

ESCOLA POLITÉCNICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS



Serviço de Bibliotecas
Biblioteca da Engenharia Elétrica

Ferramenta de Avaliação de Uso de Sistemas
de Aquecimento Solar Térmico

Gustavo Haselmann Arakawa
Newton Hideki Urabe Kajimoto

PROJETO DE FORMATURA / 2008

ESCOLA POLITÉCNICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS



PROJETO DE FORMATURA / 2008

Ferramenta de Avaliação de Uso de Sistemas
de Aquecimento Solar Térmico

Alunos: Gustavo Haselmann Arakawa
Newton Hideki Urabe Kajimoto
Orientador: Prof. Dr. José Aquiles Grimoni Baesso
Coordenador: Prof. Dr. Dorel Soares Ramos

RESUMO

Este trabalho de formatura tem por objetivo apresentar o Software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água - SOLAR. Atualmente existe uma grande conscientização quanto ao uso de energias limpas e renováveis. A utilização de painéis solares, além de utilizar uma energia limpa e disponível em abundância, é muito interessante economicamente, pois a energia solar é gratuita. Dentro deste contexto, o software desenvolvido visa mostrar a análise de viabilidade técnico-econômica através do retorno do investimento destes sistemas de aquecimento de água. O software SOLAR também permite realizar a comparação entre várias soluções para aquecimento de água, produzindo informações relevantes para a escolha da melhor solução de aquecimento.

ABSTRACT

This paper presents the Software for the Viability Analysis on the Solar Water Heating Systems - SOLAR. Nowadays, there is a good understanding about the use of clean and renewable energy sources. The use of solar panels, besides using a clean and abundant energy, is also very interesting in the economical point of view because the energy is free. In this context, the SOLAR software intent to show, by making a viability analysis, how fast is the return of the investment in these solar water heating systems. The SOLAR software has the purpose to compare between various solutions for the water heating, providing useful information for the better choice on the water heating system.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Aquecedor de Passagem a Gás Bosch.....	9
Figura 2 - Aquecedores Elétricos de Acumulação Kent.....	10
Figura 3 - Aquecedor Geotérmico em Arequipa - Peru.....	10
Figura 4 - Coletor Solar Plano Fonte: Catálogo Soletrol.....	13
Figura 5 - Coletor Concentrador	13
Figura 6 – Órbita da Terra com seu eixo inclinado.....	14
Figura 7 - Curvatura do globo Fonte: Hudson, Markell,(1985).....	15
Figura 8- Radiação Solar Global Fonte: Wikipedia	15
Figura 9 - Radiações Incidentes no Coletor Fonte: CARDOSO [4]	16
Figura 10 - Radiações no plano horizontal e plano inclinado.....	17
Figura 11 - Tela de entrada de dados geográficos.....	29
Figura 12 - Tela de entrada de dados econômicos	30
Figura 13 - Resultado da comparação	31

SUMÁRIO

1.	Introdução	6
2.	Metodologia.....	7
3.	Introdução aos Sistemas de Aquecimento da Água.....	8
	Principais Sistemas de Aquecimento	9
4.	Sistemas de Aquecimento Solar	12
	Tipos de Coletor Solar	12
5.	Radiação Solar	15
6.	Algoritmo de correção da radiação para o plano inclinado	20
7.	Dimensionamento do Sistema	24
8.	Análise Econômica	26
9.	Análise do Ambiente de Programação	27
10.	Software SOLAR.....	28
11.	Legislação	32
12.	Estudo de Caso	34
13.	Conclusões Finais	36
	Bibliografia	38
	ANEXOS	40
	Anexo A. Guia de Uso para o Software SOLAR	40
	Anexo B. Tabelas de Radiação Solar no Plano Horizontal	44
	Anexo C. Tarifas de Gás para Consumidores Comerciais.....	58

1. Introdução

Este trabalho de formatura propõe um software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água – SOLAR, desenvolvido com o intuito de se tornar uma ferramenta capaz de auxiliar um empreendedor na decisão da instalação de um sistema de aquecimento solar da água.

A energia solar é atualmente uma das mais desejadas fontes de energia, pois é limpa, renovável e abundante. Além destas vantagens, a captação da energia para aquecimento da água é realizada por meio de Coletores Solares, placas de metal com tubos onde circula um líquido que receberá a energia do sol. Estes coletores, por apresentarem construção relativamente simples, apresentam manutenção extremamente reduzida, tornando o sistema ainda mais interessante.

Dentro deste contexto, o software desenvolvido visa apresentar a análise de viabilidade técnico-econômica por meio do retorno do investimento destes sistemas de aquecimento de água. O software SOLAR também permite realizar a comparação entre várias soluções para aquecimento de água, produzindo informações relevantes para a escolha da melhor solução de aquecimento.

A análise feita pelo software se inicia com o dimensionamento do sistema de acordo com a cidade onde será instalado o sistema e a demanda do usuário. Com o dimensionamento é calculado o valor de investimento necessário para a instalação do sistema, permitindo assim a análise de viabilidade econômica através do cálculo do tempo de retorno estimado.

O dimensionamento é feito considerando o ângulo de inclinação do painel igual o da latitude da cidade acrescido de 10°, seguindo recomendação da norma NBR12269/2006, e fazendo a correção da radiação incidente seguindo o método de Liu e Jordan [1].

2. Metodologia

O software SOLAR foi desenvolvido seguindo a metodologia:

1. Revisão bibliográfica. Para o desenvolvimento dos algoritmos utilizado foram consultados artigos técnicos e teses, sobre metodologias para a correção da radiação do plano horizontal para o plano inclinado e sistemas de aquecimento solar de água. Para o desenvolvimento do software, foram consultados diversos fóruns e sites de programação.
2. Desenvolvimento do modelo. O desenvolvimento do modelo implementado no software de análise da viabilidade de instalação de aquecimento solar da água foi feito baseado na pesquisa bibliográfica, e seguindo as normas e recomendações da NBR12269/2006.
3. Escolha da Linguagem de programação. A linguagem de programação foi escolhida tendo em vista a possibilidade de implementação das funções matemáticas e trigonométricas necessárias à correta elaboração do modelo de correção dos dados de radiação e de análise econômica. Também foi importante a habilidade de integração com bancos de dados, para armazenamento e recuperação de dados.
4. Programação. A programação do software foi realizada seguindo as boas práticas de programação orientada a objetos, tendo como foco a facilidade de uso do software pelo usuário. Para tanto, foi elaborada uma interface bastante informativa e com entradas as mais auto-explicativas possíveis.

3. Introdução aos Sistemas de Aquecimento da Água

O aquecimento da água consiste na utilização de uma fonte de calor para se elevar a temperatura da mesma até o nível desejado, para atender certa aplicação. Os usos finais para água aquecida são principalmente banho, lavagem de roupa, lavagem de louça, geração de vapor e cozimento.

Atualmente há uma grande conscientização quanto ao uso de fontes renováveis de energia para a realização deste aquecimento. Sistemas limpos, que não causam emissão de poluentes, estão sendo cada vez mais difundidos.

O aquecimento solar é bastante interessante economicamente, pois o combustível utilizado é gratuito e disponível em abundância. Em contrapartida, a temperatura máxima passível de ser atingida não é elevada, e varia conforme as condições geográficas e climáticas do local de instalação.

Para se realizar uma análise da viabilidade econômica da instalação de um sistema de aquecimento solar da água, será apresentado um estudo do estado da arte das soluções existentes no mercado, incluindo o dimensionamento do sistema, bem como dos custos de instalação e manutenção ao longo do tempo.

Serão implantados no software recursos para, a partir da análise das soluções existentes, a escolha do sistema mais adequado ao projeto, levando-se em conta as restrições físicas impostas pela localização geográfica e pela área disponível para instalação. Da mesma maneira, será possível a análise de sistemas já instalados e sua comparação com outras opções.

Principais Sistemas de Aquecimento

Os sistemas diferem de acordo com a aplicação, se a água sendo aquecida é potável ou não, de acordo com a temperatura que se deseja atingir e com o combustível utilizado.

Os principais sistemas de aquecimento de água são por combustão (gás natural, GLP, óleos combustíveis, etc.), elétricos e de energias alternativas como a solar e a geotérmica, sendo que os sistemas de aquecimento solar quase sempre são utilizados em combinação com um sistema de aquecimento auxiliar como o elétrico ou por combustão. A figura 1 apresenta um exemplo de aquecedor de passagem a gás, bastante compacto.



Figura 1 - Aquecedor de Passagem a Gás Bosch

A figura 2 a seguir, exemplifica um sistema de aquecimento elétrico de acumulação.



Figura 2 - Aquecedores Elétricos de Acumulação Kent

A figura 3 mostra um sistema aproveitando uma fonte de água geotérmica sendo utilizado para aquecimento de água potável.

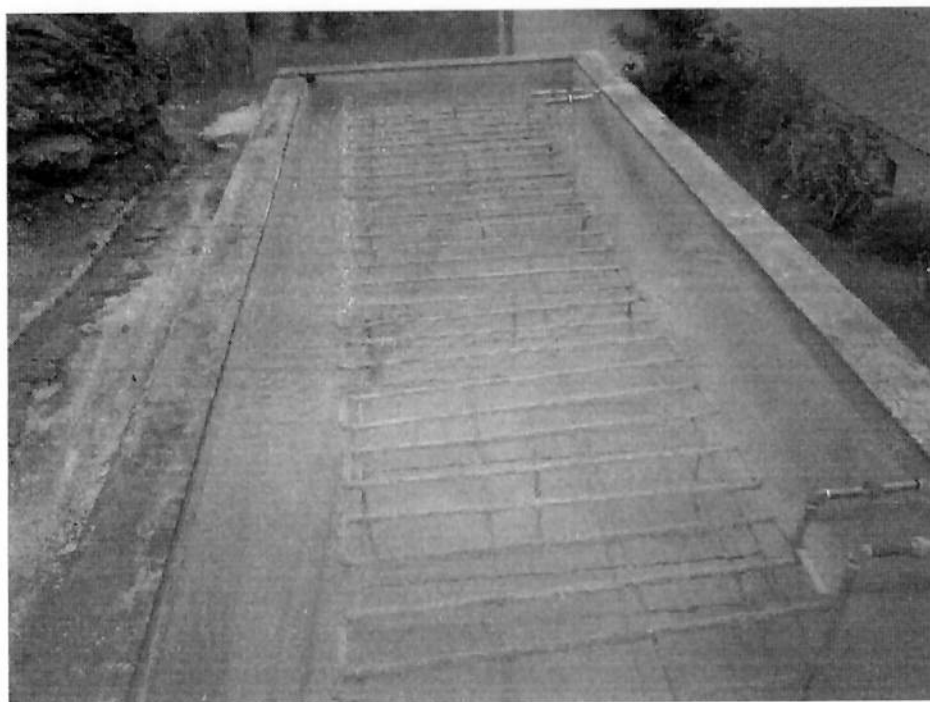


Figura 3 - Aquecedor Geotérmico em Arequipa - Peru

O aquecimento geotérmico é comparável ao solar à medida que utiliza uma fonte de energia limpa e renovável. No entanto, só pode ser instalado em locais especiais, onde já existe a fonte termal, inviabilizando seu uso na grande maioria das situações.

Os outros tipos de aquecedores podem ter um reservatório, onde a água aquecida é armazenada já na temperatura desejada, e o sistema é acionado sempre que a temperatura cai abaixo de certo patamar ou ser de passagem, sendo a água aquecida somente quando há fluxo.

A vantagem do sistema com reservatório é que a água é mantida sempre aquecida e gasta somente o combustível necessário para manter a temperatura desejada. No entanto, requer um grande espaço para a instalação do reservatório, além de correr o risco de se manter a água aquecida durante períodos em que não há utilização da mesma.

Nos aquecedores de passagem, o combustível somente é usado quando há demanda de uso, porém deve ser usado em grande quantidade, pois a água estará sempre à temperatura ambiente inicialmente. No entanto, o sistema é mais compacto, podendo ser instalado em espaços menores. É o tipo de aquecimento mais recomendado e utilizado como sistema complementar ao de aquecimento solar, pois ao ser utilizado em série com o aquecimento solar, permite um aquecimento complementar caso a temperatura do reservatório solar esteja abaixo da demandada, o que pode ocorrer nos dias nublados ou de demanda maior, sem desperdício de energia.

4. Sistemas de Aquecimento Solar

Os sistemas de aquecimento solar são basicamente compostos por um conjunto de coletores solares, um sistema hidráulico, trocador de calor e um tanque de armazenamento térmico.

Estes sistemas podem ser classificados quanto à maneira como é feita a circulação do fluido, que pode ser passiva (por diferença de densidade, termossifão) ou ativa (através de bombas).

A troca de calor pode ser feita diretamente (o fluido que circula pelos coletores é a água que se deseja aquecer) ou indiretamente (o fluido que circula pelos coletores é diferente, e aquece a água num trocador de calor). Os sistemas indiretos possuem eficiência menor (maior perda de calor), mas são utilizados em lugares muito frios a fim de se evitar o congelamento do fluido (normalmente etileno-glicol e propileno-glicol).

Assim, temos os quatro principais tipos de sistemas de aquecimento solar de água:

Sistema passivo direto

Sistema passivo indireto

Sistema ativo direto

Sistema ativo indireto

Tipos de Coletor Solar

Existem dois principais tipos de coletores solares, o coletor plano, e o coletor de foco ou com concentrador de energia.

Os coletores planos são basicamente compostos por dutos acondicionados em uma caixa metálica com fundo fosco e normalmente de cor escura, e um isolante térmico no fundo. São utilizados principalmente em sistemas onde a temperatura final desejada não seja

muito elevada. A figura 1, mostrada a seguir, exemplifica um coletor solar plano. Podemos ver também o posicionamento do reservatório, numa configuração que permite a circulação passiva do líquido (termo sifão).

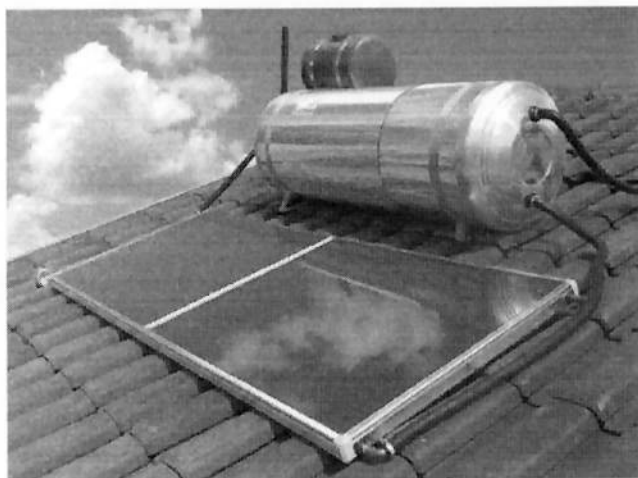


Figura 4 - Coletor Solar Plano Fonte: Catálogo Soletrol

Os coletores concentradores de energia funcionam através de refletores espelhados focados na tubulação, ou com lentes concentradoras de energia e são utilizados quando as temperaturas desejadas são mais elevadas, porém com menor fluxo. A figura 2 mostrada a seguir apresenta um diagrama de um coletor parabólico, que focaliza os raios solares recebidos no duto.

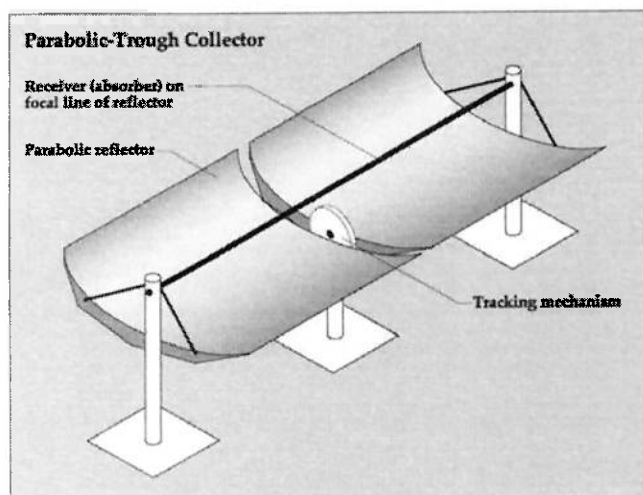


Figura 5 - Coletor Concentrador

5. Radiação Solar

O Sol envia anualmente $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia para a atmosfera terrestre. Essa quantidade de energia corresponde a aproximadamente 10.000 vezes o consumo mundial de energia bruta em um ano. Essa radiação solar pode ser aproveitada como fonte energética (térmica, elétrica) através de sua captação e conversão.

A Terra, em seu movimento de translação em torno do Sol, não apresenta um alinhamento entre o seu plano de órbita e o seu plano axial, apresentando uma inclinação de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação ao plano perpendicular à linha Terra-Sol.

Devemos também levar em consideração que a Terra não é esférica, apresentando uma curvatura nos pólos do globo terrestre, como mostra a figura 4 abaixo.

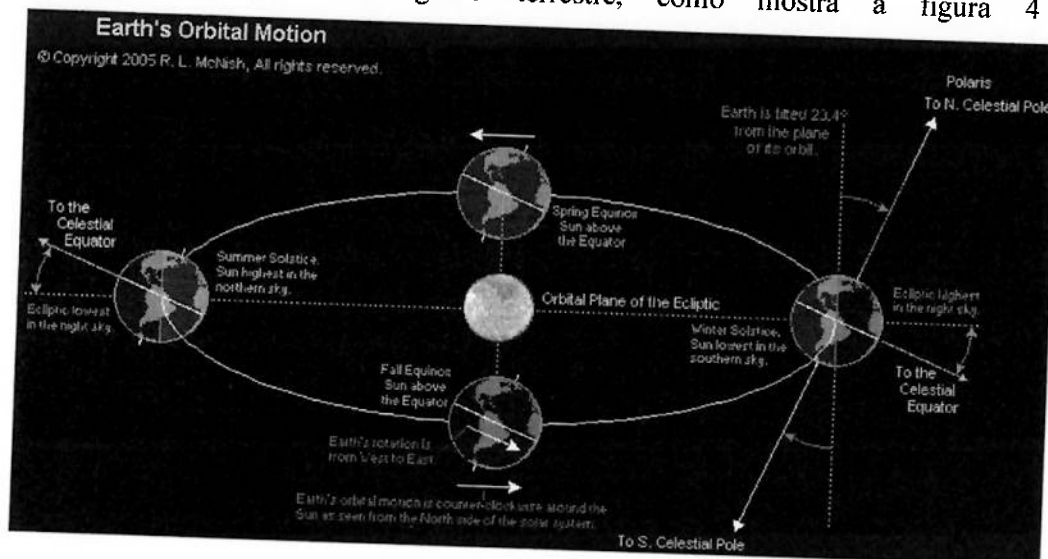


Figura 6 – Órbita da Terra com seu eixo inclinado.

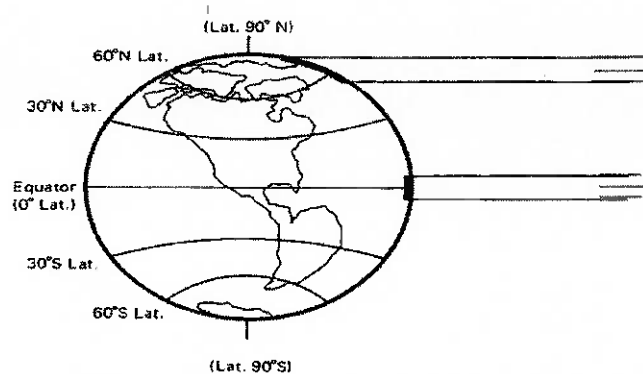


Figura 7 - Curvatura do globo Fonte: Hudson, Markell,(1985)

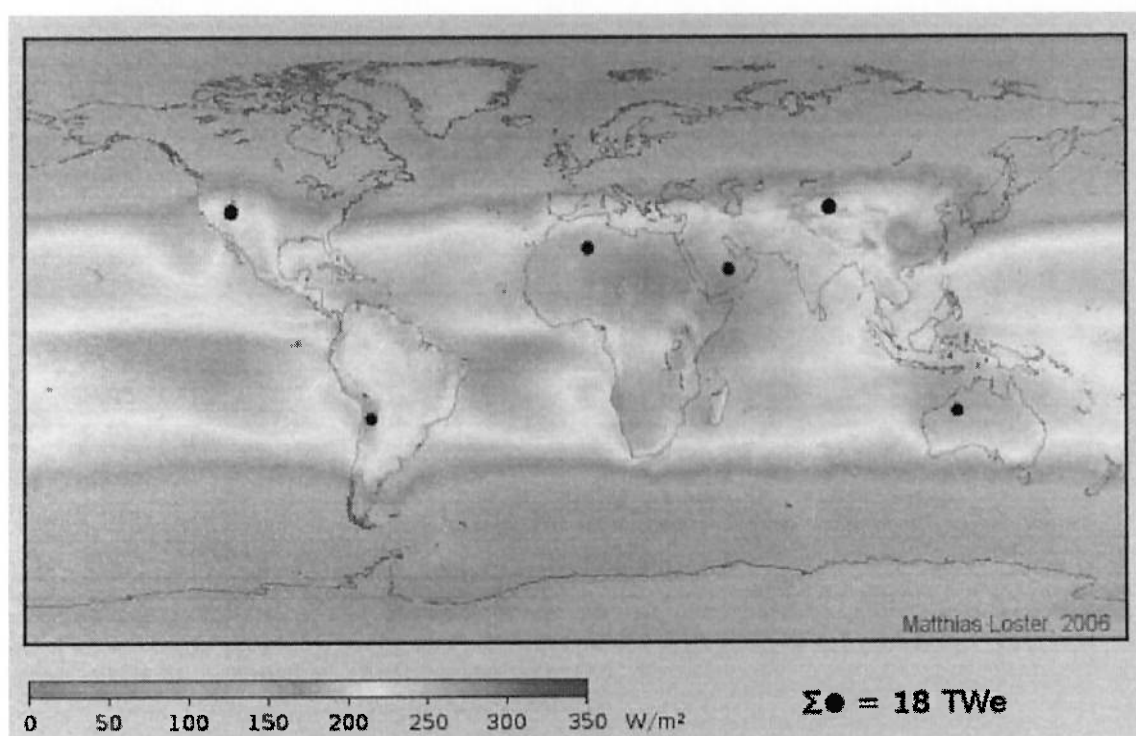
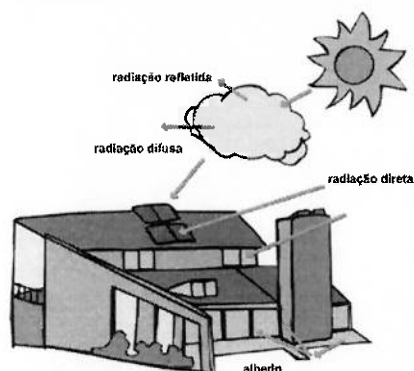


Figura 8- Radiação Solar Global Fonte: Wikipedia

Essa curvatura faz com que a incidência de radiação solar seja diferente para cada latitude. Isso faz com que os locais mais próximos da linha do equador recebam maior radiação, como pode ser visto na figura 5.

Para a radiação a ser utilizada, interferem diretamente a dispersão e absorção ocorridas na atmosfera (radiação difusa), tanto em dias de céu limpo, como em dias

parcialmente e totalmente nublados. A radiação solar incidente sobre qualquer corpo na superfície da Terra é a soma das radiações direta, difusa e refletida.



Radiação Global = Radiação direta + Radiação difusa

Figura 9 - Radiações Incidentes no Coletor Fonte: CARDOSO [4]

É importante saber como calcular o ângulo de incidência dos raios solares em um dado local e instante de tempo. São fatores importantes nesse cálculo a latitude, o ângulo horário, a declinação solar, o ângulo que a superfície coletora se encontra em relação ao plano horizontal e a direção para a qual a superfície está apontada. Todos esses fatores influenciam na quantidade de radiação solar incidente sobre o corpo.

Normalmente, as medidas de radiação solar são feitas no plano horizontal, e analisados por sua média diária ou mensal. É importante também verificar o número de horas diárias de insolação, para se ter uma estimativa da energia disponível em cada dia ou mês.

No caso de coletores solares para aquecimento de água, com instalação fixa, o mais comum é se orientar os painéis para o sul nos países do hemisfério norte e para o norte para os países localizados no hemisfério sul. Além disso, seguindo orientação da NBR12269/2006, para maior aproveitamento da energia solar captada nos coletores, é utilizado um ângulo de inclinação com a horizontal que corresponde ao ângulo da latitude mais 10°, fazendo com que haja uma maior disponibilidade de energia no inverno e uma pequena diminuição no verão, de modo que haja maior homogeneidade de radiação ao longo do ano.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Radiação (Horizontal)	5,75	5,33	5,31	4,56	4,06	3,36	4,06	4,67	4,64	5,39	5,72	5,75
Radiação (Lat.+10°)	4,77	4,76	5,28	5,19	5,31	4,68	5,68	5,71	4,82	4,97	4,83	4,68

Tabela 1 - Radiações Médias Mensais, dados coletado em <http://www.cresesb.cepel.br/>

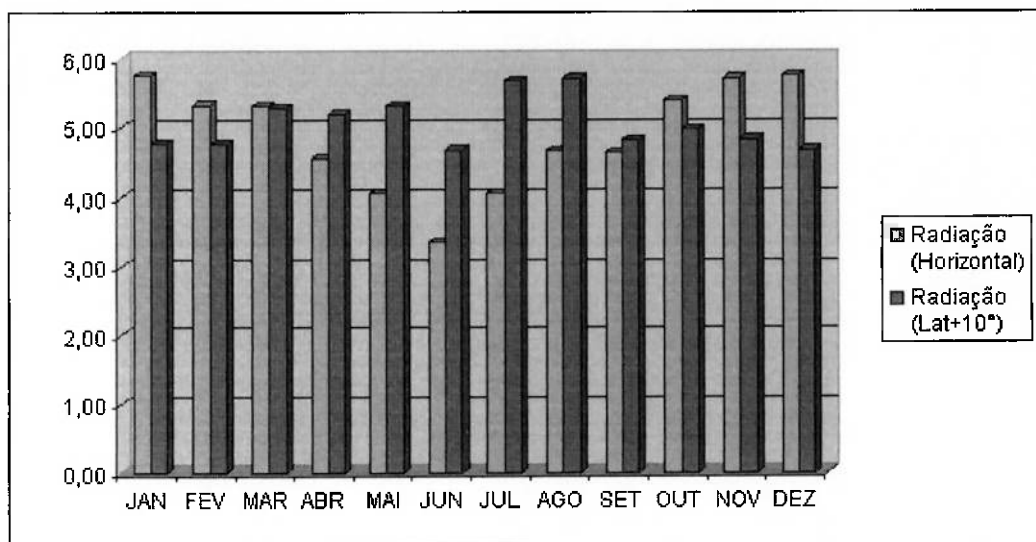


Figura 10 - Radiações no plano horizontal e plano inclinado

No exemplo acima, com os dados da cidade de Avaré, no interior paulista, a primeira linha da tabela mostra a radiação diária média mensal para o coletor no plano horizontal, enquanto que a segunda linha da mesma tabela mostra a radiação média mensal para uma inclinação de aproximadamente 10° a mais que a latitude na horizontal. Como podemos observar no gráfico plotado com as informações da tabela, houve um aumento significativo na quantidade de radiação disponível nos meses de inverno, e uma pequena diminuição na energia disponível no verão.

Para o exemplo acima, o banco de dados utilizado com as informações de radiação solar no plano horizontal foi o da CENSOLAR (Centro de Estudos da Energia Solar) de 1993, contendo valores de radiação média diária mensal no plano horizontal. A conversão dos valores de radiação do plano horizontal para os planos inclinados é calculada segundo o modelo de Liu e Jordan isotrópico [1], e foi obtida através do site do CRESESB [14].

Conforme estudos feitos por J. SCOLAR, D. MARTINS, J. F. ESCOBEDO [2], para se avaliar o comportamento da radiação difusa que incide na superfície inclinada são utilizados três subcomponentes: circunsolar, brilho horizontal e radiação difusa isotrópica. A radiação difusa que vem da região ao redor do disco solar é chamada de circunsolar, sendo predominantemente resultante do espalhamento devido aos aerossóis existente na atmosfera. O aumento na intensidade da radiação difusa próximo ao horizonte é chamado de brilho horizontal, em virtude de a radiação incidente percorrer uma trajetória maior na atmosfera próximo ao horizonte e também por causa das múltiplas reflexões na atmosfera terrestre. Isotrópica é o restante da radiação difusa uniformemente distribuída na porção restante do hemisfério celeste.

No modelo de Liu e Jordan [1], a intensidade da radiação difusa é considerada uniforme. Isso é válida para condições de céu nublado, condição na qual a radiação difusa é suposta isotrópica. Esse modelo apresenta um resultado muito bom para dias com céu nublado, tendo apenas o problema em dias de céu limpo, onde a radiação difusa é anisotrópica, ficando assim os valores subestimados [2].

6. Algoritmo de correção da radiação para o plano inclinado

Para a correção da radiação do plano horizontal para o plano inclinado, estaremos utilizando o modelo de Liu e Jordan [1], que é também utilizado pelo CRESESB [14], e atualmente recomendado para esse tipo de correção.

Partindo dos dados de radiação diária em média mensal para as cidades do Brasil, retiradas do banco de dados do CENSOLAR, e colocados no banco de dados do Software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água- SOLAR, temos as seguintes equações para a correção da radiação do plano horizontal para o plano inclinado.

Primeiramente utilizamos o cálculo da declinação solar, que é a posição do Sol ao meio-dia em relação ao plano do equador. Como estaremos trabalhando com a radiação diária em média mensal, estaremos utilizando na declinação solar o dia médio de cada mês.

Declinação Solar δ

$$\delta = 23,45 * \sin\left[\frac{360}{365} * (284 + DIA)\right],$$

Onde DIA = Dia do ano para o qual se deseja calcular a declinação solar.

Após isso, calculamos o ângulo de poente, que é o ângulo horário do pôr do sol e depende da latitude e da declinação solar, e também o ω_s' , que é o ângulo de poente na superfície inclinada.

Ângulo de Poente ω_s

$$\omega_s = \arccos[-\tan(\beta) * \tan(\delta)],$$

Com β sendo a latitude e δ a declinação solar.

Fator de Conversão para ω_s'

$$\omega_{s2} = \arccos(-\tan(\beta + incl) * \tan(\delta))$$

$$\omega_s' = \min(\omega_s, \omega_{s2})$$

Tendo calculado o ângulo de poente corrigido para o plano inclinado, calculamos as componentes da radiação incidentes, para assim calcularmos o fator de correção.

Radiação Extra-Terrestre H_o (MJ/m²)

$$H_o = \frac{24 * 3600 * 1367}{\pi} * \left\{ \left[1 + 0,033 * \cos\left(\frac{360}{365} * DiaMedMes\right) \right] * \left[\cos(\beta) * \cos(\delta) * \sin(\omega_s) \right] + \left[\omega_s * \sin(\beta) * \sin(\delta) * 10^{-6} \right] \right\}$$

Onde:

β = Latitude

δ = declinação solar

ω_s = Ângulo de Poente

DiaMedMes = Dia do ano que marca o dia médio do mês

Ins. Teórica N

$$N = 2/15 * \omega_s$$

Calculamos também o índice de claridade (ou de nebulosidade), que é a razão entre a radiação na superfície horizontal e a radiação no topo da atmosfera.

Índice de Claridade K_t

$K_t = H_i/H_o$, com H_i sendo a radiação global em MJ/m² e H_o a Radiação Extra-Terrestre

$$Rb = \frac{[\cos(\beta + incl) * \cos(\delta) \sin(\omega_s) + \omega_s * \sin(\beta + incl) * \sin(\delta)]}{\cos(\beta) * \cos(\delta) * \sin(\omega_s) + \omega_s * \sin(\beta) * \sin(\delta)}$$

Onde:

β = Latitude

δ = declinação solar

ω_s = H. Angular

incl = Inclinação do Pannel

Após esses cálculos intermediários, podemos chegar ao cálculo da radiação corrigida para o plano inclinado, conforme equação abaixo:

Radiação Solar no Plano Inclinado

$$RadIncl = \left[RadHor * \left(1 - \frac{HdMed}{RadHor} * Rb \right) \right] + \left[HdMed * \left(1 + \frac{\cos(incl)}{2} \right) \right] + \left[RadHor * 0,2 * \left(1 - \frac{\cos(incl)}{2} \right) \right]$$

Onde:

RadIncl = radiação corrigida para o plano inclinado

RadHor = radiação solar média diária mensal no plano horizontal

HdMed = componente difusa da radiação diária em média mensal

Rb = razão entre a componente direta e a radiação total (diária em média mensal)

incl = Inclinação do Pannel

Após a correção da radiação no plano inclinado, o Software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água- SOLAR conseguirá fazer o dimensionamento do sistema conforme será mostrado a seguir.

7. Dimensionamento do Sistema

Para o dimensionamento um sistema solar depende basicamente de dois fatores: a temperatura da água quente a ser utilizada e a quantidade de água quente consumida.

A temperatura que a água pode atingir utilizando o sistema de aquecimento do tipo solar depende da localização geográfica da instalação, que vai influenciar diretamente na radiação solar disponível para conversão de energia, e depende também do espaço disponível para a instalação dos painéis solares, que são os conversores de energia.

O tamanho do reservatório é dimensionado de acordo com a quantidade de água necessária à utilização, mas pode ser limitado devido ao espaço físico disponível para a alocação dos mesmos, e também pela área disponível para a instalação dos painéis.

Após a determinação da quantidade de água quente necessária, e de determinar o espaço disponível para a instalação dos painéis solares, podemos calcular a demanda de energia para se aquecer a água na temperatura de consumo. Conhecida a demanda de energia para se aquecer a água na temperatura desejada, é determinada a fração solar, que é a porcentagem da água quente que será fornecida pelo sistema de aquecimento de água solar, com o restante sendo suprido pelo sistema auxiliar, que normalmente é o sistema de aquecimento a gás de passagem.

Essa fração solar pode ser limitada devido ao espaço disponível para a instalação, conforme verificado anteriormente, e o valor de fração solar recomendado e normalmente utilizado é de 70%, como pode ser verificado na apresentação do ENG. LEONARDO CHAMONE CARDOSO, sobre Dimensionamento de Sistemas de Aquecimento Solar [4], e nas recomendações em catálogos de fabricantes como a SOLETROL [11].

Para o dimensionamento do sistema, utilizaremos a temperatura da água que entra no sistema de aquecimento solar de água de 20,2°C e a temperatura final do sistema considerada foi de 45°C. A temperatura da água que entra no sistema é o da média histórica de temperatura média no município de São Paulo, e está sendo utilizado como referência para o dimensionamento do sistema, conforme indicado no anexo único do Decreto nº 49.148 do

Município de São Paulo, publicado no Diário Oficial da Cidade de São Paulo no dia 21 de janeiro de 2008 [5]. A temperatura final da água quente para consumo de 45°C também foi retirada da mesma referência [5].

A demanda de energia pode ser calculada da seguinte maneira:

Primeiro calculamos a Energia solar média disponível no mês.

$$Q_{SOL} = I * Dias * \eta \text{ [MJ/m}^2\text{]}$$

Onde:

$$Q_{SOL} = \text{Energia solar media mensal disponível [MJ/m}^2\text{]}$$

$$I = \text{Radiação solar diária media mensal no plano inclinado [MJ/m}^2\text{]}$$

$$Dias = \text{Numero de dias no mês}$$

$$\eta = \text{Rendimento do sistema}$$

E a quantidade de energia que será utilizada num mês:

$$Q_{DEM} = m * c * \Delta T \text{ [MJ/mês]}$$

Onde:

$$Q_{DEM} = \text{Demanda de energia [MJ/mês]}$$

$$m = \text{Consumo de água [L/mês]}$$

$$c = \text{calor especifico da água [MJ/Kg}^\circ\text{C]}$$

$$\Delta T = \text{Diferença entre a temperatura desejada e a temperatura de entrada da água [}^\circ\text{C]}.$$

Fazendo estes cálculos teremos a energia disponível e a energia necessária, utilizando para isso o valor médio da radiação disponível, utilizando o valor médio com o cálculo das radiações no plano inclinado já corrigidos de radiação média diária calculada no mês para a inclinação de latitude + 10°.

Utilizando a energia disponíveis de radiação por m^2 e a demanda de energia total, poderemos dimensionar a quantidade de painéis utilizando a fração solar escolhida (recomendada de 70%) [4], e o rendimento dos painéis.

8. Análise Econômica

A análise da viabilidade econômica de um sistema de aquecimento solar da água é muito importante de se realizar, pois indicará se, mesmo havendo disponibilidade física, o uso da energia solar realmente acarretará uma economia nos gastos. Ao compararem-se os diversos sistemas, os principais fatores que devem ser levados em conta são os custos de instalação, combustível e manutenção.

Os custos de instalação contemplam os gastos com os armazenadores de água aquecida, o sistema de aquecimento, as eventuais bombas e válvulas necessárias e a mão de obra. Como a tubulação para a circulação da água aquecida é similar em todos os casos, seu custo de instalação não influencia na análise comparativa.

Os gastos com o combustível devem levar em conta as tendências de variação de preços ao longo dos anos. Os combustíveis mais comuns para o aquecimento da água a temperaturas médias, a eletricidade e o gás natural, sofrem variações de preço conforme as políticas energéticas em vigor. A energia solar, por ser gratuita, leva grande vantagem neste quesito, porém possui menor poder calorífico.

A manutenção dos sistemas é um custo pontual e normalmente infrequente, mas é significativa numa análise englobando a operação por vários anos. Consiste basicamente em limpeza dos armazenadores de água e reparos nos elementos de aquecimento (queimadores, resistências, coletores).

9. Análise do Ambiente de Programação

Uma parte importante para a realização da ferramenta é a escolha do ambiente de programação no qual ela será desenvolvida. Este deve atender a uma série de critérios fundamentais, descritos a seguir.

O ambiente de desenvolvimento escolhido deverá seguir alguns critérios, de modo que seja possível não só a implementação das funções, mas que permita futuras alterações sem grandes problemas.

Deverá permitir a integração com dispositivos capazes de armazenar massas de dados e que permitam sua consulta e alteração de forma rápida e descomplicada.

A linguagem de programação deverá ser capaz de realizar cálculos científicos e financeiros, para permitir que sejam criadas todas as ferramentas de análise de maneira completa.

É imperativa também a interface visual, pois facilita o uso da ferramenta e torna seu aprendizado intuitivo.

O sistema Visual Basic da Microsoft atende a todos estes requisitos e integra-se facilmente a bancos de dados do Microsoft Access. Estas duas ferramentas combinadas são capazes de implementar todas as funções necessárias a análise de viabilidade de instalação de aquecimento solar.

10. Software SOLAR

O software para análise de viabilidade de instalação de aquecimento solar da água para empreendimentos comerciais, SOLAR, foi desenvolvido como uma ferramenta para auxiliar o empreendedor na seleção da melhor opção em aquecimento de água. Tendo em vista a localização geográfica e o espaço físico disponível para a instalação do sistema, o software sugere a combinação ótima entre aquecimento solar e aquecimento a gás.

Além da sugestão da melhor proporção entre aquecimento solar e aquecimento auxiliar, o software também pode realizar uma comparação econômica das duas soluções, apresentando a economia mensal de capital e depois de quantos meses o investimento é retornado. Esta análise dá condições ao empreendedor de ajustar a instalação do sistema de aquecimento solar da água de acordo com sua realidade econômica.

A interface do software é baseada em abas, para melhor organização das informações e para tornar o seu uso bastante intuitivo.

Na primeira aba, representada pela figura 2, entramos com as informações geográficas e físicas da instalação e obtemos os dados de radiação solar do local. Ao selecionar-se a cidade onde será realizada a instalação, ou a mais próxima que estiver cadastrada, automaticamente serão obtidas a latitude da cidade e as radiações médias incidentes. Estes dados de radiação incidente em cada cidade foram obtidos a partir do banco de dados de radiações solares mundiais H-WORLD [6] e transferidos para um banco de dados eletrônico MS Access. A integração do software com este banco de dados é realizada por meio de controles capazes de receber automaticamente os valores, que fazem as buscas pré-definidas no banco de dados e populam os controles apropriados.

Após a seleção da cidade, digita-se o consumo total de água aquecida mensal do empreendimento, a área disponível para instalação de coletores solares, o rendimento do painel solar e a fração da água quente que deseja-se obter por meio de aquecimento solar.

Ao clicar no botão “Atualizar”, são calculados a radiação incidente num plano inclinado num ângulo igual à latitude + 10°, a área ideal de coletores para o consumo informado, a maior porcentagem de água possível de ser aquecida com o espaço disponível.

Solar

1 - Dados Geográficos | 2 - Dados Econômicos | 3 - Análise

Cidade:

Latitude:

Consumo de Água: L/mês Área Disponível: m² Rendimento Painel:

Área de Coletores: m² Fração Máxima: % Fração Solar: %

Radiação Mensal Média Diária [MJ/m²]

	Plano Horizontal	Plano Inclinado (lat + 10°)	Personalizado 50
Janeiro	16.2	14.11	12.19
Fevereiro	18	16.55	14.56
Março	14.6	14.82	13.75
Abril	13	14.88	14.55
Maio	11.5	14.81	15.12
Junho	10.6	14.53	15.15
Julho	11.6	15.61	16.15
Agosto	13.4	16.26	16.22
Setembro	13.5	14.31	13.55
Outubro	14.5	13.88	12.56
Novembro	18	15.73	13.52
Dezembro	16.3	13.96	11.97
Média	14.27	14.95	14.11

Figura 11 - Tela de entrada de dados geográficos

O cálculo da radiação no plano inclinado é realizado utilizando-se o modelo de correção definido anteriormente. Com este cálculo, a radiação incidente no painel solar fica uniforme ao longo do ano, melhorando o aproveitamento nos meses de inverno, ao passo que piora nos meses de verão. No entanto, o consumo de combustível do aquecimento auxiliar se mantém uniforme ao longo do ano, mantendo o consumo sempre na mesma faixa de tarifação [15].

Também é determinada a área de coletores necessária para o consumo indicado, utilizando a radiação média anual e a fração máxima que pode ser fornecida pelo conjunto solar, tendo em vista a área disponível para instalação dos coletores solares.

Na aba seguinte, mostrada pela figura 3 a seguir, entramos com os dados econômicos, para a instalação do sistema. É apresentada a energia total consumida, bem como as frações que serão atendidas por cada um dos sistemas.

The screenshot shows a software window titled 'Solar' with three tabs: '1 - Dados Geográficos', '2 - Dados Econômicos', and '3 - Análise'. The '2 - Dados Econômicos' tab is active. It contains the following elements:

- Demanda de Energia (Energy Demand):** A section with three read-only text boxes showing calculated values: 'Energia Total Demandada: 11413,95 [MJ]', 'Energia Solar: 7989,77 [MJ]', and 'Energia Auxiliar: 3424,19 [MJ]'.
- Sistema Solar (Solar System):** A section with three input fields:
 - 'Instalacao - Solar: 18000 Reais'
 - 'Área do Painel: 1,6 m²'
 - 'Custo do Painel: 300 Reais'
- Sistema Gás (Gas System):** A section with three input fields:
 - 'Manutenção Anual - Gás: 150 Reais'
 - 'Instalacao - Gás: 5000 Reais'
 - 'Rendimento - Gás: 0,7'
- Buttons:** At the bottom center is a button labeled 'Plotar Comparação'. At the bottom right is a button labeled 'Sair'.

Figura 12 - Tela de entrada de dados econômicos

As entradas para o sistema solar são o custo da instalação, a área do painel solar e seu custo. Com estes custos e tendo por base a área máxima disponível para instalação, determina-se qual o número de painéis solares necessários e o custo total de instalação.

Para o sistema a gás, entra-se com o custo de instalação, o custo anual de manutenção e o rendimento do aquecedor. A tarifa do gás é determinada internamente automaticamente, pois, para consumidores comerciais, varia conforme o consumo.

Os resultados serão gráficos, mostrando a evolução dos custos das instalações selecionadas, ao longo de um período, como exemplificado pela figura 4 abaixo. Também é determinada a economia mensal com o uso do sistema solar de aquecimento e após quantos meses haverá o retorno do investimento.

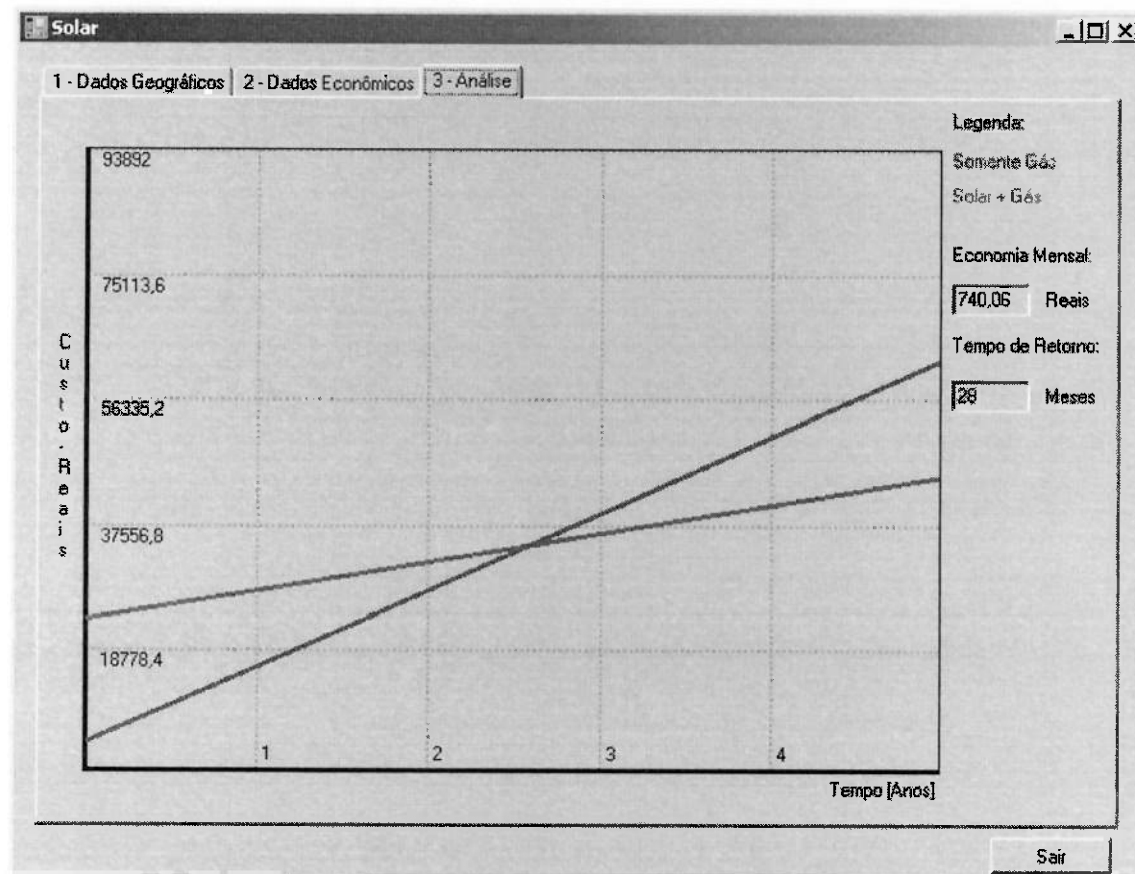


Figura 13 - Resultado da comparação

11. Legislação

O DECRETO Nº 49.148, de 21 de janeiro de 2008 regulamenta a Lei nº 14.459, de 3 de julho de 2007, que trata da instalação de sistemas de aquecimento solar de água para as novas edificações do Município de São Paulo.

A utilização de aquecedores solares de água passa a ser obrigatória a partir do dia 19 de julho de 2008 em todo município de São Paulo. De acordo com essa lei, todos os projetos residenciais e não-residenciais deverão conter uma fração mínima de 40% de aquecimento de água utilizando os sistemas de aquecimento solar para a água. Os principais critérios que regem essa nova norma estão a seguir, e estamos utilizando por base um estudo feito pela SOLETROL, em sua publicação: Lei Comentada de Uso Obrigatório de Aquecedores Solares na Cidade de São Paulo [7], que esclarece os principais aspectos da lei. Comparando o decreto, baixado do site do Diário Oficial [16], com a publicação da SOLETROL [7], listamos abaixo os principais e mais pertinentes pontos da nova lei.

O sistema de aquecimento solar será obrigatório para todos os empreendimentos, tanto residenciais como comerciais de acordo com os critérios a seguir:

RESIDENCIAIS NOVOS – Para instalações novas, unifamiliares ou multifamiliares (condomínios), que tenham um número de banheiros igual ou superior a 4 (quatro) por unidade habitacional deverá ser instalado o sistema de aquecimento solar completo. No caso de haver 3 banheiros ou menos, o empreendimento deverá ser feito de maneira que futuramente possa ser instalado um sistema de aquecimento solar de água. Caso não haja possibilidade de se instalar uma fração mínima de 40% de fração solar, a edificação fica livre dessa obrigatoriedade, desde que emitido um documento de isenção dessa obrigatoriedade, que leva em conta o sombreamento da área de instalação do coletor. Uma observação que pode ser feita sobre a fração solar, é de que uma fração solar de 40% leva em torno de 5 anos para dar o retorno de investimento, o que é um tempo de retorno relativamente alto, sendo recomendado, caso seja possível, a utilização de uma fração solar mais elevada, tornando assim o investimento no sistema de aquecimento solar de água muito mais viável.

COMERCIAIS – Os edifícios comerciais, industriais e de prestação de serviços públicos e privados estarão enquadrados na obrigatoriedade:

I - hotéis, motéis e similares;

II - clubes esportivos, casas de banho e sauna, academias de ginástica e lutas marciais, escolas de esportes e estabelecimentos de locação de quadras esportivas;

III - clínicas de estética, institutos de beleza, cabeleireiros e similares;

IV - hospitais, unidades de saúde com leitos e casas de repouso;

V - escolas, creches, abrigos, asilos e albergues;

VI - quartéis;

VII - indústrias, se a atividade setorial específica demandar água aquecida no processo de industrialização ou, ainda, quando disponibilizar vestiários para seus funcionários;

VIII - lavanderias industriais, de prestação de serviço ou coletivas, em edificações de qualquer uso, que utilizem em seu processo água aquecida.

Além disso, os coletores solares e reservatórios térmicos utilizados no sistema devem possuir a etiqueta do INMETRO. O INMETRO atualmente só possui capacidade para realizar os testes em reservatórios térmicos com capacidade até mil litros, ficando os reservatórios com capacidade acima desta isentos da etiquetagem.

12. Estudo de Caso

O caso simulado é de um pequeno hotel com 15 quartos, localizado no município de Araçatuba - SP. Os quartos possuem capacidade para 2 e 3 pessoas. O sistema utilizado é o a gás sem acumulação, por passagem, com sistema de recirculação já existente.

Para a demanda de água, consideramos a média de 1,5 banhos/dia para cada hóspede, e a capacidade máxima de 35 pessoas.

Isso daria um volume de 3675 litros/dia, podendo ser armazenado em 2 reservatórios de 2000 litros cada.

Utilizando o software, chegamos a uma demanda de energia mensal de 11.439,89 MJ/mês.

Utilizando o software para a correção da radiação para o plano inclinado, para a cidade de Araçatuba (latitude $-21,2^\circ$) teremos a radiação incidente média diária de 19,27 MJ/m².

Com isso, a área calculada para uma fração solar considerada de 80% é de 26,5m². Foi utilizada uma fração solar maior que a usual devido às condições climáticas da cidade de Araçatuba, com temperaturas elevadas durante o ano todo, permitindo assim uma maior fração solar. Como não há sombreamento, ou seja, a área disponível é a total, não houve a necessidade de se fazer uma correção da área de painéis.

O custo do investimento no sistema de aquecimento solar de água ficou em R\$19.800,00, podendo ser desconsiderado o custo com manutenção, pois os painéis estão e local de fácil acesso, permitindo a limpeza de maneira fácil por um funcionário próprio do hotel, a cada 6 meses. O custo de instalação do sistema a gás foi desconsiderado, por ser um sistema já existente, com a adaptação para o sistema proposto já incluso no custo de investimento.

Analisando a saída do software, pudemos notar um tempo de retorno de aproximadamente 29 meses, correspondendo a uma economia média mensal de R\$740, podendo-se concluir que o investimento é totalmente viável neste caso.

13. Conclusões Finais

Após intensa pesquisa dos modelos energéticos e métodos para otimização da captação da energia solar, foi possível implementar um modelo para correção da radiação incidente num plano inclinado satisfatório, de modo que a energia disponível ao longo do ano fosse uniformizada. Tendo este modelo, foi possível desenvolver o software SOLAR de modo a realizar os cálculos e auxiliar na tomada de decisão para a instalação de um sistema de aquecimento solar da água em empreendimentos comerciais.

O estudo de caso apresentado no capítulo 12 é um excelente exemplo deste auxílio. Com o uso do software, foi possível determinar qual seria a área instalada necessária para o atendimento das necessidades do empreendimento, além de determinar o tempo necessário para o retorno do investimento, com valores bastante satisfatórios.

O Decreto nº 49.148 [5], que torna obrigatório o uso de uma fração solar acima de 40% nos sistemas de aquecimento de água nos edifícios comerciais e residenciais, torna o Software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água- SOLAR uma ferramenta bastante útil e importante, ao permitir que o usuário faça simulações com diferentes parâmetros, podendo assim utilizar a ferramenta desenvolvida neste trabalho de formatura tanto para o dimensionamento como para a análise do tempo de retorno para cada configuração, podendo assim ter uma boa noção da configuração a ser utilizada.

O Software para Análise de Viabilidade do Uso de Painéis Solares para Aquecimento de Água- SOLAR, foi desenvolvido de maneira a viabilizar a implementação de novos recursos além dos propostos e realizados no escopo deste projeto. Durante a execução desse projeto, pudemos notar alguns pontos que podem ser implementados futuramente, ficando aqui uma sugestão a quem se interessar em fazer futuras implementações no projeto:

- Análise de viabilidade de um sistema automatizado de controle da inclinação do painel solar, de modo a maximizar a energia captada pelos coletores nos diversos meses do ano.
- Cadastro no banco de dados dos equipamentos existentes no mercado, com suas especificações técnicas (rendimento, dimensões), permitindo que o

software apresente soluções otimizadas de configurações de painéis de acordo com a área disponível e a demanda de água quente.

- Modelo mais complexo para os sistemas de aquecimento auxiliares, tornando assim o trabalho complementar mais voltado para aquecimentos a gás de passagem, ou elétricos de passagem, visto que o desenvolvimento da fração solar realizado neste projeto já apresenta uma complexidade que permite uma análise realista da fração solar.
- Modelo de análise econômica mais complexo, permitindo ao usuário que faça uma análise de viabilidade econômica com a captação de recursos por meio de financiamento, analisando o retorno de acordo com as condições de mercado (inflação, juros, taxa de financiamento, valores previstos de aumento de tarifa).

Bibliografia

- [1] LIU, B. Y. H.; JORDAN, R. C. The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation. Solar Energy
- [2]. J. SCOLAR, D. MARTINS, J. F. ESCOBEDO, Estimativa Da Irradiação Total Sobre Uma Superfície Inclinada A Partir Da Irradiação Global Na Horizontal, 2003
- [3].NORMA NBR12269/2006, Instalação De Sistemas De Aquecimento Solar Da Água Em Circuito Direto.;
- [4].CARDOSO, ENG. LEONARDO CHAMONE, Dimensionamento De Sistemas De Aquecimento Solar; 2008
- [5]. GABINETE DO PREFEITO, Decreto nº 49.148 do Município de São Paulo, publicado no Diário Oficial da Cidade de São Paulo no dia 21 de janeiro de 2008.
- [6].CENSOLAR, Valores Medios De Irradiacion Solar Sobre Suelo Horizontal; 1993
- [7]. SOLETROL, Lei Comentada de Uso Obrigatório de Aquecedores Solares na Cidade de São Paulo, 2008.
- [8]. MODELOS ETIQUETADOS DE PAINÉIS SOLARES DO INMETRO
http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas_new.asp
- [9] SOLAR HOT WATER
http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_hot_water
- [10] WATER HEATING
http://en.wikipedia.org/wiki/Water_heating
- [11] AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA
<http://www.soletrol.com.br/>
- [12] UNIVERSIDADE DO SOL

<http://www.universidadedosol.org.br/>

[13] SOCIEDADE DO SOL

<http://www.sociedadedosol.org.br/>

[14] CRECESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CEPEL

<http://www.cresesb.cepel.br/>

[15] COMGÁS – TARIFAS DE GÁS NATURAL CANALIZADO

<http://www.comgas.com.br/tarifas.asp>

[16] DIÁRIO OFICIAL

<http://diariooficial.imprensaoficial.com.br>

ANEXOS

Anexo A. Guia de Uso para o Software SOLAR

1 – Entrada dos dados geográficos

Solar

1 - Dados Geográficos 2 - Dados Econômicos 3 - Análise

Cidade:

Latitude:

Consumo de Água: L/mês Área Disponível: m² Rendimento Painel:

Área de Coletores: m² Fração Máxima: % Fração Solar: %

Radiação Mensal Média Diária (MJ/m²)

Plano Horizontal		Plano Inclinado (lat + 10°)		Personalizado	
Janeiro	16,2	Janeiro	17,81	Janeiro	
Fevereiro	18	Fevereiro	18,27	Fevereiro	
Março	14,6	Março	19,91	Março	
Abril	13	Abril	20,25	Abril	
Maio	11,5	Maio	20,54	Maio	
Junho	10,6	Junho	19,07	Junho	
Julho	11,6	Julho	20,95	Julho	
Agosto	13,4	Agosto	21,01	Agosto	
Setembro	13,5	Setembro	18,42	Setembro	
Outubro	14,5	Outubro	19,81	Outubro	
Novembro	18	Novembro	18,12	Novembro	
Dezembro	16,3	Dezembro	17,1	Dezembro	
Média	18,39	Média	19,27	Média	

Nesta tela são mostrados os dados geográficos do local onde se deseja fazer a avaliação de viabilidade da instalação de um sistema de aquecimento solar da água.

As entradas do usuário são:

- Cidade : Selecione a cidade onde está sendo feita a avaliação, ou uma mais próxima. A Latitude será preenchida automaticamente, assim como a Radiação Mensal Média Diária para o plano horizontal.

- Consumo de Água: Digite o consumo previsto para água quente, em Litros/Mês

-Área Disponível: Digite a área total disponível para instalação dos painéis solares.

- Rendimento Pannel: Digite o rendimento informado pelo fabricante do pannel solar. Um valor típico de referência já é sugerido automaticamente.

- Fração Solar: Digite qual a parcela da água quente que deverá ser suprida pelo aquecedor solar. Já é sugerido um valor de 70%.

Após a digitação dos dados, deve-se clicar no botão “Atualizar”. Serão feitos os cálculos e apresentados os seguintes resultados:

- Área de Coletores: A área necessária de coletores para atender ao consumo de água aquecida especificado.

- Fração Máxima: Qual a maior parcela de água quente que pode ser provida, tendo em vista a restrição do espaço disponível para instalação dos coletores.

- Radiação Mensal Média Diária (Plano Inclinado): As radiações captadas pelos coletores, quando estes estiverem inclinados num ângulo igual à latitude do local de instalação mais 10 graus. Este ângulo é recomendado pela norma NBR 12269/1992, pois uniformiza satisfatoriamente as radiações incidentes ao longo do ano.

2 – Entrada dos dados econômicos

Solar

1 - Dados Geográficos 2 - Dados Econômicos 3 - Análise

Demanda de Energia

Energia Total Demandada: [MJ] Energia Solar: [MJ] Energia Auxiliar: [MJ]

Sistema Solar

Instalacao - Solar: Reais

Área do Pannel: m²

Custo do Pannel: Reais

Sistema Gás

Manutenção Anual - Gas: Reais

Instalacao - Gas: Reais

Rendimento - Gás:

Nesta tela, entra-se com os custos e outros dados relativos ao sistema de aquecimento:

-Instalação – Solar: Custo referente à instalação do sistema de aquecimento solar

-Área do Pannel: A área da superfície de cada coletor solar. Este dado depende do coletor utilizado, sendo fornecido no próprio.

- Custo do Pannel: O custo de cada painel solar. Baseado no custo, área e área disponível para instalação, são determinados quantos painéis são necessário e seu custo.

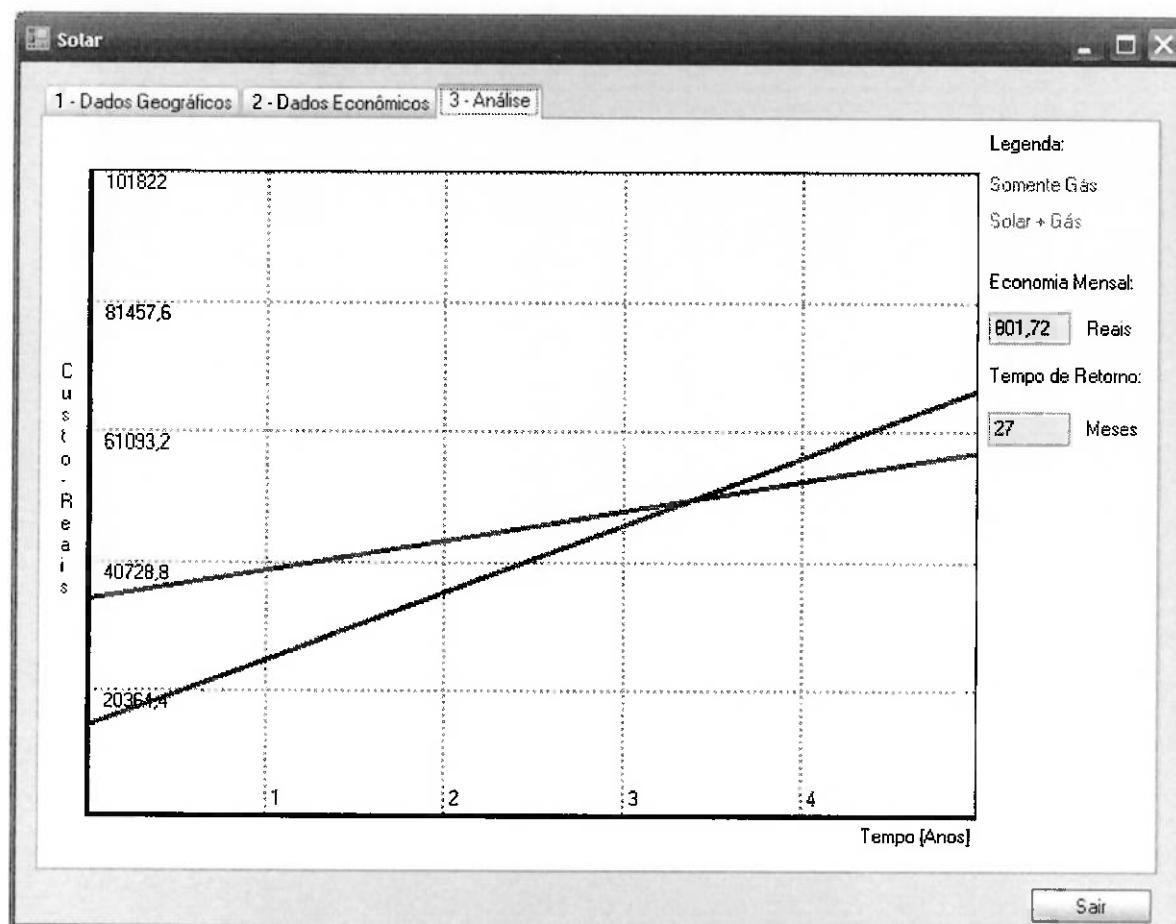
- Manutenção Anual – Gás: O custo de manutenção anual do sistema de aquecimento por gás.

- Instalação – Gás: Custo para instalação do sistema de aquecimento a gás.

- Rendimento – Gás: Rendimento do aquecedor a gás. Um valor típico de 0,8 é sugerido automaticamente.

Após a entrada de todas as informações, clicar em “Plotar Comparação”.

3 – Análise dos dados



Nesta tela são apresentados os resultados da comparação entre dois sistemas de aquecimento: Somente a gás e um combinado Solar e Gás. É apresentada a economia mensal do sistema de aquecimento solar frente ao sistema somente com gás e a partir de quantos meses o sistema híbrido se tornará mais vantajoso.

Anexo B. Tabelas de Radiação Solar no Plano Horizontal

CIDADE	LATITUDE	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ACARAU	-2,8	18,3	19,1	17,2	16,4	19	18,6	21,3	22,8	22,6	23,6	23,4	20,9
ACESITA	-19,5	18,1	18,9	19,8	17	15,4	13,1	14,7	16,7	16,3	15,7	18,4	18,7
AEROP. FERNANDO DE NORO	-3,8	20,3	19,2	18,7	17	19,2	17,4	19,1	19,8	21,1	22,6	22,9	21,8
AGUA BRANCA	-9,2	19,6	18,5	19,4	16,8	14,5	13,2	14,4	17,6	17,6	20,2	23	19,7
AGUA CLARA	-22,3	19,5	18,9	19,2	16,7	15,6	13,6	15,1	16,3	16,8	20,1	21,9	19,4
AGUA LIMPA	-21,5	19,4	19,6	18,2	15,1	13,8	12,1	13,6	15,1	14,7	16,4	17,3	18,9
AI MORES	-19,4	22,1	21,5	19,8	17,6	15,1	13,6	14,7	17	16,3	18,7	19,2	20,4
ALCALIS	-22,9	22,3	21,4	19,5	15,8	14,4	12,1	14,1	15	15,4	18,2	19,4	21,6
ALEGRE	-20,7	21,4	20	19,7	15,5	13,6	12,9	13,7	15,5	15,1	18,3	17,7	18,4
ALEGRETE	-29,7	21,9	21,2	18,1	14,4	11,8	9,1	11	13,2	16	19,3	24,6	25,2
ALGOINHAS	-12,1	17,8	18,3	19,3	15,7	13	13,2	14,3	16,1	16,3	18,8	21	18,6
ALTAMIRA	3,2	13,4	13,3	13,8	13,6	15,2	14,4	17,9	19,3	16,5	15,8	13,8	13,9
ALTO PARNAÍBA	-9,1	17,4	15,5	17,5	13,4	17,4	13,2	20,4	22	19,7	18,7	18,7	16,2
ALTO TAPAJOS	-7,3	15	14,7	15,7	15	15,8	16,6	18,6	19,3	17,3	17,9	16,6	16
ANGRA DOS REIS	-23	19,6	19,2	17,3	13,7	13,1	11	12,6	13,3	14,2	16,3	17,3	18,2
APODI	-5,6	20,2	20,1	20,2	18,3	19,2	17,7	19,1	21,7	22,1	23,8	23,1	21,8
AQUIDAUANA	-20,4	19,4	20,8	19,7	17,8	14,8	13	16,2	15,6	15,5	20,6	21,3	20,9
ARACAJU	-10,9	21,8	20,5	21,1	17,9	16,6	15,4	16,4	18,9	19,5	21,8	23,2	23,2
ARACATI	-4,5	20,3	19,6	19,8	17,7	19,4	18,5	20,7	22,9	22,8	24,1	23,8	21,9
ARACATUBA	-21,2	21	20	19,7	17,6	15,8	13,9	15,5	17,3	17,4	21	21	20,5
ARACRUZ	-19,8	20,9	18,9	19,4	15,2	13,6	11,3	14	15,7	13,9	17,2	17,2	18,3

ARACUAI	-16,8	21,4	21,1	19,6	16,6	15,8	13,5	15,1	18	16,8	18	18,2	20,1
ARAGARCAS	-15,9	18,6	18	18,3	17,7	17,8	16,4	18	19,2	16,7	19,5	19,8	18,4
ARAXA	-19,6	19,3	18,9	18,7	16,7	16	15	16,6	18,2	17,6	19,5	19,2	18,7
ARCO VERDE	-8,4	21	19,9	20,5	18,6	16,2	15,1	16,1	20,8	20,4	23,2	23,7	20,8
ARINOS	-15,9	18,2	17,7	20,1	16,1	16,4	15,6	17,7	19,8	18	19,2	17,4	18
AVARE	-23,1	20,7	19,2	19,1	16,4	14,6	12,1	14,6	16,8	16,7	19,4	20,6	20,7
BACABAL	-4	15,3	16,3	15,7	14,6	17,8	18	19,4	20,2	19,6	18	18,8	18,1
BAGE	-31,3	20,8	19	16,6	13,8	10,6	8	9,4	11,4	14,2	18,8	22,6	23,9
BALSAS	-7,5	16,5	15,1	16	16,7	18,1	18,4	15,3	22,4	20,5	18,6	18,1	17,2
BAMBUI	-20	19,4	20	18,7	16	15,5	14,6	16,1	17,5	16,8	18,7	18,4	17,5
BARBACENA	-21,2	19,4	20	17,9	15,2	14,2	12,7	13,5	16,1	15,4	17,5	18,1	18,8
BARBALHA	-7,3	18,3	18	18,3	18	18,1	17,2	18,6	21,7	21,2	21,7	22,3	21
BARCELOS	-0,9	16,6	16,7	16,8	15,9	15,5	15,7	17,3	19,5	18,3	18,6	18,7	17,2
BARRA DO CORDA	-5,5	16,2	16,1	16,1	16,2	17,2	18,3	20,4	16,8	18,9	17,8	17,8	17,2
BARRA DO RIO GRANDE	-11	18,8	19,3	20,8	18,2	17,6	17,1	19,5	21,6	20,9	20,6	21,3	20
BARREIRAS	-12,1	20	18,6	19,7	18	18,3	17,4	19,2	21,1	20,1	19,5	19,4	19,8
BARRERINHA	-22,4	18,3	18,5	16,7	13,8	13,3	11,6	13,3	14,6	14,5	16,3	18,2	18,1
BARRETOS	-20,5	20,1	20,4	20,1	16	15,4	14,7	16	17,4	17,4	21	20,9	19,6
BAURU	-22,3	21,5	19,6	19,5	17	15,3	13,3	15,3	16,6	16,8	20,5	21,5	21,1
BELEM	-1,4	15,6	15	15	14,8	17,6	18,2	20,4	21,7	20,1	21,2	20,2	18,4
BELO HORIZONTE	-19,9	15,4	20	14,6	15,4	13,3	13,4	14,3	15,7	16,9	16	17,3	15,6
BELTERRA	-2,7	15,8	15,1	14,2	14,7	18,3	15,7	18,6	20,7	20,4	20,6	20,1	17,2
BENJAMIN CONSTANT	-4,3	14,6	15,2	16,1	14,9	15	14,8	16,2	17,3	16,8	17,7	17	15,2
BENTO CONCOLVES	-29,1	19	20,9	17,3	14,7	11	9,2	10,5	12	15,8	19,4	22,1	22,9
BLUMENAU	-26,9	18,6	17,3	15,8	12,6	11,1	9,1	10,2	11,1	12,1	15,4	17,9	18,1
BOA VISTA	2,8	17,9	18	17,1	16,2	16,5	14,4	17,3	17,8	20,1	20,7	19,7	18,1
BOM JESUS	-18,8	19,5	18,1	17,5	15,9	15,1	13,8	15,6	17,1	18	19,5	20,9	20,6

BOM JESUS DA LAPA	-13,2	21,8	20,3	20,3	18,8	18,2	17,2	19,1	21	20,4	19,5 0	20,3	22
BRASILIA	-15,7	16,8	20,1	16,3	18	17	17,1	17,9	19,8	18,9	16,9	17,1	17
BREVES	-1,6	15,6	15,4	15	14,8	17,2	17,9	21,1	22	21,2	21,6	20,2	18,7
CABROBO	-8,5	21	19,6	20,1	18,2	17,2	15,4	16,7	20,5	20,1	21	23,7	21,9
CACERES	-16	17,8	17,7	17,9	16,4	15,2	14	16,8	17,3	16	18,8	19	18
CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	-20,8	21,8	20,8	19,7	15,8	14,2	12,9	14	15,5	15,7	17,5	17,6	19,7
CAETITE	-14	19	20,2	20,6	17,4	17,4	15,4	17,1	19,6	20,3	21,1	20	19,3
CAMBÓRIU	-27	17,4	17,7	14,8	13,5	11,6	9,3	10,6	10,9	11,5	15,4	18,7	18
CAMBUQUIRA	-21,8	19,1	19,6	19,2	15,6	14,7	13	15,2	16,5	16,2	19	18,5	18,5
CAMETA	-2,2	16	16,1	18	17,2	18,6	18,5	19,9	22	21,5	21,5	20,3	19,5
CAMPINA GRANDE	-7,2	19,7	19,4	19,1	17,4	15,9	13,9	13,8	18,3	18,8	21,2	21,9	20,5
CAMPINAS	-22,8	19,2	20	18,8	16,3	14,6	12,8	15,1	16,5	17,1	20,1	21,1	19,9
CAMPO DA FE	-22,3	16,7	15,9	17,8	15,5	15,3	13,3	14,8	15,4	17,5	16,7	19,8	19
CAMPO GRANDE	-20,4	21,3	19,4	18,7	18,2	15,6	12	14,9	16	16,3	19,7	21,6	19,4
CAMPO LARGO	-25,4	17,7	17	16,4	13,5	12	10,9	11,5	12,5	12,9	16,2	19,1	18,4
CAMPO MOURAU	-24	20	20	18,6	15,3	13,4	12	13,1	14	15,7	19,3	21,9	21,2
CAMPOS	-21,7	22,3	21,5	19,6	15,7	14,8	12,8	14,2	15,4	15,4	16,8	19	20,6
CAMPOS DO JORDÃO	-22,7	17,1	17,4	16,7	14,4	13,8	12	14,3	15,4	15,6	17,9	18,2	17,3
CAMPOS NOVOS	-27,4	20,2	21,4	17,8	15	12,8	10,1	10,9	13,2	15,8	19,5	22	22,8
CAMPOS SALES	-7	17,9	16,9	17,6	17	18,2	17,3	19,4	21,8	21,2	21,6	21,9	20,5
CANANEIA	-25	18,1	17	15,7	12,8	11,8	10	11,1	12,4	12	15,5	17,8	17,1
CANAVIEIRAS	-15,6	19,3	18,4	20,9	16,2	15	12,6	14,7	17,7	16	17,2	18,1	18,7
CAPARAO	-20,5	20,1	21,2	19	16	14,3	13,3	14,4	16,5	16,4	18	18,9	19,2
CAPINOPOLIS	-18,6	19,6	20	17,7	16,9	16,8	15,6	17,1	18,2	17,4	20,2	20	19,4
CARACOL	-9,1	19,6	18,5	19,8	18,5	17,8	17,6	19,1	22	21,5	20,6	21,4	19,7
CARATINGA	-19,7	20,9	20,8	19,1	16	14,4	12,2	14,5	16,6	15,8	17,2	18,4	18,8

CARAUARI	-4,9	15,1	14,9	14,6	14,5	13,9	14	16,2	17,2	16	16,6	16,2	14,9
CARAVELAS	-17,7	20,8	21,8	18,3	16,2	13,9	13	14	15,6	16,4	16,6	20,8	21,5
CARINHANHA	-14,3	19,2	19,1	21	17,6	17,3	15	18,2	20,5	18,9	20,3	19,6	19,8
CAROLINA	-7,3	16,8	15,8	16,4	16	18,1	19	20,5	21,7	19,1	18,2	18,1	18
CARUARU	-8,2	19,6	19,9	19	16,9	16,2	13	15,8	17,4	17,2	20,6	22,9	21,6
CASTRO	-24,7	18,1	17,3	16,4	14,5	12,6	10,4	12,6	13,5	13,9	18,1	18,7	20
CATAGUASES	-21,3	21,4	20	16,8	15,4	13,8	12,3	13,7	15,1	14,7	16,8	18,1	19,3
CATALAO	-18,1	19,6	19,2	19	17	16,4	15,2	17	19	17,8	18,8	19,1	19
CATANDUVA	-21,1	19,8	20,8	19,3	16,7	15,5	14,1	16,3	17,3	17,4	21	21,4	19,7
CAXAMBU	-21	18,2	17	18,6	16,1	14,4	12,4	14	16,4	17,4	17,9	20,6	19,6
CAXIAS	-4,8	17,6	17,1	17,6	16,6	18	18,4	20,6	21,5	21,7	21,9	21,9	19
CAXIAS DO SUL	-29,1	19,4	18,3	16,6	13,9	11	8,6	10,5	11,5	14,6	17,9	20,4	21,6
CEARA MIRIM	-5,6	20,5	20,1	19,1	18,3	18,2	15,5	16,8	20	21	22,7	23,1	22,1
CHAPADINHA	-3,7	15,9	17,3	16,8	16,4	18,9	18,1	19,9	22,4	21,8	22,1	21,3	19,1
CHAPECO	-27,1	20,6	21,1	18,2	15,7	13	10,7	12	13,5	15,2	20,3	22,5	23,6
CIPO	-11	19,2	17,5	19,7	16,2	14,8	14	14,6	16,9	17,1	19,9	22,1	19,2
COARI	-4	15,3	15,6	16,8	15,3	15,4	15,5	18,1	19,5	18,2	17,7	17,6	15,5
CODAJAS	-3,8	16,4	15,2	16,8	15,7	16,8	15,2	19,8	21,6	19,6	19,6	19,1	16,6
COLINA	-20,7	20,9	18,1	20,5	18,4	16,2	14,3	16	17,7	17,4	21	20,9	21,3
COLINAS	-5,9	16,3	15,4	15,7	15,4	17,4	18,4	20,3	21,6	19,5	18,5	15,6	17
COLOMBO	-25,3	19,7	18,5	17	14,4	12,9	10,9	11,9	13,6	14,5	17	19,5	19,7
CONCEICAO DE ARAGUAIA	-8,2	16,9	16,2	17,9	16,6	18,3	18,5	20,4	18,8	17,6	18,2	17,8	16,9
CONCEICAO DO MATO DENTR	-19	20	19,2	18	15,3	13,8	12,7	14,3	17,2	15,6	17,2	17,5	18,7
COOPERATIVA AGRIC. DE C	-21,5	18,6	18,1	17,5	15,4	14	11,8	13,6	15,4	16	17,1	19,4	18,9
CORDEIRO	-22	20,7	20	17,8	14,8	13,6	11,9	13,5	15,3	14,6	16,4	17,3	18,5

CORRENTINA	-13,3	19,5	18	20,7	17,5	17,9	17	14,4	21,1	19,3	19,5	19,5	19,2
CORUMBA	-19	20,4	20	19,8	17,4	15	13,2	17,3	16,3	16	21	22	21,2
CORURIBE	-10,1	19	18,6	19,7	17,7	16,3	14,4	15,4	18,5	17,8	21	23,5	20,7
COXIM	-18,5	18,9	18,8	18,5	16,3	15,4	14,1	16,6	15,8	15,7	19,9	20	19,9
COXIPO DA PONTE	-15,6	17,8	17,7	18,7	17,2	16,8	15,2	16,7	19,3	18,4	19,5	21	19,1
CRATEÚS	-5,1	18	18,2	18	17	18	17,5	19,5	21,5	21,4	22,6	21,2	20,5
CRUZ ALTA	-28,6	21,1	20,6	17,7	15,1	11,4	9,5	10,6	12,1	15,3	19,4	22,1	24,2
CRUZ DAS ALMAS	-12,6	19,3	20,2	19,2	17	14,5	13,6	14,8	17,3	17,6	19,5	21	18,7
CRUZEIRO DO SUL	-7,6	14,3	14,4	14,6	13,9	14,1	14,4	16,3	16,8	15,9	17,1	16,6	16,8
CRUZETA	-6,4	20,3	20,1	19,8	18,5	18,6	17,1	17,8	21,2	21,6	23,5	23,3	21,6
CUIABA	-15,5	19	21,2	18,2	18,9	17,4	14	17,4	16,3	16,8	19,8	20,2	20,9
CUPIXI	0,6	16	14,1	14,5	14,2	15	14,7	17,6	19,4	19,8	21	18,7	16,9
CURADO	-8	21	19,9	19,4	17,6	17,3	14,6	15,2	19,2	19	21,7	23,2	21,5
CURITIBA	-25,3	16,8	14,8	12,5	11	9,1	8,9	11,2	11,9	13,2	15,2	17,8	18,2
DIAMANTINA	-18,2	19,9	19,6	18,5	16,1	15,5	14,2	15,1	18,7	17,8	18	17,9	19
DIAMANTINO	-14,4	17,7	17,2	18	16,7	16,4	15,5	17,6	18,6	17,2	19,2	18,8	17,8
DIAPOQUE	3,8	12,1	13,4	17,1	17	15,5	14,6	17,4	19,4	19,8	19,9	16,4	12,8
DOURADOS	-22,5	20,2	19,3	18,8	16,1	14,6	12,7	14	14,9	14,9	19,8	21,9	20,7
ECOLOGIA AGRÍCOLA	-22,7	20,3	20	18,4	14,9	13,9	12,1	13,6	14,5	14,8	17,1	18,2	19,9
EIRUNEPE	-6,6	14,5	14,2	14,6	14,7	14,3	14,3	16,5	17,4	16,3	16,7	16	15,2
ENCRUZILHADA DO SUL	-30,5	20,7	19,4	17,1	14,3	11,3	8,7	10,2	12,2	14,4	17,4	21,3	24,3
ESPINOSA	-14,8	21,2	19,9	21,3	17,5	17,2	16,2	17,7	20,3	18,8	19,2	18,9	21,5
FAZENDA IPANEMA	-23,4	19,6	18,5	18,7	16,5	14,5	12,2	14	16,1	17	18,6	21,5	20,4
FLORANIA	-6,1	19,5	18,7	19,1	18,2	17,4	16,6	17,6	20,9	21,3	22,7	22,1	20,7
FLORESTA	-8,6	21,4	20,7	20,9	18,6	17,2	15,1	16,4	19,4	20,4	22,9	23,3	22,3
FLORESTAL	-19,8	19,3	18,9	19,1	17	15,2	13,9	15,6	17,2	16,5	17,9	18,4	18,3
FLORIANO	-6,7	16,8	17,2	18	17,7	19,2	17,3	20,7	23,2	21,9	21,6	20,7	19,8

FONTE BOA	-2,5	16,5	16,2	16,4	15,4	15	14,4	16,3	17,6	16,8	17,6	17	16,4
FORMOSA	-15,5	18,5	17,7	19,1	16,8	16,2	14,5	17,3	19,6	18,1	18,4	17,3	17,4
FORMOSO	-14,9	17,3	17,3	19,4	16	14,5	14	14,8	19,4	16,1	18	16,1	16,2
FORTALEZA	-3,7	19,2	18,5	16,8	16,3	18,1	18	20,5	22,3	22,5	23,3	22,9	21,8
FOZ DE IGUAÇU	-25,5	19,7	19,2	18,4	14,9	12,7	10,3	11,7	14,1	14,8	19,2	22	22,2
FRANCA	-20,5	19,4	19,6	19,4	16,6	15,1	14,4	16,2	17,4	17,4	21	19,7	18,8
GARANHUNS	-8,8	20,4	20	19,4	16,8	16,2	14,1	15	17,6	18,3	21,7	22,6	21,7
GLEBA CELESTE	-12,2	17	17,2	17	15,7	16,7	16,8	18,9	18,4	17,4	18	17	17,1
GOIANIA	-16,6	19	18,1	18,2	17,3	16,8	16	17,5	19	17,6	18,8	18,6	19,2
GOIAS	-15,9	18,2	17,7	16,8	17,1	16,1	15,6	17,7	18,2	16	18,7	17,8	18,4
GOVERNADOR VALHADARES	-18,8	19,6	20	18,8	15,6	13,6	12,2	13,8	15,7	15	16,4	18	19,5
GRAJAU	-5,8	16,3	15,7	16,1	16,1	17,8	17,8	19,6	20,2	17,8	17	17,1	16,2
GUAIRA	-24	20,8	20	18,6	15,8	13,4	11,1	13,1	13,7	14,4	19	21,9	22,5
GUARAMIRANGA	-4,2	16,4	15,2	15	14,9	16	14,4	17	19,4	18,9	19,2	18,8	17,4
GUARAPUAVA	-25,4	19,3	17,7	17,4	14,7	13,4	11,1	12,4	14,1	14,4	17,8	20,7	20
GUARATINGA	-16,5	18,2	17,7	20,4	14,5	13,6	11,6	13,9	16,2	15,2	16,5	17,8	17,6
HUMAITA	-7,5	15,4	14,7	16,1	14,3	15,1	15,9	17,9	18,2	18,8	17,9	17,3	16,8
IAUARETE	0,6	15	14,8	14,9	15	14	13,4	15,8	14,3	16,2	16,2	15,8	14,8
IBIPETUBA	-11	19,6	18,2	19,3	17,2	17,3	16,8	19,5	21,6	20,6	19,9	20,9	18,9
IBIRITE	-20	19	19,6	18,4	16,7	15,5	13,9	15	17,2	16,8	18	18	19,2
IGUAPE	-24,3	18,4	17,7	16,4	13,4	11,7	9,9	10,8	11,6	12,1	15,5	17,8	18,7
IGUATU	-6,3	19,2	19,4	19,1	18,1	19,3	17,7	19,8	21,9	20,9	23,5	22,5	21,6
ILHA GUAIBA	-22,9	20	19,6	17,7	14,6	13,9	11,9	13,9	14,2	14,8	17,1	18,2	19
ILHEUS	-14,7	21,2	20,3	20,2	16,9	15,7	14,6	15,7	17,5	18,1	19,9	20,1	21,9
IMPERATRIZ	-5,5	15,5	15,3	16,4	16,2	17,9	18,6	20,1	21,4	17,4	17,4	17,4	17,6
INDIAIAL	-26,9	18,6	18,4	16,2	14	11,6	10	10,8	11,9	12,8	16,5	19,6	18,9

INSTITUTO AGRONOMICO	-19,9	18,1	17,8	19,1	17	15	13,4	14,2	17,5	17,8	16,4	19,7	18,8
IPARNERI	-17,7	18,9	20	19,6	16,2	15,1	16,6	17	18,2	17,1	19,5	18,3	18,9
IRAI	-27,1	21	20,7	17,9	14,8	12	9,5	10,6	12,4	14,9	18,4	22,5	23,6
IRATI	-25,4	18,1	17,7	16,4	14,1	12,2	10,5	11,9	13	13,9	17,7	19,5	20,1
IRECE	-11,3	21,5	20,5	20,4	18,8	16,5	16,4	18,5	20,8	20,5	21	21,3	22,1
ITABERABA	-12,5	18,6	18,7	19,2	16,4	14,5	12,5	14,2	15,7	16,3	18,8	18,6	19,9
ITABIRA	-19,6	19,3	19,3	19,1	15,2	13,8	12,8	13,9	16,7	15,6	18	16,8	18,3
ITACOATIARA	-3,1	13,7	14	13,5	13,6	14,9	15	17,6	18,6	17,2	15,8	15,6	14,3
ITAIBANINHA	-11,2	19,6	19	18,6	15,8	15,3	13,2	15,1	16,9	17,4	20,6	20,9	20,9
ITAITUBA	-4,2	16,4	15,2	16,8	15,6	16,7	17	19,7	21,5	19,6	19,6	19,2	16,7
ITAMARANDIBA	-17,8	20,3	20	18,9	16,1	14,7	13,2	20,2	16,8	16,1	16,8	18,7	18,6
ITAPERUNA	-21,2	21,8	21,2	19	15,8	14,4	12,7	13,5	16,1	15,4	17,5	18,9	21
ITAPETININGA	-23,5	19,6	18,4	18,4	16	14,2	11,9	13,5	15,2	15,7	18,2	21,1	21,6
ITAPEVA	-23,9	19,2	18,8	17,9	15,6	13,6	11,3	13,6	14,5	15,7	19,3	20,7	20
ITUACU	-13,8	18	17,2	19,6	16,2	14,5	12,5	14,9	18,4	16,9	19,2	20,4	19,7
IVINHERNA	-22,2	19,5	20	19,6	19,1	16,7	12,6	16,7	15,3	15,9	20,2	21,8	21
JACAREZINHO	-23,1	20	20	19,5	16,6	14,4	12,3	14,1	15,6	16,1	20,1	21,1	20,7
JACOBINA	-11,1	19,2	18,2	19,7	16,6	14,1	13,7	15,2	17,6	17,8	18,3	19,3	19,6
JAGUAQUARA	-13,5	18	17,2	18,1	15,2	13,3	12,3	12,8	15,2	15,5	16,8	18	18,8
JAGUARIAIVA	-24,2	18,8	19,2	17,6	15,8	14,1	11,6	13,4	15,3	15,7	19,7	20,7	21,2
JAGUARUANA	-4,8	20,8	19,3	19,1	16,6	19,3	17,8	19,2	21,5	22,4	23,4	23,8	22,4
JANAUBA	-15,7	19,2	19,5	16,5	16,7	16,9	15,1	16,5	20	18,7	20,7	19	20
JANUARIA	-15,5	21,2	18,5	21,3	18,1	17	16,6	18,1	20,5	18,8	20,3	19,3	20,3
JARDIM BOTANICO	-22,9	18	16,6	16,6	13,7	11,8	10,1	11,6	13,6	14,5	15,2	18,2	17,3
JOAO MONLEVADE	-19,8	19	18,9	17,2	14,8	13,3	12,5	14	16	14,8	16,8	16,4	17,5
JOAO PESSOA	-7,1	19,3	20,6	19,8	18,1	18,2	15,4	16,4	19,4	20,5	23,1	23,8	22,8
JUAZEIRO DO NORTE	-7,2	18,6	19,4	18,3	18,8	18,9	17,6	18,4	20,8	22,3	23,1	21,1	20,1

JUIZ DE FORA	-21,7	17,9	18,1	16	13,3	12,6	11,2	13,5	14,2	13,3	15,6	16,9	17,3
LABREA	-7,2	14,2	13,6	14,2	14,3	14,2	16	18	17,6	15,9	16,3	16,1	14,8
LAGES	-27,8	19,8	18,8	16,1	14,1	11,7	9	10,8	12,7	14,1	17,2	20	22
LAGOA SANTA	-19,6	18,5	17,8	19,4	17	15,7	14	15,8	17,6	18	17,6	19,2	18,7
LAGOA VERMELMA	-28,4	19,8	19,9	17,3	14,2	11,6	9,9	11,1	12,4	14,7	18,2	20,8	22
LAGUNA	-28,4	19,4	18,8	16	14,2	11,8	9,5	11,1	12,9	14,1	17,9	20	22
LAVRAS EXPERIMENTAL	-21,2	20,6	23	19,3	17	16	14,1	15,8	17,9	17,4	19,4	19,3	19,6
LENCOIS	-12,5	18,6	18,3	18,5	16	13,9	13,1	14,2	16,4	16,3	16,5	17,5	18,7
LINHARES	-19,4	22,1	20	18,7	16,1	15,1	13,3	14,2	15	14,9	16,8	17,6	19,6
LINS	-21,6	18,6	20,4	20	16,9	15,6	13,4	15,1	16,6	17,3	21	21,8	20,2
LONDRINA	-23,3	19,6	19,2	19,1	16,5	14,5	12,4	14,2	14,9	15,7	19,7	21,5	20,4
MACAE	-22,3	22,2	21,5	19,2	16,7	14,3	12,5	14,6	16	15,2	17,5	19,4	19,8
MACAPA	0	15,3	15,2	14,5	14,6	16,1	16,4	19,4	21,6	22	22,9	21,6	18,6
MACAU	-5,1	19,4	19,3	18,3	18	18,3	16,5	17,9	20,8	21,4	23	22,3	20,9
MACEIO	-9,6	21,9	20,8	20,1	16,4	16,7	14,6	15,2	18,9	19	21,7	24,6	22,2
MACHADO	-21,6	18,6	18,5	17,5	15,4	14	12,3	14,1	16	15,7	16,8	18,1	18,9
MANICORE	-5,8	15,2	15	16,1	15,1	14,7	16,3	18	19,9	17,4	17,8	17,1	15,8
MARABA	-5,3	15,8	15,3	16,8	16,2	17,2	17	19,1	17,5	13,9	15,1	15,9	16,1
MARINGA	-23,4	19,6	20,7	19,1	15,7	14	10,8	13,5	14,9	14,8	19,3	21,1	22
MINEIROS	-17,5	17,6	17,7	18,9	16,5	15,1	14,4	17	18,2	16,1	19,5	17,9	21
MIRANTE DE SANTANA	-23,5	18,8	18,5	17,6	14,5	13,2	11,5	13	14,9	14,8	17,4	19	19,1
MOCAMBINHO	-15	20,8	19,6	20,9	17,5	17,2	16,2	18,3	20,7	18,4	20,3	18,5	19,8
MONTE ALEGRE	-2	16,4	16,1	16,8	15,8	17,8	16,5	19,9	21,6	21,2	21,6	20,3	18,5
MONTE ALEGRE DE MINAS	-18,8	18,9	17,7	19,1	17,4	16,1	14,2	15,7	17,8	18,3	18,7	22	19,5
MONTE ALEGRE DO SUL	-22,2	19,1	17,8	18,9	16,8	14,9	13	14,5	17	17,9	17,9	22,7	20,2
MONTE AZUL	-15	21,2	19,6	20,6	17,9	16,9	15,9	17,7	20	19,2	18,8	18,9	21,1

MONTE SANTO	-10,4	20,6	19	19,7	16,3	14,8	13,5	14,7	17	17,8	19,9	21,6	21,6
MONTEIRO	-7,8	20,2	20,3	19,8	17,6	16,4	15,2	15,9	19,5	19,4	22,4	22	21,9
MONTES CLAROS	-16,7	21,3	20,3	19,8	18	16,9	15,9	17,4	19,8	19	18,8	18,2	20
MORADA NOVA	-5,1	19,7	19,3	19,4	19	19	18	19,2	21,8	22,1	23	23	21,3
MORRO DO CHAPEU	-11,5	17,3	16,8	18,2	15,2	13,1	12,1	13,9	17,5	17	17,6	19	17,8
MORRO DOS CAVALHOS	-7,8	18,8	18,1	18,3	18,6	19,3	18,2	19,8	22,6	22,2	21,7	21,7	20,7
MOSSORO	-5,1	19,4	19,3	18,3	17,3	18	16,8	18,2	21,2	21,7	23	23	21,3
NATAL	-5,7	21,4	20,9	20,6	17,8	18,4	16,3	18	20,2	20,2	23,8	24	23
NAZARE DA MATA	-7,7	20,1	19,9	19,8	17,3	16,4	14,4	15,6	17,2	19,5	21,7	22,3	21,8
NITEROI	-22,8	19,2	18,8	18,4	15,2	12,3	10,5	11,6	14,5	18,3	17,1	20,2	19,9
NOVA FRIBURGO	-22,2	18,7	17,8	17	14,4	14	11,1	12,6	14,9	14,6	14,8	16,5	19,4
OBIDOS	-1,9	16	16,1	15,7	15,8	17,2	17,5	20,9	22,7	21,2	21,3	20,3	17,7
OBSERVATORIO KM. 47	-22,7	19,5	17,8	19,5	15,8	15,3	12,5	13,8	15,7	15,9	17,1	20,2	19
OLINDA	-8	19,9	21,4	19,8	17,6	17,6	15,2	17,5	18,8	19,8	22,8	23,9	22,6
OLIVEIRA	-20,6	20,5	20	19	16,6	15,9	14,4	16	17,7	17,4	19,1	19,3	20,1
OURICURI	-7,9	19,9	18,1	19,8	18	17,3	16,1	17,5	21,2	20,5	21,7	22,4	21,1
OURO FINO	-22,2	19,1	18,1	18,5	16,7	15,6	13,6	15,1	16,6	17,2	19,4	20,2	21,9
PALMAS	-26,4	18,9	16,9	16,2	14,4	12,7	10	11,2	13,1	14,7	17,7	20,4	21
PALMEIRA DOS INDIOS	-9,4	20	18,2	19,4	16,8	14,8	13,1	14,3	17,6	17,9	21,7	23,8	20,6
PANAMBI	-28,2	21,1	21	18,7	15,1	12,1	9,5	10,2	12,1	15,6	19,8	22,1	22,9
PAO DE ACUCAR	-9,7	20,5	18,9	19,7	17,7	14,7	14,2	14,8	17,8	18,2	22,2	23,5	20,7
PARACATU	-17,5	19,8	19,2	18,6	16,9	15,8	15,6	17,1	17,7	17,5	18	18,2	19,3
PARANA	-12,5	18,6	17,6	19,2	17	16,9	17,5	19,4	20,6	19,7	18,4	18,3	18,3
PARANAGUA	-25,5	17,3	18,1	15,7	13,2	12	9,9	11	12	12,3	15,8	17,8	18,2
PARANAIBA	-19,7	19,7	20	19,4	17	16,2	14,3	16,3	17,3	17,3	20,6	21,3	20
PARI CACHOEIRA	-0,1	13,9	15,5	16	15,7	18,2	14,4	15,4	17,2	16,9	17,3	16,2	15,8
PARINTINS	-2,6	15,8	15,1	16,1	15,4	16	16,4	19,1	21,5	20,4	20,9	19,6	17,8

PARNAIBA	-2,9	18,3	18	18	17,2	18,3	18,9	21	23,2	23,3	24,4	23,8	21,2
PASSA QUATY	-22,3	18,7	18,9	18,8	16,1	14,8	12,7	14,3	16,5	15,6	18,6	20,2	19,4
PASSO FUNDO	-28,2	20,6	20,6	17,7	14,8	12,1	9,5	11,1	12,6	15,3	19,4	22,1	23,8
PATOS	-7	20,8	20,6	21,7	20,1	19,5	17,3	18,7	21,8	22,3	23,9	23,4	21,7
PATOS DE MINAS	-18,6	20	19,6	19,1	17,1	16,3	15,1	17	19,2	17,9	19,1	19,2	19,1
PAULISTANA	-8,1	18	18,8	20,1	18,3	19,3	18,2	19,8	17,4	18	22,8	22	20,7
PAULO ALFONSO	-9,3	20,8	20,4	20,5	18,1	15,7	14,6	15,5	18,9	19,6	22,9	23,4	22,2
PEDRA AZUL	-16	17,8	19,9	19,8	16,1	14,9	12,5	14,5	17,9	16,7	17,6	17,4	20
PEDRO ALFONSO	-8,9	18,1	15,5	17,5	16,8	17,1	17,9	19,8	21,4	18,6	18,7	18,7	18,2
PEIXI	-12	18,9	16,8	18,6	16,7	17,4	17,9	16,5	18,4	21,9	18,4	18,6	17,9
PENHA RIO	-22,8	19,6	20,4	18,4	15,2	14,1	12,1	12,9	15,3	15,8	17,5	19,4	20,3
PETROLANDIA	-9	21,1	21,1	20,5	19,2	17,8	15,9	18,2	20	20,4	22,5	22,6	21,3
PETROLINA	-9,3	20,2	23,4	19,7	18	17,5	16,2	16,8	18,7	19,5	21,5	20,6	20
PIACAGUERA	-23,8	16,4	15,4	15,8	13	11,8	10	11,2	12,8	12,5	14,4	17	17
PICOS	-7	17,9	17,6	18,7	18,4	18,9	18,5	17,4	22,8	21,9	22,7	21,9	20,5
PIDAMONNANGABA	-22,9	18	16,6	16,6	13,7	11,8	10	11,6	13,6	14,5	15,2	18,2	18,6
PINHEIRAL	-22,5	19,5	18,5	17,8	14,1	13	12	13	14,3	15,2	17,1	19,4	19
PIRACICABA	-22,7	19,5	19,3	18,5	16,4	14,8	12,2	14	16,3	16,5	18,6	21,9	19
PIRAI	-22,4	19,5	19,6	17,4	14,1	12,7	11,1	13	13,7	14,6	17,1	17,8	18,1
PIRAPORA	-17,3	20,2	19,2	20,3	17,7	18	16,2	17,5	19,7	19,5	19,5	21,1	18,5
PIRIPIRI	-4,2	19,3	18,9	19,1	18,4	19,8	18,5	20	21,9	22,1	23,4	23	18,9
POCOS DE CALDAS	-21,7	19,1	17,8	17,8	16,5	14,4	12,8	14,2	17	16,9	18,7	19,8	19,8
POMPEU	-19,2	20,4	20	19,8	16,8	15,5	14	15,4	16	16,3	19,5	18,4	19,5
PONTA GROSSA	-25,1	19,7	18,5	17,1	15,6	13,8	11,1	13	14,8	15,5	17,8	20,3	20,5
PONTA PORA	-22,5	19,9	20	18,8	16,1	13,7	11,7	13,5	14,6	15,6	20,1	21,5	21,5
PORTO ALEGRE	-30	21,5	19,8	16,8	13,9	10,5	8,7	10,2	12	14,7	18,9	21,7	23,4
PORTO DAS PEDRAS	-9,1	21,5	19,6	20,1	18,1	15,8	14,1	14,7	18,3	18,6	21,7	23,7	22

PORTO DE MÓZ	-1,9	14,6	14	15	15,5	17,5	17,2	19,9	20,5	21,2	22,8	20,3	16,6
PORTO NACIONAL	-10,5	17,6	16	16,7	16,3	17,4	18,4	20	21	18,6	18,3	18,8	18
PORTO PLATON	0,7	15,3	15,5	14,5	13,9	15	16	19	20,5	20,5	21,4	19,1	17,6
PORTO UNIAO	-25,2	17,7	17,3	15,6	13,2	11,1	9,3	10,4	12,2	13,5	17	19,6	20,1
PORTO VELHO	-8,7	14,8	14,8	16,4	15,1	15,8	16,5	18,5	18	17,2	17,1	16,7	15,9
POSSE	-14,1	18	17,6	19,5	16,1	16,8	15,9	18,3	20,2	18,2	18,8	17,6	18,9
PRESIDENTE PRUDENTE	-22,1	- 19,5	20	19,2	17,1	14,9	12,4	14,7	15,3	16,2	20,6	21,4	21,5
PRÓPRIA	-10,2	20,9	19,7	19,7	16,4	15,3	13,6	15,1	16,5	19,6	21	21,9	21,4
QUIXERAMOBIM	-5,2	19	19,3	19,1	17,3	17,6	17,2	18,2	21,5	22,1	22,6	22,3	20,9
RESENDE	-22,4	19,5	19,3	17,4	14,4	13,5	11,8	13,8	14,6	15,2	17,1	18,2	19
RIO BRANCO	-9,9	15,3	14,8	16	15	15	14,2	17,3	17,8	16,4	18,3	17,6	15,2
RIO GRANDE	-32	22,3	19,7	17,2	13,7	10,6	8,2	9,2	11,8	14,4	19,1	22,1	24
RIO NEGRO	-25,1	16,9	17,7	16	13,4	11,3	9,9	11,3	12,4	13,5	16,6	19,6	18,8
RIO VERDE	-17,9	21,1	18,5	19,2	16,7	15,8	15,2	17,9	18,7	17,1	19,2	18,3	18,6
RIO: PRACA 15 DE NOVEMB	-22,9	21,1	20,4	18,8	14,6	13,8	11,6	13,6	14,6	15,2	17,5	19	20,2
SALINAS	-16,1	19,7	18,4	19,8	15,2	14	12,5	14	17,9	16,3	17,6	17,8	19,2
SALVADOR (ONDINA)	-13	23,4	22,8	19,8	15,3	14,3	12,7	14,5	18,5	18,2	20,4	23,5	24,3
SANGRADOURO	-15,6	17,8	17,3	18	16,8	17,6	16,6	17,8	18,3	16	19,2	18,9	17,9
SANTA CRUZ: RIO	-22,9	19,2	19,2	18	15,5	13,9	11,9	12,2	15	16,1	17,5	18,6	20,3
SANTA IZABEL DO RIO NEG	-0,4	16,2	16	16,8	15,6	15,3	14,8	13,8	17,5	14,4	15,6	14,9	17,4
SANTA MARIA	-29,7	21,5	20,2	17,5	14,5	11,3	9	10,1	12,4	15,1	20,4	23,8	25,1
SANTA VITORIA DO PALMAR	-33,5	22,4	19,6	17,2	13,6	10,4	8,2	9,2	12,1	14,1	19,3	22,9	24
SANTANA DO LIVRAMENTO	-30,8	21,2	19,3	16,6	14,2	10,9	8,8	9,5	12	14,8	18,8	22,9	24,4
SANTOS	-23,9	17,6	18,1	15,8	13,8	12,6	10,9	12,2	12,8	12,8	15,5	17,8	18,3

SANTOS DUMONT	-21,4	17,9	17	16,8	14,6	14	10,7	12,8	15,4	16,4	14,8	19	18,5
SAO BENTO	-22,7	19,5	18,9	17	13,8	12,5	10,7	12	13,4	13,9	16	16,9	19
SAO BERNARDO DO CAMPO	-23,7	17,6	17,3	16,9	14,5	12,4	11	12,7	12,7	13,8	16,3	18,6	18,2
SAO CARLOS	-22	19,5	19,5	18,9	16,5	15,2	13,3	15,2	12,4	17,2	20,2	20,2	19,4
SAO FELIX DO PIAIU	-5,8	19,2	17,2	17,6	18,5	19,4	18,7	21	22,7	21,6	21,9	22,1	20
SAO FELIX DO XINGU	-6,6	13,8	13,5	15	14,4	15,3	17	18,8	19,1	17	16,7	16	15,2
SAO FIDELIS	-21,6	21,8	21,5	19,3	15,4	13,5	12,1	13,8	16	15,7	17,5	19,4	19,7
SAO FRANCISCO DO SUL	-26,2	18,5	17,7	16,2	13,7	11,1	9,7	10,8	11,4	12,8	16,5	18,7	20,2
SAO GABRIEL DA CACHOEIR	-0,1	16,4	17	18	16,7	16,7	15,6	17,1	18,2	18,7	19,2	18,1	18,4
SAO GABRIEL DA PALHA	-19	18,9	17,3	18,8	14,4	13,6	11,5	13,5	15,4	14	17,6	17,5	18,5
SAO GONCALO	-6,7	21,2	20,9	21,3	21,8	19,9	18,2	19,7	22,5	22,3	23,9	23,8	23,2
SAO GONZALO DOS CAMPOS	-12,4	20,8	21,7	18,9	16	14,5	13,3	15,2	16	18,3	21,1	19,5	20,7
SAO JOAO DO PIAIU	-8,3	19,2	18,1	19	18,2	17,2	16,3	19,3	22,5	22,9	22,1	21,7	19,6
SAO JOAQUIM	-28,3	17,4	16,5	15,3	12,9	11,2	8,9	10,2	10,8	13,2	17,2	18,3	19
SAO JOSE DOS CAMPOS	-23,2	18,8	17,7	17,3	14,9	13,1	11,6	13,1	15	15,1	17,1	19,4	19
SAO LOURENCO	-22,1	19,5	19,6	18,2	15,6	14,4	12,4	13,5	16,5	16,9	19,8	17,7	18,9
SAO LUIZ	-2,5	15,6	15,4	14,6	14	16	17,1	19,1	21,2	20,8	21,7	18,1	18,6
SAO LUIZ GONCAGA	-28,4	20,6	19,5	17,3	14,8	11,4	8,9	10,4	12,1	15	19	21,7	22
SAO MATEUS	-19,4	21,7	20	19,1	16,1	14,3	12,8	13,6	16,1	14,6	16	17,2	18,7
SAO MATEUS DO SUL	-25,8	19,7	19,6	17,4	15,4	14	12,2	13,6	15,7	16	17,7	18,3	19,3
SAO MIGUEL DO OESTE	-26,7	20,6	19,9	17,6	15,3	12,7	10,7	11,6	13,4	14,4	19,9	23,7	22,3
SAO PAULO	-23,5	16,2	18	14,6	13,0 0	11,5	10,6	11,6	13,4	13,5	14,5	18	16,3
SAO SIMON	-21,4	19,4	18,9	19,3	17,2	15,6	13,9	15,6	17,5	17,3	19,8	20,6	19,7
SENA MADUEIRA	-9	15,2	15,2	15,7	14,4	14,8	15	17,2	19,7	18,3	18,7	19,1	17,4
SENHIO DO BOM FIM	-10,4	17,6	16,7	19	15,6	13,3	12,9	13,7	16,4	17,5	18,7	20,4	18

SERRINHA	-11,6	18,8	17,9	20	16,8	14	13,5	14,8	16,6	17,4	19,9	21,7	18,6
SERVICIO GEOGRAPHICO	-22,9	18,4	17,7	18	15,5	12,6	11	12,6	15	15,1	16	18,6	18,5
SETE LAGOAS	-19,4	20,9	21,2	20,2	17,9	16,8	15,2	17,1	19,7	18,3	19,5	19,2	20,4
SOBRAL	-3,7	17,7	17,3	17,6	16	18,2	17,2	19,2	21,7	21,5	21,8	21,3	20,2
SOURCE	-0,7	16,2	15,6	15,3	14,9	16,7	18,2	20,2	22,2	21,9	24,1	21,5	19,9
SURUBIM	-7,8	20,6	19,9	19,8	17,6	17,3	1,5	15,6	19,2	19,1	21,7	22,4	21,9
S MARIA MADALENA	-21,9	19,1	19,3	17,4	13,9	12	10,5	12,4	14,4	14,6	17,1	17,3	17,7
TAGUATINGA	-12,4	17,8	16,8	18,1	16	16,3	17	18,5	19,9	18,7	18	17,9	18,3
TAPERINHA	-2,4	15,8	15	15,3	16,8	16	15,1	17,7	19,7	19,3	19,8	19,2	17,1
TARAUACA	-8,1	14,7	14	14,9	14,2	14,7	14,6	16,2	16,8	16,2	16	16,6	15,7
TAUA	-6	17,7	17,2	17,6	16,5	17,4	16,9	19	21,3	20,6	21,5	21,3	19,6
TAUBATE	-23	18,8	18,1	17,3	14,6	13,4	11,6	13,4	14,8	15,1	17,1	19	19
TEFE	-3,3	15,9	16,2	16,4	15,7	14,8	14,9	17,2	19,2	18,2	19,1	18	16,6
TEOFILO OTONI	-17,8	21,1	20	19,2	15,8	14,4	12,2	13,5	15,9	15,4	16,8	17,5	19,4
TERESINA	-5	18	17,5	17,2	17	18	19	21,9	23,6	22	23	20,4	19,4
TERESOPOLIS	-22,4	19,1	17,8	16,7	13,8	12,7	11,4	12,6	14,3	14,6	15,6	17,3	18,1
TIETE	-23	20,3	19,6	18,8	16,6	14,1	12,5	14,1	16,1	17,1	19	22,7	20,7
TIRIOS	2,4	14	14,6	14,9	14,4	16	16,8	16,8	18,9	19,8	20,1	19,4	16,1
TOLEDO	-24,7	20,4	21,1	18,9	16,5	13,7	11,2	13	14,1	14,9	19,6	21,1	23
TORRES	-29,3	19,9	18,7	16,5	14,8	12	9,4	10,8	12,6	14,2	17,8	20,4	21,6
TRACUATEUA	-1	15,6	15	14,6	14,1	15,9	16,4	18,7	21	20,8	22,3	21,6	18,6
TREMEMBE	-22,9	18	17,7	17	44,9	13,1	11,6	13,1	15	15,4	16,7	19,4	18,2
TRES LAGOAS	-20,7	20,2	21,2	20	16,4	14,7	13,4	15,8	16,4	17	20,6	20,6	20,1
TRIUNFO	-7,8	20,2	20,3	19,8	18	17,3	15,2	16,5	20,5	20,8	22,8	22,8	21,9
TUCURUI	-3,7	15,2	14,1	16,8	16	17,2	18,1	19,6	19,9	17,9	17,6	17,2	16,9
TURIACU	-1,7	14,6	16,4	14,2	14,5	15,8	16,6	17,9	20,2	20,1	20,5	20,6	18
UBATUBA	-23,4	17,7	17,7	16,6	13,3	12,2	10,6	13	13,2	14,8	15,4	17	18,2

UBERABA	-19,7	20,5	20,4	19,8	17,6	16,6	15,1	16,9	18,7	18,5	20,6	21,7	19,6
URUCUI	-7,2	17,9	17,6	17,6	17,7	18,2	19,7	21,3	19,7	21,2	20,8	19,6	18,6
URUGUAIANA	-29,7	22,3	21,3	18,1	14,7	11,6	9,1	10,4	12,8	16	20,4	23,8	24,7
USINA JUNQUEIRA	-22,2	19,1	18,1	18,5	16,7	15,6	13,6	15,1	16,6	17,2	19,4	20,2	21,9
UTIARITI	-13	16,4	16,4	17,4	16,2	17,1	16,2	18	19,8	18,6	17,2	20,2	18
VASSOURAS	-22,4	20,3	20,4	18,5	14,9	13,8	12	13,8	14,9	14,9	17,5	18,6	19,8
VENDA NOVA	-20,3	18,6	17,4	18,7	14,7	13,2	12,3	13,1	15,3	13,8	16,8	15,6	16,7
VICOSA	-20,7	20,6	20,8	19	15,8	14,7	12,9	14,2	16,4	15,7	17,1	18,1	19,7
VILA DEODORO	-23,5	16,8	16,6	16,6	13,3	12,4	10,6	12,2	14,1	15	14,8	19,4	17,8
VITORIA	-20,3	22,1	21,5	19,8	16,4	15	13,2	14	16,3	15,5	18,4	18	20,4
VITORIA DA CONQUISTA	-14,8	18,9	17,3	19,8	15,6	14,5	12,4	14,2	18,1	16,4	17,2	18,1	19
VOLTA REDONDA	-22,4	16,7	17,4	17	14,2	12,2	10,2	11,3	14,3	14,9	16	18,2	17,7
VOTUPORANGA	-20,4	19	22,3	19,7	17,2	15,3	13,7	16,2	17,7	17,4	21	21,3	20,1
XANCERE	-26,8	19,8	19,6	18,2	15,1	12,7	9,3	11,8	13	16,5	19,2	21,6	21,9
ZE DOCA	-3,7	15,6	15,2	16,4	16,4	18,2	19,1	20,6	21,7	17,5	17,2	17,6	17,3

Anexo C. Tarifas de Gás para Consumidores Comerciais

As tarifas se aplicam à Área de Concessão da Comgás segundo Portaria ARSESP nº 19, de 29/05/2008, com vigência a partir de 31/05/2008.

Classe	m³/mês Fixo	R\$/mês Variável	R\$/m³ Fixo	R\$/mês Variável Com ICMS	R\$/m³ Com ICMS
1	0 - 0	21,49	0	24,42	0
2	0,01 a 50,00 m³	21,49	2,783819	24,42	3,163431
3	50,01 a 150,00 m³	34,92	2,515200	39,68	2,858182
4	150,01 a 500,00 m³	61,78	2,337245	70,20	2,655960
5	500,01 a 2.000,00 m³	141,02	2,178717	160,25	2,475815
6	2.000,01 a 3.500,00 m³	650,05	1,924239	738,69	2,186635
7	3.500,01 a 50.000,00 m³	2.437,72	1,413862	2.770,14	1,606661
8	Acima de 50.000,00 m³	6.467,00	1,333277	7.348,86	1,515088