

# DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA UMA EMPRESA DO SETOR HOTELEIRO

Luiz Guilherme Meira Souza – lguilherme@dem.ufrn.br

Therence Ulisses Medeiros de Oliveira – therence\_06@hotmail.com

Natanaeyfle Randemberg Gomes dos Santos – natan\_mec@yahoo.com.br

Tiago Soares da Silva – tiago\_silva98@yahoo.com.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica

**Resumo.** Apresenta-se uma análise de viabilidade técnica e financeira da utilização de um sistema solar para aquecimento de água em um hotel fictício na região Nordeste, empregando para isso técnicas de dimensionamento de coletores solares e métodos da Matemática Financeira, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*. Apresentou-se uma análise de sensibilidade para verificar quais são os fatores que mais impactam na viabilidade do aquecimento solar. Serão utilizadas análises comparativas em relação a três cidades, de diferentes regiões do Brasil, Curitiba, Belém e João Pessoa. Demonstrou-se a viabilidade de utilização de um sistema de aquecimento solar de todo o Brasil, destacando-se a região nordeste como a mais viável para tal aplicação da fonte solar em função de seus altos índices de radiação solar global. Dentre as cidades analisadas para futura instalação de sistemas de aquecimento solar para aquecimento de água na rede hoteleira João Pessoa foi a que se mostrou mais viável.

**Palavras-chave:** energia solar, aquecimento solar de água, rede hoteleira, viabilidade econômica.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN) de 2012, 45 % do consumo de energia elétrica no Brasil é direcionado para o setor de edificações, sendo 80,0 % correspondente a empresas e residências e 12 % a administração pública, com cifras alcançando 13,8 % do Produto Interno Bruto do país ([www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)).

O setor residencial responde por 23 % do consumo nacional de energia e o consumo do chuveiro elétrico é o segundo maior em uma residência, correspondendo a 25%, perdendo apenas para o refrigerador/freezer que corresponde a 30 %. Sua utilização atinge o horário de pico das 18:00 às 19:00 horas, correspondendo a 8,5 % da demanda nacional de energia neste horário (Santos, 2008).

Estes dados apontam a importância da substituição da fonte elétrica pela fonte solar para a obtenção de água quente principalmente para diminuir-se o consumo de energia elétrica convencional, aliviando a matriz energética brasileira.

O uso de coletores solares para o aquecimento de água tem se mostrado viável em vários países, resultando assim na diminuição de gastos com energia. Atualmente ocorre o crescimento da consciência ambiental da população, que tem procurado utilizar produtos e serem clientes de empresas que tenham atitudes ambientalmente responsáveis.

Deste modo, a indústria hoteleira tem grande potencial para a utilização de sistemas de aquecimento solares, pois goza desses dois benefícios, pois uma parcela considerável do consumo de energia dos hotéis é para o aquecimento de água utilizada nos banheiros e nos restaurantes, além disso, a utilização de tais sistemas serve para fortalecimento da imagem de ambientalmente responsável, que pode ajudar a aumentar as receitas.

Este trabalho apresenta uma análise de viabilidade técnica e financeira da utilização de coletores solares para o aquecimento de água em um hotel fictício na região Nordeste, empregando para isso técnicas de dimensionamento de coletores solares e métodos da Matemática Financeira, como Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback*, em seguida realizando uma análise de sensibilidade para verificar quais são os fatores que mais impactam na viabilidade do aquecimento solar.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O setor hoteleiro é caracterizado pelo grande consumo de eletricidade, pois um de seus principais objetivos é o conforto do cliente (Baptista, 2006). Para Azevedo (2001), este setor mais os restaurantes são responsáveis por aproximadamente 13,4% do consumo de energia elétrica da classe comercial, sabendo que esta classe representa 14,2% do consumo total de energia, podemos concluir que os hotéis e restaurantes são responsáveis por 1,9% do consumo total de energia elétrica no Brasil (MME, 2010).

Numa pesquisa realizada pelo Sebrae-RJ em mais de 600 estabelecimentos, se constatou que em cerca de 60% das unidades, o custo de energia elétrica representava entre 6% e 20% do custo operacional. Ainda segundo esta pesquisa a

energia elétrica era utilizada principalmente em: refrigeração de alimentos, na iluminação, no condicionamento ambiental e no aquecimento de água.

Vale-se ressaltar que a energia solar era utilizada apenas em 8% dos estabelecimentos, os chuveiros elétricos se faziam presentes em 60% dos estabelecimentos, sendo mais amplamente utilizados em hotéis e pousadas de pequeno porte. Nos hotéis de grande e médio porte geralmente havia *boilers* elétricos, gás ou vapor e aquecedores de passagem elétricos, gás ou vapor (Lima Verde, 1999).

Os hotéis têm como característica consumir grandes quantidades de água quente para o atendimento dos seus clientes em atividades tais como: banheiros, cozinhas, lavanderias, piscinas, sauna e restaurantes. De acordo com Instituto de Hospitalidade apud Baptista (2006), o aquecimento de água corresponde a um dos maiores custos operacionais, chegando a representar 5 a 15% do faturamento e mais de 20% do consumo total de energia elétrica. Segundo a Norma Brasileira Regulamentadora 7198 do ano de 1982, o consumo diário de água quente para hotéis é correspondente 45 litros por pessoa. Segundo a Soletrol – Aquecedores Solares de Água LTDA esse consumo seria de 65 litros por pessoa, 45 para o chuveiro e 20 para a lavatório.

O aquecimento solar tem um enorme potencial de crescimento no Brasil, pois além dos altos índices solarimétricos, também coincide o período de maior ocupação, resultando numa maior demanda de energia, com o período de maiores índices solares, o verão. Além disso, o setor hoteleiro visa cada vez mais fidelizar seus clientes e para isso um fator que cada vez ganha mais importância é a imagem de empreendimento ambientalmente correto, que utiliza fontes de energia alternativas e limpas e promove economia de água e energia.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo de caso do hotel fictício teve como localidade a cidade de João Pessoa onde reside o autor desse trabalho. Ressalte-se que tal cidade já dispõe em sua rede hoteleira de massiva utilização de sistemas de aquecimento solar de água.

#### **3.1 Justificativa da escolha**

A região também foi escolhida porque o Nordeste é a região que apresenta o maior potencial para energia solar em nosso país, tornando bastante provável a viabilidade técnica e econômica do aquecimento solar de água.

Além dos fatores apresentados acima, também foi escolhida um município localizado no Nordeste, porque atualmente esta região apresenta a maior taxa de crescimento econômico do Brasil, de tal modo que é esperado que cresça bastante o número de hotéis nesta região.

#### **3.2 Características do hotel**

Apresentam-se as características que foram utilizadas como premissas no nosso estudo de caso: Localização: Município de João Pessoa, no estado da Paraíba, localizado na região Nordeste do Brasil; Tipos de energias utilizadas para o aquecimento de água: Energia solar com boiler elétrico, ou seja, com auxílio de energia elétrica (energia de backup), em comparação com energia elétrica isoladamente; Tarifa de energia elétrica: Tarifa A4 verde, praticada pela Energisa – Companhia responsável pelo fornecimento de energia elétrica no estado da Paraíba ; Locais que utilizam água aquecida: restaurante e banheiros; Quantidade de quartos: 200; Número de ocupantes por quarto: 2; Taxa de ocupação anual média: 60%.

#### **3.3 Análise da viabilidade técnica**

A viabilidade técnica se dá pelo fato da região estudada apresentar o maior potencial solar do Brasil. Outro fator que corrobora para a viabilidade é o atual panorama do mercado da energia solar em nosso país, pois embora ela tenha um potencial para crescer, esta já se mostra presente em todo território nacional com empresas fornecendo aquecedores de boa qualidade, importados ou nacionais, e com capacidade para suprir a demanda necessária (BAPTISTA, 2006).

#### **3.4 Análise da viabilidade econômica**

A viabilidade econômica do sistema de aquecimento solar utiliza apenas métodos matemáticos para sua determinação. Todavia é interessante ressaltar que a utilização do sistema de aquecimento solar pode evitar alguns riscos à imagem do hotel causados pela falta de energia elétrica ou aliviar os impactos causados por um racionamento de energia elétrica, como o já ocorrido no Brasil em anos anteriores.

Em todos os cálculos utilizou-se o programa Microsoft Excel versão 2010.

O fluxograma mostrado na “Fig. 1” apresenta de maneira sistemática as etapas da análise econômica a ser realizada.

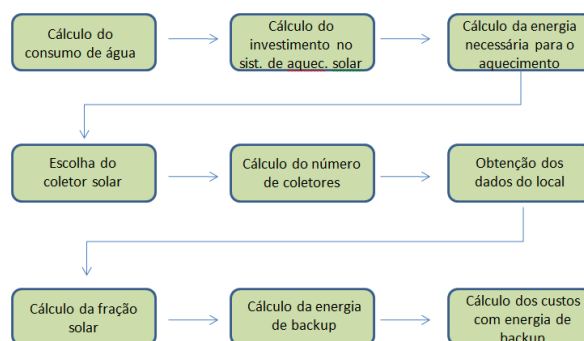


Figura 1. Etapas para o cálculo dos custos com o sistema de aquecimento solar.

### Cálculo do consumo diário de água quente (banheiros e restaurantes)

Consumo de água nos banhos:

Número de quartos no hotel: 200 ( $N_q$ )

Número de hóspedes por quarto: 2 ( $N_h$ )

Taxa de ocupação média no ano: 60% ( $t_o$ )

Número diário de banhos por hóspede: 2 ( $n_b$ )

Vazão do chuveiro: 5 litros por minuto ( $Q_{ch}$ )

Tempo de banho: 6 minutos ( $t_b$ )

O consumo de água nos banhos ( $C_{banhos}$ ) pode ser calculado pela Eq. 1, mostrada abaixo.

$$C_{banhos} = N_q \cdot N_h \cdot t_o \cdot N_b \cdot Q_{ch} \cdot t_b \quad (1)$$

Consumo de água no restaurante:

Consumo de água quente por refeição: 12 litros por refeição ( $C_{aq}$ ) (ABNT NBR 7198/82)

Número de refeições: 1 ( $N_{ref}$ )

O consumo de água no restaurante ( $C_{rest}$ ) pode ser calculado pela Eq. 2, mostrada abaixo.

$$C_{rest} = N_q \cdot N_h \cdot t_o \cdot C_{aq} \cdot N_{ref} \quad (2)$$

O consumo total de água aquecida pode ser calculado pela Eq. 3 apresentada a seguir.

$$C_{águaquente} = C_{banhos} + C_{rest} \quad (3)$$

### Cálculo do investimento no sistema de aquecimento solar

De acordo com a empresa Helioek, pode-se utilizar a seguinte relação para o cálculo do investimento necessário no sistema de aquecimento: R\$ 5,70 de investimento pela capacidade do sistema em litros, de tal forma que o investimento pode ser calculado pela Eq. 4.

$$Investimento = R\$5,70 \cdot C_{águaquente} \quad (4)$$

### Cálculo da energia necessária para aquecimento

Para calcular a energia necessária para aquecer a quantidade de água calculada acima se utiliza a Eq 5.

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T = \rho \cdot V \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (5)$$

Onde:

Q – quantidade de energia, em Kcal/dia

$\rho$  – densidade da água a 25°C, em Kg/litro

V – volume de água, em litros/dia

$C_p$  – calor específico da água, em Kcal/Kg°C

$\Delta T$  – diferença entre a temperatura do reservatório, padronizada como 45°C e a temperatura medial anual em °C, conseguida através do software RETScreen.

Para obter-se o valor encontrado na unidade desejada (KWh/mês) multiplica-se por 30 para o cálculo de consumo por mês e dividimos por 860 para transformar em.

### Dados do coletor solar

Neste estudo serão utilizados os dados do modelo MK6VS comercializado pela Heliotek, que anualmente é avaliado pelo INMETRO, pois participa do Programa Brasileiro de Etiquetagem, que especifica sua eficiência energética, produção de energia, dentre outros dados que são necessários para o projeto de coletores solares.

Com base no relatório do INMETRO serão usados os dados apontados abaixo para os cálculos pertinentes.

$F_R(\delta\alpha) = 0,738$ ;  $F_{RU_L} = 5,256 \text{ W/m}^2\text{C}$

Área do coletor = 1,65 m<sup>2</sup>

Vida Útil = 20 anos

O coletor tem caixa externa em alumínio, cobertura de vidro plano transparente com espessura (3mm), laca absorvedora de cobre ( 0,2 milímetros), tubulação em cobre (12,5mm), isolamento com lã de vidro e vedação com borracha de silicone.

### Cálculo da fração solar

A fração solar (f) de um determinado período é o quociente entre a contribuição do sistema solar de aquecimento ( $Q_{solar}$ ) e a demanda de energia para esse dado período ( $Q_{total}$ ), e pode ser calculado pela Eq. 6.

$$f_{solar} = \frac{Q_{solar}}{Q_{total}} \quad (6)$$

Na prática para se calcular o valor da fração solar se utiliza a fórmula (Eq. 7) empírica apresentada por Klein apud Pereira (2010), na qual a fração solar é dada por:

$$f_{solar} = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 \quad (7)$$

Os valores de X e Y (Eqs. 8 e 9) representam:

$$Y = \frac{(A_c \cdot F_R(\delta\alpha)_e \cdot H_t \cdot N_{\text{mês}})}{Q_{total}} \quad (8)$$

$$X = \frac{(A_c \cdot F_{RU_L} \cdot (T_{ref} - T_{amb}) \cdot \Delta T_{\text{mês}})}{Q_{total}} \quad (9)$$

Onde:

$A_c$  – é a área total de coletores, em m<sup>2</sup>

$F_{RU_L}$  – é o produto do fator de remoção e coeficiente global de perdas térmicas do coletor solar, em W/m<sup>2</sup>C. Este valor foi retirado do ensaio do INMETRO

$T_{ref}$  – é a temperatura de referência, que é considerada constante e igual a 100°C

$T_{amb}$  – é a temperatura média em questão do local, em °C

$\Delta t_{\text{mês}}$  – é a duração do mês em segundos

$Q_{total}$  – é a demanda total de energia necessária para aquecer o volume de água em questão, expresso em KWh/mês

$F_R(\delta\alpha)_0$  – é o produto do fator de remoção, transmissividade do vidro e absorvidade da tinta utilizada no coletor, esta unidade é adimensional

$H_t$  – é a radiação solar diária média mensal incidente no coletor solar por unidade de área, expresso em KWh/mês\*dia

$N_{mês}$  – representa o número de dias no mês

A temperatura ambiente média e radiação solar média foram retiradas do software RETScreen, elaborado pelo governo do Canadá e é distribuído livremente na internet, com a finalidade de difundir a utilização da energia solar ao redor do mundo.

### Cálculo do número de coletores

Para o cálculo do número de coletores utiliza-se a relação de 125,24 litros por metro quadrado (Baptista, 2006). Portanto chega-se à quantidade de coletores da seguinte maneira:

Consumo total de água aquecida = (I)

Área do coletor = 1,65 m<sup>2</sup>

Relação = 125,24 litros/m<sup>2</sup>

Área total de coletores = I / 125,24 m<sup>2</sup>

Número de coletores = (I / 125,24) / 1,65 coletores = (J)

Como só se pode ter um número exato, foi preferível aproximar o valor de (J) para o próximo número inteiro de coletores (K), totalizando uma área real de (K)\*1,65 m<sup>2</sup>

### Cálculo da energia de backup

A energia de backup representa a energia elétrica que será gasta pelo sistema de aquecimento solar, quando este não for suficiente para garantir a temperatura no reservatório. Esta energia foi calculada da seguinte maneira:

### Cálculo dos gastos com energia

Para calcularmos os gastos com energia foram utilizadas as tarifas praticadas em janeiro de 2011 pela Energisa, empresa que detém os direitos de distribuição de energia no estado da Paraíba. A tarifa que segundo a pesquisa bibliográfica revelou como sendo a mais utilizada por este tipo de empreendimento é a A4 Verde, que possui os seguintes valores:

Para consumo em horário de pico – 1,66286 R\$/KW

Para consumo fora do horário de pico – 0,15927 R\$/KW

Nos cálculos a tarifa foi utilizada uma média ponderada com quatro horas de consumo no horário de pico e 20 horas fora do horário de pico, de modo que chegamos a uma determinada tarifa para o primeiro ano de projeto.

A tarifa foi corrigida anualmente pela previsão de inflação brasileira do ano de 2010 de 5,9% ao ano (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2011).

Com as tarifas calculou-se o consumo do sistema de aquecimento elétrico, como sendo a quantidade de energia total. Já no sistema de aquecimento solar o custo com energia elétrica se refere apenas a parcela da energia de backup.

## 4. ANALISES DOS RESULTADOS

Os resultados foram obtidos com base nas premissas anteriormente citadas, seguindo-se a mesma ordem para facilitar o entendimento. A Tab. 1 apresenta os parâmetros calculados utilizando as equações descritas no item anterior, necessários para as análises técnica e econômica.

Tabela 1. Parâmetros calculados para o diagnóstico das viabilidades do projeto.

Parâmetros	Valores
$C_{banhos}$	14.400 litros/dia
$C_{rest}$	2.880 litros/dia
$C_{aq}$	17.280 litros/dia
I	R\$ 98.496,00
Q	10.443KWh/mês
$N_{coletores}$	84,0
$A_{Tcoletores}$	138,6 m <sup>2</sup>
$f_{sm}$	0,565476
$E_{back}$	9.597KWh / mês

### 4.1 Cálculo dos gastos com energia

Como o objetivo do presente trabalho é fazer uma comparação entre o aquecimento de água utilizando energia solar e a energia elétrica, fizeram-se os cálculos para os dois métodos.

No cálculo do consumo de energia elétrica convencional, foi utilizada a tarifa resultante da média ponderada entre o horário de pico e fora deste, pelo consumo de energia. Já para o cálculo com sistema de aquecimento solar utilizou-se apenas a energia de backup, todavia com a mesma tarifa praticada.

$$Custo_{convencional} = 10 \times 443 \times 0,40986833 = R\$4280,40$$

$$Custo_{sistema solar} = 4.538 \times 0,40986833 = R\$1859,93$$

Os dados de custos são apresentados na Tab. 2 e no gráfico da Fig. 2, a seguir.

Tabela 2. Custos com energia de backup e energia elétrica mensal

MÊS	f	Ebckp	R\$ bckp	R\$ Elétrica
Jan	0,5577602	4618,46	1892,96	4280,40
Fev	0,6006548	4170,50	1709,36	4280,40
Mar	0,5736844	4452,16	1824,80	4280,40
Abr	0,5123187	5093,03	2087,47	4280,40
Mai	0,5143250	5072,07	2078,88	4280,40
Jun	0,4022093	6242,94	2558,78	4280,40
Jul	0,4416530	5831,01	2389,95	4280,40
Ago	0,5537273	4660,58	1910,22	4280,40
Set	0,5932783	4247,54	1740,93	4280,40
Out	0,6747956	3396,22	1392,00	4280,40
Nov	0,6944259	3191,22	1307,98	4280,40
Dez	0,6668851	3478,83	1425,86	4280,40

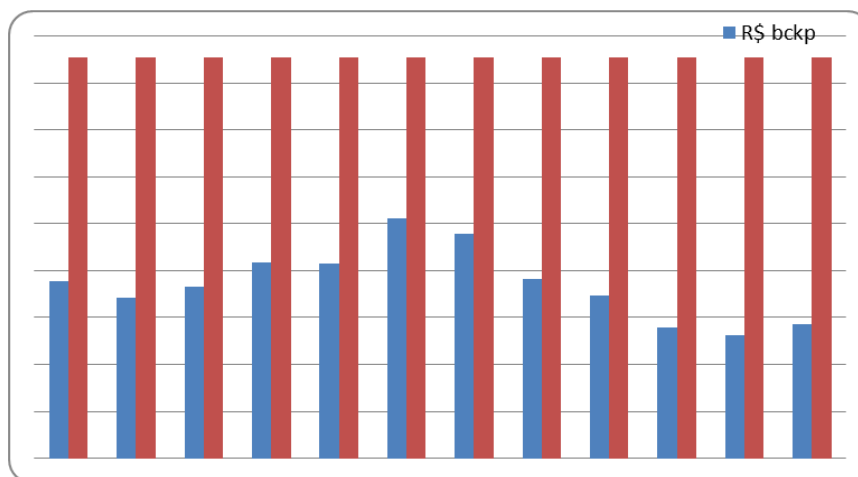


Figura 2. Custo mensal com energia de backup e energia elétrica ( Fonte:Elaboração própria).

#### 4.2 Cálculo dos custos ao longo do projeto

Foi utilizada uma vida útil de 20 anos para o sistema de aquecimento solar, com uma taxa de juros correspondente a inflação do ano de 2010 que foi de 5,9% ao ano, que serviu para corrigir tanto a tarifa praticada, como o fluxo de caixa de forma geral. Desse modo foi calculado com o auxílio do software Microsoft Excel os custos mensais nos 20 anos que se encontram no anexo A. A Tab. 3 apresenta o resumo dos 20 anos considerados.

Tabela 3. Custos ao longo do projeto (Fonte: Elaboração própria).

ANO	Custo Solar	Custo Elétrico	Elétrico – Solar
Ano 1	R\$ 22.319,20	R\$ 51.364,78	R\$ 29.045,57
Ano 2	R\$ 23.636,04	R\$ 54.395,30	R\$ 30.759,26
Ano 3	R\$ 25.030,56	R\$ 57.604,62	R\$ 32.574,06
Ano 4	R\$ 26.507,37	R\$ 61.003,29	R\$ 34.495,93
Ano 5	R\$ 28.071,30	R\$ 64.602,49	R\$ 36.531,19
Ano 6	R\$ 29.727,51	R\$ 68.414,03	R\$ 38.686,53
Ano 7	R\$ 31.481,43	R\$ 72.450,46	R\$ 40.969,03
Ano 8	R\$ 33.338,84	R\$ 76.725,04	R\$ 43.386,20
Ano 9	R\$ 35.305,83	R\$ 81.251,82	R\$ 45.945,99
Ano 10	R\$ 37.388,87	R\$ 86.045,67	R\$ 48.656,80
Ano 11	R\$ 39.594,81	R\$ 91.122,37	R\$ 51.527,55
Ano 12	R\$ 41.930,91	R\$ 96.498,59	R\$ 54.567,68
Ano 13	R\$ 44.404,83	R\$ 102.192,00	R\$ 57.787,17
Ano 14	R\$ 47.024,72	R\$ 108.221,33	R\$ 61.196,62
Ano 15	R\$ 49.799,17	R\$ 114.606,39	R\$ 64.807,22
Ano 16	R\$ 52.737,33	R\$ 121.368,17	R\$ 68.630,84
Ano 17	R\$ 55.848,83	R\$ 128.528,89	R\$ 72.680,06
Ano 18	R\$ 59.143,91	R\$ 136.112,09	R\$ 76.968,19
Ano 19	R\$ 62.633,40	R\$ 144.142,71	R\$ 81.509,31
Ano 20	R\$ 66.328,77	R\$ 152.647,13	R\$ 86.318,36

O gráfico da Fig. 3 representa a crescente economia entre os dois sistemas de aquecimento de água.

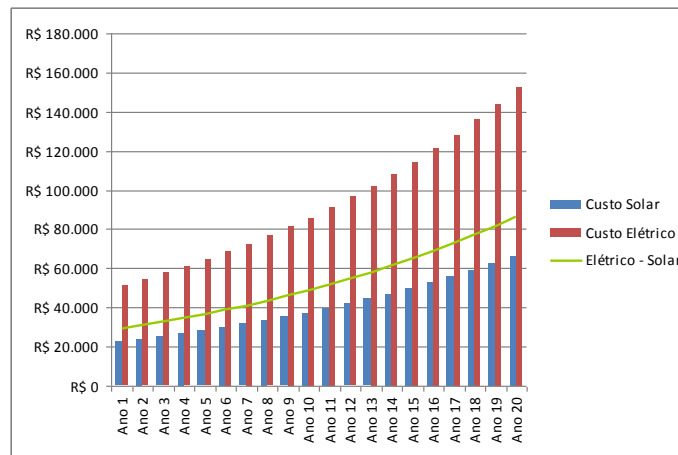


Figura 3. Custo do aquecimento solar x Custo elétrico.

Neste trabalho foi realizada uma análise de sensibilidade variando-se os seguintes parâmetros: **número de quartos, taxa de juros empregada e as cidades onde seriam instalados os hotéis**. Para cada uma dessas variáveis foi calculado o VPL, a TIR e o *Payback*.

O valor presente líquido (VPL) é feito com base nos dispêndios e receitas ao longo da vida do projeto, levando-se sempre em consideração uma determinada taxa de juros. A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros com que o investimento foi remunerado ao longo do projeto. O *Payback* representa o tempo que o investimento será recuperado, sem levar em consideração os juros.

Para o cálculo dos indicadores levou-se em consideração o **valor do investimento no sistema de aquecimento solar de água, a diferença entre o custo do aquecimento solar e o custo do aquecimento convencional e a taxa de juros**, que foi considerada igual a inflação brasileira do ano de 2010. Os valores dos indicadores encontrados estão apresentados na Tab. 4.

Tabela 4. Indicadores para a variável taxa de juros.

Taxa de juro anual (%)	Indicadores		
	VPL (R\$)	TIR (%)	Payback (anos)
1%	R\$ 249.715,29	30%	4
5,90%	R\$ 424.977,48	35%	4
10%	R\$ 668.026,88	39%	4

O principal fator para a escolha do hotel fictício no município de João Pessoa foi o enorme potencial solar que a região Nordeste do Brasil apresenta. Desse modo utilizou-se uma comparação com duas cidades localizadas em regiões distintas, Belém da região Norte e Curitiba da região Sul do Brasil. Os dados referentes às três cidades em análise encontram-se apresentados na Tab. 5.

Tabela 5. Indicadores calculados para as três cidades em análise.

CITY	VPL (R\$)	TIR (%)	Payback (anos)
Belém	R\$ 374.735,52	32%	4
João Pessoa	R\$ 424.977,48	35%	4
Curitiba	R\$ 130.665,24	17%	7

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

1. O projeto de utilização de um coletor solar para o aquecimento de água de um hotel fictício é economicamente viável, pois considerada todas as premissas, este apresentou um valor presente líquido positivo (VPL) de R\$ 424.977,48, com uma taxa interna de retorno (TIR) de 35% e o *Payback*, ou seja, o tempo para se ter o retorno sobre o investimento se deu em apenas 4 anos após a instalação, quando o projeto tem uma duração de 20 anos;
2. A variação do número de quartos no hotel não afetou a taxa interna de retorno (TIR), nem o *Payback*, todavia o valor presente líquido (VPL) apresentou uma variação de R\$ 2.124,89 por quarto, ou seja, se acrescentarmos um quarto o valor presente líquido aumentará R\$ 2.124,89;
3. O valor presente líquido e a taxa interna de retorno foi impactada pela modificação da taxa de juros, de maneira que, quanto maior for a taxa de juros empregada melhores serão os indicadores econômicos, trazendo maior retorno para o Hotel. Apenas o *Payback* não foi impactado pela variação da taxa de juros;
4. Na análise de sensibilidade realizada o fator que mais impactou nos indicadores econômicos foi a alteração do local de instalação do hotel, todos os indicadores tiveram variação e quando comparado com a cidade de Curitiba, na região Sul, temos a maior variação. Este resultado ratifica a região Nordeste como tendo um enorme potencial para a energia solar
5. Embora os resultados para a cidade de Curitiba tenham sido abaixo das demais localidades (João Pessoa e Belém), vale-se ressaltar que mesmo nesta cidade o projeto se revelou economicamente viável, conforme os indicadores demonstraram.
6. Sugere-se que a metodologia aqui desenvolvida seja aplicada a um caso real com a finalidade de confirmar e/ou ajustar as etapas, de modo que possa ser desenvolvido um modelo que possa ser aplicado para várias cidades de características climáticas distintas.

## REFERÊNCIAS

- Baptista, A. S. C., 2006. Análise da viabilidade econômica da utilização de aquecedores solares de água em resorts no nordeste do Brasil. Dissertação de mestrado em Ciências em Planejamento Energético, UFRJ, Rio de Janeiro.
- Javier, F.F.R., 2008. Evaluación de La performance de diferentes colectores solares de placa plana usando um simulador solar, construídos com materiales no convencionales. XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energia Solar, Vigo, Galicia, España.
- Lopo, A. B., 2010. Análise do desempenho térmico de um sistema de aquecimento solar de baixo custo, Dissertação de Mestrado do PGEM/UFRN, Natal, RN.



- Molero, N., et. al., 2008. Nuevo modelo detallado del comportamiento térmico de captadores plano. XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energia Solar, Vigo, Galicia, España.
- Neto, J.H.M., et al., 2008. Análise técnica e econômica de coletores solares de baixo custo e convencionais utilizados para aquecimento de água de banho, CEBENS – ISES –CLA. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Latino-Americana da ISES, Florianópolis/SC.
- Pozzebon, F., Krenzinger, A., 2008. Desenvolvimento de um programa de simulação computacional para análise de sistemas térmicos de aquecimento de água, CEBENS – ISES –CLA. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Latino-Americana da ISES, Florianópolis/SC.
- Silva A. C.G.C, et al., 2008. Modelo de simulação numérica para sistemas de aquecimento de água utilizando energia solar, CEBENS – ISES –CLA. II Congresso Brasileiro de Energia Solar e III Conferência Latino Americana da ISES, Florianópolis/SC.