéia, em apenas um segundo o sol produz mais energia (internamente) que toda energia usada pela humanidade desde o começo dos tempos. Esta energia pode ser aproveitada de diversas maneiras. Além das formas mais simples como secagem de produtos e aquecimento de água (energia térmica solar) pode-se utilizá-la também para produzir eletricidade (eletricidade solar ou energia fotovoltaica).

2.1.1 – Radiação Solar

A Energia Solar soma características vantajosamente positivas para o sistema ambiental, pois o Sol, trabalhando como um imenso reator à fusão, irradia na terra todos os dias um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes energéticas utilizadas pelo homem.

A boa utilização da energia solar exige o estudo do sol como a fonte geradora. Como esta energia é distribuída no espaço e, em especial, sobre a Terra, existem as formas mais convenientes para o seu aproveitamento. Devido à variabilidade da radiação solar sobre a superfície terrestre, é necessário conhecer as mudanças que ela sofre ao atravessar a atmosfera podendo assim otimizar o sistema solar para aquecimento. O Sol irradia anualmente o equivalente a 10.000 vezes a energia consumida pela população mundial neste mesmo período. O Sol produz continuamente 390 sextilhões (390×10^{21}) de quilowatts de potência. Como o Sol emite energia em todas as direções, um pouco desta energia é despreendida, mas mesmo assim, a Terra recebe mais de 1.500 quatrilhões ($1,5 \times 10^{18}$) de quilowatts-hora de potência por ano. Esse suprimento é abundante, a energia é grátis e inesgotável, embora seja distribuída finamente numa enorme área, e ao nível do chão seja altamente variável.

Além das condições atmosféricas, a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e do ano), como mostrado na Figura 6. Essas influências estão mais bem definidas abaixo:

- a) Condições atmosféricas: nebulosidade, umidade relativa do ar alteram a radiação disponível. Entretanto, este fator, segundo HUDSON; MARKELL (1985) exerce reduzida influência porque a radiação que atinge a superfície terrestre é formada por radiação direta e difusa. Conforme esses autores 10% da radiação que chega à superfície da terra em dias claros é a radiação difusa. Contudo, nos dias nublados, frequentemente toda radiação disponível é a difusa;
- b) Latitude local: à medida que a latitude local aumenta, a área da superfície da terra que a mesma radiação atinge é maior, resultando numa menor concentração de radiação;
- c) Posição no tempo: a cada hora do dia os raios solares atingem uma dada superfície sob diferentes ângulos. Desta forma, por um período do ano o planeta expõe mais o hemisfério Sul à luz solar e por outro período ele expõe mais o hemisfério Norte.



Figura 6 – Representação das estações do ano e do movimento da Terra em torno do Sol.
Fonte: ANEEL – Energia Solar, 2007

Segundo o Manual de Energia Alternativa do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPTEL (2001), o potencial de aproveitamento da energia solar de uma determinada região é determinado, principalmente, em função de sua localização no Globo Terrestre. As regiões localizadas entre os círculos polares e os trópicos podem ser consideradas como de médio

potencial de energia solar e as regiões localizadas entre as linhas tropicais podem ser consideradas de alto potencial. A Figura 7 representa esta situação.

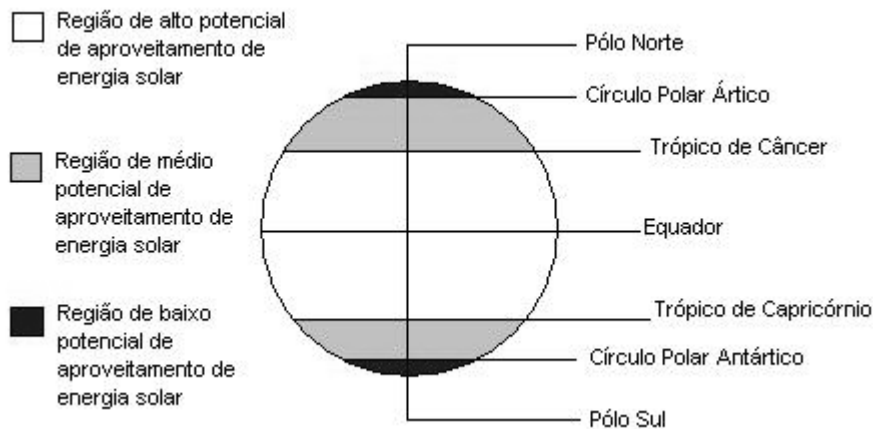


Figura 7 – Potencial de utilização de energia solar na Terra. Fonte: CEPEL, 2001

O Brasil encontra-se em uma região entre os trópicos e próxima à linha do Equador, privilegiando-se dos elevados índices solarimétricos fator determinante e alavancador para o crescente aproveitamento do aquecimento solar. A Figura 8 mostra que o Brasil possui grande parte de seu território (cerca de 90%) na região considerada de alto potencial de energia solar.

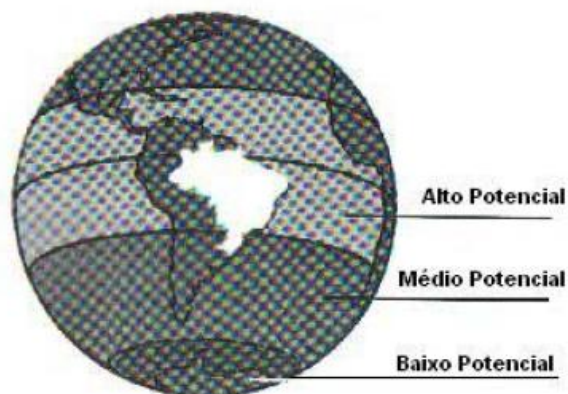


Figura 8 – Potencial de utilização de energia solar no Brasil. Fonte: CEPEL, 2001

A maior parte do território brasileiro está localizada relativamente próxima à linha do equador, de forma que não se observam grandes variações na duração solar do dia. Pela sua localização próxima ao Equador, Maceió recebe grande quantidade de radiação solar durante todo o ano. A Figura 9 mostra a variação média anual da insolação na Estação Meteorológica

de Maceió do INMET – Código WMO 82994 – Latitudes 09° 40' e Longitude 35° 42' no período de 1961 a 1990. O valor médio anual é de 2.609,7 horas correspondendo a uma insolação diária (média anual) de aproximadamente sete horas.

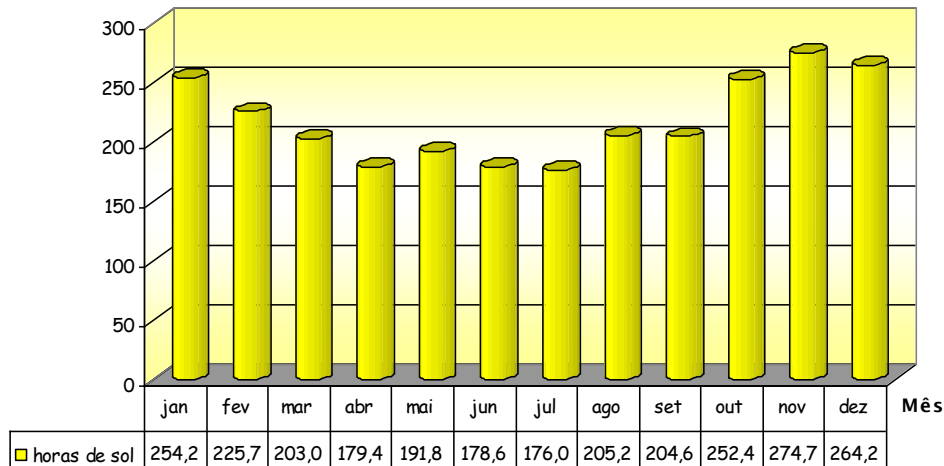


Figura 9 – Insolação média mensal da Estação do INMET. Fonte: INMET, 2007

Nos meses mais chuvosos (abril a julho), boa parte dos feixes solares são interceptados pela camada de nebulosidade associada à atividade convectiva típica da estação, o que resulta em um decréscimo da insolação em superfície. A média mensal de insolação deste período é de 181,5 horas/mês. Nos demais meses, a menor nebulosidade determina a época de maior insolação do ano. Novembro é o mês com maior número médio de horas de sol: 274,7 horas. O mês de menor média de insolação é o de julho, com 176 horas.

A Tabela 4 mostra a variação sazonal das horas de sol em cada estação do ano.

Tabela 4 – Insolação variação sazonal

Estação	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Insolação Total (horas)	744,1	574,2	559,8	731,7

Fonte: INMET, 2007

Vale salientar que as regiões do Brasil que possuem menores índices de radiação solar também apresentam certo potencial com relação ao seu aproveitamento energético, pois, existe uma infinidade de tecnologias para aproveitamento de energia solar adequada para cada estado. Mas isso ainda é pouco significativo diante do potencial existente no país.

2.1.1.1 – Modelo de Radiação Solar num Plano Inclinado

Os dados de radiação solar foram coletados na superfície horizontal, sendo então necessário estimar a radiação no plano inclinado. Assim, a radiação num plano inclinado é composta por três componentes: a radiação solar direta, a radiação difusa isotrópica e a radiação solar difusamente refletida pelo solo.

2.1.1.1.1 – Direção da Radiação Solar Direta Incidente sobre uma Superfície

Embora a atmosfera seja muito transparente à radiação solar incidente, somente em torno de 25% penetra diretamente na superfície da Terra sem nenhuma interferência da atmosfera, constituindo a insolação direta. O restante é refletido de volta para o espaço ou absorvido ou espalhado em volta até atingir a superfície da Terra ou retornar ao espaço (Figura 10).

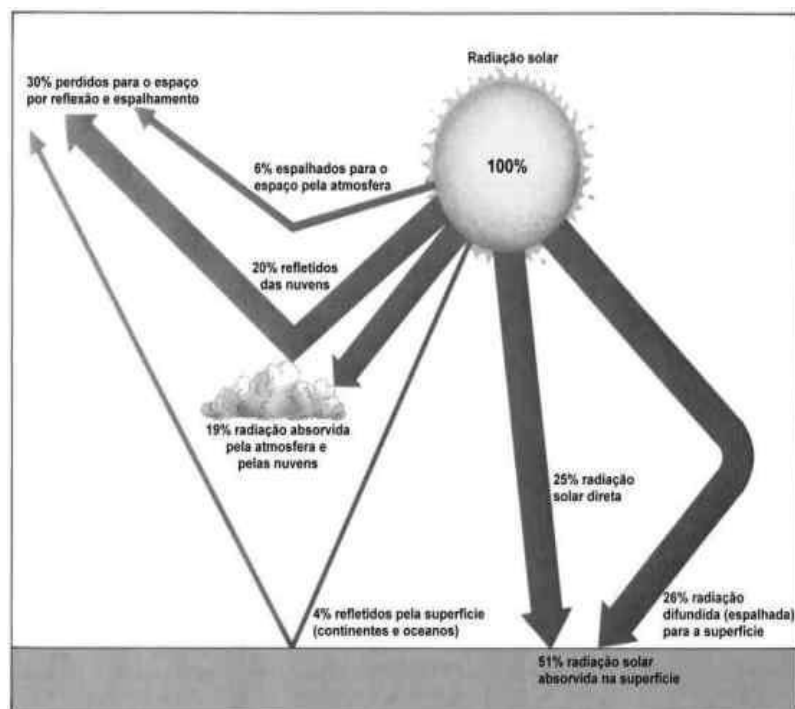


Figura 10 – Distribuição percentual da radiação solar direta incidente. Fonte: UFPR – DEPARTAMENTO DE FÍSICA, 2007

Dessa forma, para obter uma boa orientação da radiação solar em relação a um determinado ponto (p) sobre a superfície da Terra em relação aos raios solares, torna-se necessário conhecer num dado instante, o ângulo horário do ponto, a latitude e a declinação do Sol. A Figura 11 representa a determinação desse ponto na superfície da Terra.

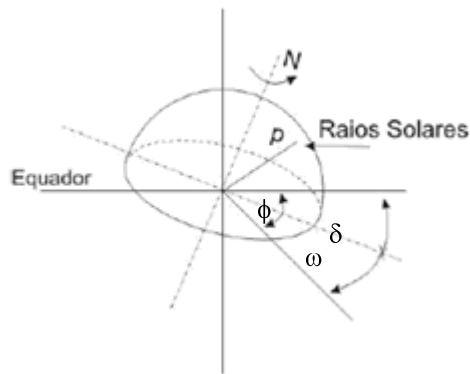


Figura 11 – Determinação do ponto (p) na superfície da Terra. Fonte: LIMA, 2003.

- Latitude do local (ϕ) → denomina-se latitude, ao menor ângulo formado entre a vertical desse ponto e o plano do Equador. É expressa em graus a partir do Equador (0°), até o pólo Norte (90°) ou o pólo Sul (-90°). O Equador serve de referência para determinar a latitude de qualquer local ($-90^\circ \leq \phi \leq 90^\circ$);
- Declinação Solar (δ) → posição angular do sol ao meio dia em relação ao plano do equador. Representado segundo LIMA (2003) pela seguinte expressão:

$$\delta = 23,45 \text{sen} \left[\frac{360 \times (84 + d)}{365} \right] \quad (1)$$

Onde:

d: número do dia do ano.

- Ângulo horário (ω) → é o ângulo referente ao deslocamento angular do sol em relação ao meridiano local. Pode ser expresso, segundo LIMA (2003) pelas seguintes expressões:

$$\omega = \left\{ 15 \times \left[\text{Tempo Universal} + \left(\frac{\text{Longitude do Local}}{15} \right) + \text{ET} \right] \right\} - 12 \quad (2)$$

$$\text{ET} = \frac{1,87 \text{sen} \left[\frac{360 \times (84 + d)}{365} \right] + 7,53 \text{cos} \left[\frac{360 \times (84 + d)}{365} \right] + 1,5 \text{sen} \left[\frac{360 \times (84 + d)}{365} \right]}{60} \text{ horas} \quad (3)$$

$$B = \frac{160x \left(\frac{d}{364} - 1 \right)}{364} \quad (4)$$

Onde:

Tempo Universal: hora de GREENWITCH;

Longitude do Local: positivo para leste de GREENWITCH;

d: número do dia do ano.

Os ângulos solares derivados estão abaixo representados.

- Inclinação da superfície (β) \rightarrow ângulo entre o plano da superfície e sua horizontal ($0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$);
- Ângulo azimutal da superfície (γ) \rightarrow é o ângulo entre a projeção da normal à superfície e o plano do meridiano local. Para o sul é zero, para o leste é negativo e para o oeste é positivo ($-180^\circ \leq \gamma \leq 180^\circ$);
- Ângulo zenital (θ_z): é o ângulo formado entre os raios solares e a vertical;
- Ângulo de incidência (θ): é o ângulo formado entre a radiação direta e a normal à superfície inclinada.
- Ângulo de altitude solar (φ) \rightarrow formado entre os raios solares e sua projeção em um plano horizontal.

A Figura 12 apresenta os ângulos solares derivados.

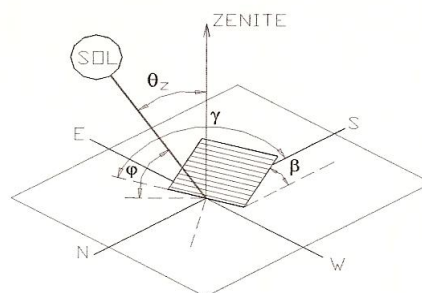


Figura 12 – Ângulos solares derivados.
Fonte: LIMA, 2003.

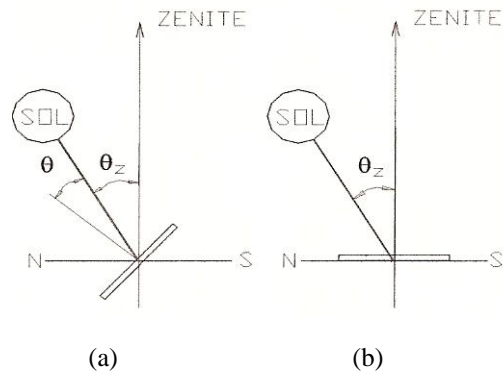


Figura 13 – Ângulos solares derivados incidência e zenital
Fonte: LIMA, 2003.

Na Figura 13 acima o ângulo de incidência está perpendicular ao papel e coincide com o eixo norte sul apresentando o ângulo de incidência θ . Outros ângulos para uma determinada inclinação e direção podem assim ser descritos:

$$\cos \theta = \left[\begin{aligned} &\text{Sen } \delta \text{ sen } \phi \text{ cos } \beta \text{ } \pm \text{ Sen } \delta \text{ cos } \phi \text{ sen } \beta \text{ cos } \gamma \text{ } \pm \\ &\text{Cos } \delta \text{ cos } \phi \text{ cos } \beta \text{ cos } \omega \text{ } \pm \text{ Cos } \delta \text{ sen } \phi \text{ sen } \beta \text{ cos } \gamma \text{ cos } \omega \text{ } \pm \text{ Cos } \delta \text{ sen } \beta \text{ sen } \gamma \text{ sen } \omega \text{ } \end{aligned} \right] \quad (5)$$

A superfície estando na posição horizontal ($\beta=0^\circ$) e o ângulo incidente coincide com o ângulo zenital (Figura 13.b), a equação 2.5 se reduz a:

$$\cos \theta_z = \left[\begin{aligned} &\text{Sen } \delta \text{ sen } \phi \text{ } \pm \\ &\text{Cos } \delta \text{ cos } \phi \text{ cos } \omega \text{ } \end{aligned} \right] \quad (6)$$

Para se obter o ângulo horário correspondente ao pôr-do-sol, fazemos na equação 6, $\theta_z = 90^\circ$.

$$\cos \omega_s = - \left[\frac{\text{tan } \phi \text{ tan } \delta}{\text{cos } \phi} \right] \quad (7)$$

Para o cálculo do número de horas diárias de insolação para um determinado ponto sobre a superfície da Terra DUFFIE;BECKMAN (1991) apresentam uma expressão que é função da latitude e da declinação solar:

$$N = \left(\frac{2}{15} \right) \times \arcsin \left[\frac{\text{tan } \phi \text{ tan } \delta}{\text{cos } \phi} \right] \quad (8)$$

2.1.1.1.2 – Radiação Extraterrestre em um Plano Horizontal (I_0)

Segundo DUFFIE; BECKMAN (1991) a energia solar, por unidade de tempo, recebida em uma área perpendicular à direção da propagação da luz e medida à metade da distância entre o sol e a Terra chamada de constante solar ($G_{sc} = 1,5 \times 10^8 \text{ km}$) é em média 1.367 W/m^2 . Numa superfície horizontal a radiação solar situada fora da influência da atmosfera é calculada pela expressão abaixo:

$$I_0 = \frac{12 \times 3.600 \times G_{sc}}{\pi} \times \left\{ \left[1 + 0,033 \times \cos \left(\frac{360d}{365} \right) \right] \times \left[\cos \phi \cos \delta \left(\frac{\omega_2 - \omega_1}{\pi} \right) + \left(\frac{\omega_2 + \omega_1}{180} \right) \sin \phi \sin \delta \right] \right\} \quad (9)$$

Onde:

I_0 = radiação solar horária extraterrestre (J/m^2);

ω_1 e ω_2 = ângulos horários limites que compreendem o período de integração ($^\circ$).

2.1.1.1.3 – Radiação Solar Global em um Plano Inclinado (I_T)

A radiação que incide sobre uma determinada superfície inclinada deve ser estimada a partir de medidas incidente na superfície horizontal. O modelo de radiação isotrópica proposto por LIU; JORDAN (1963) permite calcular a radiação global horária em um plano inclinado.

$$I_T = I_b \times R_b + I_d \times \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] + I_h \rho_g \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \quad (10)$$

Onde:

I_T = radiação solar global horária em um plano inclinado (J/m^2);

ρ_g = refletividade do solo (adimensional);

I_b = radiação solar direta horária (J/m^2);

I = radiação solar horária total no plano horizontal (J/m^2).

R_b = razão entre a radiação direta horária na superfície inclinada pela radiação direta horária no plano horizontal (adimensional). DUFFIE; BECKMAN (1991) calcula o fator R_b pela expressão:

$$R_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad (11)$$

I_d = radiação difusa horária (J/m^2).

Para a estimativa da radiação difusa o presente trabalho utilizará o modelo proposto por REINDL; BECKMAN; DUFFIE (1990). Este modelo apresenta uma relação entre a radiação difusa horária com a radiação horária em superfície horizontal, o índice de claridade, o ângulo de altitude solar, a temperatura ambiente e a umidade relativa. Esta correlação pode assim ser obtida:

- Para o intervalo: $0 \leq k_T \leq 0,3 \rightarrow$ Limites: $\frac{I_d}{I} \leq 1,0$

$$\frac{I_d}{I} = 1,0 - 0,232 \times k_T + 0,0239 \times \text{sen } \varphi - 0,000682 \times T_a + 0,0195 \times \left(\frac{u}{100}\right) \quad (12)$$

- Para o intervalo: $0,3 < k_T < 0,78 \rightarrow$ Limites: $0,1 \leq \frac{I_d}{I} \leq 0,97$

$$\frac{I_d}{I} = 1,329 - 1,716 \times k_T + 0,267 \times \text{sen } \varphi - 0,00357 \times T_a + 0,106 \times \left(\frac{u}{100}\right) \quad (13)$$

- Para o intervalo: $0,78 < k_T \rightarrow$ Limites: $0,1 \leq \frac{I_d}{I}$

$$\frac{I_d}{I} = 0,426 \times k_T - 0,256 \times \text{sen } \varphi - 0,00349 \times T_a + 0,0734 \times \left(\frac{u}{100}\right) \quad (14)$$

Onde:

I_d = radiação difusa horária (J/m^2);

I = radiação solar horária total no plano horizontal (J/m^2);

k_T = índice de claridade (adimensional), obtido pela expressão:

$$k_T = \frac{I}{I_0} \quad (15)$$

T_a = temperatura ambiente ($^{\circ}C$);

u = umidade relativa (%);

φ = ângulo de altitude solar ($^{\circ}$).

2.1.1.1.4 – Radiação Horária Total numa Superfície Horizontal (I)

A expressão abaixo relaciona a radiação horária total em superfície horizontal com a radiação diária total numa superfície horizontal.

$$r_i = \frac{I}{H} \quad (16)$$

COLLARES-PEREIRA, RABL (1979) apresenta uma distribuição estimada, pela simetria dos dias, da radiação total horária em função da latitude do local, da declinação, da radiação total diária e da radiação total horária:

$$r_i = \left(\frac{\pi}{24} \right) x \left[a + b x \cos \omega_s \right] \left[\frac{\cos \omega_s - \cos \omega_s}{\sin \omega_s} \left(\frac{\pi}{180} \right) x \omega_s \cos \omega_s \right] \quad (17)$$

$$a = 0,409 + 0,5016 x \sin \left(\delta_s - 60^\circ \right) \quad (18)$$

$$b = 0,6609 - 0,4767 x \sin \left(\delta_s - 60^\circ \right) \quad (19)$$

Assim, a cada par de horas, a radiação solar incidente horária na placa coletora é calculada pela expressão:

$$I_T = H r_i - I_d R_b + I_d \left[\frac{1 + \cos \beta}{2} \right] + H r_g \left[\frac{1 - \cos \beta}{2} \right] \quad (20)$$

Onde:

I_T = radiação solar global horária em uma superfície inclinada (J/m^2).

2.2 – PRINCIPAIS COMPONENTES DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

Os sistemas de aquecimento utilizando a energia solar são constituídos essencialmente pelos dispositivos:

- Placas coletoras (coletores solares);
- Tanque de armazenamento (reservatório térmico);
- Equipamento de energia auxiliar.

2.2.1 – Coletores Solares

Os coletores solares térmicos são dispositivos responsáveis pela captação da radiação solar e sua conversão em calor a um fluido para seu posterior aproveitamento. Esses coletores estão assim divididos:

2.2.1.1 – Coletores Solares de Concentração

Mediante o uso dos métodos de concentração da óptica, são capazes de elevar a temperatura do fluido a mais de 70°C. São aplicados quando se deseja alcançar temperaturas bastante elevadas, como no caso da secagem de grãos e a produção de vapor. No projeto americano, a energia solar absorvida no campo de espelhos aquece um circuito de óleo sintético a 400°C. Essa temperatura é usada para pré-aquecer a água, produzindo o vapor que move turbinas e geradores (CARRARO⁴, 1988). A principal dificuldade apresentada é a necessidade de um sistema de acompanhamento para conseguir que o coletor esteja permanentemente apontado em direção ao Sol. Esses concentradores solares podem ser cilíndricos, onde sua superfície refletora é a metade de um cilindro ou parabolóides cuja superfície refletora apresenta uma geometria de parabolóide de revolução (Figura 14).

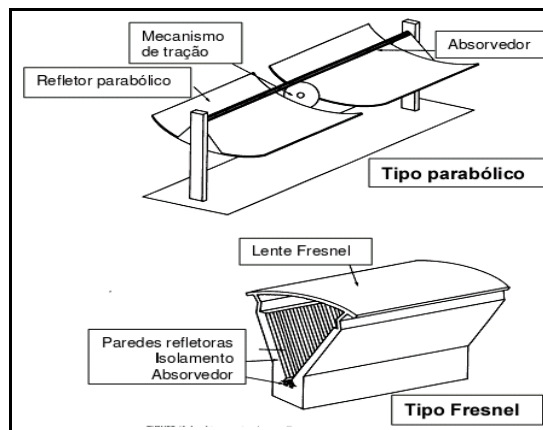


Figura 14 – Coletores solares de concentração. Fonte: HUDSON; MARKELL, (1985)

Um dos problemas encontrados neste tipo de coletor é a diferença de temperatura circunferencial dos tubos do absorvedor que podem conduzir a fadiga do material. ALMANZA; LENTZ; JIMÉNEZ (1997) obtiveram bons resultados de condutividade térmica e transferência de calor com a substituição de tubos absorvedores de aço por tubos de cobre, possibilitando dessa forma eliminar a fadiga térmica nas paredes dos mesmos.

2.2.1.2 – Coletores Solares sem Concentração

Utilizados, geralmente, para aquecimento de água, a temperatura é relativamente baixa (inferiores a 100°C). A Sociedade Americana de Aquecimento, Refrigeração e Engenharia de

⁴ BENEDITO CARRARO – Diretor da Divisão de Serviços de Eletricidade do DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) atual ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

Condicionadores de Ar - ASHRAE (1996) alerta que a relativa eficiência diminui rapidamente acima de 71°C. Estes coletores se caracterizam por não possuir métodos de concentração, por isso a relação entre a superfície do coletor e a superfície de absorção é praticamente a unidade.

O uso desses coletores ocorre predominantemente no setor residencial, mas há demanda significativa e aplicações em outros setores, como edifícios públicos e comerciais. Os coletores solares sem concentração podem então ser assim classificados de acordo com seus usos preponderantes:

- Coletores de ar: são coletores de tipo plano cuja principal característica é ter o ar como fluido portador do calor. Não têm uma temperatura máxima limite (os processos convectivos têm uma menor influência no ar) e trabalham melhor sob condições de circulação normal. No entanto, possuem uma baixa capacidade calorífica e o processo de transferência de calor entre placa e fluido é ruim. Sua aplicação principal é o aquecimento.

- Tubos de calor: possuem uma simetria cilíndrica e são formados por dois tubos concêntricos, um exterior de vidro e um interior pintado de preto ou com tinta seletiva. O fluido circula pelo tubo interno. Sua aplicação principal é o aquecimento.

- Coletores de vácuo: possuem uma cobertura dupla envolvente, hermeticamente fechada, isolada do interior e do exterior, e na qual foi feito o vácuo. Sua finalidade é a de reduzir as perdas por convecção. São mais caros, além de perder o efeito do vácuo com o decorrer do tempo. Sua aplicação principal é a produção de água quente sanitária e climatização de piscinas.

- Coletores cônicos ou esféricos: sua principal característica é que constituem simultaneamente a unidade de captação e de armazenamento. Sua superfície de captação é cônica ou esférica com uma cobertura de vidro da mesma geometria. Com essas geometrias consegue-se que a superfície iluminada ao longo do dia, em ausência de sombra, seja constante. Sua instalação é simples, mas apresentam problemas de estratificação da água e a superfície útil de captação é pequena. Sua aplicação principal é a produção de água quente sanitária.

- Coletor solar de placa plana: em geral, um coletor de placa plana atua como um receptor que coleta a energia procedente do Sol e esquentava uma placa. A energia armazenada na placa é transferida ao fluido. Normalmente, esses coletores possuem uma cobertura transparente de vidro ou plástico que aproveita o efeito estufa, formado por uma série de tubos de cobre, que absorvem a radiação solar e a transmitem ao fluido que atravessa seu interior.

Sua aplicação é a produção de água quente, climatização de piscinas e aquecimento. Sendo o coletor de placa plana, objeto deste presente estudo e sobre o qual será desenvolvida toda a parte experimental, já que eles são os mais apropriados as necessidade de geração de água quente para fins residenciais, será feita uma breve descrição apenas dos seus componentes. O coletor solar plano para aquecimento de água que permite transformar a energia solar sob a forma de radiação eletromagnética em energia térmica está representado na Figura 15 e o esquema de trocas de energia que ocorrem no mesmo está representado na Figura 16.



Figura 15 – Seção típica de um coletor de superfície plana. Fonte: LIMA, 2003

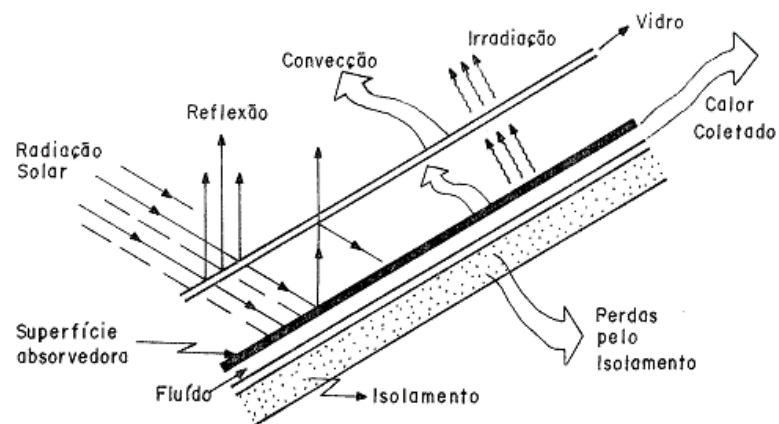


Figura 16 – Esquema de trocas de energia no coletor. Fonte: ZILLES, 1987

“De forma sumária, a absorção de calor pelas placas planas ocorre da seguinte forma: os raios solares incidem, através da cobertura de vidro. Parte da radiação é refletida por esta cobertura, e parte absorvida, esquentando-a. Mas, a grande parte é refratada e incide sobre a superfície negra absorvedora. Esta se aquece e parte do calor é conduzida para a malha ou serpentina de tubos onde circula a água, que recebe este calor por convecção.

A cobertura de vidro superior diminui as perdas de calor por convecção natural com o ar e é opaca à radiação de raios infravermelhos da superfície absorvedora (efeito estufa). Isto faz com que parte das perdas por radiação desta superfície seja re-irradiada de volta para a mesma.

Abaixo da superfície negra e dos tubos, existe uma camada de material isolante térmico. Este conjunto é fechado em uma caixa, que também auxilia no isolamento térmico” (BORGES, 2000, p.11).

Tanto o tubo como os coletores são constituídos por metais que possuem alta condutividade térmica como o cobre, alumínio ou aço. A face da placa coletora exposta ao sol deve estar protegida dos raios solares de modo a aumentar a eficiência de absorção da placa por meio de: tinta preta ou escura, que absorve a radiação solar, esta pode absorver até 95% da energia disponível (HUDSON; MARKELL, 1998).

Entretanto, apresenta o inconveniente de ter um coeficiente de emissão sensivelmente igual ao de absorção, portanto não é recomendada para altas temperaturas. O material isolante deve resistir a altas temperaturas sem se deteriorar. ASHRAE (1996) recomenda que o material isolante do coletor deva ser capaz de resistir a temperaturas de até 204°C (400°F) sem produzir substâncias voláteis. Esse material deve também, suportar a umidade que possa ser produzida no interior dos painéis sem perder as suas qualidades. Os materiais mais utilizados são:

- fibra de vidro;
- espuma rígida de poliuretano;
- poliestireno expandido.

Qualquer material que seja empregado deve ter seu coeficiente de dilatação compatível com os demais componentes do painel solar.

MOHAMAD, (1997) desenvolveu um trabalho sobre o coletor integrado, onde um tanque de armazenamento e o coletor solar formam um único conjunto (ver Figura 17). Esse tipo de sistema apresenta as vantagens de eliminação de isolamento extra, eliminação da canalização e soldas, construção simplificada. Esse estudo apresentou uma eficiência de 50%, que é comparada com a eficiência dos sistemas com coletores convencionais.

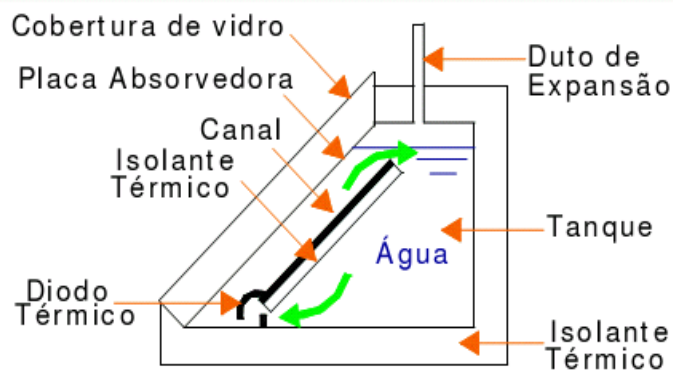


Figura 17 – Diagrama esquemático do coletor solar de superfície plana integrado ao tanque de armazenamento. Fonte: MOHAMAD, 1997.

TSILINGIRIS (1997) também desenvolveu um trabalho sobre coletores solares, substituindo a serpentina que é formada por tubos metálicos por uma lâmina de água escoando em uma bolsa plástica. Seu resultado foi de aproximadamente 45 a 70% de eficiência diária para espessuras internas de bolsa entre cinco e vinte centímetros. Dessa forma, na instalação desses coletores, os aspectos que devem ser considerados para um melhor aproveitamento da energia são:

- Orientação geográfica;
- Ângulo de inclinação com a horizontal e
- Não sombreamento.

2.2.1.2.1 – Caracterização da Placa Plana Coletora

O desempenho do coletor solar além dos fatores ópticos depende também das perdas de calor adquirido e da temperatura do fluido que entra no coletor. Assim, uma placa plana coletora pode fornecer um calor útil definido pela equação abaixo:

$$\dot{Q}_u = \dot{m} c_p (T_{co} - T_{ci}) \quad (21)$$

Onde:

\dot{Q}_u = calor útil transferido para o fluido circulante (W);

\dot{m} = fluxo de massa do fluido (kg/s);

c_p = calor específico do fluido (kJ/kg.°C);

T_{ci} = temperatura de entrada do fluido no coletor (°C);

T_{co} = temperatura do fluido que sai do coletor (°C).

O desempenho térmico do coletor solar plano operando em regime permanente pode então ser calculado pela expressão de Hotell-Whillier BORGES (2000):

$$\dot{Q}_u = A_c F_r \left[\tau \alpha_c (I_T - U_L (T_{ci} - T_a)) \right] \quad (22)$$

Sendo:

$$F_r = \frac{\left[\dot{m} c_p (T_{co} - T_{ci}) \right]}{\left[A_c \tau \alpha_c (I_T - U_L (T_{ci} - T_a)) \right]} \quad (23)$$

e

$$S = I_b R_b \alpha_b + I_d \alpha_d \left[\frac{I + \cos \beta}{2} \right] + \rho_g \alpha_g I_b + I_d \left[\frac{I - \cos \beta}{2} \right] \quad (24)$$

Onde:

A_c = área útil da placa plana coletora (m²);

F_r = fator de remoção de calor da placa plana coletora (adimensional);

S = radiação absorvida pela placa plana coletora por unidade de área (J/m²);

I_T = taxa de radiação solar incidente na superfície da placa plana coletora com inclinação β (W/m²);

I_b = radiação solar direta horária (J/m²);

I_d = radiação solar difusa horária (J/m²);

R_b = razão entre a radiação direta horária na superfície inclinada pela radiação direta no plano horizontal (adimensional);

τ = transmitância da cobertura de vidro (decimal);

α = absorvância da superfície negra da placa plana coletora (decimal);

$(\tau\alpha)$ = produto transmitância-absorvância efetivo (decimal);

$(\tau\alpha)_b$ = produto transmitância-absorvância devido à radiação direta (decimal);

$(\tau\alpha)_d$ = produto transmitância-absorbância devido à radiação difusa (decimal);

$(\tau\alpha)_g$ = produto transmitância-absorbância devido à reflexão do solo (decimal);

U_L = coeficiente global de perdas de calor da placa plana coletora ($\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

T_a = temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$).

ρ_g = refletividade do solo (decimal).

Segundo DUFFIE; BECKMAN (1991) o fator de remoção de calor é definido pela equação algébrica 2.23 a qual relaciona o ganho real da energia útil do coletor dividido pelo ganho útil de calor se toda a superfície coletora estiver na temperatura do fluido que entra no coletor.

Alternativamente pode-se calcular a radiação absorvida por unidade de área utilizando a seguinte expressão abaixo:

$$S = (\tau\alpha)_{av} I_T \quad (25)$$

que segundo DUFFIE; BECKMAN (1991) pode-se assumir:

$$(\tau\alpha)_{av} \cong 0,96 (\tau\alpha)_b \quad (26)$$

Onde:

I_T = é a radiação solar global horária em uma superfície inclinada (J/m^2);

$(\tau\alpha)_{av}$ = produto transmitância-absorbância médio (decimal);

A eficiência de um coletor solar é cuja definição proposta por BORGES (2000, p.16): “a eficiência de um coletor solar pode ser definida como a razão entre o ganho de calor útil pelo fluido e a radiação incidente sobre a superfície do coletor em um dado intervalo de tempo”, está abaixo representada:

$$\eta = \frac{\dot{Q}}{IA_c} \quad (27)$$

$$\eta = \frac{\dot{m} c_p (T_{co} - T_{ci})}{IA_c} \quad (28)$$

$$\eta = F_r (\tau\alpha)_e - \frac{F_r U_L (T_{ci} - T_a)}{I} \quad (29)$$

Onde:

U_L = depende da temperatura e da velocidade do vento;

F_r = depende levemente de U_L ;

$(-F_r U_L)$ e $F_r (\tau\alpha)_e$ = obtidos através de uma regressão linear com os parâmetros de vazão, temperatura de entrada e saída do coletor (T_{ci} e T_{co}), temperatura ambiente (T_a) e radiação incidente (I).

A Figura 18 apresenta a forma mais utilizada para representar estes parâmetros. Nesta figura, é apresentada a curva de eficiência onde no eixo das abscissas temos $\left(\frac{T_{ci} - T_a}{I}\right)$ e nas ordenadas temos o rendimento η . A inclinação dessa reta é o parâmetro $(-F_r U_L)$ e a intercepção com o eixo das ordenadas é o parâmetro $F_r (\tau\alpha)_e$.

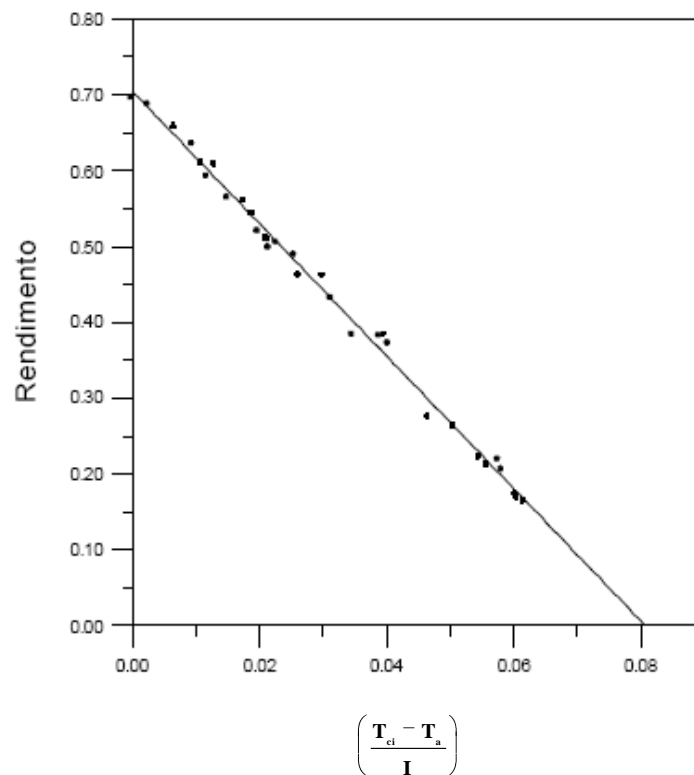


Figura 18 – Curva de eficiência para coletor solar. Fonte: ABRAVA, 2008

Para analisar a eficiência de um coletor solar foi utilizada a definição da primeira Lei da Termodinâmica. A produção diária de energia dos sistemas de aquecimento solar pode ser dada pela seguinte equação:

$$PEE = \frac{\rho \cdot V \cdot c_p \cdot (T_s - T_e)}{3600 \cdot A} \quad (30)$$

Onde:

A = área coletora transparente, m²;

c_p = calor específico da água, kJ/kg.K;

ρ = massa específica da água, kg/m³;

V = volume do reservatório térmico no período ensaiado, m³;

PEE = produção específica de energia, kWh/m².dia;

T_s = temperatura final da água na saída no coletor solar, °C;

T_e = temperatura de entrada da água no coletor solar, °C.

A partir da equação (30) acima é possível calcular a energia específica produzida por unidade de área por cada um dos sistemas de aquecimento solar ao longo de todo o dia. Para calcular a eficiência térmica, segue-se a equação:

$$\eta = \frac{PEE}{\int G \cdot dt} \times 100 \% \quad (31)$$

Onde:

G = radiação solar incidente no plano inclinado, W/m²;

η = rendimento térmico do sistema de aquecimento solar.

Com base nas equações apresentadas (27) a (31) é possível estimar importantes parâmetros do coletor solar. É importante salientar que para o cálculo proposto é necessário que sejam conhecidos os seguintes parâmetros:

- Volume do reservatório térmico;
- Temperatura final do sistema de aquecimento solar;
- Temperatura inicial do sistema de aquecimento solar;
- Área transparente do coletor solar;
- Radiação solar incidente no plano inclinado;

Uma vez definido o modelo de reservatório térmico e coletor solar a ser usado no ensaio, existe necessidade de monitorar as temperaturas finais e iniciais em cada sistema e a radiação solar incidente no plano inclinado. O restante das variáveis não precisa de monitoramento, só que sejam conhecidas.

Segundo DUFFIE; BECKMAN (1990) é bastante importante saber o valor da demanda que está sendo requerida pela energia fornecida pelo sol, já que nas análises econômicas do desempenho de sistemas de aquecimento em longo prazo é conveniente representar a contribuição da energia solar em relação à carga total em termos fracionais. Assim, a fração solar é representada pela equação:

$$\text{Fração Solar} = \frac{\text{Energia fornecida pelo sol}}{\text{Energia total demandada para o aquecimento}} \quad (32)$$

2.2.2 – Tanque de Armazenamento (Reservatório Térmico ou *Boiler*)

O reservatório térmico é o componente responsável pelo armazenamento da energia gerada pelos coletores solares na forma de água quente. Tem a função de uma garrafa térmica, armazenando a água quente durante horas e até dias já que o período de consumo não coincide com o período de geração.

Um reservatório Térmico ou *Boiler* é composto basicamente por um tanque fabricado com material resistente a corrosão, uma camada isolante e uma capa para a proteção do isolante. Normalmente o equipamento vem dotado de uma ou mais resistências elétricas ou esperas para interligação com um sistema de aquecimento auxiliar. Os seguintes aspectos devem ser considerados quando da escolha/projeto dos reservatórios térmicos:

- Forma e disposição do reservatório térmico;
- Resistência do conjunto à máxima pressão e temperatura;
- Tratamento interno de materiais em contato com água para banho;
- Isolamento e proteção para evitar perdas de calor;
- Situação de conexões de entrada e saída;

- Medidas para favorecer a estratificação⁵ e evitar a mistura de água fria com quente;
- Previsão de corrosões e degradações.

ASHRAE (1996, p. 33.11) afirma que “o projeto e seleção do equipamento de armazenamento é um dos elementos mais negligenciados nos sistemas de energia solar”. Esse estudo utilizará o tanque de armazenamento térmico na horizontal, pois o mercado brasileiro disponibiliza esse tipo de sistema para aquecimento com energia solar mesmo ASHRAE (1996) recomendando utilizar tanques na vertical, pois esta configuração salienta a estratificação térmica.

Uma ilustração de um sistema solar de aquecimento de água é representada na Figura 19 abaixo.

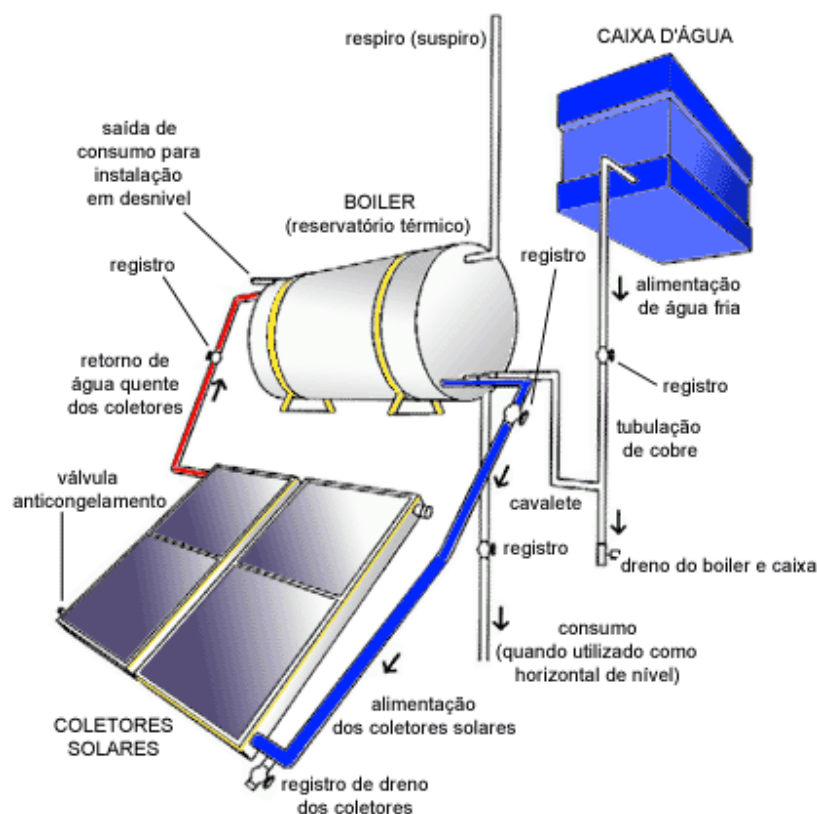


Figura 19 – Ilustração de um sistema solar de aquecimento de água. Fonte: SOLETROL, 2007.

⁵ Petrucci (1998, p. 19) explica que: “devido à variação do peso específico da água em função da temperatura, a água que entra no tanque, em temperatura mais baixa que aquela que se encontra em seu interior, tende a se posicionar abaixo desta. A este fenômeno dá-se o nome de estratificação, pois a água se dispõe no interior do tanque como que camadas, segundo suas temperaturas (ou densidades)”.

2.2.3 – Equipamento de Energia Auxiliar

Este sistema deve ser desenhado e calculado de forma a atender toda demanda de água quente. Mas, esse sistema dificilmente consegue fornecer 100% da demanda de água quente. Se esse critério for adotado, o dimensionamento das placas coletoras e do tanque de armazenamento deveria ser projetado para operarem na pior situação possível (tempo mais frio e nublado). Este dimensionamento resultaria então num sistema superdimensionado para a maior parte do tempo de utilização.

Devido a isto, conforme FISH; GUIGAS; DALENBACK (1998), o sistema para aquecimento solar é projetado de forma a atender entre 50 e 70% da demanda global de aquecimento. A finalidade da energia auxiliar num sistema solar de aquecimento de água é o de manter a água de consumo num nível de temperatura mínimo requerido. Dessa forma, uma fonte alternativa de calor é necessária quando se tem períodos sem insolação suficiente. Dentre as maneiras de se introduzir a energia auxiliar no sistema, destaca-se a resistência elétrica, a gás e caldeiras a óleo e a lenha, mas a mais utilizada é a resistência elétrica. Esse aquecimento auxiliar pode ser realizado internamente ou externamente ao reservatório, quando externo pode ser de acumulação (mais usual) ou de passagem. Essas diferentes maneiras são representadas na Figura 20.

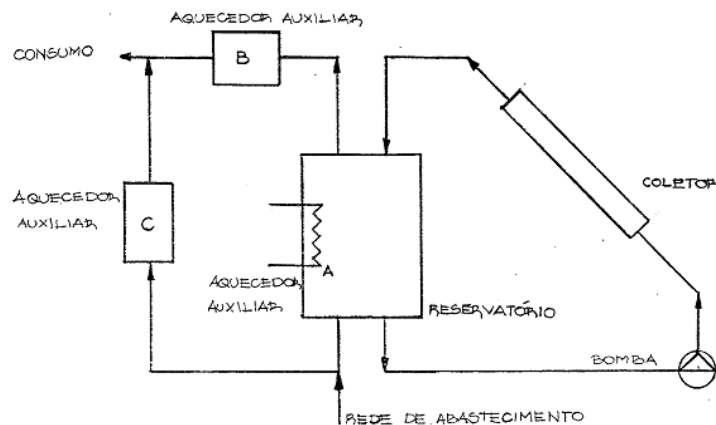


Figura 20 – Esquema de localização da energia auxiliar. Fonte: TREIS, 1991

“- **Modo C**: aquecedor auxiliar externo ao reservatório, a energia pode ser transferida diretamente a água da rede de abastecimento. O posicionamento do aquecedor em relação ao reservatório permite que, através de um “*by-pass*”, sejam supridas as condições de consumo quando a energia solar acumulada for

insuficiente. Isso por outro lado, resulta numa desvantagem, pois se a energia acumulada não for aproveitada ela será perdida pelo reservatório.

- **Modo B:** aquecedor do tipo passagem, que aproveita integralmente a energia acumulada no reservatório. Assim, como no C, este esquema requer alta potência de aquecimento, já que gera calor no instante do consumo.

- **Modo A:** aquecedor interno (mais utilizado no Brasil).” (TREIS, 1991).

A avaliação do funcionamento de um sistema de aquecimento solar interno e externo ao reservatório térmico através da porcentagem de participação do aquecimento solar no total aquecido foi avaliada por SHARIA; LÖF (1997) obtendo:

- a) Num perfil de consumo contínuo e das 6 às 24h → posição da fonte auxiliar de energia não influencia a participação do aquecimento solar;
- b) No perfil de consumo uniforme e contínuo durante 10h e perfis de consumo concentrado no período da manhã ou da tarde → aquecimento auxiliar posicionado para fora do tanque de armazenamento de água quente (mais vantagem);
- c) Dobrar o volume do fluido armazenado → em qualquer caso aumentou no máx. 50% da participação do aquecimento solar no total aquecido;
- d) Quando se exigiu um aumento da temperatura na saída do reservatório de 60°C para 80°C → participação do aquecimento solar no total aquecido, reduziu e 30 a 40%.

O acoplamento a uma instalação solar leva em consideração os seguintes aspectos:

- A temperatura de saída do boiler solar pode variar em uma ampla margem.
- O sistema de aquecimento auxiliar não deve interferir no processo de aproveitamento da radiação solar.
- Deve ser otimizado o acoplamento para conseguir o máximo rendimento do conjunto. Para isso é preciso que a água, no sentido de circulação, seja aquecido primeiro no boiler e depois passar pelo sistema auxiliar antes de ser consumida.

2.3 – SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR

Os sistemas de aquecimento de água utilizando a energia solar podem ser divididos de acordo com o princípio de funcionamento:

- Sistema passivo direto;
- Sistema passivo indireto;
- Sistema ativo direto e
- Sistema ativo indireto.

2.3.1 – Sistema Passivo Direto

São também chamados de sistemas com circulação natural ou ainda por termossifão. Neste sistema não se utiliza bomba para circular o fluido de trabalho. O processo de circulação ocorre quando o sol aquece o fluido no coletor, tornando-o dessa forma menos denso que o fluido contido no fundo do reservatório, assim cria-se uma circulação convectiva do fundo do reservatório para a entrada do coletor, da entrada para a saída do coletor e da saída do coletor para o topo do reservatório.

Essa diferença de pressão criada pelos gradientes de temperatura é utilizada para produzir o escoamento do fluido aquecido sem qualquer outra fonte externa de energia, a não ser a do sol. Esses tipos de sistemas são os mais utilizados para o caso brasileiro devido a sua simplicidade de funcionamento e muitas vezes mais conveniente devido ao nosso clima, principalmente quando se trata de sistemas pequenos e de uso doméstico (ver Figura 21).

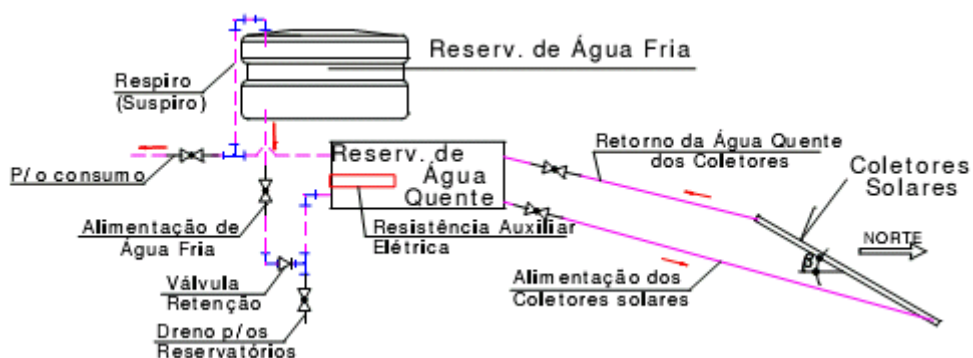


Figura 21 – Esquema de instalação de um sistema direto passivo com fonte de energia auxiliar interna ao reservatório de armazenamento de água quente. Fonte: LIMA, 2003.

Esse sistema possui uma particularidade que é a necessidade do reservatório estar sempre acima do nível dos coletores o que pode provocar algumas dificuldades com relação à arquitetura e a estética da edificação. Essa configuração é importante para que não haja a recirculação noturna, isto é, para que o fluido escoe em sentido contrário ao desejado.

2.3.2 – Sistema Passivo Indireto

Em países de clima tropical, um problema encontrado é o de como evitar o congelamento do fluido de trabalho nos coletores instalados em lugares sujeitos a baixa temperatura. O sistema indireto é utilizado quando existe a necessidade de proteção contra o congelamento afirmam HUDSON; MARKELL (1985, p.25).

Os fluidos refrigerantes mais utilizados são o etilenoglicol e o propilenoglicol. A Figura 22 mostra um sistema passivo indireto.

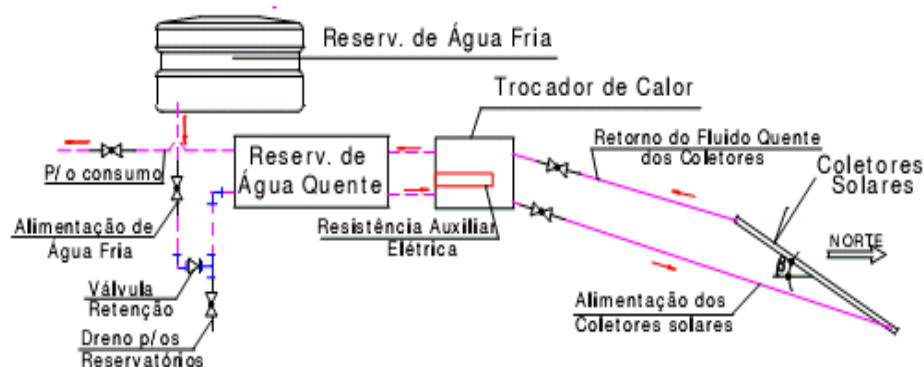


Figura 22 – Esquema de instalação de um sistema direto passivo com fonte de energia auxiliar externa ao reservatório de armazenamento de água quente. Fonte: LIMA, 2003.

2.3.3 – Sistema Ativo Direto

Neste sistema é utilizada uma bomba para impulsionar, de forma controlada, o fluido de trabalho pelo circuito. Com isso, o reservatório pode ser instalado em qualquer altura em relação aos coletores (ver Figura 23). Todo sistema ativo possui um tipo de controle que aciona a bomba sempre que a energia solar estiver disponível e a desativa quando não. Deve operar com intervalos que possibilitem o máximo desempenho do sistema e em condições estáveis de funcionamento.

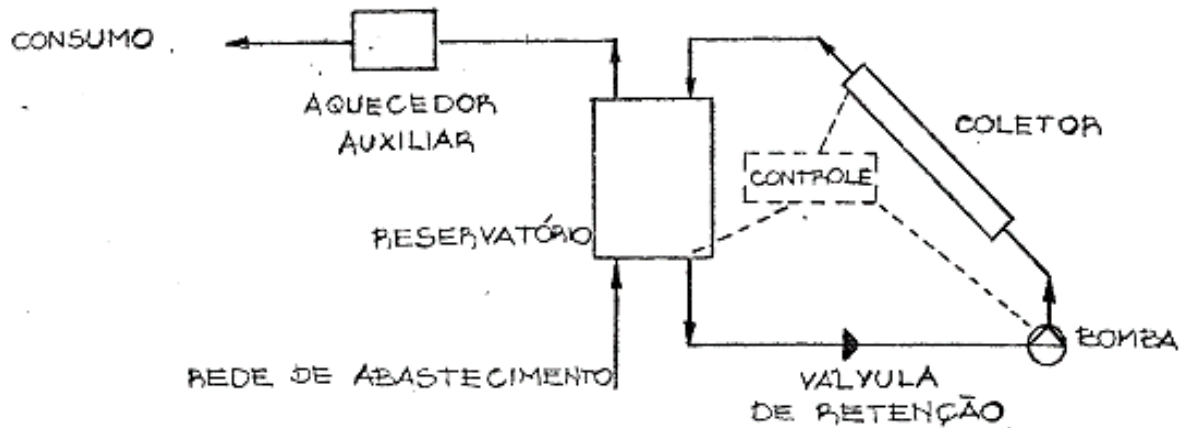


Figura 23 – Esquema simplificado de um sistema ativo direto. Fonte: TREIS, 1991.

2.3.4 – Sistema Ativo Indireto

Dependendo do trocador utilizado (pode ser interno ou externo ao reservatório), esse sistema pode utilizar uma ou duas bombas. Sendo o trocador localizado externamente ao reservatório, este possibilita uma maior flexibilidade, mas, provoca maior perda de calor, para isto são necessárias duas bombas de forma a executar a circulação dos fluidos. Quando este é interno ao reservatório térmico é necessária apenas uma bomba de recalque.

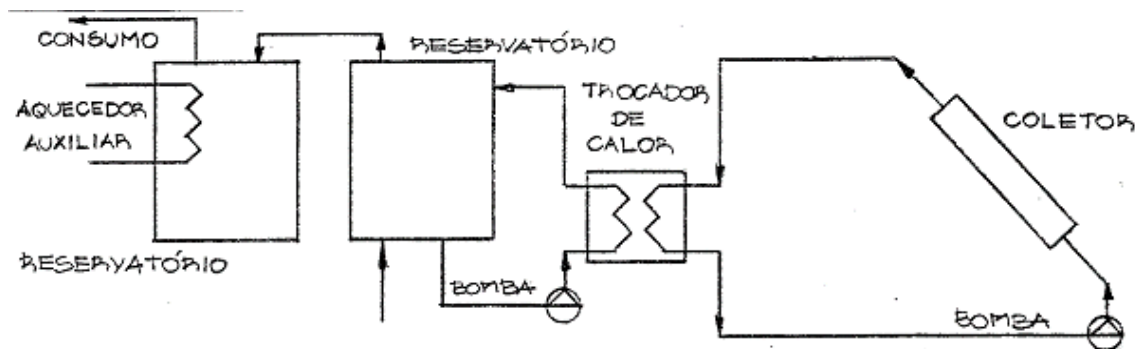


Figura 24 – Esquema simplificado de um sistema ativo indireto. Fonte: TREIS, 1991

Este trabalho tem por objetivo investigar a viabilidade técnica e econômica da substituição de chuveiros elétricos por sistemas de coletores solares em residências sendo o mesmo desenvolvido em um sistema passivo direto, ou como é habitualmente chamado: sistema por termossifão.

2.4 – CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

É importante compreender o conceito de conservação de energia elétrica. Conservar energia elétrica quer dizer melhorar a maneira de utilizar a energia, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona. Significa diminuir o consumo, reduzindo custos, sem perder, em momento algum, a eficiência e a qualidade dos serviços.

Segundo a ELETROBRÁS (2008), a conservação da energia elétrica leva à exploração racional dos recursos naturais. Isso significa que, conservar energia elétrica ou combater seu desperdício é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente. Desta forma, a energia conservada, por exemplo, na iluminação eficiente, num motor e projeto bem dimensionado, pode ser utilizada para iluminar uma escola ou atender um hospital, sem ser jogada fora ou pode simplesmente não ser usada, não precisando ser produzida.

Programas voltados para conservação de energia existem no Brasil desde meados da década de 80 sendo eles: o Programa ao Combate de Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL (eletricidade) e o Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo - CONPET (derivados de petróleo).

A abrangência do Procel foi facilitada em parte pela participação das concessionárias de energia elétrica. No Estado de São Paulo, a Companhia Energética de São Paulo – CESP, Eletricidade de São Paulo (ELETROPAULO) e a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL) caracterizaram-se pela publicação e distribuição de manuais destinados as escolas sobre o uso de material didático – PROCEL NA ESCOLA, treinando professores em busca da disseminação multidisciplinar referente aos conceitos ligados à energia e seu uso.

A formação da Agência para Aplicação de Energia, a qual elaborou várias publicações relacionadas ao uso energético de forma mais ampla foi formada pelas três concessionárias citadas acima mais a Companhia de Gás de São Paulo – COMGÁS.

O Conpet, composto por representantes de órgãos do Governo Federal e da iniciativa privada e apoiado pela Petrobras que engloba o programa em sua estrutura organizacional, foi criado em junho de 1991. O objetivo deste programa era ganhar uma eficiência em torno de 25% PETROBRAS (2000), já que o consumo de petróleo e seus derivados incidem principalmente

no setor de transporte de cargas e passageiros, representando em torno de 50% do consumo nacional, setor esse onde existe um potencial de conservação de 30%. Para atingir esse objetivo, foram produzidos manuais e vídeos fornecendo informações referentes ao bom uso do petróleo e seus derivados. Sua área de atuação envolve as atividades institucionais – O CONPET NA ESCOLA, de transportes – Projeto Economizar, industriais (melhorias ambientais e aumento de competitividade na produção), residenciais e comerciais (uso de etiquetas que indicam a eficiência de equipamentos), agropecuário (uso do óleo diesel) e geração de energia (termelétricas).

Embora outras iniciativas anteriores tivessem ocorrido, esses dois programas foram a maior expressão do interesse do governo federal e uma manifestação favorável para o estabelecimento de uma política pública para o setor energético capaz de incorporar a necessidade de controle da demanda de energia.

LA ROVERE (1985) e DIAS (1999) apontam que a conservação de energia passa por seis níveis de intervenção de modo a preservar o conforto, a qualidade de vida e as necessidades dos meios de produção:

- Eliminação de desperdícios;
- Aumento da eficiência das unidades consumidoras;
- Aumento da eficiência das unidades geradoras;
- Reaproveitamento dos recursos naturais, pela reciclagem e redução do conteúdo energético dos produtos e serviços;
- Rediscussão das relações centro/periferia, no que tange ao transporte e à localização de empresas produtoras e comerciais;
- Mudança dos padrões éticos e estéticos, a partir dos quais a sociedade poderia penalizar os produtos e serviços mais energointensivos em favor de sua cidadania.

Para contar com uma atuação mais efetiva da sociedade relacionada aos aspectos energéticos nos níveis de intervenção, é preciso primeiramente que a mesma tenha o mínimo de conhecimento acerca do modo como os sistemas energéticos participam no seu dia a dia, quais são suas implicações no meio ambiente e de que forma isso resulta em economia de capital e de reservas.

As principais características dos consumidores que procuram equipamentos eletrodomésticos são: a qualidade, a marca e o preço. O consumo dos mesmos não são as maiores preocupações, principalmente para as classes de maior poder aquisitivo. Quando na verdade, as formas de ação dos consumidores quanto à conservação de energia enquadram-se nas mais simples possíveis como: desligar as lâmpadas e televisores quando não utilizados.

O processo de assimilação dos conceitos referentes à energia e seu uso vai além de programas de conscientização, pois este está também relacionado com a faixa etária, sexo e diferenças sociais, culturais e regionais. A população brasileira em sua grande maioria não compreende ainda os conceitos relacionados à energia e ao seu melhor uso, apesar da existência dos programas de Conservação de Energia. Diferente da esfera industrial que sofreu uma grande pressão e suporte do Governo e de outras instituições para buscar o uso racional da energia, apresentando assim uma melhor condição diante do cenário nacional.

Segundo FURLANETTO (1999) os programas brasileiros de conservação de energia elétrica no ambiente residencial desde seus primórdios no início de 1980 têm tentado de formas diferentes melhorar o rendimento energético dos eletrodomésticos (etiquetas, pesquisas, etc.) e também ajudar os consumidores a escolher equipamentos mais econômicos sob o ponto de vista de consumo de energia elétrica. Os passos, no sentido de melhorar a conservação de energia no ambiente residencial, têm sido dados e são necessários. O crescimento do consumo residencial é realmente preocupante, portanto, não basta somente os órgãos governamentais criarem legislação a respeito. É fundamental que os consumidores tomem conhecimento e saibam o que eles podem realmente obter de benefício, com o uso de equipamentos mais eficientes, que promovem a conservação de energia. Não só dos benefícios, mas também dos efeitos a longo prazo da não conservação.

O sistema de aquecimento solar é uma forma de conservar energia elétrica. Sua utilização tem contribuído sobre quatro aspectos principais: aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais.

Aspectos Tecnológicos: o aumento crescente do número de chuveiros elétricos já instalados no Brasil nos últimos 30 anos devido suas vantagens de aquisição e baixo custo de instalação dificultam a troca destes sistemas por outros tipos de aquecedores de água que utilizam outras fontes de energia. Uma pesquisa realizada pela Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL em 1997 mostrou que a quase totalidade (98,3%) das residências opta pelo uso de chuveiros

elétricos para aquecimento da água para banho, existindo em média 1,06 chuveiros por domicílio, sempre com predominância de uso em horário de ponta (18h às 21h). A pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo realizado em 2005 pela ELETROBRAS/PROCEL identificou que o chuveiro elétrico está presente em 73,1% dos domicílios brasileiros, conforme apresentado na Figura 25 abaixo.

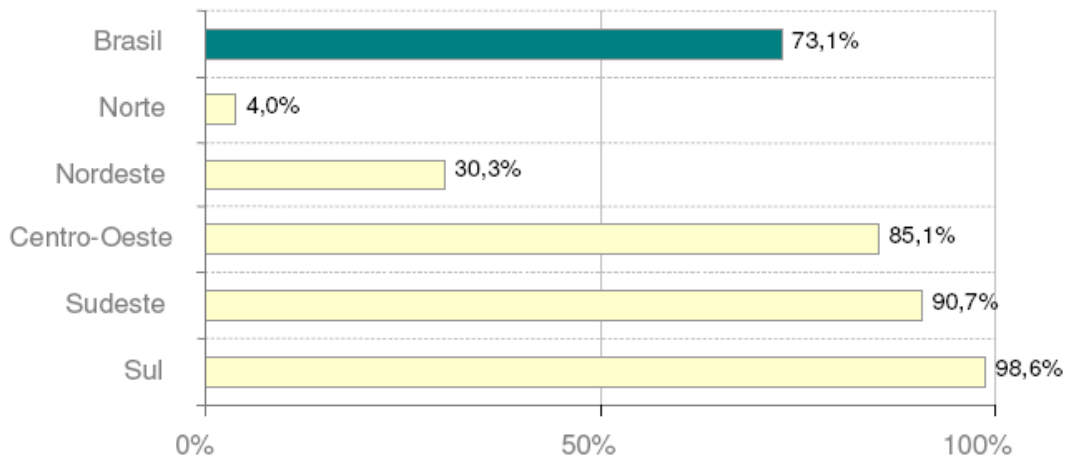


Figura 25 – Domicílios que possuem pelo menos um chuveiro elétrico no Brasil e regiões. Fonte: ELETROBRAS, 2008

As informações relacionadas ao aquecimento de água, em especial para o banho, são extremamente importantes para as ações direcionadas de eficiência energética. Além do chuveiro elétrico, existem outras formas de aquecimento de água para banho com pequenas participações nas regiões do Brasil, ver Figura 26.

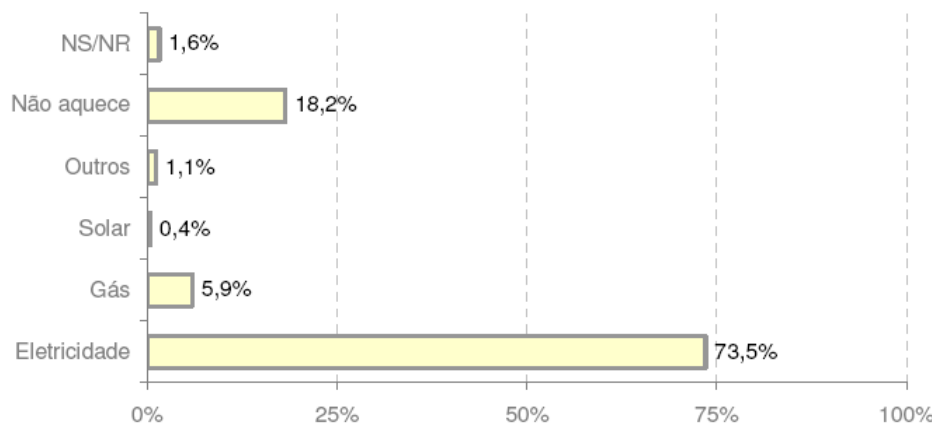


Figura 26 – Fonte utilizada para aquecimento de água para banho. Fonte: ELETROBRAS, 2008

A pesquisa do Procel demonstrou que 80,9 % dos domicílios brasileiros aqueciam a água do banho de alguma forma, e 18,2% não aqueciam. A Figura 26 aponta que 73,5% dos sistemas de aquecimento utilizavam energia elétrica como fonte de aquecimento e 5,9% utilizavam gás. Apenas 0,4% usavam aquecimento solar. É importante salientar que, dos sistemas que usavam energia elétrica como fonte de aquecimento, o chuveiro elétrico respondeu pela quase totalidade, com a parcela de 99,6%. Quanto aos domicílios, dos que utilizavam o gás como fonte, 57,6% o fazia por meio de gás canalizado (de rua) e 42,4% por GLP (botijão de gás).

Um exemplo de eficiência energética pelo lado da demanda é buscar a conservação da energia elétrica de forma a reduzir o seu consumo residencial sem com isso reduzir o conforto dos usuários, contribuindo dessa forma na diminuição na curva de carga no horário de ponta.

O Gerenciamento pelo Lado da Demanda - GLD é o conceito de controlar as cargas do lado do consumidor de forma de operar o sistema mais eficientemente COSTA et al., (2007). O princípio básico é deslocar a demanda desde intervalos de tempo onde a energia tem um preço elevado para outros quando o preço da energia é menor. Os intervalos mais caros geralmente correspondem a períodos de pico de demanda, sendo que o GLD tende a diminuir a diferença entre picos e vales na curva de demanda COSTA et al.,(2007).

Os programas de GLD objetivam reduzir os picos de demanda postergando dessa maneira os custos associados de Geração, Transmissão e Distribuição - GTD, em horário de pico e os custos de expansão da rede. O conhecimento das particularidades e características do uso final da energia é fundamental para que as concessionárias de energia utilizem esses programas de GLD. São ações implementadas diretamente ou estimuladas indiretamente pela concessionária de energia, sobre o mercado no sentido de modificar e racionalizar a forma com que a energia é utilizada pelos consumidores.

Através dessas técnicas é possível diminuir o pico de demanda, ou até mesmo deslocá-lo quando for necessário. No Brasil, o pico de demanda nacional é noturno, entre 18:00 e 21:00 horas, ocasionado basicamente pelo consumo residencial, sendo o chuveiro elétrico o maior responsável por esse consumo, cujo preço é acessível e não requer a instalação de tubulação de água quente e reservatório térmico.

Os principais programas de GLD utilizados são: o corte de ponta (o controle direto de carga e a tarifação horária são usados para reduzir a demanda durante o período de ponta); crescimento de demanda estratégica (as concessionárias procuram incentivar a adoção de tecnologias baseadas em eletricidade para a substituição de equipamentos ineficientes baseados em combustíveis fósseis ou para melhorar a produtividade do consumidor e sua qualidade de vida); redução estratégica de carga (as concessionárias adotam programas focados para incentivar o uso eficiente de energia elétrica com o objetivo de reduzir a demanda não somente no horário de ponta, mas durante as outras horas do dia. Isso pode reduzir o custo médio de combustível e postergar a necessidade para adição futura de capacidade de GTD); preenchimento de vales (esta técnica incentiva o consumidor a usar mais energia elétrica durante períodos onde a concessionária gera energia a custos mais baixos); deslocamento de carga (esta técnica incentiva os consumidores a deslocarem o uso de energia elétrica do período de ponta para fora da ponta) e flexibilidade de carga (alguns programas de GLD são usados para customizar a confiabilidade do serviço de acordo com necessidades individuais de consumidores).

A Figura 27 apresenta as técnicas utilizadas para alterar a forma da curva de demanda.

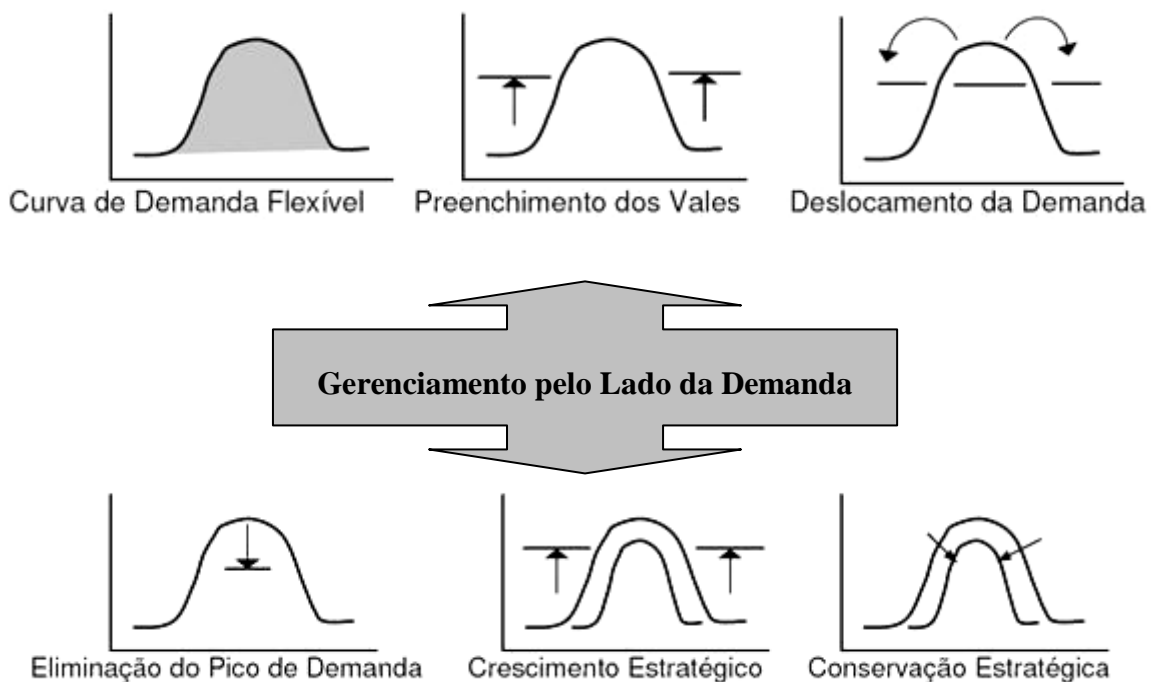


Figura 27 – Técnicas para alterar a forma da curva de demanda. Fonte: SALAZAR, 2004

Programas que objetivam alterar o nível do consumo de energia elétrica através da substituição de equipamentos mais eficientes ou alternativos, pode considerar a substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares devido sua importância no consumo residencial, já que os chuveiros elétricos possuem a maior contribuição no valor da conta de eletricidade para o setor residencial.

Segundo OLIVA e BORGES (1996), o uso do chuveiro elétrico torna-se praticamente impróprio para o sistema elétrico, pois seu uso ocorre principalmente no horário de ponta, sua potência é elevada (e vem aumentando consideravelmente nos últimos anos) e seu período de uso é reduzido (baixo fator de carga). As Figuras 28 e 29 apresentam as curvas de carga obtidas na pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo realizado em 2005 pela ELETROBRAS/PROCEL.

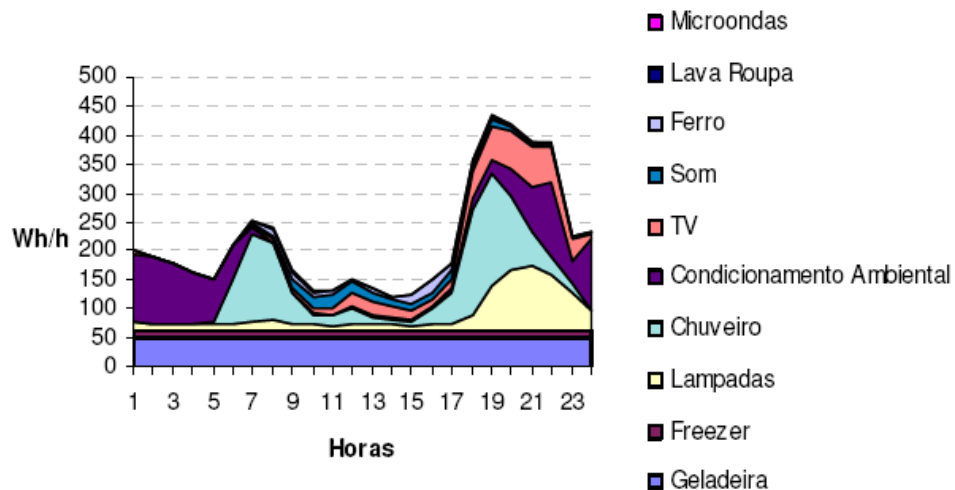


Figura 28 – Curva de carga diária média no Brasil. Fonte: ELETROBRAS, 2008

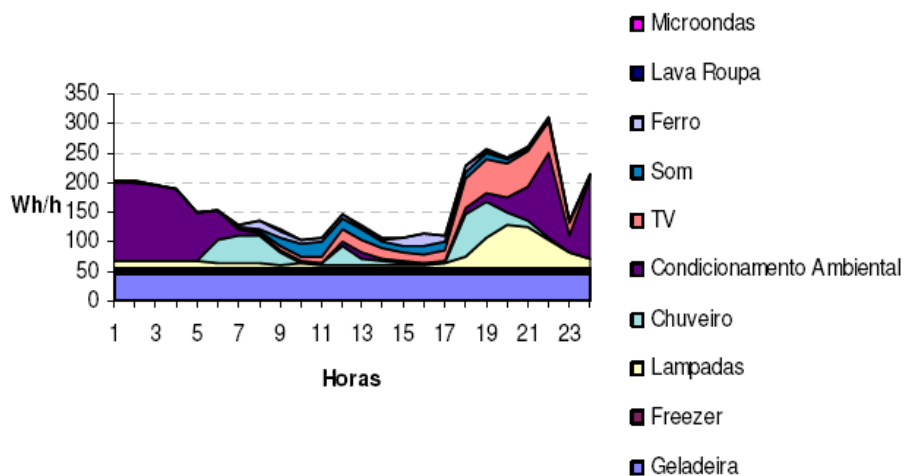


Figura 29 – Curva de carga diária média na região Nordeste do Brasil. Fonte: ELETROBRAS, 2008

Observa-se na Figuras 28 e 29 que o chuveiro elétrico tem uma forte influência na demanda do horário de pico, considerado o ponto mais crítico do sistema elétrico.

Aspectos Sociais: as fontes alternativas de energia, economicamente, não estão disponíveis para os consumidores de baixa renda. No Brasil, pode-se dizer que apenas as classes mais privilegiadas podem desfrutar destes sistemas de aquecimento de água para banho.

Nos países europeus, HEALEY (1997) nos diz que a instalação de um sistema de aquecimento solar custa entre de 430 e 645 dólares por metro quadrado de área do coletor, sem considerar o custo de operação e manutenção durante a vida útil do sistema, que acrescenta aproximadamente 12% ou 64,58 dólares por metro quadrado do custo de instalação do sistema. É importante ressaltar que esses valores podem diferir em relação ao Brasil pelo custo da mão de obra, os equipamentos e tecnologias utilizados. Assim, esses pontos fazem com que o uso de aquecedores solares seja inviável para grande parte da população brasileira.

O sudeste brasileiro foi a primeira região a mudar esse quadro com a criação do Projeto Contagem, desenvolvido em 2003 pelo GREEN SOLAR em parceria com o Procel/Eletróbrás. Este projeto beneficiou 99 famílias do conjunto habitacional do bairro Sapucaia, em Contagem/MG. Com a troca do chuveiro elétrico por aquecedores solares, os moradores obtiveram uma economia de 25,5% no uso de energia elétrica.

A concessionária de distribuição do Rio de Janeiro, a Light em 2005 instalou, gratuitamente, em Nova Iguaçu e Duque de Caxias 2.750 sistema de aquecimento solar para água para os consumidores de baixa renda.

Aspectos Econômicos: conforme já apresentado nos aspectos tecnológicos, o Brasil apresenta aumento de demanda de potência no período de 18 e 20 horas (horário de ponta) e o chuveiro elétrico é responsável por cerca de 60% da carga do sistema nas horas de pico de consumo, aumentando a demanda de energia do sistema. Segundo informações levantadas por SPRENGER (2007) o baixo fator de carga apresentado pelo chuveiro leva o mesmo a uma pequena participação no faturamento das concessionárias, mas elevado investimento associado ao atendimento da demanda máxima. Ainda segundo SPRENGER (2007), a partir de dados obtidos junto ao GREEN SOLAR (2003), concluiu que os chuveiros elétricos possuem uma ampla variação de preços e potências, podendo, nos modelos mais simples e de

menor potência (4.400W), custar cerca de US\$ 15,00 e, em modelos mais sofisticados com controle eletrônico e alta potência (8.200W), atingir valores superiores a US\$ 350,00.

CARDOSO et al. (2005) verificou que apesar do baixo custo para o usuário final, para as concessionárias o uso de um chuveiro elétrico representa valores da ordem de US\$ 900,00 por cada chuveiro instalado, considerando apenas os investimentos na geração.

Aspectos Ambientais: o sol é uma fonte de energia renovável, o aproveitamento desta energia tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para a conservação da energia. A principal característica dos sistemas de aquecimento solar em relação aos outros é que este é abundante e permanente, renovável a cada dia, não polui e nem prejudica o ecossistema. Diferentemente do Gás Liquefeito de Petróleo – GLP e do Gás Natural que provocam durante seu processamento a queima e emissão de gás carbônico além de serem fontes esgotáveis de energia.

A energia solar é a solução ideal para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil onde se encontram bons índices de insolação em qualquer parte do território. Mesmo sendo considerada uma energia limpa por não emanar gases durante o seu transporte e uso, a energia elétrica possui na sua geração seus maiores problemas ambientais.

Como no Brasil, a geração de eletricidade é predominantemente hidráulica, há questões bastantes polêmicas referente à inundação de áreas para construção das represas. Seja na retirada da cobertura vegetal, na destruição dos ecossistemas, na extinção de espécies, na emanção de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa pela fermentação da matéria orgânica nos reservatório como também nos importantes impactos sociais.

Segundo o Portal Ambiental AMBIENTE BRASIL (2008), para cada metro quadrado de coletor solar instalado evita-se a inundação de 56 metros quadrados de terras férteis, na construção de novas usinas hidrelétricas.

Uma parte do milionésimo de energia solar que nosso país recebe durante o ano poderia nos dar um suprimento de energia equivalente a:

- 54% do petróleo nacional;

- 2 vezes a energia obtida com o carvão mineral;
- 4 vezes a energia gerada no mesmo período por uma usina hidrelétrica.

A energia solar é importante na preservação do meio ambiente e na busca do desenvolvimento sustentável, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica.

2.5 – VANTAGENS DO AQUECIMENTO SOLAR

Segundo BAPTISTA (2006), a implantação de sistemas solares para aquecimento de água poderá beneficiar as concessionárias de energia elétrica através de:

- redução da potência no horário de ponta;
- deslocamento da energia elétrica conservada em segmentos de baixo consumo para outros segmentos de mercados produtivos;
- melhoria do desempenho da concessionária devido ao aumento do fator de carga, levando à otimização da utilização do sistema elétrico e a uma maior rentabilidade na comercialização de energia;
- melhoria dos serviços prestados aos clientes, pois oferece alternativas tecnológicas para enfrentar possíveis aumentos de custos decorrentes da adoção de uma tarifação maior; e,
- em projetos sociais contribui na redução de furto de energia.

Já o consumidor final, de acordo com BAPTISTA (2006), será beneficiado através da economia obtida em sua conta de energia elétrica e do maior conforto, principalmente no período de inverno, pela maior vazão de água quente (já que com os chuveiros elétricos, para se obter água quente deve-se abrir o registro o mínimo possível). A economia na conta de energia elétrica significa maior orçamento disponível.

A sociedade como um todo também será beneficiada com o incentivo à implantação destes sistemas, pois, segundo BAPTISTA (2006):

- há o aproveitamento da energia solar, que é uma fonte gratuita de energia, abundante e não poluente;
- há a contribuição para a preservação do meio ambiente por conservar a energia elétrica, o que pode levar à redução da necessidade de construção de obras de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que causam impactos ambientais;
- contribui para a redução das dificuldades para o suprimento de energia e de potência que eventualmente venham a ocorrer no sistema elétrico nacional nos próximos anos e para a diversificação da matriz energética;
- promove a redução da emissão de gases do efeito estufa e outros poluentes, desde que a geração substituída seja termelétrica de base fóssil; e,
- cria empregos locais diretos e indiretos. Segundo a ABRAVA (2008) a instalação de 1 milhão de aquecedores solares propiciaria a geração de 8.000 novos empregos na indústria, 14.000 novos instaladores, 4.000 vendedores e distribuidores e 4.000 técnicos de nível médio.

CAPÍTULO 3 – CICLO DE VIDA ECONÔMICO

3.1 – ANÁLISE DO CICLO DE VIDA

Segundo HIRSCHFELD (2000), nem sempre um sistema de aquecimento solar que forneça uma alta fração solar constitui a opção mais econômica. De acordo com BORGES (2000) a alternativa tecnológica que produz maior eficiência não é necessariamente a que traz maior economia financeira. Assim, para se dimensionar adequadamente um sistema de aquecimento solar, devem-se levar em consideração fatores técnicos e econômicos. Em linhas gerais, um sistema de aquecimento solar só será viável economicamente quando as economias proporcionadas pelas reduções no consumo de energia elétrica forem maiores que os custos de aquisição e operação do sistema.

DUFFIE; BECKMAN, (1991, p. 458) referencia que muitos critérios econômicos são propostos de modo a avaliar e otimizar sistemas que utilizam a energia solar, mas, mesmo assim, não existe um acordo universal sobre qual critério deverá ser utilizado. Nesta dissertação, serão feitas análises do ciclo de vida econômico anualizado; de economia do ciclo de vida econômico anualizado, tempo e taxa de retorno do investimento. Para tanto, são apresentadas as seguintes definições:

Custo do ciclo de vida: soma de todos os custos associados com o sistema de aquecimento solar ao longo da vida útil em valor presente. O custo do ciclo de vida anualizado corresponde à média anual do fluxo de caixa, onde este varia com os anos, mas, sobre o período de análise econômica pode ser convertido em uma série de pagamentos iguais em valor presente que são equivalentes a séries variáveis.

Economia do ciclo de vida econômico: definido como a diferença entre o custo do ciclo de vida econômico de um sistema convencional e o custo do ciclo de vida econômico de um sistema que opera com energia auxiliar. Para a economia do ciclo de vida econômico anualizado, adota-se a mesma definição descrita para o custo do ciclo de vida.

Tempo de Retorno do Investimento: mede o retorno de determinado investimento realizado e contabilizado em meses nos quais ele será amortizado para então começar a gerar lucros.

Assim, é importante avaliar se a inclusão de um sistema de aquecimento solar de água será uma boa alternativa econômica.

Considerando o ciclo de vida do equipamento, no início o VPL é negativo, pois as economias obtidas ainda não compensam o custo do investimento no sistema solar. Ao longo do tempo, as economias vão se acumulando e este passa a ser positivo. Quando o VPL é nulo, as economias obtidas igualam-se ao rendimento obtido caso o investimento estivesse rendendo à taxa de interesse comparativa considerada (i). O período decorrido até esta situação é chamado de período de retorno do investimento (*pay back*), sendo que daí para frente o produtor começa a ter lucro. SANTOS (2004).

DUFFIE e BECKMAN (1991) apresentam os principais lançamentos no fluxo de caixa para o ciclo de vida de um sistema de aquecimento, que são:

- Custo de aquisição do sistema;
- Custo de instalação do sistema;
- Despesas com combustível (auxiliar);
- Manutenção;
- Valor de revenda (quando existente).

Ainda por DUFFIE e BECKMAN (1991), os custos de um sistema solar instalado (C_s) podem ser expressos como a soma de dois termos: um dependente da área coletora (C_A) e outro independente da área coletora (C_1):

$$C_s = C_A A_C + C_1 \quad (66)$$

Para o sistema de aquecimento aqui estudado, temos como custos dependentes da área coletora: o coletor solar e a mão-de-obra necessária para sua instalação; e como custos independentes temos as tubulações que conectam o coletor ao sistema de armazenamento de água quente, fria e ao sistema de distribuição.

3.1.1 – Viabilidade Econômica e Financeira

Segundo BORGES (2000), o conceito de valor do dinheiro no tempo utilizado pela Engenharia Econômica parte do princípio de que toda pessoa é um possível investidor e possui uma taxa mínima de interesse pela qual ela pode fazer render seu capital, o que faz

com que uma determinada quantia no presente assuma valores diferentes ao longo do tempo. O valor presente de um pagamento simples (receita ou despesa) a ser feito no futuro é dado pela seguinte equação:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (61)$$

Onde:

P = valor presente do pagamento simples (R\$);

F = valor futuro (R\$);

i = taxa de interesse (decimal);

n = número de períodos de capitalização (inteiro).

Analogicamente, em cada período considerado num sistema de aquecimento solar obtém-se uma economia de energia elétrica e, conseqüentemente, de dinheiro. Assim, o fluxo de caixa obtido pode ser representado de tal forma que as despesas e receitas são consideradas durante vida útil do sistema. Um desenho esquemático da representação de um fluxo de caixa é apresentado na Figura 30 abaixo. As despesas estão localizadas abaixo e as receitas acima da linha horizontal.

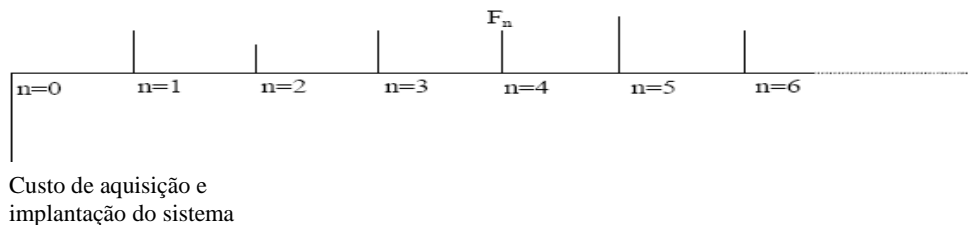


Figura 30 – Desenho esquemático de um fluxo de caixa. Fonte: SANTOS, 2004

Através da Análise de Ciclo de Vida Econômico, são consideradas todas as receitas e/ou despesas ao longo da vida útil do equipamento. A somatória destes valores (F_n) durante a vida útil do sistema (n períodos) trazido há um instante inicial ($n=0$), e considerando-se uma taxa de juros comparativa i , é denominado Valor Presente Líquido (VPL).

Esse Valor Presente Líquido determina qual é a alternativa mais favorável quanto à utilização ou não de sistemas de instalações solares e será a metodologia adotada nesta dissertação para a tomada de decisão. Segundo PEREIRA (2003), esse método trabalha com os valores de todo o projeto descapitalizados para o tempo atual utilizando-se a seguinte fórmula:

$$VPL = \frac{FV}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^n} \quad (62)$$

Onde:

VPL = valor atual (R\$);

FV = valor de um desembolso no futuro (R\$);

i = taxa de juros mensal (da poupança ou de qualquer outra aplicação pertinente);

n = período de capitalização.

Para avaliar o Tempo de Retorno do Investimento (TRI), definido como uma taxa mensal a qual anula o Fluxo de Caixa será realizada conforme o modelo proposto por PEREIRA (2003) apresentado na equação 63.

$$0 = \frac{E_0}{(1+i)^0} + \frac{E_1}{(1+i)^1} + \frac{E_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{E_n}{(1+i)^n} \quad (63)$$

Onde:

E = corresponde aos eventos (entradas ou saídas de recursos), os quais ocorrem ao longo do projeto.

Segundo PEREIRA (2003), a decisão de utilização ou não de aquecedores solares envolve componentes financeiros e não-financeiros, que são:

- **Componentes Não-Financeiros**

- Ameaça do racionamento de energia em períodos de maior estiagem;
- Risco de aumento das tarifas das concessionárias brasileiras de energia elétrica de modo a compensar as perdas financeiras;
- Risco do corte de energia em determinadas horas do dia.

- **Componentes Financeiros**

- Tipo de cliente: corresponde ao perfil de consumo do usuário;

- Número de unidades: quantidade de unidades a serem atendidas pelo sistema de aquecimento solar as quais podem ser residência unifamiliares ou prédio de apartamentos;
- Número de usuários: número de pessoas que deverá ser atendida diariamente pelo sistema de aquecimento solar;
- Consumo médio por morador: volume de água consumido, em média, por usuário;
- Tempo médio da duração de um banho;
- Potência elétrica do chuveiro;
- Consumo de energia no banho;
- Fração solar: relação entre a energia fornecida pelo sistema de aquecimento solar e a demanda total de energia requerida para atender o nível de conforto requerido pelo consumidor final;
- kWh: medida de consumo de energia elétrica a ser substituído pelo sistema de aquecimento solar;
- Estudo de viabilidade econômica do projeto: valor a ser gasto na instalação e operação do aquecedor solar o qual permite constatar a sua viabilidade;
- Custos dos equipamentos: valor para compra dos equipamentos, podendo ser à vista, a prazo ou financiado;
- Custo de operação e manutenção: desembolso a ser realizado periodicamente para conservação e manutenção do sistema de aquecimento solar;
- Custos adicionais de instalação: valores que não foram calculados no início da instalação e que possam surgir no decorrer do projeto;
- Previsão do aumento da tarifa de energia elétrica para os próximos anos: é considerada a expectativa de inflação para os próximos anos;
- Taxa de juros de aplicações financeiras: taxa de remuneração das aplicações financeiras do usuário, o qual dependerá de seu volume de recursos disponíveis.

Será apresentada no capítulo 7 a análise econômica da troca do aquecedor elétrico de acumulação pelo sistema de aquecimento solar desta dissertação.

CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO

Para realização deste estudo, foi escolhida uma residência unifamiliar localizada em Maceió/AL. O estudo de caso será dimensionado de forma a atender sua demanda de aquecimento de água para banho. A demanda de água quente é influenciada por vários fatores, dentre eles: a cultura, o clima e as características da residência.

Segundo ILHA (1991, p.2), “o conhecimento das solicitações impostas pelos usuários constitui-se numa das premissas básicas para implementação adequada de um sistema predial de água quente”. Assim, o conhecimento prévio da demanda por água quente é de fundamental importância para um bom desempenho do sistema de aquecimento.

Devido à dificuldade em estabelecer o perfil de consumo de água quente, este é estudado por diversos pesquisadores.

De acordo com ILHA (1991) em seu estudo, o aquecimento de água para torneiras, chuveiros e pias obtidos em diversas residências, considerando vários dias na semana, nos mostra grande variabilidade no que diz respeito a valores de vazão na duração de utilização de uso da pia de cozinha e no tanque de lavagem de roupa. Este fato foi atribuído a existência de usos com diferentes finalidades pelos usuários. Ficaram presentes dois tipos de consumo de água quente nos banheiros: entre 6:00 e 8:00 horas da manhã e entre 18:00 e 21:00 horas da noite (este mostrou-se mais expressivo). Assim, ela nos mostra a impossibilidade de uma definição precisa de um perfil padrão de consumo de água quente. Mostra-nos também que a duração média do uso do chuveiro foi de 7 minutos e 46 segundos.

PRADO (1991) em suas pesquisas, também chegou a uma duração média de cada banho com a utilização do chuveiro elétrico de 7 minutos, no entanto, cada morador toma em média, um banho por dia. Em seus estudos, cada residência possuía em média 4,5 pessoas.

Como já foi apresentado anteriormente, existe grande dificuldade em estabelecer um perfil de consumo de água quente. As considerações adotadas serão apenas para atender a demanda do chuveiro elétrico, pois este é o principal responsável pelo pico da demanda de energia elétrica.

Segundo PRADO; GONÇALVES (1992) 32% do total da energia gasta em habitações populares é devido ao chuveiro elétrico.

4.1 – LEVANTAMENTO DA CARGA TÉRMICA

Um dos principais requisitos utilizados em um projeto é a manutenção das condições atuais do sistema de aquecimento de água quente. Assim, será estimado um tempo médio de 7,5 minutos como sendo um período satisfatório de banho e dois banhos por dia para cada morador.

O dimensionamento foi realizado considerando o modo tradicional dos fabricantes do setor para este tipo de sistema de aquecimento solar. Para tanto, foi utilizado o modelo proposto pela ABRAVA apresentado na equação 64 abaixo:

$$V_{\text{consumo}} = \sum_{n=1} (\text{vazão do ponto de utilização} \times \text{tempo de utilização} \times \text{frequência de uso}) \quad (64)$$

Onde:

V_{consumo} = é o consumo diário, L

Vazão dos pontos de consumo, L/min

Tempo de utilização do consumo, min

Frequência de uso

Foi realizada a medição das vazões nos pontos de utilização, resultando em um valor médio de 6,6 L/min. A quantidade de usuários na residência estudada corresponde a 04 (quatro) pessoas e 01 (uma) empregada doméstica, supondo que esta não toma banho na residência.

De acordo com a ABNT NBR 7198:1993, o consumo médio de água quente por pessoa numa residência, corresponde a 45 litros. Essa mesma norma utiliza a vazão máxima de 7,2 L/min para água quente no misturador do chuveiro e a ABNT NBR 5626:1998 utiliza 12 L/min a vazão média de água fria.

Assim, o resultado obtido segundo a equação 67 corresponde a:

$$V_{\text{consumo}} = 6,6 \text{ L/min} \times 7,5 \text{ min} \times 4 \text{ pessoas} \times 2 \text{ banhos/dia}$$

$$V_{\text{consumo}} = \mathbf{396 \text{ L}}$$

O volume necessário para atender a demanda de água quente corresponde a 396 litros/dia. Os reservatórios disponíveis no mercado brasileiro são normalmente de 100, 150, 250, 300, 400, 500, 600, 800 e 1.000 litros. Dessa forma, foi considerado um reservatório de capacidade 400 litros para o sistema estudado.

A temperatura de armazenamento de água quente foi considerada 55°C, apesar de situar-se um pouco abaixo das temperaturas normalmente usadas, é recomendável utilizá-la, pois contribui para uma diminuição das perdas térmicas no tanque e diminui a área necessária de coletores solares. E também, esta se encontra relativamente acima da temperatura de consumo prevista como pode ser verificado na Tabela 5, tornando assim sua aplicação aceitável.

Tabela 5 – Dimensionamento indicado para aquecedores solares de acumulação

Peças	Consumo mínimo (litros/minuto)	Consumo máximo (litros/minuto)	Tempo de uso (por utilização)	Temperatura de consumo (°C)
Ducha de banho	6,6	12,0	10	39 - 40
Lavatório	3,0	4,8	2	39 - 40
Ducha higiênica	3,0	4,8	2	39 - 40
Banheira	80 (litros)	440 (litros)	-	39 - 40
Pia cozinha	3,0	4,8	3	39 - 40
Lava-louças (12 pessoas)	12 (litros)	20 (litros)	ciclo de lavagem	39 - 40
Máquina de lavar roupa	90 (litros)	200 (litros)	ciclo de lavagem	39 - 40

Fonte: ABRAVA, 2008

Foi verificado em simulações prévias que a resistência elétrica do reservatório térmico fica habilitada durante as 24 horas do dia. Dessa forma, observa-se que a energia auxiliar aquece água em períodos desnecessários conforme o perfil adotado. O sistema adotado não utilizará a energia auxiliar para que a mesma não seja utilizada em períodos do dia que não há consumo. Esta condução nos permite melhorar o rendimento da placa coletora evitando a perda de energia no reservatório pela troca de calor com o ambiente.

Como a temperatura de armazenamento no reservatório térmico é dependente do volume de água que o tanque armazena, será avaliado o efeito da temperatura de armazenamento sobre o custo do ciclo de vida, ou seja, será avaliado se é mais econômico armazenar água a baixa ou a alta temperatura.

A demanda energética necessária para aquecimento da água é calculada a partir da equação 65 proposta pela ABRAVA como sendo:

$$D.E._{mês} = \rho_x \frac{V_{mês}}{1000} \times \frac{c_p (T_{banho} - T_{amb})}{3600} \quad (65)$$

Onde:

D.E = Demanda energética por mês

ρ = massa específica, considerada igual a 1.000 kg/m³

$V_{mês}$ = volume de água quente requerido por mês, em litros

c_p = calor específico da água a pressão constante igual a 4,18 kJ/kg.°C

T_{banho} = temperatura da água quente, °C

T_{amb} = temperatura ambiente local, °C

O valor calculado para o sistema estudado está apresentado abaixo:

Para a temperatura ambiente, foi considerada a situação mais desfavorável, o que corresponde à temperatura ambiente média no inverno do Município de Maceió/AL, que de acordo com o INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET representa aproximadamente 19°C.

$$D.E._{mês} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times \frac{11.880 L}{1000} \times \frac{4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \times (55 - 19) ^\circ C}{3.600}$$

$$D.E._{mês} = 496,58 kWh / mês$$

A partir deste dado, podemos calcular a área coletora necessária para aquecer o respectivo volume de água armazenado no reservatório térmico (ver equação 66).

$$\text{Área Coletora} = \frac{\text{Demanda Energética (kWh/mês)}}{\text{Produção Específica de Energia do Coletor Solar (kWh/m².mês)}} \quad (66)$$

$$\text{Área Coletora} = \frac{496,58 kWh / mês}{134 kWh / mês \cdot m^2}$$

$$\text{Área Coletora} = 3,7\text{m}^2$$

Assim, o sistema estudado necessitará de $3,7\text{m}^2$ de placa coletora. Segundo o fabricante ARKSOL, os modelos disponíveis de placa coletora correspondem a $2\text{m} \times 1\text{m}$ ou $1\text{m} \times 2\text{m}$, cada. Portanto, foram utilizados dois coletores de $2\text{m} \times 1\text{m}$, o que corresponde a 4m^2 de área coletora.

4.2 – PARÂMETROS DO PROJETO ESTUDADO

O que determina uma melhor captação de energia proveniente do sol é a inclinação ótima do coletor solar. Isto ocorre quando a superfície coletora está perpendicular aos raios solares, isto é, quando o azimute da superfície é igual ao azimute solar e o ângulo de incidência é nulo.

A radiação diária para uma latitude de 45° Norte com o coletor voltado para o equador (ângulo azimutal $\gamma = 0$), refletância da superfície = 0,2 e índice de claridade médio $K_T = 0,5$ constante durante todo o ano foi simulada por DUFFIE; BECKMAN (1991), o qual obteve como resultado que a maior energia obtida para este sistema ocorre quando $\beta = \phi$, ou seja, quando a inclinação da placa coletora coincide com a latitude do local. Essa inclinação torna os raios do sol perpendiculares à placa coletora. Foi observado também que a sua maior energia total anual varia menos que 5% quando o ângulo de inclinação da placa coletora varia $\pm 20\%$ da latitude. Nessa mesma simulação, para o período de inverno, a energia total é máxima quando o ângulo de inclinação é $\beta = \phi + 15^\circ$.

Os manuais dos fabricantes brasileiros para esse tipo de sistema recomendam que a inclinação da placa coletora seja acrescida de 15° mais a latitude local, para que dessa forma haja uma maior incidência de radiação solar no período do inverno.

Para este estudo, a fixação dos coletores foi realizada diretamente sobre o telhado acompanhando a posição da casa e o tipo do telhado, obtendo uma inclinação de 14° .

Os parâmetros obtidos do projeto estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Parâmetros para o projeto estudado

Parâmetros		Valor
$h_t =$	Altura interna do reservatório (se vertical) ou o diâmetro (se horizontal), m	0,69
$h_r =$	Altura do tubo de entrada de água quente proveniente da placa coletora em relação ao fundo do reservatório, m	0,60
$h_c =$	Distância vertical entre a entrada e saída do coletor, m	0,48
$h_o =$	Distância vertical entre a saída do reservatório térmico e a entrada no coletor	0,78
$D_i =$	Diâmetro interno da tubulação de entrada no coletor, m	0,018
$L_i =$	Comprimento da tubulação que sai do reservatório e entra na placa coletora, m	9,14
$NB_1 =$	Nº. de curvas em ângulo reto (ou equivalente) na tubulação que entra na placa coletora	4
$D_o =$	Diâmetro da tubulação de saída do coletor, m	0,022
$L_o =$	Comprimento da tubulação que sai da placa coletora e entra no reservatório, m	5,51
$NB_2 =$	Nº. de curvas em ângulo reto (ou equivalente) na tubulação que sai na placa coletora	2
$A_c =$	Área útil da placa coletora plana, m ²	4
$F_r (\tau\alpha)_n =$	Intersecção da curva de eficiência da placa coletora vs. $(T_e - T_a)/G$	0,812
$F_R U_L =$	Coefficiente angular da curva de eficiência da placa coletora vs. $(T_e - T_a)/G$	7,2310
$G_{test} =$	Fluxo de massa por unidade de área da placa coletora para as condições de teste, kg/h.m ²	46
$b_o =$	Constante óptica de modificação do ângulo de incidência	-0,1
$\beta =$	Inclinação da superfície da placa coletora em relação a horizontal,	14

Fonte: Elaboração própria, 2008.

Parâmetros		Valor
$N_f =$	Número de ascensores (espaçado a cada 12,5 cm)	14
$D_R =$	Diâmetro dos tubos ascensores, m – (não é utilizado se $LU \geq 0$)	0,012
$D_h =$	Diâmetro dos cabeçotes da placa coletora, m	0,024
$L_h =$	Comprimento dos cabeçotes, m – (não é utilizado se $LU \geq 0$)	0,96
$N_x =$	Número de nós no coletor para o cálculo de perdas térmicas	3
$U_i =$	Coefficiente global de perdas de calor na tubulação que sai do reservatório e entra na placa coletora, contando com o isolante térmico, $\text{kJ/h.m}^2.\text{°C}$	0,93
$U_o =$	Coefficiente global de perdas de calor na tubulação que sai da placa coletora e entra no reservatório, contando com o isolante térmico, $\text{kJ/h.m}^2.\text{°C}$	0,93
Modelo do Tanque	1 – Posição de entrada fixa 2 – Posição de entrada variável	1
V_t	Volume do reservatório de água quente, m^3	0,400
$c_p =$	Calor específico do fluido, kJ/kg.°C	4,1813
$\rho_s =$	Massa específica da água nas condições padrão, kg/m^3	1.000
$k_w =$	Condutividade térmica do fluido no tanque de armazenamento (zero para nenhuma condução) ou condutividade térmica efetiva do fluido para as paredes do reservatório, kJ/h.m.°C	1,98
Configuração do tanque	1 – Cilíndrico vertical 2 – Cilíndrico horizontal	2
$U_t =$	Coefficiente de perdas de calor do reservatório térmico, kJ/h.°C	10,326
$r_i =$	Razão entre a espessura do isolamento no topo e a espessura de isolamento das paredes laterais para tanques na vertical, ou a razão do isolamento entre o topo e a base para tanques cilíndricos horizontais (= 1 se o tanque for concêntrico com o invólucro de isolamento)	1
$(U_A)_f =$	Condutância do calor perdido para o fluido	0

Fonte: Elaboração própria, 2008

CAPÍTULO 5 – INSTALAÇÃO DO SISTEMA

A instalação de sistemas de aquecimento solar necessita de alguns cuidados especiais. Instaladores e projetistas devem seguir algumas orientações quanto ao posicionamento dos painéis, seu grau de inclinação, área disponível para a instalação do sistema, dimensionamento correto para atender à demanda local, existência de sombras que reduzam o resultado esperado, verificação da existência de tubulações separadas de águas quente e fria, análise das condições climáticas locais e as condições de fornecimento de produtos certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Os equipamentos utilizados em um sistema de aquecimento solar de água devem operar satisfatoriamente sob as piores condições possíveis. Assim, os materiais utilizados devem possuir resistência a altas e baixas temperaturas devido a um provável período de máxima e mínima radiação solar no coletor ou a não circulação do fluido no mesmo.

Segundo RUDNICK (1986), coletores que são construídos corretamente e instalados de forma apropriada operam satisfatoriamente por um período de pelo menos 15 anos com pouca manutenção. Essa afirmação está baseada em um estudo realizado por RUDNICK utilizando coletores de aço galvanizado tanto na placa coletora como nos tubos, sendo válido supor que sistemas constituídos de cobre teriam uma vida útil bem superior.

SANTOS e ROSA (2002) cita que quando a instalação do sistema e suas peculiaridades construtivas (espaço na cobertura e instalações separadas de água fria/quente, principalmente) são previstas no projeto de novas construções, o investimento pode ser reduzido a menos de 5% do custo final da edificação completa.

5.1 – ORIENTAÇÃO E INCLINAÇÃO

Os coletores solares devem ser instalados com sua face voltada para o norte verdadeiro, que fica aproximadamente 18° a direita do norte magnético, podendo também aceitar um desvio de 30° para leste (nascente do sol) ou oeste (poente do sol). A Figura 31 abaixo representa esta informação.

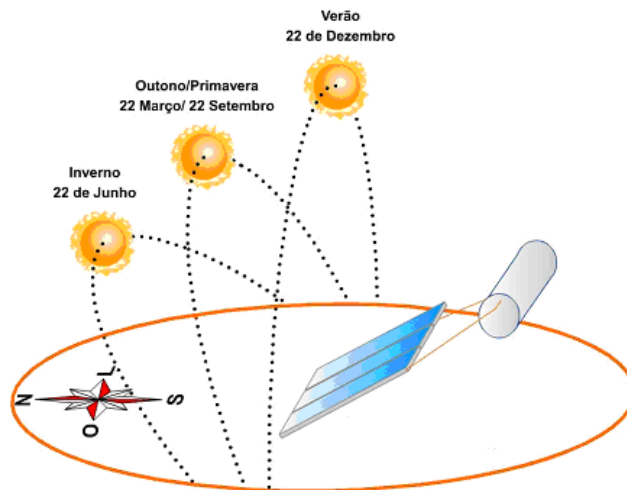


Figura 31 – Representação da orientação e inclinação do coletor solar como condição de instalação. Fonte: ABRAVA; 2008

A trajetória do sol é de leste para oeste permitindo que o coletor solar orientado para o norte (no hemisfério sul) receba radiação solar o dia todo. A correta posição do coletor solar, escolhendo a inclinação e a orientação geográfica garante uma melhor captação da radiação solar.

Como a demanda por água quente é maior quando a temperatura ambiente é mais fria e nesta época do ano a densidade de fluxo de radiação solar é a menor do ano por causa da reflexão e difração dos raios solares na entrada da atmosfera e pelo fato de não se atingir a superfície do local perpendicularmente, deve-se posicionar os coletores em relação ao plano horizontal igual à latitude local + 15°. Este ângulo irá garantir um bom rendimento do coletor solar durante todo o ano. Deve-se ter bastante cuidado com relação aos obstáculos existentes para que os mesmos não gerem sombras nos coletores ou que os próprios coletores façam sombra uns nos outros.

Segundo o Manual de Aquecimento Solar da TRANSEN (2002), o ângulo de inclinação nunca deverá ser inferior que 20 graus para que a velocidade da água nos coletores não seja muito baixa, prejudicando o rendimento do equipamento. Para isso, em regiões de latitude em que a somatória dos ângulos permanecer abaixo de 20 graus, adota-se uma inclinação de 20 graus.

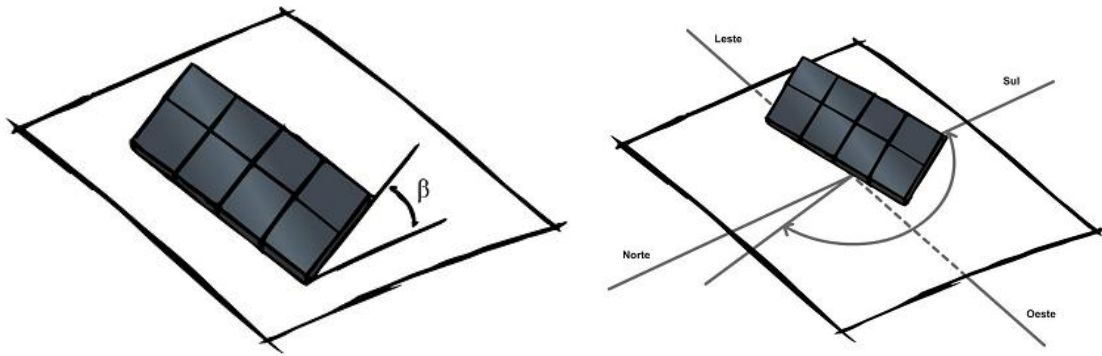


Figura 32 – Representação da orientação e inclinação do coletor solar. Fonte: ABRAVA; 2008

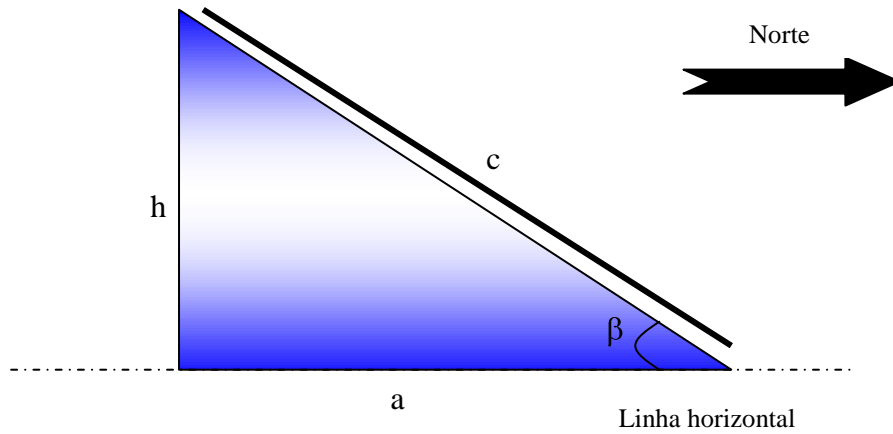
A definição da inclinação do coletor solar depende da latitude e das condições climáticas do local, portanto, é variável em função da localização geográfica de cada local. A Tabela 7 apresenta valores de latitudes de algumas capitais brasileiras.

Tabela 7 – Ângulo de inclinação dos coletores solares para os estados do nordeste do Brasil

Estados	Defasagem em relação ao Norte 0° – 15°		Defasagem em relação ao Norte 15° – 45°	
	ANG (Graus)	ANG (% = h/c)	ANG (Graus)	ANG (% = h/c)
Alagoas	25	42,3	20	34,2
Norte da Bahia	26	43,8	20	34,2
Sul da Bahia	30	50,0	20	34,2
Ceará	20	34,2	20	34,2
Norte do MA	20	34,2	20	34,2
Sul do MA	23	39,1	20	34,2
Paraíba	22	37,5	20	34,2
Pernambuco	23	39,1	20	34,2
Norte do Piauí	20	34,2	20	34,2
Sul do Piauí	23	39,1	20	34,2
RN	21	35,8	20	34,2
Sergipe	26	43,8	20	34,2

Fonte: TRANSEN, 2002

O ângulo de inclinação do coletor solar – ANG (%) citado na Tabela 5 acima pode ser calculado conforme as equações 67, 68 e 69 apresentadas abaixo:

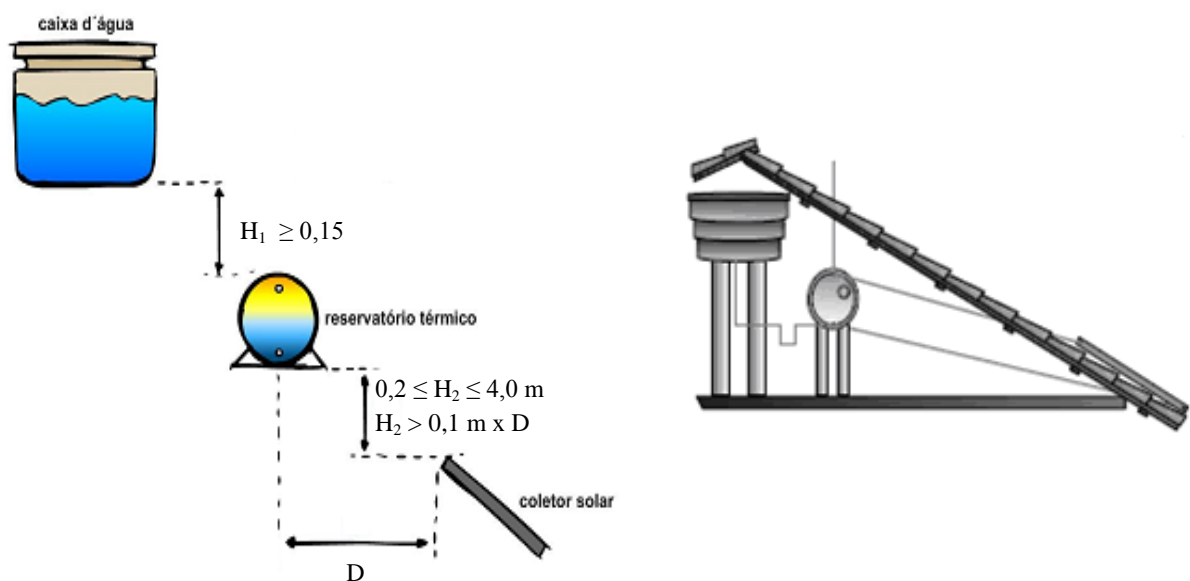


$$\text{Sen } \beta = \frac{h}{c} \quad (67)$$

$$\text{Cos } \beta = \frac{a}{c} \quad (68)$$

$$\text{Tan } \beta = \frac{h}{a} \quad (69)$$

As Figuras 33 e 34 abaixo apresentam uma ilustração da montagem do sistema por termossifão utilizada para este estudo.



Figuras 33 e 34 – Ilustração da montagem do sistema por termossifão. Fonte: ABRAVA; 2008

5.2 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS EQUIPAMENTOS

5.2.1 – Coletor Solar

O coletor solar utilizado neste trabalho foi fabricado pela ARKSOL – Modelo ACS 2000. Sua instalação foi composta por duas unidades do tipo placa-tubos conectada em paralelo. Cada unidade possui as seguintes características:

Dimensões: 2 m de comprimento e 1 m de largura, possuindo área externa de 2 m² e área transparente de 1,86 m²; 07 (sete) tubos em paralelo (diâmetro: 12 mm e espaçamento entre os tubos de: 125 mm). A grade de suporte dos tubos é conectada por soldagem a uma chapa de cobre. Esta chapa é pintada com tinta preta fosca, resistente a altas temperaturas.

Todo o sistema: tubos e chapa de cobre, definidos como a placa absorvedora, são montados em uma caixa de alumínio. A placa absorvedora possui isolamento de 25 mm de espessura de lã de vidro na sua parte inferior e na parte frontal uma lâmina de vidro de 3 mm de espessura. Para que todo o sistema se mantenha isento de umidade externa, este coletor utiliza borrachas de silicone para vedação.

O peso do coletor é de 28 kg e a pressão de operação de 400 kPa. Sua produção mensal de energia chega a 134 kWh/m².mês e os testes de desempenho realizado, de acordo com as normas da ABNT NBR 10184:88 e ASHRAE Standard 93-77:77 mostraram uma eficiência de 49%.



Figuras 35 e 36 – Vista do coletor solar montado em residência unifamiliar

5.2.2 – Reservatório

O reservatório térmico para armazenamento de água quente, fornecido pela ARKSOL – Modelo ARSTI H 400 é constituído por um corpo cilíndrico em aço inoxidável, isolado termicamente com poliuretano. Possui comprimento de 1.390 mm e diâmetro externo de 715 mm. Sua pressão de funcionamento corresponde a 40 kPa. Nas suas laterais encontram-se as tubulações hidráulicas de entrada e saída de água.



Figuras 37 e 38 – Vista do reservatório térmico montado em residência unifamiliar



Figuras 39 e 40 – Vista das posições das tubulações hidráulicas de entrada e saída de água do reservatório térmico

Na sua parte superior, encontra-se o suspiro, um tubo vertical com sua extremidade aberta para o ambiente cuja finalidade é manter a pressão do tanque a pressão atmosférica, como também servir de ladrão para o caso de transbordamento de água.

5.2.3 – Tubulações e Conexões Hidráulicas

As tubulações utilizadas no sistema de aquecimento são de dois tipos:

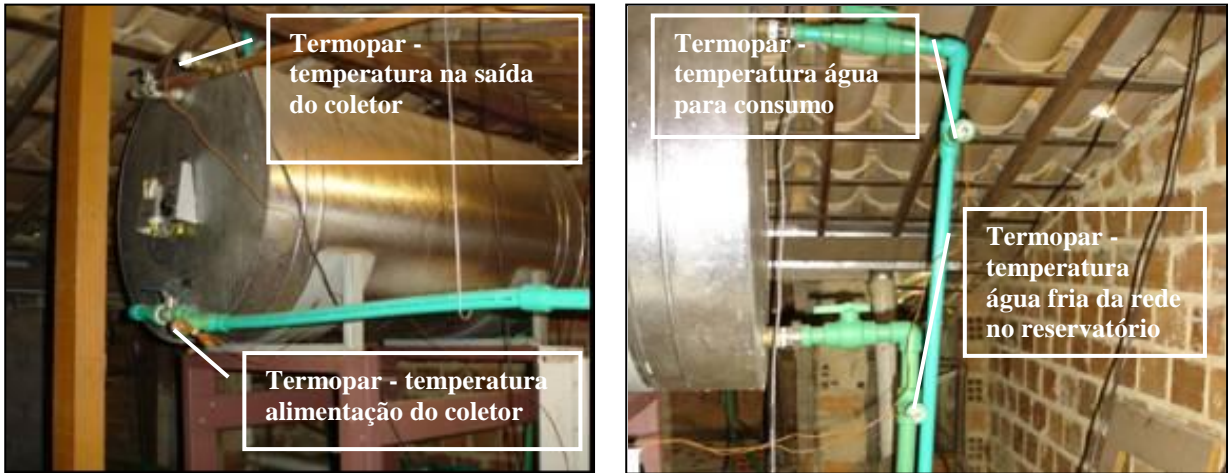
- Polipropileno → Tubo de polipropileno – Copolímero Random – Tipo 3 PN 20 – Este tipo, segundo o seu fabricante, Amanco do Brasil, é livre de incrustações e não requer isolamento térmico. Sua temperatura máxima de serviço é de: 80°C, pressão 400 kPa, diâmetro externo: 25 mm, diâmetro interno: 18 mm e espessura: 3,5 mm;
- Cobre comercial → Tubo de cobre comercial – Fabricante Eluma (Hidrolar) – Tipo Classe E – Diâmetro externo 22 mm.

O comprimento da tubulação que sai da placa coletora e entra no reservatório possui 5,51 m, e o comprimento da tubulação que sai do reservatório e entra na placa coletora tem 9,14 m.

5.2.4 – Instrumentação e Sistema para Aquisição de Dados

Os sensores meteorológicos foram instalados na própria base do coletor, a saber: temperatura ambiente (T_a , °C) e umidade relativa do ar (UR, % - HMP35C, Campbell Scientific, Inc. USA); Radiação Global (R_g , W - Piranômetro de termopilha de filme fino, tipo estrela - UNESP, Botucatu, Brasil); velocidade do vento (m/s - RM-Yong 03101-5, Campbell Scientific, Inc. USA. De forma a avaliar o comportamento térmico do sistema, foram instalados sensores de temperatura em quatro pontos utilizando-se termopares de cobre-constantan de tal modo a fornecerem os seguintes dados:

- Temperatura de entrada da água fria da rede no reservatório térmico;
- Temperatura de saída de água do coletor solar;
- Temperatura de saída de água fria na base do reservatório térmico (alimentação dos coletores);
- Temperatura de saída para consumo.



Figuras 41 e 42 – Apresentação da posição dos sensores para as medições de temperatura



Figura 39 – Pinanômetro, anemômetro e sensor para temperatura ambiente

Os dados foram obtidos a cada 10 segundos e as médias registradas a cada 10 minutos em um sistema de aquisição automática “DATALLOGGER” (CR-10 Campbell Scientific, USA) alimentado por um painel fotovoltaico.



Figuras 43 e 44 – Sistema de aquisição de dados DATALLOGGER e vista do painel fotovoltaico

CAPÍTULO 6 – ANÁLISE ECONÔMICA

Segundo a ANEEL em seu site, o mercado de distribuição de energia elétrica do Brasil em 2000 apresentou as seguintes distribuições:

Tabela 8 – Mercado de distribuição brasileiro de energia elétrica

Região	Energia (MWh)	Mercado (%)
Centro Oeste	16.346.442	5,34
Nordeste	49.585.285	16,19
Norte	15.765.712	5,15
Sudeste	175.074.948	57,18
Sul	49.438.128	16,15

Fonte: ANEEL, 2008

Assim, a região nordeste ocupa a segunda posição no mercado de distribuição brasileira de energia elétrica. A participação da CEAL – Companhia Energética de Alagoas no mercado de distribuição de energia elétrica período janeiro a dezembro de 2007 segundo dados da ANEEL, correspondeu a 0,7736% no sistema nacional e 3,26% no sistema norte/nordeste.

A CEAL, em seu Relatório Anual de Administração - ano base 2007, mostra que sua área de concessão abrange aos 102 municípios do Estado de Alagoas. A venda de energia para este mesmo ano atendeu a 771.364 unidades consumidoras, 5,1% superior a 2006, quando atendia a 733.726. A venda de energia para o consumidor final alcançou 2.113 GWh, representando um acréscimo em relação a 2006 de 3,0%. Este volume de vendas ultrapassa em 11,7% ao do ano de 2000 (1.893 GWh), anterior ao racionamento de energia elétrica. As classes residencial, industrial e comercial representam 72,7% das vendas para o consumidor final.

O consumo médio mensal da classe residencial foi de 87,72 kWh, superior em 1,2% ao registrado em 2006 (86,71 kWh). No que diz respeito às perdas de energia, destaca-se a tendência de queda, em relação a 2006, que eram de 31,2% e baixaram para 30,7% em 2007. A energia injetada no sistema da CEAL pelos Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIEs) foi de 135 GWh em 2007. Esta dissertação está baseada nos valores das tarifas de energia elétrica utilizadas pela CEAL no período de 28/08/07 a 28/08/08, pois anualmente há reajuste tarifário e esta concessionária corresponde à maior distribuidora de energia elétrica

do estado de Alagoas e. A Tabela 9 apresenta as tarifas cobradas pela CEAL aos consumidores residenciais de baixa tensão de acordo com a faixa de consumo. É importante salientar que é cobrado um valor diferenciado do ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços, de acordo com o consumo de energia elétrica.

Tabela 9 – Tarifas convencionais de energia elétrica para baixa tensão

Classe Residencial Baixa Tensão (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	ICMS (%)	Custo Final ao Consumidor (R\$/kWh)
Até 30	0,11896	Zero	0,11896
de 31 a 80	0,20392	17	0,23857
de 81 a 100	0,20514	17	0,24001
de 101 a 140	0,30767	17	0,35100
Superior ao limite regional de 140	0,34190	25	0,42738

Fonte: CEAL, 2008

Devido às diferenças de tarifas praticadas pela CEAL e considerando que os investimentos em conservação de energia, sob o ponto de vista do consumidor, são avaliados confrontando-se a tarifa de energia elétrica, este estudo utilizará para o cálculo de viabilidade econômica os valores apresentados na Tabela 10, que representam a faixa de consumo para os consumidores de baixa, média e alta renda como também englobando a menor e maior alíquota de ICMS.

Tabela 10 – Tarifas consideradas para análise de viabilidade econômica

Tarifa	Consumo (kWh)	Consumidor	Custo Final ao Consumidor (R\$/kWh)
1	de 81 a 100	Baixa renda	0,23857
2	De 101 a 140	Média renda	0,35100
3	Superior ao limite regional de 140	Alta renda	0,42738

Fonte: Elaboração própria, 2008

Segundo MADUREIRA (1995), para o setor elétrico e para a sociedade, a diferença entre o custo de conservar energia e o de fornecê-la representa o ganho ou a economia unitária. Já para o consumidor residencial, é a diferença entre o custo de conservar energia e a tarifa

praticada que determina essa economia unitária. Dessa forma, pode-se verificar a atratividade das opções através do retorno anual do investimento.

Os valores levantados para o sistema de aquecimento foram realizados no segundo semestre de 2007. Todos os cálculos foram baseados na moeda nacional, o Real, pois o dólar-americano não representaria de fato os aumentos praticados pelos fabricantes e pelas concessionárias de energia elétrica brasileira devido as suas grandes oscilações no mercado da Bolsa de Valores. A Tabela 11 apresenta as condições econômicas para o sistema de aquecimento solar estudado. Esses valores são correntes e foram levantados em fevereiro de 2008.

Tabela 11 – Valores econômicos para o sistema de aquecimento solar

Custo do coletor solar	R\$ 804,00
Custo do reservatório térmico	R\$ 814,00
Transporte dos equipamentos	R\$ 350,00
Custo dos misturadores	R\$ 600,00
Custo das tubulações e conexões hidráulicas	R\$ 895,00
Custo da instalação do sistema	R\$ 412,00
Custo de manutenção anual	1% do custo inicial
	0,23857
Valores do kWh	0,35100
	0,42738

Fonte: Elaboração própria, 2008

Para o cálculo da viabilidade econômica do projeto é necessário determinar a fração solar⁶ no sistema que pode ser calculada segundo a equação 70.

$$f_{mês} = \frac{Q_{solar}}{L_{mês}} \quad (70)$$

Onde:

f = fração solar

Q_{solar} = contribuição do sistema de aquecimento solar

$L_{mês}$ = demanda mensal de energia

⁶ A fração solar é uma relação entre a oferta de energia proporcionada pelo sistema de aquecimento solar e a demanda total de energia requerida para atender o nível de conforto requerido pelo consumidor.

A fração solar segundo PEREIRA *et al* (2003), é dependente das condições do clima local, da temperatura desejada para armazenamento de água, dos parâmetros de projeto, do coletor solar selecionado e da demanda específica de energia⁷. Para calcular a fração solar de um sistema BECKMAN, KLEIN e DUFFIE, (1977) desenvolveram uma ferramenta simples, conhecida como “*f-chart*”. O método “*f-chart*” utiliza dois parâmetros adimensionais e empíricos como apresentados nas equações abaixo:

$$X = \frac{A_c F_R U_L (T_{REF} - T_{amb}) \Delta t_{mês}}{DE_{mês}} \quad (71)$$

$$Y = \frac{A_c F_R (\tau_c \alpha_p) H_T N_{mês}}{DE_{mês}} \quad (72)$$

Onde:

A_c = área total do coletor solar, m²;

$F_R U_L$ = produto do fator de remoção e coeficiente global de perdas térmicas do coletor solar, W/m².°C;

T_{REF} = temperatura de referência, considerada constante e igual a 100°C;

T_{amb} = temperatura ambiente média para o mês de referência, °C;

$\Delta t_{mês}$ = duração do mês, em segundos;

$DE_{mês}$ = demanda total de energia para o aquecimento do volume de água, kWh/mês;

$F_R (\tau_c \alpha_p)_q$ = produto do fator de remoção, transmissividade do vidro e absorvidade da tinta do coletor solar, para o ângulo médio de incidência da radiação direta⁸, adimensional;

H_T = radiação solar diária em média mensal incidente no plano coletor por unidade de área, kWh/m².dia;

$N_{mês}$ = número de dias do mês.

Com os valores dos parâmetros X e Y, fazendo-se as devidas correções de unidades para que X e Y sejam adimensionais, é utilizada a equação empírica 72 proposta por KLEIN apud PEREIRA *et al*. (2003) para calcular a fração solar:

$$f = 1,029 Y - 0,065 X - 0,245 Y^2 + 0,0018 X^2 + 0,0215 Y^3 \quad (72)$$

⁷ Este parâmetro está associado ao nível de conforto térmico requerido pelo consumidor.

⁸ De modo geral, pode ser considerado igual a 96% do valor medido experimentalmente nos ensaios do PBE/INMETRO – Programa Brasileiro de Etiquetagem do Instituto Nacional de Metrologia.

A fração solar foi calculada mensalmente considerando as temperaturas e níveis de radiação médios mensais para a cidade de Maceió/AL. É importante salientar que os dados de radiação solar obtidos pelo Atlas Solarimétrico do Brasil – UFPE, (2000) referem-se a uma situação de raios incidentes numa superfície horizontal. Portanto, é necessário corrigir esses valores para uma superfície inclinada já que o coletor solar encontra-se numa determinada inclinação para um máximo aproveitamento da energia solar. Os valores foram corrigidos pelo programa SUNDATA V1.0 do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB, (2008) – considerando a latitude de $-9^{\circ} 39' 57''$ e longitude de $35^{\circ} 44' 07''$ para o Município de Maceió/AL.

As Tabelas 12, 13 e 14 apresentam os dados de temperatura ambiente média, radiação solar média no plano horizontal e radiação solar média no plano inclinado.

Tabela 12 – Temperatura ambiente média mensal para Maceió/AL

Maceió	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
T _{amb} (°C)	26,2	26,3	25,3	25,9	25,1	24,3	23,7	23,5	23,9	24,1	24,4	24,8

Fonte: INMET, 2007.

Tabela 13 – Radiação solar média no plano horizontal mensal para Maceió/AL

Maceió	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
H _{Tamb} (kWh/m ²)	6,1	5,8	5,6	4,6	4,6	4,1	4,2	5,3	5,3	6,0	6,8	6,2

Fonte: Atlas Solarimétrico do Brasil - UFPE, 2000.

Tabela 14 – Radiação solar média no plano inclinado média mensal para Maceió/AL

Maceió	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
H _{Tamb} (kWh/m ²)	6,4	5,8	5,3	4,0	3,7	3,2	3,4	4,4	4,8	5,9	7,1	6,5

Fonte: CRESESB, 2008.

Para obtermos a fração solar anual, é utilizada a equação apresentada por PEREIRA (2003) como sendo:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{12} f_i L_i}{\sum_{i=1}^{12} L_i} \quad (72)$$

Para os cálculos da fração solar realizados nesta dissertação, foram considerados os seguintes valores:

$$F_R U_L = 7,231 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \text{ (retirado do cálculo da eficiência do coletor)}$$

$$F_R (\tau_c \alpha_p)_\theta = 0,812 \text{ (retirado do cálculo da eficiência do coletor)}$$

$$T_{REF} = 100^\circ\text{C}$$

A planilha de cálculo detalhada para o cálculo da fração solar é apresentada no Apêndice A.

A Figura 45 mostra a variação mensal da fração solar e superfície inclinada para o município de Maceió/AL.

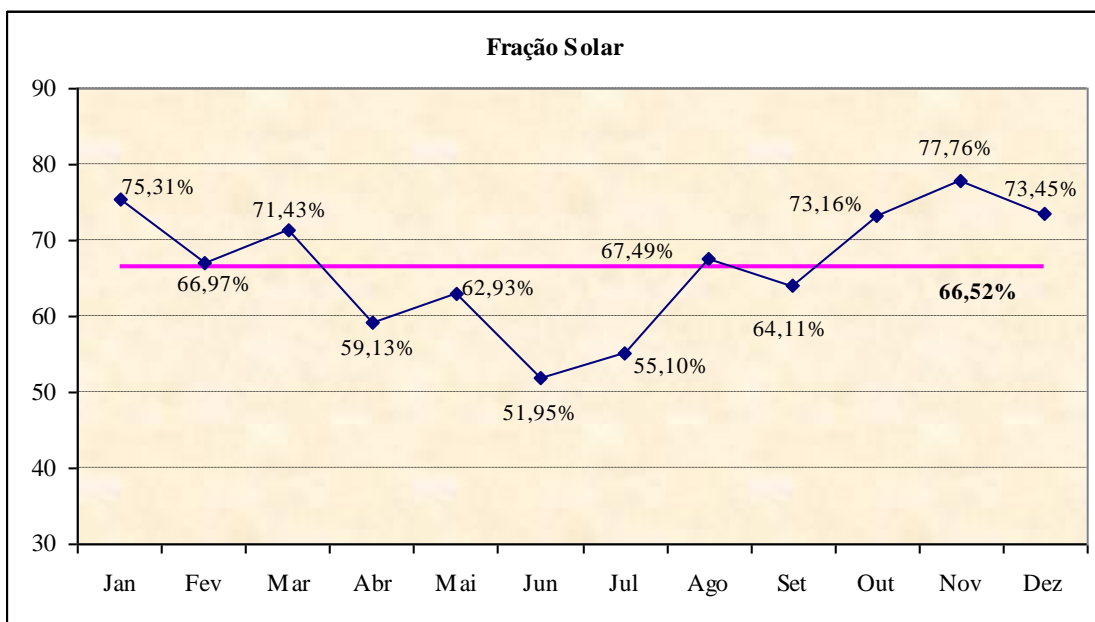


Figura 45 – Variação da fração solar em Maceió/AL. Fonte: Elaboração própria.

6.1 – Dados para Análise da Viabilidade

Abaixo será apresentada na Tabela 15 dados referente às entradas e saídas do projeto estudado. A planilha contempla os dados técnicos e financeiros referentes ao sistema de aquecimento solar, e mostrará o tempo de retorno do investimento, o qual determinará se o projeto é viável ou não. A análise será realizada para o período de 20 anos, tempo correspondente à vida útil dos sistemas de aquecimento solar de água.

No Apêndice B é apresentada a planilha utilizada para calcular a viabilidade econômica do projeto estudado.

Tabela 15 – Entradas e saídas do projeto estudado para análise de viabilidade econômica

Dados de Consumo		
Unidade	: Residência unifamiliar de médio porte	
Número de usuários	: 04 (quatro)	
Consumo médio por usuário	: 99 litros/dia	
Demanda diária de água quente	: $4 \times 99 = 396$ litros/dia	
Volume do reservatório térmico	: 400 litros	
Temperatura ambiente local	: 19° C	
Demanda de energia mensal	: 496,58 kWh	
Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar		
Fração solar	: 0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	: $496,58 \times (1 - 0,6652) = 166,25$ kWh	
% de economia mensal	: 66,52	
Economia mensal de energia elétrica	: $496,58 - 166,25 = 330,33$ kWh	
Economia anual de energia elétrica	: $330,33 \times 12 = 3.963,96$ kWh	
Valor total do investimento (instalação e operação)	: R\$ 3.875,00	
Manutenção	: 1% ao ano do valor total investido	
Dados Financeiros		
Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos	6,3% ao ano	
Economia de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
$330,33 \times 0,2357 =$	$330,33 \times 0,3510 =$	$330,33 \times 0,4273 =$
R\$ 77,86 (mensal)	R\$ 115,95 (mensal)	R\$ 141,15 (mensal)
$77,86 \times 12 =$ R\$ 934,32 (anual)	$115,95 \times 12 =$ R\$ 1.391,40 (anual)	$141,15 \times 12 =$ R\$ 1.693,80 (anual)
Gasto de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
$166,25 \times 0,2357 =$	$166,25 \times 0,3510 =$	$166,25 \times 0,4273 =$
R\$ 39,18 (mensal)	R\$ 58,35 (mensal)	R\$ 71,04 (mensal)
$39,18 \times 12 =$ R\$ 470,16 (anual)	$58,35 \times 12 =$ R\$ 700,2 (anual)	$71,04 \times 12 =$ R\$ 852,48 (anual)

Fonte: Elaboração própria.

A taxa mínima de atratividade, que corresponde à melhor remuneração que poderia ser obtida com o emprego do capital e um investimento alternativo, foi considerada como sendo 11,25% ao ano. Baseada no SELIC – Sistema Especial de Liquidação e Custódia, referente a janeiro de 2008.

Serão apresentados na Tabela 16, os resultados obtidos do VPL⁹, TIR¹⁰ e *payback*¹¹ para as diferentes tarifas consideradas nesta dissertação. Vale ressaltar que para que o projeto se torne viável economicamente, é necessário que o VPL seja maior que zero e que a TIR seja superior a taxa mínima de atratividade.

Tabela 16 – Resultados obtidos para as diferentes tarifas simuladas

Tarifas	VPL (20 anos)	TIR (20 anos)	<i>Payback</i> simples ¹² (meses)
0,2357 R\$/kWh	R\$ 1.826,05	17%	78
0,3510 R\$/kWh	R\$ 4.290,01	24%	56
0,4273 R\$/kWh	R\$ 5.919,75	28%	48

Fonte: Elaboração própria

A Figura 46 mostra o *payback* obtido para o projeto estudado.

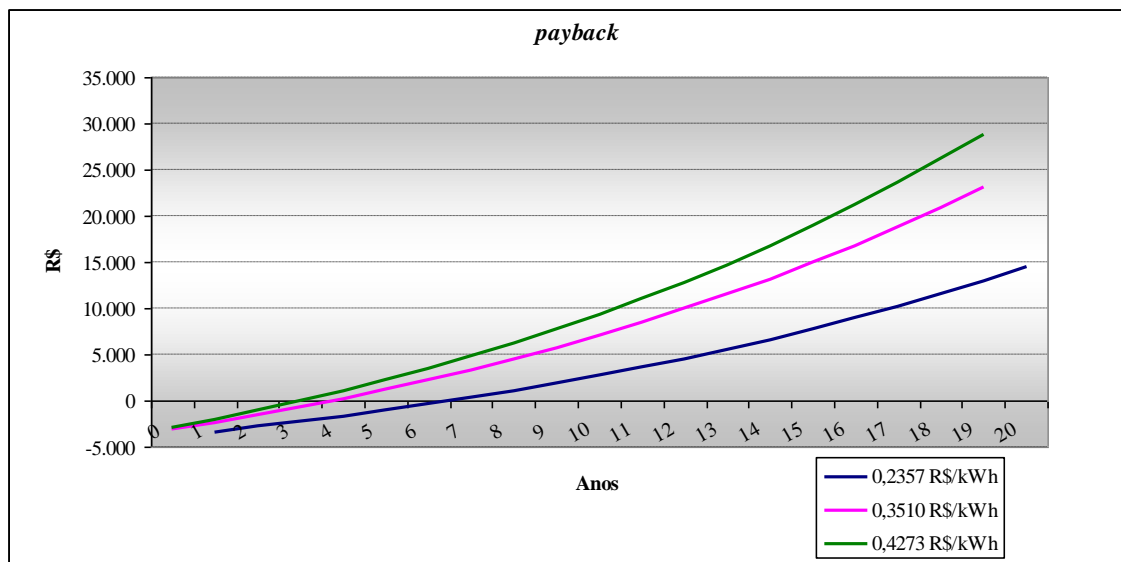


Figura 46 – Representação do *payback* para as tarifas simuladas. Fonte: Elaboração própria.

⁹ VPL – Valor Presente Líquido: representa o valor de todas as receitas e despesas obtidas durante o período do projeto na data atual. Para isso, utiliza-se uma taxa de atratividade, ou seja, uma taxa de rentabilidade mínima aceitável, que poderia ser obtida a partir de outro investimento.

¹⁰ TIR – Taxa Interna de Retorno: é a taxa de remuneração do capital investido.

¹¹ *payback*: é o tempo de retorno de um investimento.

¹² A taxa de juros (*i*) é constante, incidindo apenas sobre o capital investido, assim dizemos que estamos trabalhando em um regime de juros simples.

6.2 – Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade tem por objetivo verificar o comportamento do sistema quando alterado alguns parâmetros centrais. Para esta dissertação, foram simuladas as seguintes situações:

- Temperatura de armazenamento no reservatório térmico: 50°C e 60°C;

6.2.1 – Temperatura de Armazenamento do Reservatório Térmico

Para dimensionar um sistema de aquecimento solar, é necessário saber qual a temperatura desejada para armazenamento da água quente. Para o dimensionamento desta pesquisa, esta foi considerada 55°C.

Supondo que o reservatório possa ficar a uma temperatura mais baixa a 50°C ou mais alta a 60°C dependendo da temperatura ambiente durante os meses do ano e com o mesmo número de coletores solares calculados a partir da situação do projeto de 55°C. As outras variáveis serão consideradas constantes. Assim, temos:

→ Simulação para a Temperatura de Armazenamento de 50°C e 60°C

O cálculo da demanda de energia para a temperatura considerada está apresentado abaixo e os resultados obtidos para estes casos constam nas Tabelas 17 e 18.

Demanda para armazenar 50°C:

$$D.E._{mês} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times \frac{11.880 L}{1000} \times \frac{4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \times (50 - 19) ^\circ C}{3.600}$$

$$D.E._{mês} = 427,61 kWh / mês$$

Demanda para armazenar 60°C:

$$D.E._{mês} = 1000 \frac{kg}{m^3} \times \frac{11.880 L}{1000} \times \frac{4,18 \frac{kJ}{kg \cdot ^\circ C} \times (60 - 19) ^\circ C}{3.600}$$

$$D.E._{mês} = 565,55 kWh / mês$$

Tabela 17 – Análise do comportamento do sistema para uma temperatura de armazenamento de 50°C

Dados de Consumo		
Unidade	: Residência unifamiliar de médio porte	
Número de usuários	: 04 (quatro)	
Consumo médio por usuário	: 99 litros/dia	
Demanda diária de água quente	: 4 x 99 = 396 litros/dia	
Volume do reservatório térmico	: 400 litros	
Temperatura ambiente local	: 19° C	
Demanda de energia mensal	: 427,61 kWh	
Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar		
Fração solar	: 0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	: 427,61 x (1 - 0,6652) = 143,16 kWh	
% de economia mensal	: 66,52	
Economia mensal de energia elétrica	: 427,61 – 143,16 = 284,45 kWh	
Economia anual de energia elétrica	: 284,45 x 12 = 3.413,40 kWh	
Valor total do investimento (instalação e operação)	: R\$ 3.875,00	
Manutenção	: 1% ao ano do valor total investido	
Dados Financeiros		
Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos	6,3% ao ano	
Economia de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
284,45 x 0,2357 =	284,45 x 0,3510 =	284,45 x 0,4273 =
R\$ 67,04 (mensal)	R\$ 99,84 (mensal)	R\$ 121,54 (mensal)
67,04 x 12 = R\$ 804,48 (anual)	99,84 x 12 = R\$ 1.198,08 (anual)	121,54 x 12 = R\$ 1.458,48 (anual)
Gasto de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
143,16 x 0,2357 =	143,16 x 0,3510 =	143,16 x 0,4273 =
R\$ 33,74 (mensal)	R\$ 50,25 (mensal)	R\$ 61,17 (mensal)
33,74 x 12 = R\$ 404, 88 (anual)	50,25 x 12 = R\$ 603,00 (anual)	61,17 x 12 = R\$ 734,04(anual)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 18 – Análise do comportamento do sistema para uma temperatura de armazenamento de 60°C

Dados de Consumo		
Unidade	: Residência unifamiliar de médio porte	
Número de usuários	: 04 (quatro)	
Consumo médio por usuário	: 99 litros/dia	
Demanda diária de água quente	: 4 x 99 = 396 litros/dia	
Volume do reservatório térmico	: 400 litros	
Temperatura ambiente local	: 19° C	
Demanda de energia mensal	: 565,55 kWh	
Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar		
Fração solar	: 0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	: 565,55 x (1 - 0,6652) = 189,35 kWh	
% de economia mensal	: 66,52	
Economia mensal de energia elétrica	: 565,55 – 189,35 = 376,20 kWh	
Economia anual de energia elétrica	: 376,20 x 12 = 4.514,40 kWh	
Valor total do investimento (instalação e operação)	: R\$ 3.875,00	
Manutenção	: 1% ao ano do valor total investido	
Dados Financeiros		
Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos	6,3% ao ano	
Economia de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
376,20 x 0,2357 =	376,20 x 0,3510 =	376,20 x 0,4273 =
R\$ 88,67 (mensal)	R\$ 132,05 (mensal)	R\$ 160,75 (mensal)
88,67 x 12 = R\$ 1.064,04 (anual)	132,05 x 12 = R\$ 1.584,60 (anual)	160,75 x 12 = R\$ 1.929,00 (anual)
Gasto de energia elétrica		
0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
189,35 x 0,2357 =	189,35 x 0,3510 =	189,35 x 0,4273 =
R\$ 44,63 (mensal)	R\$ 66,46 (mensal)	R\$ 80,91 (mensal)
44,63 x 12 = R\$ 535,56 (anual)	66,46 x 12 = R\$ 797,52 (anual)	80,91 x 12 = R\$ 970,92 (anual)

Fonte: Elaboração própria.

Serão apresentados na Tabela 19, os resultados obtidos do VPL, TIR e *payback* para as diferentes tarifas consideradas nesta dissertação.

Tabela 19 – Resultados obtidos de VPL, TIR e *payback* para as temperaturas de 50° e 60°C simuladas

Temperatura Reservatório	50°C			60°C		
Tarifas	VPL (20 anos)	TIR (20 anos)	Payback (meses)	VPL (20 anos)	TIR (20 anos)	Payback (meses)
0,2357 R\$/kWh	R\$ 1.125,76	15%	80	R\$ 2.524,73	19%	71
0,3510 R\$/kWh	R\$ 3.247,54	21%	64	R\$ 5.330,73	27%	51
0,4273 R\$/kWh	R\$ 4.650,92	25%	54	R\$ 7.186,72	31%	43

Fonte: Elaboração própria

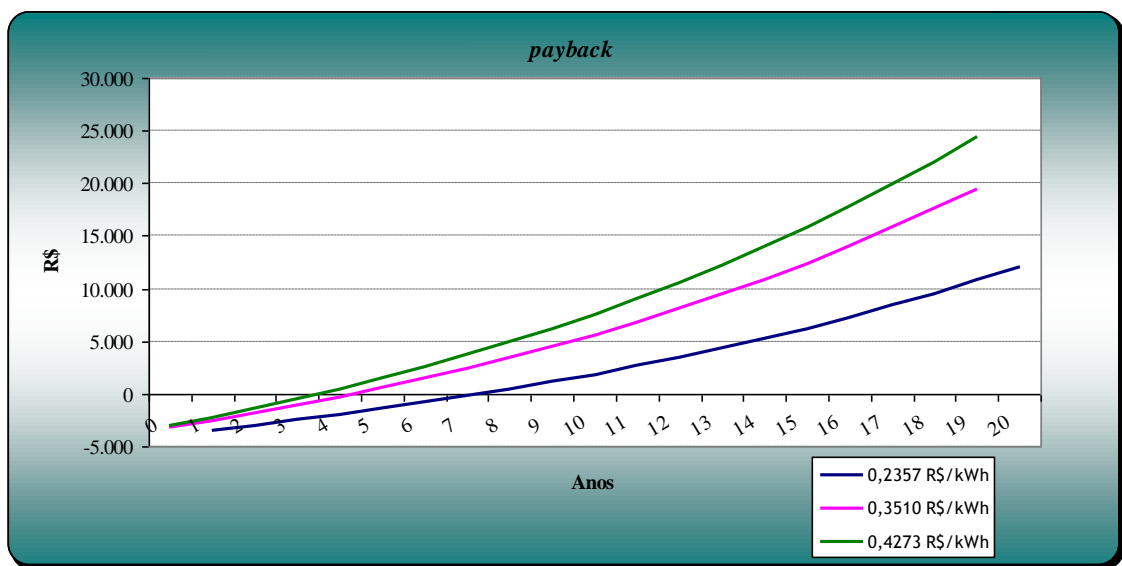


Figura 47 – Representação do *payback* para a temperatura de 50°C simulada. Fonte: Elaboração própria.

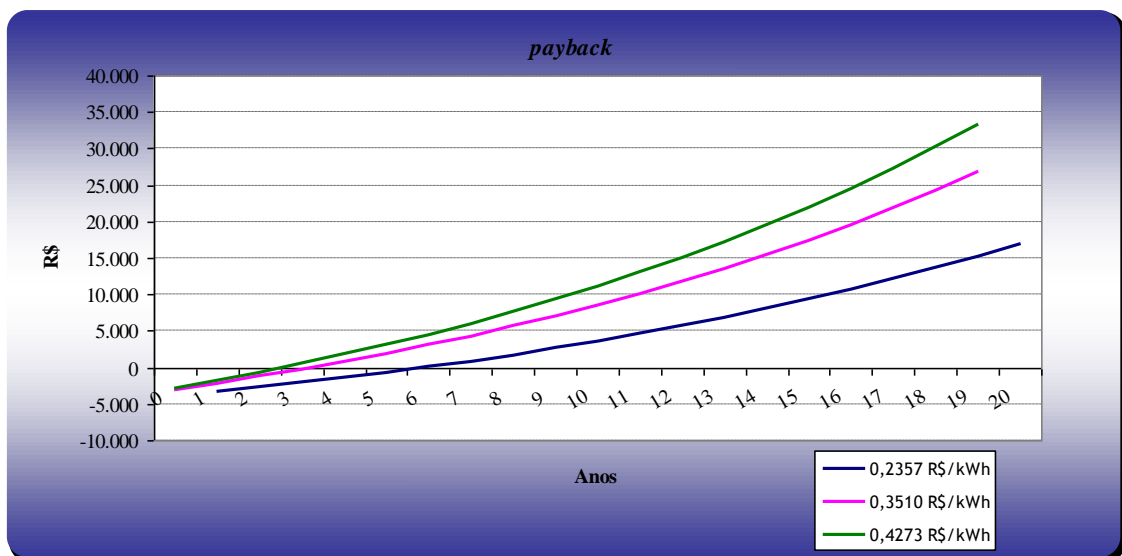


Figura 48 – Representação do *payback* para a temperatura de 60°C simulada. Fonte: Elaboração própria.

CAPÍTULO 7 – RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo leva em conta a avaliação dos resultados obtidos na análise da viabilidade econômica.

O projeto só deverá ser viável quando a sua taxa interna de retorno superar o custo de capital, significando que o investimento estará rendendo mais que o custo dos recursos usados no projeto como um todo. Como a TIR é um indicador de rentabilidade do projeto, esta deve ser comparada com a taxa mínima de atratividade do investimento para avaliar a viabilidade ou não do projeto. Assim, sendo a TIR superior à taxa mínima de atratividade, a análise deve recomendar o investimento do projeto.

Os resultados apresentados indicam que a substituição do chuveiro elétrico convencional pelo sistema de aquecimento solar é viável para todas as tarifas consideradas: consumidores de renda baixa, média a alta. Pois, a taxa interna de retorno obtida apresenta valores superiores à taxa mínima de atratividade considerada para os cálculos (11,25%).

A economia gerada é de R\$ 1.826,05 para os consumidores de baixa renda, recuperando o investimento realizado em 6,5 anos (78 meses) de uso do sistema de aquecimento solar.

A economia gerada é de R\$ 4.290,01 para os consumidores de renda média, recuperando o investimento realizado em 4,7 anos (56 meses) de uso do sistema de aquecimento solar.

A economia gerada é de R\$ 5.919,75 para os consumidores de renda alta, recuperando o investimento realizado em 4 anos (48 meses) de uso do sistema de aquecimento solar.

Foi feita uma análise para verificar a sensibilidade dos resultados frente à variação da temperatura de armazenamento da água quente no reservatório térmico, e os resultados confirmam a viabilidade destes projetos.

Observa-se que quando a temperatura do reservatório térmico diminui, conseqüentemente a quantidade de energia necessária para atender à demanda de água quente diminui, pois o diferencial entre a temperatura do reservatório e a temperatura ambiente diminui.

Como a quantidade de energia que poderá ser fornecida pela energia solar se manteve constante, a fração solar permanecerá igual a que foi calculada para o sistema dimensionado. Dessa forma, em alguns meses do ano, quando a fração solar for mais alta não haverá necessidade da utilização de energia auxiliar, apesar de o custo com a demanda contratada continuar existindo. Para o projeto estudado, observou-se que não foi necessário utilizar sistema de energia auxiliar em nenhum período do ano.

Quando a temperatura desejada do reservatório térmico é maior (60°C) que a temperatura cujo projeto foi dimensionado (55°C), a quantidade de energia demandada é maior pois o diferencial de temperatura é maior, no entanto a quantidade de energia máxima que poderá ser fornecida ao sistema pela energia solar será a do caso estudado, em virtude ao número de coletores serem limitados.

Analisando economicamente a variação da temperatura de armazenamento do reservatório térmico para os consumidores de baixa, média e alta renda, observou-se que tanto a economia como o tempo de retorno possuem melhores índices em relação ao caso estudo quando se aumenta a temperatura para 60°C .

CAPÍTULO 8 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo desta dissertação foi de estudar a viabilidade econômica na substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar de forma a contribuir na conservação da energia.

A utilização de sistema de aquecimento solar é dependente da implantação de medidas de incentivo nos aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais. Projetos e medidas podem estimular o crescimento desta tecnologia no Brasil. Apesar dos efeitos favoráveis ao meio ambiente e ao econômico, algumas barreiras impedem sua expansão, dentre elas: os custos iniciais de instalação, que são considerados ainda bastante elevados quando comparados aos sistemas convencionais de aquecimento e a falta de financiamento a juros adequados.

O uso da energia solar para aquecimento de água é extremamente vantajoso no Brasil. Além de o país ter uma grande insolação, há fabricantes nacionais que dominam toda a tecnologia necessária à captação de energia solar para fins de aquecimento de água. Outro aspecto importante está no desafogamento do sistema de energia elétrica, a energia solar eliminaria a necessidade de se aquecer a água de chuveiros apenas com eletricidade.

Embora pouco significativa diante do grande potencial existente, existem vários projetos de aproveitamento de energia solar para aquecimento de água no Brasil. Esta tecnologia tem sido bastante aplicada principalmente em residências onde o aquecimento da água pelo chuveiro elétrico possui uma grande contribuição no valor da conta de energia. De modo geral, projetos de edificações no Brasil recebem pouca atenção quanto ao uso racional de energia, principalmente devido à falta de legislação que imponha limites de consumo e da falta de profissionais qualificados para atuar nesse campo multidisciplinar.

O crescimento do consumo residencial é realmente bastante preocupante, portanto, não basta somente os órgãos governamentais criarem legislação a respeito, é preciso que os consumidores tomem conhecimento e saibam que se podem obter grandes benefícios com o uso de equipamentos que promovam a conservação da energia. A redução do consumo de energia elétrica residencial pode reduzir o problema da falta de energia, ou pelo menos adiar os grandes investimentos no setor elétrico.

A substituição do chuveiro elétrico por aquecedor solar mostrou-se viável, gerando uma economia para o consumidor de baixa renda de R\$ 1.826,05, para o de média renda de R\$ 4.290,01 e alta renda de R\$ 5.919,75 durante os 20 anos de projeto.

O tempo de retorno de 6,5 anos para os consumidores de baixa renda, 4,7 anos para os de média renda e 4 anos para os de alta renda, justificou-se com base no investimento inicial (normalmente elevado) e pelas tarifas de energia elétrica da concessionária local.

Nos sistemas de aquecimento solar, a maior parte dos custos é devido ao seu investimento inicial, os custos de operação e manutenção são baixos. A utilização de uma linha de financiamento pelo empreendedor melhora seu lucro.

Foi constatado que a participação da energia solar para a geração de calor, é dependente da fração solar a qual é função da localização do projeto, pois são utilizados valores de temperatura ambiente e radiação solar local. Assim, em algumas situações a energia solar não poderá ser capaz de suprir sozinha a quantidade de energia requerida para a demanda de consumo, neste caso é necessário acionar um sistema de apoio convencional.

A previsão do aumento da energia elétrica pode impactar o lucro do projeto, mas mesmo considerando que haverá reajuste anual na tarifa de energia elétrica para os próximos 20 anos, os resultados obtidos apresentam que o projeto é extremamente viável.

O potencial climático, tecnológico e econômico do Município de Maceió/AL mostra-se favorável para o desenvolvimento da energia solar em geral e da penetração planejada de aquecedores solares.

Recomenda-se que as construções de casas e edifícios sejam projetadas de forma a permitirem a utilização de coletores solares pelos usuários. É importante buscar incentivos nas áreas de pesquisas e desenvolvimento da tecnologia solar, pois ainda há uma grande caminhada a ser percorrida na descoberta de novos modelos mais eficientes que auxiliem na conservação da energia.

Sugere-se para futuros trabalhos, conhecer o número de residências com sistemas solares de aquecimento solar de água em Maceió/AL de forma a avaliar o potencial de conservação de energia elétrica.

Como esta tese foi realizada numa região onde a disponibilidade de energia solar é bastante significativa, é importante estudar também o comportamento deste sistema em regiões com baixo potencial de insolação e radiação solar, como no sul do país.

Finalmente, ressaltamos que os resultados obtidos neste trabalho permitem colocar em evidência que o uso e aproveitamento da energia solar é bastante viável e pode representar em alguns anos uma economia extremamente significativa, reduzindo o consumo da energia elétrica seja no horário de ponta ou não.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalações Prediais de Água Fria – NBR – 5626/98 São Paulo, 1998.

_____. Instalações Prediais de Água Quente – NBR – 7198/93. São Paulo, 1993.

ABRAVA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. Disponível em <http://www.abrava.com.br/>. Acesso em janeiro 2008.

ALMANZA, R.; LENTZ, A.; JIMÉNEZ, G. Receiver behavior in direct steam generation with parabolic troughs. Solar Energy, v.61, n.4, p.275-8, 1997.

AMBIENTE BRASIL – Conservação de Energia. Online. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Acesso em setembro de 2008.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Atlas de Energia Elétrica do Brasil. Energia Solar. Brasília: ANEEL, 2002. 153p. Online. Disponível em: <<http://aneel.gov.br>>. Consulta em: janeiro de 2008.

_____. Tabelas e gráficos energéticos. Disponível em: <<http://aneel.gov.br>>. Consulta em: fevereiro de 2008.

_____. CARRARO, B. Energia solar: alternativa para regiões no Brasil? São Paulo Energia, novembro 1988.

ARKSOL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA. Online. Disponível em: <http://www.arksol.com.br/>. Acesso em março 2008.

ASHRAE – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATION AND AIR CONDITION ENGINEERS. ASHRAE: Systems and Equipment Handbook. New York: ASHRAE, 1996.

- BAPTISTA, A. S. C. Análise da Viabilidade Econômica da Utilização de Aquecedores Solares de Água em Resorts no Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, 2006. 171 p. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- BEZZERA, A. M. Aplicações Térmicas da Energia Solar. 3ª ed. João Pessoa: Editora Universitária, 1998. 242p.
- BECKMAN, WILLIAN A.; KLEIN, SANFORD A.; DUFFIE, JOHN A. “Solar Heating Design – By the f-Chart Method”, 1977, John Wiley & Sons. Inc.
- BORGES, T.P.F. Síntese Otimizada de Sistemas de Aquecimento Solar de Água. Campinas, 2000. 128 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas.
- BRAGA, Benedito et al. Introdução à Engenharia Ambiental. 2 ed. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2002. 305p.
- CARDOSO, F.F.; et al. Conservação de energia e uso de energias alternativas. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/organizacao/Departamentos/menupublicações2.asp>>
- CRESESB - CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO –Tutorial: Energia Solar. Capturado em 27 de fevereiro de 2007. Online. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/tutorial/solar/apstenergiasolar.htm#item-11>
- CEPEL - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA – CENTRO DE PRODUÇÕES TÉCNICAS - CPT. Tutorial: Energia Solar para Aquecimento de Água. Minas Gerais, 2001 (Energia Alternativa – Manual nº. 307).
- CEAL – Companhia Energética de Alagoas. Relatório Anual da Administração. Online. Disponível em: <http://www.ceal.com.br>. Acesso em julho de 2007.

- COLLARES-PEREIRA, M.; RABL, A. The average distribution of solar radiation – Correlations between diffuse and hemispherical and between daily and hourly insolation values. *Solar Energy*, v.22, n.2, p.155-64, 1979.
- CPFL – COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ. Pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo. Relatório básico. Rio de Janeiro, 1997. Online. Disponível em <http://www.cpfl.com.br>. Consulta em julho de 2008.
- COMGÁS – COMPANHIA DE GÁS DE SÃO PAULO. Relatório de Ação Comercial. São Paulo, 1993.
- COSTA, W. U. D.; COSTA, A. S.; LEITE, G. S. Gerenciamento pelo Lado da Demanda via Fluxo de Potência Ótimo com Restrições Intertemporais, 2007. Disponível em: www.labspot.ufsc.br/~simoies/pesquisa/pq-dsm.html.
- DIAS, R. A. Impactos da substituição de equipamentos na conservação de energia. Guaratinguetá, 1999. Cap.1, p.18-23. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Transmissão e Conversão de Energia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.
- DUFFIE, J.A., e BECKMAN, W.A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 2ª.ed., J.Wiley and Sons, New York, 1991.
- ELETROBRAS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos de Hábitos de Consumo. Relatório Ano Base 2005. Online. Disponível em: <http://www.eletrabras.gov.br>. Consulta em agosto de 2008.
- EIA – ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Online. Disponível em: <http://www.eia.doe.gov/>. Consulta em outubro de 2007.
- FISH, M.M.; GUIGAS, M.; DALENBACK, J.O. A review of large-scale solar heating systems in Europe. *Solar Energy*, v.63, n.6, p. 355-66, 1998.
- FURLANETTO, C. O Uso da Energia Elétrica no Setor Residencial. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

- GREEN SOLAR - Grupo de Estudos em Energia. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Disponível em: < <http://www.green.pucminas.br> > acessado em julho de 2008.
- HEALEY, H. M. Cost-effective solar applications for comercial and industrial facilities. *Journal Energy Engineering*, V. 94, nº 4, p. 34-45, 1997.
- HIDROSOL – Aquecedor Solar. Online. Disponível em <http://www.hidrosol.com.br/>. Acesso em outubro de 2007.
- HIRSCHFELD, H. Engenharia econômica e análise de custos. 7ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- HUDSON, L.G.; MARKELL, J. Solar techonology. Reston: Reston Publishi Company, 1985.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia – Consulta de dados da Estação de Maceió/Aeroporto. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br>> acessado em julho 2007.
- ILHA, M. S. O. Estudo de Parâmetros Relacionados com a Utilização de Água Quente em Edifícios Residenciais. São Paulo, 1991. 204p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- JARDIM, C.D. A Inserção da Geração Solar Fotovoltaica em Alimentadores Urbanos Enfocando a Redução do Pico de Demanda Diurno. Florianópolis, 2007. 166p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina.
- LA ROVERE, E. L. Conservação de energia em sua concepção mais ampla: estilos de desenvolvimento a baixo perfil de consumo de energia. In: LA ROVERE, E. L. et al. (edt); *Economia e tecnologia da energia*. Editora Marco Zero/FINEP, 1985, p.474-489.
- LIGHT, Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – Ciclo 1999/2000, Rio de Janeiro, LIGHT, 1999.

- LIMA, J. B. A. Otimização de Sistemas de Aquecimento Solar de Água em Edificações Residenciais Unifamiliares Utilizando o Programa TRNSYS. São Paulo, 2003. 123p. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- LIU, B. Y. H. JORDAN, R. C. The long-term average performance of flat plate solar energy collectors. *Solar Energy*, v.7, n.2, p. 53-74, 1963.
- MADUREIRA, R. G. Desenvolvimento e Avaliação Econômica de Tecnologia Solar para Conservação de Energia Elétrica em Aquecimento de Água no Setor Residencial: Uma Proposta de administração da demanda através de “Pré-Aquecedor Solar de Água para Chuveiros Elétricos de Potência Reduzida”. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1995.
- MILLER, G. T. *Living in the Environment*. Califórnia, Wadsworth Pub. Inc. 1985.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA – MME. Brasília, 2007. Tutorial: Balanço Energético Nacional. Capturado em: 24 de janeiro de 2007. Online. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>.
- MOHAMAD, A.A. Integrated solar collector-storage tank system with thermal diode. *Solar Energy*, v. 61, n. 3, p. 218-221, 1997.
- OLIVA, G. A.; BORGES, T. P. F. Teste de Campo Piloto com Pré-Aquecedor Solar de Água para Chuveiros Elétricos de Potência Reduzida. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA – II SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE ENERGIA. Rio de Janeiro, 22 a 25 de outubro de 1996.
- PETRUCCI, A.L. Modelos para previsão do comportamento de aquecedores de acumulação em sistemas prediais de água quente. São Paulo, 1998. 167p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- PETROBRÁS Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural – CONPET. Petrobrás, 2000, www.petrobras.com.br/conpet.

- PEREIRA, E. M. D. et al. Energia Solar Térmica. In: Fontes Renováveis de Energia do Brasil. Rio de Janeiro: Interciência: CENERGIA, 2003. p. 239 – 279.
- PRADO, R.T.A. Gerenciamento de demanda e consumo de energia para aquecimento de água em habitações de interesse social. São Paulo, 1991. 261p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- PRADO, R.T.A.; GONÇALVES, O.M. Gerenciamento de demanda e consumo de energia para aquecimento de água em habitações de interesse social: Resumo. São Paulo, PCC/EPUSP, 1992. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, BT/PCC/59).
- REINDL, D.; BECKMAN, W. A.; DUFFIE, J. A. Diffuse fractions correlations. Solar Energy, v.45, n.1, p. 1-7, 1990.
- RUDNICK, A. et al. A Study of Solar Collector Aging, Instalations and Materials Problems. Solar Energy, Oxford, v.36, n.2, p 227-40, 1986
- SALAZAR, J. Economia de Energia e Redução do Pico da Curva de Demanda para Consumidores de Baixa Renda por Agregação de Energia Solar Térmica. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- SANTOS, B. M. Metodologia de Dimensionamento de Sistemas de Aquecimento Solar para Secagem de Produtos Agrícolas. Campinas, 2004. 78p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- SANTOS, M. M. F. dos; ROSA, L. P. “Substituição da Energia Elétrica por Energia Solar para Aquecimento de Água em Residências e Hotéis: O Caso de Campos”. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, IX. 2002, Anais. Rio de Janeiro: COPPE; Clube de Engenharia; SBPE, 2002. Vol. IV, p. 1728-1735.
- SHARIAH, A.M.; LÖF, G.O.G. Effects of auxiliar heater on annual performance of thermosyphon solar water heater simulated under variable operating conditions. Solar Energy, v.60, n.2, p. 119-26, 1997.

- SIQUEIRA, A.M.O. Desenvolvimento de um programa de simulação computacional de sistemas de aquecimento solar par água. Porto Alegre, 2003. 131p. Dissertação de Doutorado – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SPRENGER, R.L. Aplicação do Sistema Fechado no Aquecimento Solar de Água de Baixo Custo para Reservatórios e Residenciais Isolados Termicamente: Concepção e Comissionamento de um Sistema Piloto de Testes. Curitiba, 2007. 105p. Dissertação de Mestrado – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.
- SOLETROL. Disponível em: <<http://www.soletrol.com.br>>. Acesso em setembro de 2007.
- TRANSEN Aquecedor Solar. Manual de Aquecimento solar. São Paulo: 2002. 43p.
- TREIS, F.L. Simulação de sistemas de aquecimento de água por energia solar com circulação natural. Porto Alegre, 1991. 98p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- TSILINGIRIS, P.T. Design, analysis and performance of low-cost plastic film large solar water eating systems. Solar Energy, v. 60, n.5, p. 245-256, 1997.
- UNIVERSIDADE DO PARANÁ – UFPR. Departamento de Física. Online. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/>. Consulta em abril de 2007.
- UFPE. Atlas Solarimétrico do Brasil – Banco de Dados Terrestres. Recife. Ed. Universitária, 111 p. 2000.
- ZILLES, R. Comparação experimental de testes de coletores solares planos com simulador e com radiação solar. Porto Alegre, 1987. 97p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

APÊNDICE

Apêndice A – Planilha para cálculo da fração solar

Apêndice B – Planilha para cálculo de viabilidade econômica

APÊNDICE A – PLANILHA PARA CÁLCULO DA FRAÇÃO SOLAR

FRAÇÃO SOLAR MENSAL															
Mês	Dias	T _{Ref} °C	T _{amb.} °C	H _T ⁽¹⁾ kWh/m ² .dia	H _T ⁽²⁾ kWh/m ² .dia	Área Coletor m ²	Dt _{mês} (10 ⁶ s)	D.E. kWh	F _R U _L W/m ² .°C	F _R (t _c a _p) _q W/m ² .°C	X	Y	f Mensal	f % Mensal	f*D.E
Janeiro	31	100	26,2	6,1	5,79	4,00	2,68	397,27	7,231	0,812	5,37	1,47	0,75	75,31	299,18
Fevereiro	28	100	26,3	5,8	5,63	4,00	2,42	395,89	7,231	0,812	5,38	1,29	0,67	66,97	265,14
Março	31	100	25,3	5,6	5,59	4,00	2,68	409,68	7,231	0,812	5,27	1,37	0,71	71,43	292,63
Abril	30	100	25,9	4,6	4,7	4,00	2,59	401,41	7,231	0,812	5,34	1,14	0,59	59,13	237,34
Mai	31	100	25,1	4,6	4,93	4,00	2,68	412,44	7,231	0,812	5,25	1,20	0,63	62,93	259,54
Junho	30	100	24,3	4,1	4,36	4,00	2,59	423,48	7,231	0,812	5,17	1,00	0,52	51,95	219,99
Julho	31	100	23,7	4,2	4,51	4,00	2,68	431,75	7,231	0,812	5,11	1,05	0,55	55,10	237,91
Agosto	31	100	23,5	5,3	5,51	4,00	2,68	434,51	7,231	0,812	5,09	1,28	0,67	67,49	293,23
Setembro	30	100	23,9	5,3	5,35	4,00	2,59	428,99	7,231	0,812	5,13	1,22	0,64	64,11	275,03
Outubro	31	100	24,1	6,0	5,92	4,00	2,68	426,23	7,231	0,812	5,15	1,40	0,73	73,16	311,85
Novembro	30	100	24,4	6,8	6,51	4,00	2,59	422,10	7,231	0,812	5,18	1,50	0,78	77,76	328,23
Dezembro	31	100	24,8	6,2	5,84	4,00	2,68	416,58	7,231	0,812	5,22	1,41	0,73	73,45	305,97
TOTAL								5.000,33					7,99		3.326,04

⁽¹⁾ Valores obtidos pelo Atlas Solarimétrico do Brasil (UFPE, 2000)

⁽²⁾ Valores corrigidos para superfície inclinada já que os valores constantes na coluna E são válidos para raios solares que incidem em superfície horizontal. Obtidos pelo programa SUNDATA V1.0 do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito - CRESESB, (2008)

FRAÇÃO SOLAR ANUAL = 66,52 %

APÊNDICE B – PLANILHA PARA CÁLCULO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

VIABILIDADE ECONÔMICA - TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO DO RESERVATÓRIO TÉRMICO A 55°C

Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar

Fração solar	0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	166,25	
% de economia mensal	66,52	
Economia mensal de energia elétrica	330,33	
Economia anual de energia elétrica	3.963,96	
Valor total do investimento (instalação e operação)	-3.875,00	
Manutenção	0,01	0,00083
	-38,75	-3,23

Dados Financeiros

Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos:	6,3%	
Taxa de atratividade	11,25%	0,1125
	Mensal	
Economia de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 77,86
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 115,95
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 141,15
Gasto mensal de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 39,18
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 58,35
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 71,04

Tarifas para simulação

0,2357 R\$/kWh

0,3510 R\$/kWh

0,4273 R\$/kWh

Período		Gasto com Energia Elétrica			Economia de Energia Elétrica(Tarifas)			Instalação Solar: Gastos (Manutenção + Energia Elétrica)		
		R\$/kWh			0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Fev	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Mar	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Abr	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Mai	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Jun	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Jul	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Ago	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Set	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Out	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Nov	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
	Dez	39,1851	58,3538	71,0386	R\$ 77,86	R\$ 115,95	R\$ 141,15	35,96	55,12	67,81
2º ano	Jan	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Fev	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Mar	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Abr	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Mai	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Jun	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Jul	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Ago	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Set	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Out	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Nov	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
	Dez	41,65379	62,03004	75,51406	R\$ 82,77	R\$ 123,25	R\$ 150,04	38,42	58,80	72,28
3º ano	Jan	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Fev	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Mar	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Abr	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Mai	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Jun	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Jul	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Ago	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Set	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Out	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Nov	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04
	Dez	44,27798	65,93793	80,27144	R\$ 87,98	R\$ 131,02	R\$ 159,50	41,05	62,71	77,04

4° ano	Jan	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Fev	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Mar	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Abr	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Mai	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Jun	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Jul	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Ago	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Set	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Out	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Nov	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
	Dez	47,06749	70,09202	85,32855	R\$ 93,52	R\$ 139,27	R\$ 169,54	43,84	66,86	82,10
5° ano	Jan	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Fev	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Mar	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Abr	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Mai	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Jun	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Jul	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Ago	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Set	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Out	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Nov	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
	Dez	50,03274	74,50782	90,70424	R\$ 99,41	R\$ 148,05	R\$ 180,22	46,80	71,28	87,48
6° ano	Jan	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Fev	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Mar	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Abr	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Mai	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Jun	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Jul	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Ago	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Set	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Out	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Nov	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19
	Dez	53,18480	79,20181	96,41861	R\$ 105,68	R\$ 157,38	R\$ 191,58	49,96	75,97	93,19

7º ano	Jan	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Fev	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Mar	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Abr	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Mai	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Jun	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Jul	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Ago	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Set	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Out	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Nov	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
	Dez	56,53545	84,19152	102,49298	R\$ 112,33	R\$ 167,29	R\$ 203,65	53,31	80,96	99,26
8º ano	Jan	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Fev	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Mar	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Abr	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Mai	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Jun	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Jul	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Ago	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Set	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Out	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Nov	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
	Dez	60,09718	89,49559	108,95004	R\$ 119,41	R\$ 177,83	R\$ 216,48	56,87	86,27	105,72
9º ano	Jan	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Fev	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Mar	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Abr	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Mai	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Jun	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Jul	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Ago	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Set	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Out	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Nov	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58
	Dez	63,88330	95,13381	115,81389	R\$ 126,93	R\$ 189,03	R\$ 230,12	60,65	91,90	112,58

10º ano	Jan	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Fev	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Mar	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Abr	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Mai	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Jun	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Jul	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Ago	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Set	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Out	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Nov	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
	Dez	67,90795	101,12724	123,11017	R\$ 134,93	R\$ 200,94	R\$ 244,61	64,68	97,90	119,88
11º ano	Jan	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Fev	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Mar	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Abr	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Mai	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Jun	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Jul	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Ago	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Set	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Out	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Nov	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
	Dez	72,18615	107,49826	130,86611	R\$ 143,43	R\$ 213,60	R\$ 260,02	68,96	104,27	127,64
12º ano	Jan	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Fev	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Mar	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Abr	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Mai	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Jun	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Jul	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Ago	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Set	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Out	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Nov	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88
	Dez	76,73388	114,27065	139,11067	R\$ 152,47	R\$ 227,06	R\$ 276,41	73,50	111,04	135,88

13° ano	Jan	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Fev	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Mar	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Abr	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Mai	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Jun	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Jul	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Ago	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Set	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Out	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Nov	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
	Dez	81,56811	121,46970	147,87465	R\$ 162,07	R\$ 241,36	R\$ 293,82	78,34	118,24	144,65
14° ano	Jan	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Fev	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Mar	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Abr	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Mai	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Jun	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Jul	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Ago	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Set	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Out	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Nov	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
	Dez	86,70690	129,12229	157,19075	R\$ 172,28	R\$ 256,57	R\$ 312,33	83,48	125,89	153,96
15° ano	Jan	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Fev	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Mar	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Abr	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Mai	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Jun	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Jul	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Ago	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Set	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Out	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Nov	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86
	Dez	92,16944	137,25699	167,09377	R\$ 183,14	R\$ 272,73	R\$ 332,01	88,94	134,03	163,86

16º ano	Jan	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Fev	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Mar	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Abr	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Mai	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Jun	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Jul	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Ago	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Set	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Out	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Nov	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
	Dez	97,97611	145,90418	177,62067	R\$ 194,68	R\$ 289,91	R\$ 352,92	94,75	142,68	174,39
17º ano	Jan	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Fev	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Mar	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Abr	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Mai	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Jun	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Jul	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Ago	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Set	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Out	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Nov	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
	Dez	104,14861	155,09614	188,81078	R\$ 206,94	R\$ 308,18	R\$ 375,16	100,92	151,87	185,58
18º ano	Jan	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Fev	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Mar	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Abr	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Mai	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Jun	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Jul	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Ago	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Set	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Out	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Nov	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48
	Dez	110,70997	164,86720	200,70586	R\$ 219,98	R\$ 327,59	R\$ 398,79	107,48	161,64	197,48

19º ano	Jan	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Fev	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Mar	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Abr	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Mai	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Jun	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Jul	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Ago	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Set	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Out	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Nov	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
	Dez	117,68470	175,25384	213,35032	R\$ 233,84	R\$ 348,23	R\$ 423,92	114,46	172,02	210,12
20º ano	Jan	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Fev	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Mar	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Abr	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Mai	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Jun	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Jul	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Ago	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Set	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Out	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Nov	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56
	Dez	125,09883	186,29483	226,79140	R\$ 248,57	R\$ 370,17	R\$ 450,62	121,87	183,07	223,56

Período		Diferença Nominal = Retorno dos Períodos			Anualizado		
		0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	41,90	60,83	73,34	502,85	729,91	880,09
	Fev	41,90	60,83	73,34			
	Mar	41,90	60,83	73,34			
	Abr	41,90	60,83	73,34			
	Mai	41,90	60,83	73,34			
	Jun	41,90	60,83	73,34			
	Jul	41,90	60,83	73,34			
	Ago	41,90	60,83	73,34			
	Set	41,90	60,83	73,34			
	Out	41,90	60,83	73,34			
	Nov	41,90	60,83	73,34			
	Dez	41,90	60,83	73,34			
2º ano	Jan	44,34	64,45	77,76	532,09	773,45	933,09
	Fev	44,34	64,45	77,76			
	Mar	44,34	64,45	77,76			
	Abr	44,34	64,45	77,76			
	Mai	44,34	64,45	77,76			
	Jun	44,34	64,45	77,76			
	Jul	44,34	64,45	77,76			
	Ago	44,34	64,45	77,76			
	Set	44,34	64,45	77,76			
	Out	44,34	64,45	77,76			
	Nov	44,34	64,45	77,76			
	Dez	44,34	64,45	77,76			
3º ano	Jan	46,93	68,31	82,45	563,17	819,73	989,43
	Fev	46,93	68,31	82,45			
	Mar	46,93	68,31	82,45			
	Abr	46,93	68,31	82,45			
	Mai	46,93	68,31	82,45			
	Jun	46,93	68,31	82,45			
	Jul	46,93	68,31	82,45			
	Ago	46,93	68,31	82,45			
	Set	46,93	68,31	82,45			
	Out	46,93	68,31	82,45			
	Nov	46,93	68,31	82,45			
	Dez	46,93	68,31	82,45			

4° ano	Jan	49,68	72,41	87,44	596,21	868,94	1.049,33
	Fev	49,68	72,41	87,44			
	Mar	49,68	72,41	87,44			
	Abr	49,68	72,41	87,44			
	Mai	49,68	72,41	87,44			
	Jun	49,68	72,41	87,44			
	Jul	49,68	72,41	87,44			
	Ago	49,68	72,41	87,44			
	Set	49,68	72,41	87,44			
	Out	49,68	72,41	87,44			
	Nov	49,68	72,41	87,44			
	Dez	49,68	72,41	87,44			
5° ano	Jan	52,61	76,77	92,75	631,32	921,24	1.112,99
	Fev	52,61	76,77	92,75			
	Mar	52,61	76,77	92,75			
	Abr	52,61	76,77	92,75			
	Mai	52,61	76,77	92,75			
	Jun	52,61	76,77	92,75			
	Jul	52,61	76,77	92,75			
	Ago	52,61	76,77	92,75			
	Set	52,61	76,77	92,75			
	Out	52,61	76,77	92,75			
	Nov	52,61	76,77	92,75			
	Dez	52,61	76,77	92,75			
6° ano	Jan	55,72	81,40	98,39	668,66	976,83	1.180,67
	Fev	55,72	81,40	98,39			
	Mar	55,72	81,40	98,39			
	Abr	55,72	81,40	98,39			
	Mai	55,72	81,40	98,39			
	Jun	55,72	81,40	98,39			
	Jul	55,72	81,40	98,39			
	Ago	55,72	81,40	98,39			
	Set	55,72	81,40	98,39			
	Out	55,72	81,40	98,39			
	Nov	55,72	81,40	98,39			
	Dez	55,72	81,40	98,39			

7º ano	Jan	59,03	86,33	104,38	708,34	1.035,93	1.252,61
	Fev	59,03	86,33	104,38			
	Mar	59,03	86,33	104,38			
	Abr	59,03	86,33	104,38			
	Mai	59,03	86,33	104,38			
	Jun	59,03	86,33	104,38			
	Jul	59,03	86,33	104,38			
	Ago	59,03	86,33	104,38			
	Set	59,03	86,33	104,38			
	Out	59,03	86,33	104,38			
	Nov	59,03	86,33	104,38			
	Dez	59,03	86,33	104,38			
8º ano	Jan	62,54	91,56	110,76	750,53	1.098,76	1.329,09
	Fev	62,54	91,56	110,76			
	Mar	62,54	91,56	110,76			
	Abr	62,54	91,56	110,76			
	Mai	62,54	91,56	110,76			
	Jun	62,54	91,56	110,76			
	Jul	62,54	91,56	110,76			
	Ago	62,54	91,56	110,76			
	Set	62,54	91,56	110,76			
	Out	62,54	91,56	110,76			
	Nov	62,54	91,56	110,76			
	Dez	62,54	91,56	110,76			
9º ano	Jan	66,28	97,13	117,53	795,37	1.165,54	1.410,38
	Fev	66,28	97,13	117,53			
	Mar	66,28	97,13	117,53			
	Abr	66,28	97,13	117,53			
	Mai	66,28	97,13	117,53			
	Jun	66,28	97,13	117,53			
	Jul	66,28	97,13	117,53			
	Ago	66,28	97,13	117,53			
	Set	66,28	97,13	117,53			
	Out	66,28	97,13	117,53			
	Nov	66,28	97,13	117,53			
	Dez	66,28	97,13	117,53			

10° ano	Jan	70,25	103,04	124,73	843,03	1.236,52	1.496,79
	Fev	70,25	103,04	124,73			
	Mar	70,25	103,04	124,73			
	Abr	70,25	103,04	124,73			
	Mai	70,25	103,04	124,73			
	Jun	70,25	103,04	124,73			
	Jul	70,25	103,04	124,73			
	Ago	70,25	103,04	124,73			
	Set	70,25	103,04	124,73			
	Out	70,25	103,04	124,73			
	Nov	70,25	103,04	124,73			
	Dez	70,25	103,04	124,73			
11° ano	Jan	74,48	109,33	132,39	893,70	1.311,98	1.588,65
	Fev	74,48	109,33	132,39			
	Mar	74,48	109,33	132,39			
	Abr	74,48	109,33	132,39			
	Mai	74,48	109,33	132,39			
	Jun	74,48	109,33	132,39			
	Jul	74,48	109,33	132,39			
	Ago	74,48	109,33	132,39			
	Set	74,48	109,33	132,39			
	Out	74,48	109,33	132,39			
	Nov	74,48	109,33	132,39			
	Dez	74,48	109,33	132,39			
12° ano	Jan	78,96	116,02	140,52	947,57	1.392,20	1.686,29
	Fev	78,96	116,02	140,52			
	Mar	78,96	116,02	140,52			
	Abr	78,96	116,02	140,52			
	Mai	78,96	116,02	140,52			
	Jun	78,96	116,02	140,52			
	Jul	78,96	116,02	140,52			
	Ago	78,96	116,02	140,52			
	Set	78,96	116,02	140,52			
	Out	78,96	116,02	140,52			
	Nov	78,96	116,02	140,52			
	Dez	78,96	116,02	140,52			

13° ano	Jan	83,74	123,12	149,17	1.004,82	1.477,46	1.790,08
	Fev	83,74	123,12	149,17			
	Mar	83,74	123,12	149,17			
	Abr	83,74	123,12	149,17			
	Mai	83,74	123,12	149,17			
	Jun	83,74	123,12	149,17			
	Jul	83,74	123,12	149,17			
	Ago	83,74	123,12	149,17			
	Set	83,74	123,12	149,17			
	Out	83,74	123,12	149,17			
	Nov	83,74	123,12	149,17			
	Dez	83,74	123,12	149,17			
14° ano	Jan	88,81	130,68	158,37	1.065,68	1.568,10	1.900,42
	Fev	88,81	130,68	158,37			
	Mar	88,81	130,68	158,37			
	Abr	88,81	130,68	158,37			
	Mai	88,81	130,68	158,37			
	Jun	88,81	130,68	158,37			
	Jul	88,81	130,68	158,37			
	Ago	88,81	130,68	158,37			
	Set	88,81	130,68	158,37			
	Out	88,81	130,68	158,37			
	Nov	88,81	130,68	158,37			
	Dez	88,81	130,68	158,37			
15° ano	Jan	94,20	138,70	168,14	1.130,38	1.664,45	2.017,70
	Fev	94,20	138,70	168,14			
	Mar	94,20	138,70	168,14			
	Abr	94,20	138,70	168,14			
	Mai	94,20	138,70	168,14			
	Jun	94,20	138,70	168,14			
	Jul	94,20	138,70	168,14			
	Ago	94,20	138,70	168,14			
	Set	94,20	138,70	168,14			
	Out	94,20	138,70	168,14			
	Nov	94,20	138,70	168,14			
	Dez	94,20	138,70	168,14			

16° ano	Jan	99,93	147,24	178,53	1.199,15	1.766,87	2.142,38
	Fev	99,93	147,24	178,53			
	Mar	99,93	147,24	178,53			
	Abr	99,93	147,24	178,53			
	Mai	99,93	147,24	178,53			
	Jun	99,93	147,24	178,53			
	Jul	99,93	147,24	178,53			
	Ago	99,93	147,24	178,53			
	Set	99,93	147,24	178,53			
	Out	99,93	147,24	178,53			
	Nov	99,93	147,24	178,53			
	Dez	99,93	147,24	178,53			
17° ano	Jan	106,02	156,31	189,58	1.272,26	1.875,74	2.274,91
	Fev	106,02	156,31	189,58			
	Mar	106,02	156,31	189,58			
	Abr	106,02	156,31	189,58			
	Mai	106,02	156,31	189,58			
	Jun	106,02	156,31	189,58			
	Jul	106,02	156,31	189,58			
	Ago	106,02	156,31	189,58			
	Set	106,02	156,31	189,58			
	Out	106,02	156,31	189,58			
	Nov	106,02	156,31	189,58			
	Dez	106,02	156,31	189,58			
18° ano	Jan	112,50	165,96	201,32	1.349,97	1.991,47	2.415,78
	Fev	112,50	165,96	201,32			
	Mar	112,50	165,96	201,32			
	Abr	112,50	165,96	201,32			
	Mai	112,50	165,96	201,32			
	Jun	112,50	165,96	201,32			
	Jul	112,50	165,96	201,32			
	Ago	112,50	165,96	201,32			
	Set	112,50	165,96	201,32			
	Out	112,50	165,96	201,32			
	Nov	112,50	165,96	201,32			
	Dez	112,50	165,96	201,32			

19° ano	Jan	119,38	176,21	213,79	1.432,58	2.114,50	2.565,54
	Fev	119,38	176,21	213,79			
	Mar	119,38	176,21	213,79			
	Abr	119,38	176,21	213,79			
	Mai	119,38	176,21	213,79			
	Jun	119,38	176,21	213,79			
	Jul	119,38	176,21	213,79			
	Ago	119,38	176,21	213,79			
	Set	119,38	176,21	213,79			
	Out	119,38	176,21	213,79			
	Nov	119,38	176,21	213,79			
	Dez	119,38	176,21	213,79			
20° ano	Jan	126,70	187,11	227,06	1.520,39	2.245,27	2.724,72
	Fev	126,70	187,11	227,06			
	Mar	126,70	187,11	227,06			
	Abr	126,70	187,11	227,06			
	Mai	126,70	187,11	227,06			
	Jun	126,70	187,11	227,06			
	Jul	126,70	187,11	227,06			
	Ago	126,70	187,11	227,06			
	Set	126,70	187,11	227,06			
	Out	126,70	187,11	227,06			
	Nov	126,70	187,11	227,06			
	Dez	126,70	187,11	227,06			

FLUXO DE CAIXA ANUALIZADO

Tarifas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.875,00	502,85	532,09	563,17	596,21	631,32	668,66	708,34	750,53	795,37	843,03
0,3510 R\$/kWh	-3.875,00	729,91	773,45	819,73	868,94	921,24	976,83	1.035,93	1.098,76	1.165,54	1.236,52
0,4273 R\$/kWh	-3.875,00	880,09	933,09	989,43	1.049,33	1.112,99	1.180,67	1.252,61	1.329,09	1.410,38	1.496,79

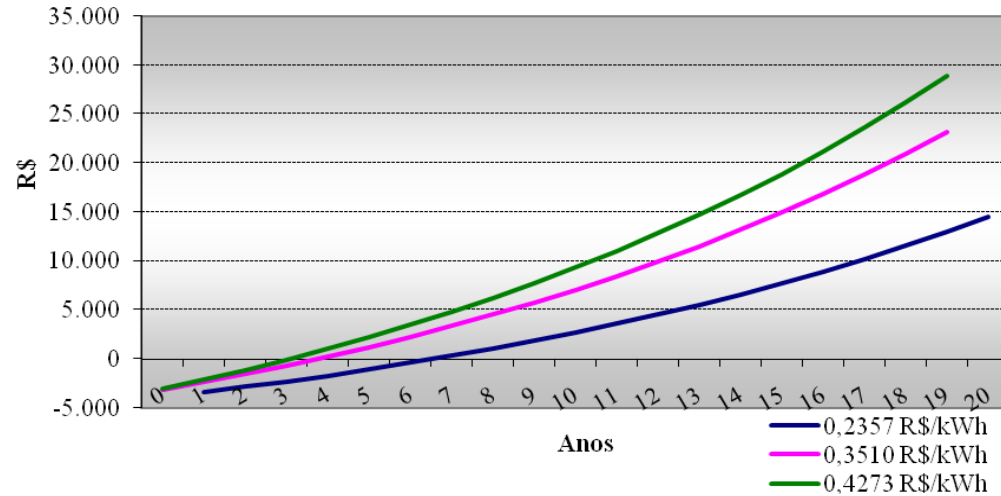
Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	VPL	TIR
0,2357 R\$/kWh	893,70	947,57	1.004,82	1.065,68	1.130,38	1.199,15	1.272,26	1.349,97	1.432,58	1.520,39	R\$ 1.826,05	17%
0,3510 R\$/kWh	1.311,98	1.392,20	1.477,46	1.568,10	1.664,45	1.766,87	1.875,74	1.991,47	2.114,50	2.245,27	R\$ 4.290,01	24%
0,4273 R\$/kWh	1.588,65	1.686,29	1.790,08	1.900,42	2.017,70	2.142,38	2.274,91	2.415,78	2.565,54	2.724,72	R\$ 5.919,75	28%

Payback

Tarifas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.372,15	-2.840,06	-2.276,90	-1.680,69	-1.049,37	-380,71	327,63	1.078,16	1.873,52	2.716,56
0,3510 R\$/kWh	-3.145,10	-2.371,65	-1.551,91	-682,98	238,26	1.215,09	2.251,03	3.349,78	4.515,32	5.751,84
0,4273 R\$/kWh	-2.994,91	-2.061,82	-1.072,39	-23,06	1.089,93	2.270,60	3.523,22	4.852,30	6.262,68	7.759,47

Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,2357 R\$/kWh	3.610,26	4.557,83	5.562,65	6.628,33	7.758,71	8.957,87	10.230,13	11.580,10	13.012,68	14.533,06
0,3510 R\$/kWh	7.063,83	8.456,02	9.933,49	11.501,59	13.166,05	14.932,92	16.808,66	18.800,14	20.914,63	23.159,90
0,4273 R\$/kWh	9.348,11	11.034,40	12.824,48	14.724,90	16.742,60	18.884,98	21.159,89	23.575,67	26.141,21	28.865,93

payback



VIABILIDADE ECONÔMICA - TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO DO RESERVATÓRIO TÉRMICO A 50°C

Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar

Fração solar	0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	143,16	
% de economia mensal	66,52	
Economia mensal de energia elétrica	284,45	
Economia anual de energia elétrica	3.413,40	
Valor total do investimento (instalação e operação)	-3.875,00	
Manutenção	0,01	0,00083
	-38,75	-3,23

Dados Financeiros

Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos:	6,3%	
Taxa de atratividade	11,25%	0,1125
		Mensal
Economia de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 67,04
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 99,84
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 121,54
Gasto mensal de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 33,74
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 50,25
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 61,17

Tarifas para simulação

0,2357 R\$/kWh

0,3510 R\$/kWh

0,4273 R\$/kWh

Período		Gasto com Energia Elétrica			Economia de Energia Elétrica(Tarifas)			Instalação Solar: Gastos (Manutenção + Energia Elétrica)		
		R\$/kWh			0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Fev	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Mar	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Abr	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Mai	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Jun	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Jul	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Ago	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Set	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Out	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Nov	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
	Dez	33,7428	50,2492	61,1723	R\$ 67,04	R\$ 99,84	R\$ 121,54	30,51	47,02	57,94
2º ano	Jan	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Fev	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Mar	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Abr	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Mai	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Jun	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Jul	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Ago	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Set	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Out	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Nov	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
	Dez	35,86861	53,41486	65,02612	R\$ 71,26	R\$ 106,13	R\$ 129,20	32,64	50,19	61,80
3º ano	Jan	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Fev	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Mar	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Abr	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Mai	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Jun	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Jul	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Ago	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Set	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Out	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Nov	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89
	Dez	38,12833	56,77999	69,12277	R\$ 75,75	R\$ 112,82	R\$ 137,34	34,90	53,55	65,89

4° ano	Jan	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Fev	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Mar	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Abr	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Mai	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Jun	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Jul	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Ago	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Set	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Out	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Nov	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
	Dez	40,53042	60,35713	73,47750	R\$ 80,53	R\$ 119,92	R\$ 145,99	37,30	57,13	70,25
5° ano	Jan	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Fev	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Mar	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Abr	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Mai	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Jun	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Jul	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Ago	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Set	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Out	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Nov	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
	Dez	43,08383	64,15963	78,10658	R\$ 85,60	R\$ 127,48	R\$ 155,19	39,85	60,93	74,88
6° ano	Jan	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Fev	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Mar	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Abr	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Mai	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Jun	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Jul	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Ago	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Set	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Out	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Nov	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80
	Dez	45,79811	68,20169	83,02730	R\$ 90,99	R\$ 135,51	R\$ 164,96	42,57	64,97	79,80

7° ano	Jan	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Fev	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Mar	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Abr	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Mai	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Jun	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Jul	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Ago	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Set	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Out	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Nov	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
	Dez	48,68340	72,49840	88,25802	R\$ 96,72	R\$ 144,05	R\$ 175,36	45,45	69,27	85,03
8° ano	Jan	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Fev	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Mar	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Abr	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Mai	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Jun	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Jul	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Ago	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Set	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Out	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Nov	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
	Dez	51,75045	77,06579	93,81827	R\$ 102,82	R\$ 153,12	R\$ 186,40	48,52	73,84	90,59
9° ano	Jan	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Fev	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Mar	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Abr	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Mai	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Jun	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Jul	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Ago	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Set	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Out	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Nov	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50
	Dez	55,01073	81,92094	99,72882	R\$ 109,29	R\$ 162,77	R\$ 198,15	51,78	78,69	96,50

10º ano	Jan	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Fev	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Mar	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Abr	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Mai	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Jun	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Jul	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Ago	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Set	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Out	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Nov	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
	Dez	58,47640	87,08196	106,01174	R\$ 116,18	R\$ 173,02	R\$ 210,63	55,25	83,85	102,78
11º ano	Jan	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Fev	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Mar	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Abr	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Mai	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Jun	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Jul	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Ago	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Set	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Out	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Nov	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
	Dez	62,16042	92,56812	112,69048	R\$ 123,50	R\$ 183,92	R\$ 223,90	58,93	89,34	109,46
12º ano	Jan	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Fev	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Mar	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Abr	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Mai	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Jun	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Jul	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Ago	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Set	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Out	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Nov	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56
	Dez	66,07652	98,39991	119,78998	R\$ 131,28	R\$ 195,51	R\$ 238,00	62,85	95,17	116,56

13º ano	Jan	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Fev	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Mar	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Abr	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Mai	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Jun	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Jul	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Ago	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Set	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Out	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Nov	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
	Dez	70,23934	104,59911	127,33675	R\$ 139,55	R\$ 207,83	R\$ 253,00	67,01	101,37	124,11
14º ano	Jan	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Fev	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Mar	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Abr	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Mai	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Jun	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Jul	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Ago	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Set	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Out	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Nov	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
	Dez	74,66442	111,18885	135,35896	R\$ 148,34	R\$ 220,92	R\$ 268,94	71,44	107,96	132,13
15º ano	Jan	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Fev	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Mar	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Abr	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Mai	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Jun	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Jul	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Ago	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Set	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Out	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Nov	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66
	Dez	79,36828	118,19375	143,88658	R\$ 157,69	R\$ 234,84	R\$ 285,88	76,14	114,96	140,66

16º ano	Jan	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Fev	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Mar	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Abr	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Mai	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Jun	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Jul	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Ago	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Set	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Out	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Nov	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
	Dez	84,36848	125,63996	152,95143	R\$ 167,62	R\$ 249,63	R\$ 303,89	81,14	122,41	149,72
17º ano	Jan	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Fev	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Mar	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Abr	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Mai	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Jun	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Jul	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Ago	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Set	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Out	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Nov	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
	Dez	89,68370	133,55527	162,58737	R\$ 178,18	R\$ 265,36	R\$ 323,04	86,45	130,33	159,36
18º ano	Jan	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Fev	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Mar	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Abr	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Mai	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Jun	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Jul	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Ago	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Set	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Out	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Nov	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60
	Dez	95,33377	141,96925	172,83038	R\$ 189,41	R\$ 282,08	R\$ 343,39	92,10	138,74	169,60

19º ano	Jan	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Fev	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Mar	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Abr	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Mai	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Jun	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Jul	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Ago	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Set	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Out	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Nov	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
	Dez	101,33980	150,91332	183,71869	R\$ 201,34	R\$ 299,85	R\$ 365,02	98,11	147,68	180,49
20º ano	Jan	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Fev	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Mar	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Abr	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Mai	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Jun	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Jul	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Ago	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Set	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Out	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Nov	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06
	Dez	107,72421	160,42086	195,29297	R\$ 214,03	R\$ 318,74	R\$ 388,02	104,50	157,19	192,06

Período		Diferença Nominal = Retorno dos Períodos			Anualizado		
		0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	36,53	52,82	63,60	438,32	633,84	763,16
	Fev	36,53	52,82	63,60			
	Mar	36,53	52,82	63,60			
	Abr	36,53	52,82	63,60			
	Mai	36,53	52,82	63,60			
	Jun	36,53	52,82	63,60			
	Jul	36,53	52,82	63,60			
	Ago	36,53	52,82	63,60			
	Set	36,53	52,82	63,60			
	Out	36,53	52,82	63,60			
	Nov	36,53	52,82	63,60			
	Dez	36,53	52,82	63,60			
2º ano	Jan	38,62	55,94	67,40	463,49	671,33	808,80
	Fev	38,62	55,94	67,40			
	Mar	38,62	55,94	67,40			
	Abr	38,62	55,94	67,40			
	Mai	38,62	55,94	67,40			
	Jun	38,62	55,94	67,40			
	Jul	38,62	55,94	67,40			
	Ago	38,62	55,94	67,40			
	Set	38,62	55,94	67,40			
	Out	38,62	55,94	67,40			
	Nov	38,62	55,94	67,40			
	Dez	38,62	55,94	67,40			
3º ano	Jan	40,85	59,27	71,44	490,25	711,18	857,31
	Fev	40,85	59,27	71,44			
	Mar	40,85	59,27	71,44			
	Abr	40,85	59,27	71,44			
	Mai	40,85	59,27	71,44			
	Jun	40,85	59,27	71,44			
	Jul	40,85	59,27	71,44			
	Ago	40,85	59,27	71,44			
	Set	40,85	59,27	71,44			
	Out	40,85	59,27	71,44			
	Nov	40,85	59,27	71,44			
	Dez	40,85	59,27	71,44			

4° ano	Jan	43,22	62,80	75,74	518,69	753,55	908,88
	Fev	43,22	62,80	75,74			
	Mar	43,22	62,80	75,74			
	Abr	43,22	62,80	75,74			
	Mai	43,22	62,80	75,74			
	Jun	43,22	62,80	75,74			
	Jul	43,22	62,80	75,74			
	Ago	43,22	62,80	75,74			
	Set	43,22	62,80	75,74			
	Out	43,22	62,80	75,74			
	Nov	43,22	62,80	75,74			
	Dez	43,22	62,80	75,74			
5° ano	Jan	45,74	66,55	80,31	548,93	798,58	963,70
	Fev	45,74	66,55	80,31			
	Mar	45,74	66,55	80,31			
	Abr	45,74	66,55	80,31			
	Mai	45,74	66,55	80,31			
	Jun	45,74	66,55	80,31			
	Jul	45,74	66,55	80,31			
	Ago	45,74	66,55	80,31			
	Set	45,74	66,55	80,31			
	Out	45,74	66,55	80,31			
	Nov	45,74	66,55	80,31			
	Dez	45,74	66,55	80,31			
6° ano	Jan	48,42	70,54	85,16	581,07	846,45	1.021,97
	Fev	48,42	70,54	85,16			
	Mar	48,42	70,54	85,16			
	Abr	48,42	70,54	85,16			
	Mai	48,42	70,54	85,16			
	Jun	48,42	70,54	85,16			
	Jul	48,42	70,54	85,16			
	Ago	48,42	70,54	85,16			
	Set	48,42	70,54	85,16			
	Out	48,42	70,54	85,16			
	Nov	48,42	70,54	85,16			
	Dez	48,42	70,54	85,16			

7º ano	Jan	51,27	74,78	90,33	615,24	897,33	1.083,92
	Fev	51,27	74,78	90,33			
	Mar	51,27	74,78	90,33			
	Abr	51,27	74,78	90,33			
	Mai	51,27	74,78	90,33			
	Jun	51,27	74,78	90,33			
	Jul	51,27	74,78	90,33			
	Ago	51,27	74,78	90,33			
	Set	51,27	74,78	90,33			
	Out	51,27	74,78	90,33			
	Nov	51,27	74,78	90,33			
	Dez	51,27	74,78	90,33			
8º ano	Jan	54,30	79,29	95,81	651,55	951,42	1.149,76
	Fev	54,30	79,29	95,81			
	Mar	54,30	79,29	95,81			
	Abr	54,30	79,29	95,81			
	Mai	54,30	79,29	95,81			
	Jun	54,30	79,29	95,81			
	Jul	54,30	79,29	95,81			
	Ago	54,30	79,29	95,81			
	Set	54,30	79,29	95,81			
	Out	54,30	79,29	95,81			
	Nov	54,30	79,29	95,81			
	Dez	54,30	79,29	95,81			
9º ano	Jan	57,51	84,08	101,65	690,16	1.008,92	1.219,76
	Fev	57,51	84,08	101,65			
	Mar	57,51	84,08	101,65			
	Abr	57,51	84,08	101,65			
	Mai	57,51	84,08	101,65			
	Jun	57,51	84,08	101,65			
	Jul	57,51	84,08	101,65			
	Ago	57,51	84,08	101,65			
	Set	57,51	84,08	101,65			
	Out	57,51	84,08	101,65			
	Nov	57,51	84,08	101,65			
	Dez	57,51	84,08	101,65			

10º ano	Jan	60,93	89,17	107,85	731,20	1.070,04	1.294,16
	Fev	60,93	89,17	107,85			
	Mar	60,93	89,17	107,85			
	Abr	60,93	89,17	107,85			
	Mai	60,93	89,17	107,85			
	Jun	60,93	89,17	107,85			
	Jul	60,93	89,17	107,85			
	Ago	60,93	89,17	107,85			
	Set	60,93	89,17	107,85			
	Out	60,93	89,17	107,85			
	Nov	60,93	89,17	107,85			
	Dez	60,93	89,17	107,85			
11º ano	Jan	64,57	94,58	114,44	774,82	1.135,01	1.373,25
	Fev	64,57	94,58	114,44			
	Mar	64,57	94,58	114,44			
	Abr	64,57	94,58	114,44			
	Mai	64,57	94,58	114,44			
	Jun	64,57	94,58	114,44			
	Jul	64,57	94,58	114,44			
	Ago	64,57	94,58	114,44			
	Set	64,57	94,58	114,44			
	Out	64,57	94,58	114,44			
	Nov	64,57	94,58	114,44			
	Dez	64,57	94,58	114,44			
12º ano	Jan	68,43	100,34	121,44	821,20	1.204,08	1.457,32
	Fev	68,43	100,34	121,44			
	Mar	68,43	100,34	121,44			
	Abr	68,43	100,34	121,44			
	Mai	68,43	100,34	121,44			
	Jun	68,43	100,34	121,44			
	Jul	68,43	100,34	121,44			
	Ago	68,43	100,34	121,44			
	Set	68,43	100,34	121,44			
	Out	68,43	100,34	121,44			
	Nov	68,43	100,34	121,44			
	Dez	68,43	100,34	121,44			

13° ano	Jan	72,54	106,46	128,89	870,49	1.277,49	1.546,69
	Fev	72,54	106,46	128,89			
	Mar	72,54	106,46	128,89			
	Abr	72,54	106,46	128,89			
	Mai	72,54	106,46	128,89			
	Jun	72,54	106,46	128,89			
	Jul	72,54	106,46	128,89			
	Ago	72,54	106,46	128,89			
	Set	72,54	106,46	128,89			
	Out	72,54	106,46	128,89			
	Nov	72,54	106,46	128,89			
	Dez	72,54	106,46	128,89			
14° ano	Jan	76,91	112,96	136,81	922,89	1.355,54	1.641,69
	Fev	76,91	112,96	136,81			
	Mar	76,91	112,96	136,81			
	Abr	76,91	112,96	136,81			
	Mai	76,91	112,96	136,81			
	Jun	76,91	112,96	136,81			
	Jul	76,91	112,96	136,81			
	Ago	76,91	112,96	136,81			
	Set	76,91	112,96	136,81			
	Out	76,91	112,96	136,81			
	Nov	76,91	112,96	136,81			
	Dez	76,91	112,96	136,81			
15° ano	Jan	81,55	119,87	145,22	978,59	1.438,49	1.742,68
	Fev	81,55	119,87	145,22			
	Mar	81,55	119,87	145,22			
	Abr	81,55	119,87	145,22			
	Mai	81,55	119,87	145,22			
	Jun	81,55	119,87	145,22			
	Jul	81,55	119,87	145,22			
	Ago	81,55	119,87	145,22			
	Set	81,55	119,87	145,22			
	Out	81,55	119,87	145,22			
	Nov	81,55	119,87	145,22			
	Dez	81,55	119,87	145,22			

16° ano	Jan	86,48	127,22	154,17	1.037,80	1.526,68	1.850,03
	Fev	86,48	127,22	154,17			
	Mar	86,48	127,22	154,17			
	Abr	86,48	127,22	154,17			
	Mai	86,48	127,22	154,17			
	Jun	86,48	127,22	154,17			
	Jul	86,48	127,22	154,17			
	Ago	86,48	127,22	154,17			
	Set	86,48	127,22	154,17			
	Out	86,48	127,22	154,17			
	Nov	86,48	127,22	154,17			
	Dez	86,48	127,22	154,17			
17° ano	Jan	91,73	135,03	163,68	1.100,74	1.620,42	1.964,14
	Fev	91,73	135,03	163,68			
	Mar	91,73	135,03	163,68			
	Abr	91,73	135,03	163,68			
	Mai	91,73	135,03	163,68			
	Jun	91,73	135,03	163,68			
	Jul	91,73	135,03	163,68			
	Ago	91,73	135,03	163,68			
	Set	91,73	135,03	163,68			
	Out	91,73	135,03	163,68			
	Nov	91,73	135,03	163,68			
	Dez	91,73	135,03	163,68			
18° ano	Jan	97,30	143,34	173,79	1.167,65	1.720,06	2.085,44
	Fev	97,30	143,34	173,79			
	Mar	97,30	143,34	173,79			
	Abr	97,30	143,34	173,79			
	Mai	97,30	143,34	173,79			
	Jun	97,30	143,34	173,79			
	Jul	97,30	143,34	173,79			
	Ago	97,30	143,34	173,79			
	Set	97,30	143,34	173,79			
	Out	97,30	143,34	173,79			
	Nov	97,30	143,34	173,79			
	Dez	97,30	143,34	173,79			

19º ano	Jan	103,23	152,17	184,53	1.238,77	1.825,98	2.214,38
	Fev	103,23	152,17	184,53			
	Mar	103,23	152,17	184,53			
	Abr	103,23	152,17	184,53			
	Mai	103,23	152,17	184,53			
	Jun	103,23	152,17	184,53			
	Jul	103,23	152,17	184,53			
	Ago	103,23	152,17	184,53			
	Set	103,23	152,17	184,53			
	Out	103,23	152,17	184,53			
	Nov	103,23	152,17	184,53			
	Dez	103,23	152,17	184,53			
20º ano	Jan	109,53	161,55	195,95	1.314,37	1.938,58	2.351,44
	Fev	109,53	161,55	195,95			
	Mar	109,53	161,55	195,95			
	Abr	109,53	161,55	195,95			
	Mai	109,53	161,55	195,95			
	Jun	109,53	161,55	195,95			
	Jul	109,53	161,55	195,95			
	Ago	109,53	161,55	195,95			
	Set	109,53	161,55	195,95			
	Out	109,53	161,55	195,95			
	Nov	109,53	161,55	195,95			
	Dez	109,53	161,55	195,95			

FLUXO DE CAIXA ANUALIZADO

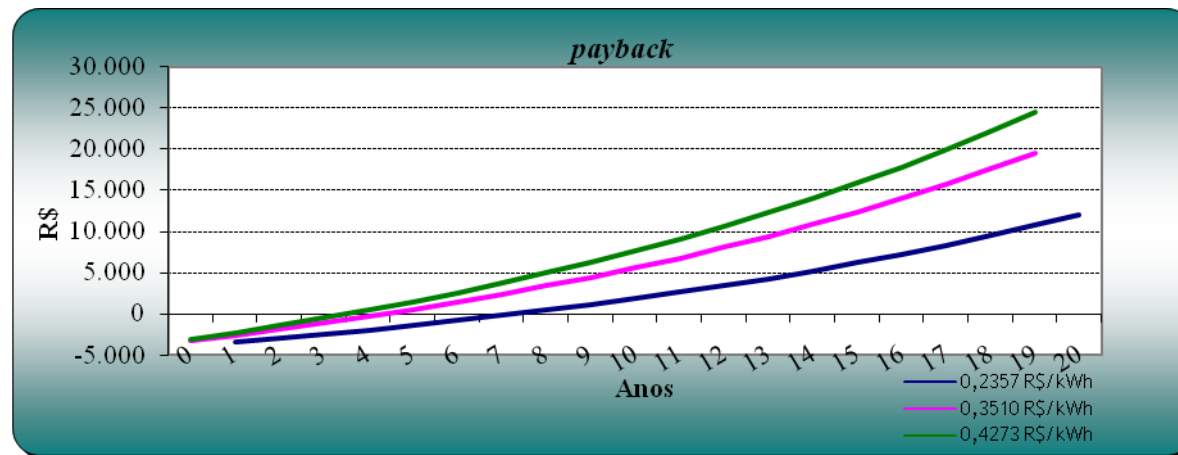
Tarifas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.875,00	438,32	463,49	490,25	518,69	548,93	581,07	615,24	651,55	690,16	731,20
0,3510 R\$/kWh	-3.875,00	633,84	671,33	711,18	753,55	798,58	846,45	897,33	951,42	1.008,92	1.070,04
0,4273 R\$/kWh	-3.875,00	763,16	808,80	857,31	908,88	963,70	1.021,97	1.083,92	1.149,76	1.219,76	1.294,16

Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	VPL	TIR
0,2357 R\$/kWh	774,82	821,20	870,49	922,89	978,59	1.037,80	1.100,74	1.167,65	1.238,77	1.314,37	R\$ 1.125,76	15%
0,3510 R\$/kWh	1.135,01	1.204,08	1.277,49	1.355,54	1.438,49	1.526,68	1.620,42	1.720,06	1.825,98	1.938,58	R\$ 3.247,54	21%
0,4273 R\$/kWh	1.373,25	1.457,32	1.546,69	1.641,69	1.742,68	1.850,03	1.964,14	2.085,44	2.214,38	2.351,44	R\$ 4.650,92	25%

Payback

Tarifas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.436,68	-2.973,19	-2.482,95	-1.964,26	-1.415,33	-834,26	-219,02	432,53	1.122,69	1.853,89
0,3510 R\$/kWh	-3.241,16	-2.569,83	-1.858,65	-1.105,10	-306,52	539,93	1.437,26	2.388,68	3.397,61	4.467,65
0,4273 R\$/kWh	-3.111,84	-2.303,04	-1.445,72	-536,84	426,86	1.448,84	2.532,75	3.682,52	4.902,27	6.196,43

Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,2357 R\$/kWh	2.628,72	3.449,91	4.320,40	5.243,29	6.221,88	7.259,69	8.360,43	9.528,07	10.766,84	12.081,21
0,3510 R\$/kWh	5.602,66	6.806,74	8.084,24	9.439,77	10.878,27	12.404,94	14.025,36	15.745,42	17.571,41	19.509,99
0,4273 R\$/kWh	7.569,68	9.027,01	10.573,70	12.215,40	13.958,08	15.808,10	17.772,24	19.857,68	22.072,06	24.423,50



VIABILIDADE ECONÔMICA - TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO DO RESERVATÓRIO TÉRMICO A 60°C

Dados da Instalação do Sistema de Aquecimento Solar

Fração solar	0,6652	
Consumo mensal de energia para instalação do sistema de aquecimento solar	189,35	
% de economia mensal	66,52	
Economia mensal de energia elétrica	376,2	
Economia anual de energia elétrica	4.514,40	
Valor total do investimento (instalação e operação)	-3.875,00	
Manutenção	0,01	0,00083
	-38,75	-3,23

Dados Financeiros

Previsão do aumento de energia para os próximos 20 anos:	6,3%	
Taxa de atratividade	11,25%	0,1125
	Mensal	
Economia de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 88,67
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 132,05
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 160,75
Gasto mensal de energia elétrica	0,2357 R\$/kWh	R\$ 44,63
	0,35100 R\$/kWh	R\$ 66,46
	0,42738 R\$/kWh	R\$ 80,91

Tarifas para simulação

0,2357 R\$/kWh

0,3510 R\$/kWh

0,4273 R\$/kWh

Período		Gasto com Energia Elétrica			Economia de Energia Elétrica(Tarifas)			Instalação Solar: Gastos (Manutenção + Energia Elétrica)		
		R\$/kWh			0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Fev	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Mar	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Abr	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Mai	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Jun	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Jul	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Ago	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Set	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Out	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Nov	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
	Dez	44,6298	66,4619	80,9093	R\$ 88,67	R\$ 132,05	R\$ 160,75	41,40	63,23	77,68
2º ano	Jan	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Fev	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Mar	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Abr	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Mai	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Jun	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Jul	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Ago	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Set	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Out	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Nov	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
	Dez	47,44147	70,64895	86,00654	R\$ 94,26	R\$ 140,37	R\$ 170,88	44,21	67,42	82,78
3º ano	Jan	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Fev	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Mar	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Abr	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Mai	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Jun	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Jul	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Ago	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Set	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Out	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Nov	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20
	Dez	50,43028	75,09983	91,42495	R\$ 100,19	R\$ 149,21	R\$ 181,64	47,20	71,87	88,20

4º ano	Jan	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Fev	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Mar	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Abr	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Mai	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Jun	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Jul	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Ago	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Set	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Out	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Nov	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
	Dez	53,60739	79,83112	97,18472	R\$ 106,51	R\$ 158,61	R\$ 193,09	50,38	76,60	93,96
5º ano	Jan	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Fev	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Mar	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Abr	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Mai	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Jun	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Jul	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Ago	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Set	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Out	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Nov	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
	Dez	56,98466	84,86048	103,30736	R\$ 113,22	R\$ 168,61	R\$ 205,25	53,76	81,63	100,08
6º ano	Jan	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Fev	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Mar	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Abr	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Mai	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Jun	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Jul	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Ago	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Set	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Out	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Nov	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59
	Dez	60,57469	90,20669	109,81572	R\$ 120,35	R\$ 179,23	R\$ 218,18	57,35	86,98	106,59

7º ano	Jan	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Fev	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Mar	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Abr	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Mai	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Jun	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Jul	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Ago	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Set	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Out	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Nov	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
	Dez	64,39090	95,88971	116,73411	R\$ 127,93	R\$ 190,52	R\$ 231,93	61,16	92,66	113,50
8º ano	Jan	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Fev	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Mar	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Abr	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Mai	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Jun	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Jul	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Ago	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Set	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Out	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Nov	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
	Dez	68,44752	101,93076	124,08836	R\$ 135,99	R\$ 202,52	R\$ 246,54	65,22	98,70	120,86
9º ano	Jan	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Fev	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Mar	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Abr	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Mai	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Jun	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Jul	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Ago	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Set	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Out	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Nov	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68
	Dez	72,75972	108,35240	131,90593	R\$ 144,56	R\$ 215,28	R\$ 262,07	69,53	105,12	128,68

10º ano	Jan	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Fev	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Mar	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Abr	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Mai	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Jun	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Jul	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Ago	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Set	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Out	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Nov	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
	Dez	77,34358	115,17860	140,21600	R\$ 153,67	R\$ 228,84	R\$ 278,58	74,11	111,95	136,99
11º ano	Jan	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Fev	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Mar	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Abr	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Mai	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Jun	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Jul	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Ago	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Set	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Out	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Nov	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
	Dez	82,21623	122,43485	149,04961	R\$ 163,35	R\$ 243,26	R\$ 296,13	78,99	119,21	145,82
12º ano	Jan	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Fev	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Mar	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Abr	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Mai	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Jun	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Jul	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Ago	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Set	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Out	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Nov	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21
	Dez	87,39585	130,14825	158,43974	R\$ 173,64	R\$ 258,59	R\$ 314,79	84,17	126,92	155,21

13° ano	Jan	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Fev	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Mar	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Abr	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Mai	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Jun	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Jul	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Ago	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Set	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Out	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Nov	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
	Dez	92,90179	138,34759	168,42144	R\$ 184,58	R\$ 274,88	R\$ 334,62	89,67	135,12	165,19
14° ano	Jan	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Fev	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Mar	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Abr	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Mai	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Jun	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Jul	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Ago	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Set	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Out	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Nov	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
	Dez	98,75460	147,06349	179,03199	R\$ 196,20	R\$ 292,19	R\$ 355,70	95,53	143,83	175,80
15° ano	Jan	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Fev	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Mar	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Abr	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Mai	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Jun	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Jul	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Ago	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Set	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Out	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Nov	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08
	Dez	104,97614	156,32849	190,31101	R\$ 208,57	R\$ 310,60	R\$ 378,11	101,75	153,10	187,08

16º ano	Jan	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Fev	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Mar	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Abr	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Mai	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Jun	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Jul	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Ago	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Set	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Out	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Nov	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
	Dez	111,58964	166,17718	202,30060	R\$ 221,71	R\$ 330,17	R\$ 401,93	108,36	162,95	199,07
17º ano	Jan	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Fev	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Mar	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Abr	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Mai	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Jun	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Jul	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Ago	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Set	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Out	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Nov	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
	Dez	118,61978	176,64635	215,04554	R\$ 235,67	R\$ 350,97	R\$ 427,25	115,39	173,42	211,82
18º ano	Jan	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Fev	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Mar	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Abr	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Mai	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Jun	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Jul	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Ago	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Set	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Out	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Nov	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36
	Dez	126,09283	187,77507	228,59341	R\$ 250,52	R\$ 373,08	R\$ 454,17	122,86	184,55	225,36

19º ano	Jan	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Fev	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Mar	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Abr	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Mai	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Jun	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Jul	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Ago	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Set	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Out	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Nov	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
	Dez	134,03668	199,60489	242,99479	R\$ 266,30	R\$ 396,59	R\$ 482,78	130,81	196,38	239,77
20º ano	Jan	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Fev	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Mar	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Abr	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Mai	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Jun	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Jul	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Ago	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Set	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Out	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Nov	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07
	Dez	142,48099	212,18000	258,30346	R\$ 283,08	R\$ 421,57	R\$ 513,20	139,25	208,95	255,07

Período		Diferença Nominal = Retorno dos Períodos			Anualizado		
		0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh	0,2357 R\$/kWh	0,3510 R\$/kWh	0,4273 R\$/kWh
1º ano	Jan	47,27	68,82	83,07	567,23	825,81	996,84
	Fev	47,27	68,82	83,07			
	Mar	47,27	68,82	83,07			
	Abr	47,27	68,82	83,07			
	Mai	47,27	68,82	83,07			
	Jun	47,27	68,82	83,07			
	Jul	47,27	68,82	83,07			
	Ago	47,27	68,82	83,07			
	Set	47,27	68,82	83,07			
	Out	47,27	68,82	83,07			
	Nov	47,27	68,82	83,07			
	Dez	47,27	68,82	83,07			
2º ano	Jan	50,04	72,95	88,10	600,53	875,39	1.057,20
	Fev	50,04	72,95	88,10			
	Mar	50,04	72,95	88,10			
	Abr	50,04	72,95	88,10			
	Mai	50,04	72,95	88,10			
	Jun	50,04	72,95	88,10			
	Jul	50,04	72,95	88,10			
	Ago	50,04	72,95	88,10			
	Set	50,04	72,95	88,10			
	Out	50,04	72,95	88,10			
	Nov	50,04	72,95	88,10			
	Dez	50,04	72,95	88,10			
3º ano	Jan	52,99	77,34	93,45	635,92	928,10	1.121,36
	Fev	52,99	77,34	93,45			
	Mar	52,99	77,34	93,45			
	Abr	52,99	77,34	93,45			
	Mai	52,99	77,34	93,45			
	Jun	52,99	77,34	93,45			
	Jul	52,99	77,34	93,45			
	Ago	52,99	77,34	93,45			
	Set	52,99	77,34	93,45			
	Out	52,99	77,34	93,45			
	Nov	52,99	77,34	93,45			
	Dez	52,99	77,34	93,45			

4º ano	Jan	56,13	82,01	99,13	673,54	984,13	1.189,57
	Fev	56,13	82,01	99,13			
	Mar	56,13	82,01	99,13			
	Abr	56,13	82,01	99,13			
	Mai	56,13	82,01	99,13			
	Jun	56,13	82,01	99,13			
	Jul	56,13	82,01	99,13			
	Ago	56,13	82,01	99,13			
	Set	56,13	82,01	99,13			
	Out	56,13	82,01	99,13			
	Nov	56,13	82,01	99,13			
	Dez	56,13	82,01	99,13			
5º ano	Jan	59,46	86,97	105,17	713,53	1.043,69	1.262,07
	Fev	59,46	86,97	105,17			
	Mar	59,46	86,97	105,17			
	Abr	59,46	86,97	105,17			
	Mai	59,46	86,97	105,17			
	Jun	59,46	86,97	105,17			
	Jul	59,46	86,97	105,17			
	Ago	59,46	86,97	105,17			
	Set	59,46	86,97	105,17			
	Out	59,46	86,97	105,17			
	Nov	59,46	86,97	105,17			
	Dez	59,46	86,97	105,17			
6º ano	Jan	63,00	92,25	111,59	756,04	1.107,00	1.339,14
	Fev	63,00	92,25	111,59			
	Mar	63,00	92,25	111,59			
	Abr	63,00	92,25	111,59			
	Mai	63,00	92,25	111,59			
	Jun	63,00	92,25	111,59			
	Jul	63,00	92,25	111,59			
	Ago	63,00	92,25	111,59			
	Set	63,00	92,25	111,59			
	Out	63,00	92,25	111,59			
	Nov	63,00	92,25	111,59			
	Dez	63,00	92,25	111,59			

7º ano	Jan	66,77	97,86	118,42	801,23	1.174,30	1.421,06
	Fev	66,77	97,86	118,42			
	Mar	66,77	97,86	118,42			
	Abr	66,77	97,86	118,42			
	Mai	66,77	97,86	118,42			
	Jun	66,77	97,86	118,42			
	Jul	66,77	97,86	118,42			
	Ago	66,77	97,86	118,42			
	Set	66,77	97,86	118,42			
	Out	66,77	97,86	118,42			
	Nov	66,77	97,86	118,42			
	Dez	66,77	97,86	118,42			
8º ano	Jan	70,77	103,82	125,68	849,27	1.245,84	1.508,15
	Fev	70,77	103,82	125,68			
	Mar	70,77	103,82	125,68			
	Abr	70,77	103,82	125,68			
	Mai	70,77	103,82	125,68			
	Jun	70,77	103,82	125,68			
	Jul	70,77	103,82	125,68			
	Ago	70,77	103,82	125,68			
	Set	70,77	103,82	125,68			
	Out	70,77	103,82	125,68			
	Nov	70,77	103,82	125,68			
	Dez	70,77	103,82	125,68			
9º ano	Jan	75,03	110,16	133,39	900,33	1.321,89	1.600,72
	Fev	75,03	110,16	133,39			
	Mar	75,03	110,16	133,39			
	Abr	75,03	110,16	133,39			
	Mai	75,03	110,16	133,39			
	Jun	75,03	110,16	133,39			
	Jul	75,03	110,16	133,39			
	Ago	75,03	110,16	133,39			
	Set	75,03	110,16	133,39			
	Out	75,03	110,16	133,39			
	Nov	75,03	110,16	133,39			
	Dez	75,03	110,16	133,39			

10º ano	Jan	79,55	116,89	141,59	954,61	1.402,72	1.699,12
	Fev	79,55	116,89	141,59			
	Mar	79,55	116,89	141,59			
	Abr	79,55	116,89	141,59			
	Mai	79,55	116,89	141,59			
	Jun	79,55	116,89	141,59			
	Jul	79,55	116,89	141,59			
	Ago	79,55	116,89	141,59			
	Set	79,55	116,89	141,59			
	Out	79,55	116,89	141,59			
	Nov	79,55	116,89	141,59			
	Dez	79,55	116,89	141,59			
11º ano	Jan	84,36	124,05	150,31	1.012,31	1.488,65	1.803,72
	Fev	84,36	124,05	150,31			
	Mar	84,36	124,05	150,31			
	Abr	84,36	124,05	150,31			
	Mai	84,36	124,05	150,31			
	Jun	84,36	124,05	150,31			
	Jul	84,36	124,05	150,31			
	Ago	84,36	124,05	150,31			
	Set	84,36	124,05	150,31			
	Out	84,36	124,05	150,31			
	Nov	84,36	124,05	150,31			
	Dez	84,36	124,05	150,31			
12º ano	Jan	89,47	131,67	159,58	1.073,65	1.580,00	1.914,92
	Fev	89,47	131,67	159,58			
	Mar	89,47	131,67	159,58			
	Abr	89,47	131,67	159,58			
	Mai	89,47	131,67	159,58			
	Jun	89,47	131,67	159,58			
	Jul	89,47	131,67	159,58			
	Ago	89,47	131,67	159,58			
	Set	89,47	131,67	159,58			
	Out	89,47	131,67	159,58			
	Nov	89,47	131,67	159,58			
	Dez	89,47	131,67	159,58			

13° ano	Jan	94,90	139,76	169,43	1.138,84	1.677,10	2.033,12
	Fev	94,90	139,76	169,43			
	Mar	94,90	139,76	169,43			
	Abr	94,90	139,76	169,43			
	Mai	94,90	139,76	169,43			
	Jun	94,90	139,76	169,43			
	Jul	94,90	139,76	169,43			
	Ago	94,90	139,76	169,43			
	Set	94,90	139,76	169,43			
	Out	94,90	139,76	169,43			
	Nov	94,90	139,76	169,43			
	Dez	94,90	139,76	169,43			
14° ano	Jan	100,68	148,36	179,90	1.208,15	1.780,31	2.158,76
	Fev	100,68	148,36	179,90			
	Mar	100,68	148,36	179,90			
	Abr	100,68	148,36	179,90			
	Mai	100,68	148,36	179,90			
	Jun	100,68	148,36	179,90			
	Jul	100,68	148,36	179,90			
	Ago	100,68	148,36	179,90			
	Set	100,68	148,36	179,90			
	Out	100,68	148,36	179,90			
	Nov	100,68	148,36	179,90			
	Dez	100,68	148,36	179,90			
15° ano	Jan	106,82	157,50	191,03	1.281,82	1.890,03	2.292,32
	Fev	106,82	157,50	191,03			
	Mar	106,82	157,50	191,03			
	Abr	106,82	157,50	191,03			
	Mai	106,82	157,50	191,03			
	Jun	106,82	157,50	191,03			
	Jul	106,82	157,50	191,03			
	Ago	106,82	157,50	191,03			
	Set	106,82	157,50	191,03			
	Out	106,82	157,50	191,03			
	Nov	106,82	157,50	191,03			
	Dez	106,82	157,50	191,03			

16° ano	Jan	113,34	167,22	202,86	1.360,14	2.006,66	2.434,30
	Fev	113,34	167,22	202,86			
	Mar	113,34	167,22	202,86			
	Abr	113,34	167,22	202,86			
	Mai	113,34	167,22	202,86			
	Jun	113,34	167,22	202,86			
	Jul	113,34	167,22	202,86			
	Ago	113,34	167,22	202,86			
	Set	113,34	167,22	202,86			
	Out	113,34	167,22	202,86			
	Nov	113,34	167,22	202,86			
	Dez	113,34	167,22	202,86			
17° ano	Jan	120,28	177,55	215,43	1.443,38	2.130,64	2.585,22
	Fev	120,28	177,55	215,43			
	Mar	120,28	177,55	215,43			
	Abr	120,28	177,55	215,43			
	Mai	120,28	177,55	215,43			
	Jun	120,28	177,55	215,43			
	Jul	120,28	177,55	215,43			
	Ago	120,28	177,55	215,43			
	Set	120,28	177,55	215,43			
	Out	120,28	177,55	215,43			
	Nov	120,28	177,55	215,43			
	Dez	120,28	177,55	215,43			
18° ano	Jan	127,66	188,54	228,80	1.531,87	2.262,43	2.745,64
	Fev	127,66	188,54	228,80			
	Mar	127,66	188,54	228,80			
	Abr	127,66	188,54	228,80			
	Mai	127,66	188,54	228,80			
	Jun	127,66	188,54	228,80			
	Jul	127,66	188,54	228,80			
	Ago	127,66	188,54	228,80			
	Set	127,66	188,54	228,80			
	Out	127,66	188,54	228,80			
	Nov	127,66	188,54	228,80			
	Dez	127,66	188,54	228,80			

19º ano	Jan	135,50	200,21	243,01	1.625,94	2.402,52	2.916,18
	Fev	135,50	200,21	243,01			
	Mar	135,50	200,21	243,01			
	Abr	135,50	200,21	243,01			
	Mai	135,50	200,21	243,01			
	Jun	135,50	200,21	243,01			
	Jul	135,50	200,21	243,01			
	Ago	135,50	200,21	243,01			
	Set	135,50	200,21	243,01			
	Out	135,50	200,21	243,01			
	Nov	135,50	200,21	243,01			
	Dez	135,50	200,21	243,01			
20º ano	Jan	143,83	212,62	258,12	1.725,93	2.551,44	3.097,46
	Fev	143,83	212,62	258,12			
	Mar	143,83	212,62	258,12			
	Abr	143,83	212,62	258,12			
	Mai	143,83	212,62	258,12			
	Jun	143,83	212,62	258,12			
	Jul	143,83	212,62	258,12			
	Ago	143,83	212,62	258,12			
	Set	143,83	212,62	258,12			
	Out	143,83	212,62	258,12			
	Nov	143,83	212,62	258,12			
	Dez	143,83	212,62	258,12			

FLUXO DE CAIXA ANUALIZADO

Tarifas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.875,00	567,23	600,53	635,92	673,54	713,53	756,04	801,23	849,27	900,33	954,61
0,3510 R\$/kWh	-3.875,00	825,81	875,39	928,10	984,13	1.043,69	1.107,00	1.174,30	1.245,84	1.321,89	1.402,72
0,4273 R\$/kWh	-3.875,00	996,84	1.057,20	1.121,36	1.189,57	1.262,07	1.339,14	1.421,06	1.508,15	1.600,72	1.699,12

Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	VPL	TIR
0,2357 R\$/kWh	1.012,31	1.073,65	1.138,84	1.208,15	1.281,82	1.360,14	1.443,38	1.531,87	1.625,94	1.725,93	R\$ 2.524,73	19%
0,3510 R\$/kWh	1.488,65	1.580,00	1.677,10	1.780,31	1.890,03	2.006,66	2.130,64	2.262,43	2.402,52	2.551,44	R\$ 5.330,73	27%
0,4273 R\$/kWh	1.803,72	1.914,92	2.033,12	2.158,76	2.292,32	2.434,30	2.585,22	2.745,64	2.916,18	3.097,46	R\$ 7.186,72	31%

Payback

Tarifas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0,2357 R\$/kWh	-3.307,77	-2.707,24	-2.071,32	-1.397,78	-684,25	71,79	873,03	1.722,30	2.622,63	3.577,24
0,3510 R\$/kWh	-3.049,19	-2.173,80	-1.245,70	-261,57	782,12	1.889,12	3.063,42	4.309,26	5.631,15	7.033,87
0,4273 R\$/kWh	-2.878,16	-1.820,96	-699,60	489,96	1.752,03	3.091,17	4.512,23	6.020,37	7.621,09	9.320,21

Tarifas	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0,2357 R\$/kWh	4.589,55	5.663,20	6.802,04	8.010,19	9.292,01	10.652,15	12.095,53	13.627,41	15.253,35	16.979,28
0,3510 R\$/kWh	8.522,52	10.102,52	11.779,62	13.559,93	15.449,96	17.456,62	19.587,26	21.849,69	24.252,21	26.803,65
0,4273 R\$/kWh	11.123,93	13.038,85	15.071,97	17.230,73	19.523,05	21.957,35	24.542,57	27.288,21	30.204,39	33.301,85

