

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VINÍCIUS RAMALHO MAIDANA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA
RESIDENCIAL DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

Pato Branco-PR
2017

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

VINÍCIUS RAMALHO MAIDANA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA
RESIDENCIAL DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil do - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Dr. Volmir Sabbi
Co-orientador: Prof. Dr. José Donizetti de Lima

PATO BRANCO

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE SISTEMA RESIDENCIAL DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA

VINICIUS RAMALHO MAIDANA

No dia 22 de junho de 2017, às 13h00min, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná– UTFPR, conforme Ata de Defesa Pública nº18-TCC/2017.

Orientador: Prof. Dr. VOLMIR SABBI (DACOC/UTFPR-PB)

Co-orientador: Prof. Dr. JOSÉ DONIZETTI DE LIMA (DAMAT/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Profª. Msc. ELOISE APARECIDA LANGARO (DACOC/UTFPR-PB)

Aos meus pais, Ismael e Dulce.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pelo dom da vida, por me dar forças e por me guiar e guardar a cada momento de minha vida.

Agradeço imensamente aos meus pais, Ismael e Dulce Maidana por todo amor que recebi, pela confiança, por todo esforço, por cada palavra, por cada oração e por sempre terem me incentivado a continuar.

Agradeço também aos meus amigos, os quais são minha segunda família e sempre estiveram ao meu lado durante este período acadêmico, nos melhores e nos piores momentos. Agradeço também a todos os amigos e colegas de faculdade.

Por fim, agradeço aos professores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, por todo o conhecimento a mim passado. Em especial quero agradecer ao meu professor orientador Prof. Dr. Volmir Sabbi e ao meu professor coorientador Prof. Dr. José Donizetti de Lima, por toda atenção e por contribuírem para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço também, aos professores Prof. Dr. Elizângela Marcelo Siliprandi e ao Prof. Msc. Géremi Gilson Dranka pela toda atenção e por sempre estarem dispostos a ajudar.

A todos vocês, o meu agradecimento, admiração e respeito.

“E a quem Deus prometeu, nunca faltou, na hora certa o bom Deus dará”.

(Serginho Meriti; Rodrigo Leite)

RESUMO

MAIDANA, Vinícius Ramalho. **Análise da viabilidade econômica de sistema residencial de aquecimento solar de água**. 2017. 73f. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2017.

Este trabalho realiza a análise da viabilidade financeira da implantação de sistema de aquecimento solar de água em uma residência, usando coletores solares planos no município de Pato Branco – PR. Usando o dimensionamento proposto na NBR 15569 (2008), levando em consideração as características do local de estudo, buscou-se identificar o funcionamento de todos os elementos que compõem o sistema de aquecimento solar de água com suas devidas características. A análise financeira é feita através da abordagem determinística levando em consideração os custos de implantação, manutenção, operação e as receitas geradas pelo sistema. Sendo calculados os indicadores econômicos de risco e de retorno considerando o efeito da taxa mínima de atratividade, para então serem feitas as devidas análises de viabilidade. O resultado obtido demonstrou que a implantação do sistema de aquecimento solar é viável economicamente, pois analisando os indicadores de retorno ROIA/TMA (35,41%), e os indicadores de risco *Payback/N* (59,44%) e TMA/TIR (52,05%), indicam que o projeto apresenta um retorno financeiro baixo-médio e um risco médio.

Palavras-chave: Aquecimento solar de água. Dimensionamento. Viabilidade econômica.

ABSTRACT

MAIDANA, Vinícius Ramalho. **Analysis of economic viability of residential solar water heating system.** 2017. 73p. Civil Engineering Diploma Work – Academic Department of Building Construction, Federal University of Technology – Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2017.

This research demonstrates the financial viability to install a residential solar water heating system in the city of Pato Branco-PR. Using the design method proposed by NBR 15569 (2008), taking in consideration regional characteristics it was aimed to demonstrate the functioning of all the elements that compose the solar heating system with its proper characteristics. The financial analysis is based on a deterministic approach taking in consideration installation costs, maintenance, operation and revenue generated by the system. The return risk economic indicator is also calculated considering the hurdle rate effect, to finally calculate the viability. The result obtained demonstrated that the implantation of the solar heating system is economically feasible, since the ROIA / TMA return indicators (35,41%) and the risk indicators Payback / N (59,44%) and TMA / TIR (52,05%), indicate that the Project presents a low-medium financial return and a medium risk.

Keywords: Water heating system. Design. Economic Viability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diferentes faixas do espectro de radiação de acordo com o comprimento de onda	18
Figura 2- Sistema de aquecimento solar.....	19
Figura 3 - Sistema com circulação natural ou por termossifão	20
Figura 4 – Posicionamento de instalação de sistema por termossifão ..	21
Figura 5 - Sistema bombeado ou com circulação forçada.....	22
Figura 6 - Detalhes construtivos de um coletor solar de placa plana.....	24
Figura 7 - Estrutura do tubo evacuado	24
Figura 8 - Reservatório de um sistema de aquecimento solar e seus componentes	26
Figura 9 - Ilustração gráfica da TIR.	32
Figura 10 - Ilustração gráfica da TIR correlacionado com TMA.....	32
Figura 11 – Classificação dos Sistemas de Aquecimento Solar.	35
Figura 12 - Orientação geográfica dos coletores	36
Figura 13 - Ângulo de inclinação dos coletores.	36
Figura 14 – Consumos, ciclo diário e temperatura de consumo das peças de utilização.....	37
Figura 15 - Fluxograma representando a sequência das atividades a serem executadas	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume de consumo de água	44
Tabela 2 – Custo de implantação	46
Tabela 3 - Temperatura ambiente média mensal em Pato Branco - PR	48
Tabela 4 - Radiação Solar média H_t em Pato Branco- PR.....	48
Tabela 5 - Duração dos meses em dias e segundos	49
Tabela 6 - Fração solar mensal	49
Tabela 7 - Consumo de energia mensal gerado pelo sistema auxiliar ..	50
Tabela 8 - Consumo de energia mensal gerado pelo sistema auxiliar ..	51
Tabela 9 - Estimativa de receitas geradas pelo sistema.....	52
Tabela 10 – Indicadores de viabilidade econômica	54

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Δt_i	- Duração do mês em segundos;
FC_{inst}	- Fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar;
Fr_{UL}	- Coeficiente de perdas do coletor solar;
H_t	- Radiação solar diária média mensal;
T_{ref}	- Temperatura de referência para fração solar;
$A_{coletora}$	- Área total dos coletores solares;
C_p	- Calor específico da água;
$E_{útil}$	- Demanda de energia útil do sistema de aquecimento solar;
E_{perdas}	- Demanda de energia do sistema auxiliar;
E_{perdas}	- Somatório das perdas térmicas;
E_{total}	- Demanda total de energia para o aquecimento do volume total do reservatório térmico;
FC_0	- Investimento inicial;
FC_j	- Fluxo de caixa no tempo j;
I_g	- Irradiação global média
Q_{pu}	- Vazão da peça de utilização;
T_a	- Temperatura ambiente média para o mês em estudo;
$T_{ambiente}$	- Temperatura ambiente média anual do local;
T_{armaz}	- Temperatura de armazenamento do reservatório térmico;
$T_{consumo}$	- Temperatura de consumo de utilização;
T_u	- Tempo médio diário de utilização da peça de utilização;
V_{armaz}	- Volume de armazenamento do reservatório térmico;
$V_{consumo}$	- Volume de consumo da edificação;
f_{solar}	- Fração solar;
$\beta_{ótimo}$	- Inclinação ótima do coletor solar para o local de instalação;
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas;
AIE	- Agência Internacional de Energia;
CDT	- Controlador diferencial de temperatura;
Dcr	- Distância horizontal entre o coletor e o reservatório térmico;

$F_{r\tau\alpha}$	- Coeficiente de ganho do coletor solar;
H_{cr}	- Desnível entre o coletor e o reservatório térmico;
H_r	- Altura do suspiro;
H_{rr}	- Desnível entre o reservatório térmico e o reservatório de água fria;
IBC	- Índice Benefício Custo;
N	- Duração do mês em dias;
<i>Payback</i>	- Período de recuperação do investimento;
PMDEE	- Produção média diária de energia específica do coletor solar
ROIA	- Retorno Sobre Investimento Adicional;
SAVEPI	- Software de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos;
TIR	- Taxa Interna de Retorno;
TMA	- Taxa Mínima de Atratividade;
VPL	- Valor Presente Líquido;
VPLA	- Valor Presente Líquido Anualizado;
X	- Parâmetro relacionado as perdas térmicas do coletor solar;
Y	- Parâmetro relacionado com a energia absorvida pelo coletor solar;
β	- Inclinação do coletor solar em relação ao plano horizontal;
γ	- Ângulo de orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico;
ρ	- Massa específica da água.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos:	16
1.2	Justificativa.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1	ENERGIA SOLAR TÉRMICA.....	18
3	SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR.....	18
3.1	COLETORES SOLARES	22
3.1.1	COLETORES SOLAR PLANOS	23
3.1.2	COLETORES SOLAR DE TUBOS A VÁCUO.....	24
3.2	RESERVATÓRIOS TÉRMICOS	25
3.3	SISTEMAS DE AQUECIMENTO AUXILIAR	26
4	ANÁLISE ECONÔMICA	26
4.1	ENGENHARIA ECONÔMICA	26
4.1.1	Taxa Mínima de Atratividade (TMA).....	27
4.1.2	Inflação.....	28
4.1.3	Indicadores de Viabilidade Econômica.....	28
5	METODOLOGIA	34
5.1	ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO	34
5.2	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SEGUNDO A NBR 15569 (ABNT, 2008)	35
5.3	ENERGIA UTILIZADA NO SISTEMA AUXILAR	39

6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1	CARACTERÍSTICAS DO PROJETO	42
6.2	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.....	42
6.3	LEVANTAMENTO DE CUSTOS E GANHOS	45
6.3.1	Implantação.....	45
6.3.2	Operação do sistema de aquecimento solar	46
6.3.3	Operação do sistema auxiliar	47
6.3.4	Manutenção	52
6.3.5	Ganhos gerados.....	52
6.4	ANÁLISE FINANCEIRA	53
6.4.1	Indicadores.....	53
6.4.2	Análise e discussão dos resultados	55
7	CONCLUSÃO	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICE	62

1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral a importância de se reduzir o consumo de energia elétrica e água em nosso dia-a-dia, mas cada vez a sociedade se torna mais consumista e o desperdício de recursos naturais continua constante.

Segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), no Brasil o setor residencial teve um aumento de 4,8% no consumo de energia elétrica no ano de 2012. (PEDROSO, 2013).

O Portal Brasil (2010) diz que: “O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar”. Ainda segundo publicação do Portal Brasil (2011), Eduardo Assad afirma que até 2020: “Há potencial de redução de consumo de energia elétrica em até 17% nos horários de pico, com aquecimento de água do banho por energia solar [...]”.

Através de pesquisas e do avanço da tecnologia foram criados produtos mais sustentáveis e alternativas limpas de geração de energia, assim como sistemas gestão de recursos naturais visando tanto ganhos ambientais e a redução do custo financeiro.

Existem muitos estudos aprofundados e contínuos em energias renováveis com geração de energia limpa e de sistemas alternativos para gestão de recursos naturais. Porém, muitas pessoas não têm acesso a informações claras de como funcionam esses sistemas e têm dúvidas sobre se realmente são eficientes, e se a economia gerada por esses sistemas apresenta viabilidade econômica.

Por isso, apesar de todos os ganhos ambientais como: o menor uso de recursos ambientais; menor demanda de geração de energia pelas concessionárias de energia elétrica, a população, em sua maioria, só irá implantar sistemas alternativos em seus empreendimentos se for economicamente viável e se tiver acesso de forma simplificada a esses sistemas. Portanto, se faz necessário um estudo que demonstra o funcionamento e analise a viabilidade econômica de implantação desses sistemas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estudar a viabilidade econômica de implantação do sistema de aquecimento solar, o qual visa à diminuição do consumo de energia elétrica em residências.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- ✓ Consultar *sites* de empresas que fabricam o sistema, a fim de buscar dados que poderão subsidiar a análise da implantação;
- ✓ Pesquisar o custo de implantação, manutenção e operação do sistema de aquecimento solar, junto às empresas e profissionais que vendem e instalam esse sistema em Pato Branco-PR;
- ✓ Realizar o levantamento de custo de implantação, manutenção e utilização do sistema;
- ✓ Analisar a viabilidade econômica do sistema de aquecimento solar de água;
- ✓ Comparar o sistema proposto com o sistema de aquecimento de passagem a gás.

1.2 JUSTIFICATIVA

A sociedade, há tempos, se preocupa com a preservação dos recursos ambientais, a mudança de clima e a escassez de recursos em algumas áreas fazem com haja uma redução do consumo de energia elétrica no seu dia a dia.

Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE) (2012), o Brasil é o décimo maior consumidor de energia elétrica. O consumo de energia elétrica em residências é uma preocupação tanto para o governo, que tem de gerar energia suficiente para sanar a demanda, quanto para a população que vê em sua conta de energia o reflexo de um demasiado consumo. Isto somado ao fato da participação crescente de fontes de energia com alto custo de produção, como

as usinas termoeletricas, que fazem com que as contas fiquem cada vez mais altas (FERNANDES, 2012).

Todas as alternativas de produção de energia ou de redução de consumo de energia e água são válidas. Porém, alguns sistemas alternativos que visam essa economia têm um custo muito elevado, que pode deixar inviável a implantação dos mesmos em algumas edificações.

Muitas vezes a falta de conhecimento é um fator primordial para a não utilização de sistemas de gestão de energia elétrica em residências. A falta de conhecimento ou de acesso às informações sobre sistemas de redução de energia podem levar as pessoas a optarem por sistemas convencionais que não trazem vantagem a mais para o consumidor no que se diz respeito à sustentabilidade de sua edificação.

Através de um estudo com base no consumo de energia elétrica de uma residência unifamiliar, pretende-se dar elementos para que o cidadão que for construir ou que já possua a sua residência tenha elementos técnicos orientadores para a decisão sobre a viabilidade econômica sobre a implantação ou não desses sistemas de racionalização de e energia. Através de suas características, funcionamento, vantagens, desvantagens, conhecendo os seus custos e economia gerada para assim analisar a viabilidade de implantação ou não de tais sistemas.

A viabilidade do trabalho consiste em busca de dados em órgãos competentes sobre o consumo de uma residência familiar, levantamento assim os gastos médios, para então fazer a análise da economia gerada e do investimento a ser feito. E também analisar a viabilidade técnica de implantação de sistemas de aquecimento solar em locais como o município de Pato Branco-PR

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ENERGIA SOLAR TÉRMICA

A energia irradiada pelo sol tem uma característica espectral, ou seja, atinge a superfície terrestre com diferentes intensidades de acordo com o comprimento de onda da radiação emitida. A maior parte da energia irradiada pelo sol encontra-se na faixa do espectro entre 0,3 a 3 μm , o qual é transformada de forma efetiva em calor pelos coletores solares. A Figura 1 mostra as diferentes faixas do espectro de radiação (LabEEE, 2010).

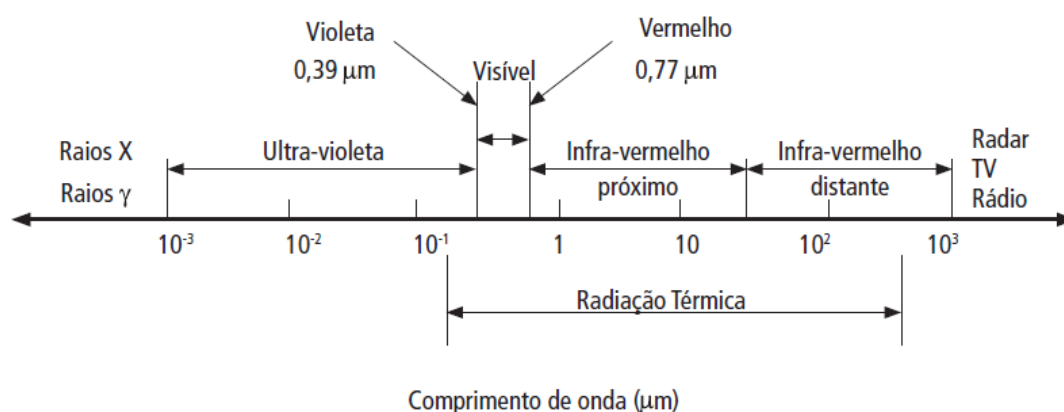


Figura 1 - Diferentes faixas do espectro de radiação de acordo com o comprimento de onda
Fonte: LabEEE, 2010, p 34.

No que diz respeito ao aproveitamento térmico da energia solar:

[...] o interesse é na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica não somente em saber captá-la, mas também em como armazená-la. Os equipamentos mais difundidos com o objetivo específico de se utilizar a energia solar térmica são conhecidos como coletores solares (PINHO; GALDINO, 2014, p. 48).

3 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

A NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 4) classifica o sistema de aquecimento solar (SAS) como um “[...] sistema composto por coletor solar, reservatório térmico, aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas, que funciona por circulação natural ou forçada”.

“Os sistemas de aquecimento solar de água diminuem o consumo no pico de demanda do sistema elétrico nacional, reduzindo investimentos em sistemas de geração, transmissão e distribuição” (LabEEE, 2010, p 32).

O coletor solar e o reservatório térmico, ou, em inglês, *boiler*, são elementos de fácil identificação. O aquecimento auxiliar, o qual geralmente é utilizado resistências elétricas ou aquecedor a gás, não são tão fáceis de serem identificados, pois são elementos que podem não ficar visíveis. Para o uso do resistor elétrico, sua instalação é feita dentro do reservatório térmico e pode ser acionada de forma manual ou automática. Atualmente, em alguns casos, se opta por utilizar o chuveiro elétrico para que seja complementada a energia necessária para o funcionamento esperado do sistema, em dias de baixa insolação ou dias chuvosos. (PEREIRA *et al*, 2014).

A Figura 2 mostra os elementos do sistema de aquecimento solar.

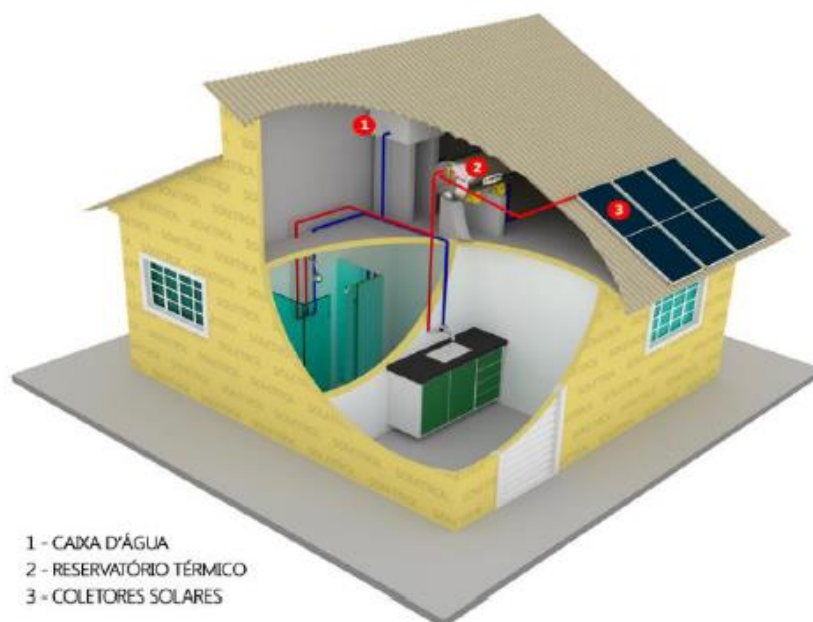


Figura 2– Sistema de aquecimento solar
FONTE: SOLETROL, 2016.

A circulação do fluido dentro do sistema pode ocorrer por circulação natural (termossifão) ou por circulação forçada. (COPPER; PROCOBRE, 2009).

A NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 10) define circulação natural como um “[...] sistema que utiliza somente a mudança de densidade do fluido de trabalho para obter a circulação entre o coletor e o dispositivo de armazenamento”.

Ou seja, neste tipo de sistema a circulação da água quente entre os coletores e o reservatório térmico se dá apenas pelas diferenças de temperatura da mesma no circuito. A água fica menos densa (mais leve) e é empurrada pela água com maior densidade (mais fria). O sistema de circulação natural é autorregulado e quanto mais elevados forem os níveis de radiação solar, mais rápido se dá a circulação da água dentro dos coletores solares. Sendo indicados para instalações que tenham volumes de armazenamento de até mil litros de água, chamadas também de pequeno porte (COPPER; PROCOBRE, 2009).

O sistema com circulação natural ou por termossifão está ilustrado na Figura 3.

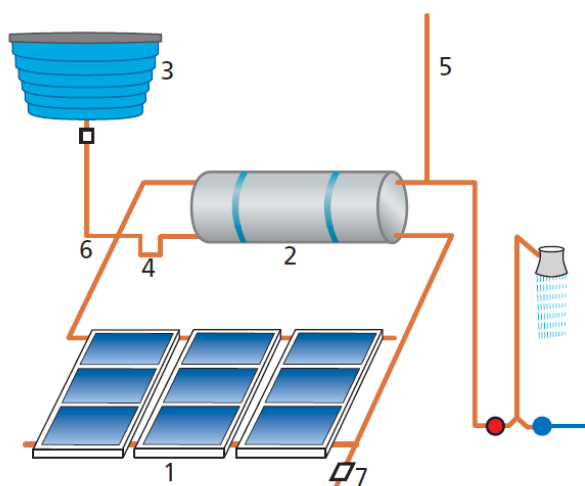


Figura 3 - Sistema com circulação natural ou por termossifão
Fonte: COPPER; PROCOBRE, 2009, p.13.

Em que, os itens numerados representam:

- 1 – Coletores solares;
- 2 – Reservatório térmico;
- 3 - Caixa de água fria;
- 4 - Sifão;
- 5 – Respiro;
- 6 – Alimentação de água fria com trecho de tubulação resistente a água quente;
- 7- Dreno.

Ainda sobre o sistema de circulação natural ou por termossifão, este sistema é o mais indicado no que diz respeito aos aspectos de funcionamento e de manutenção, mas também exige que se tenha mais cuidados no que se refere aos desníveis e no posicionamento dos componentes do sistema para que se tenha o bom funcionamento do sistema, como está ilustrado na Figura 4. Em que H_r é a altura do suspiro, H_{rr} é o desnível entre o reservatório térmico e o reservatório de água fria, H_{cr} é o desnível entre o coletor e o reservatório térmico e D_{cr} é a distância horizontal entre o coletor e o reservatório térmico, já com as devidas medidas recomendadas para o seu devido funcionamento.

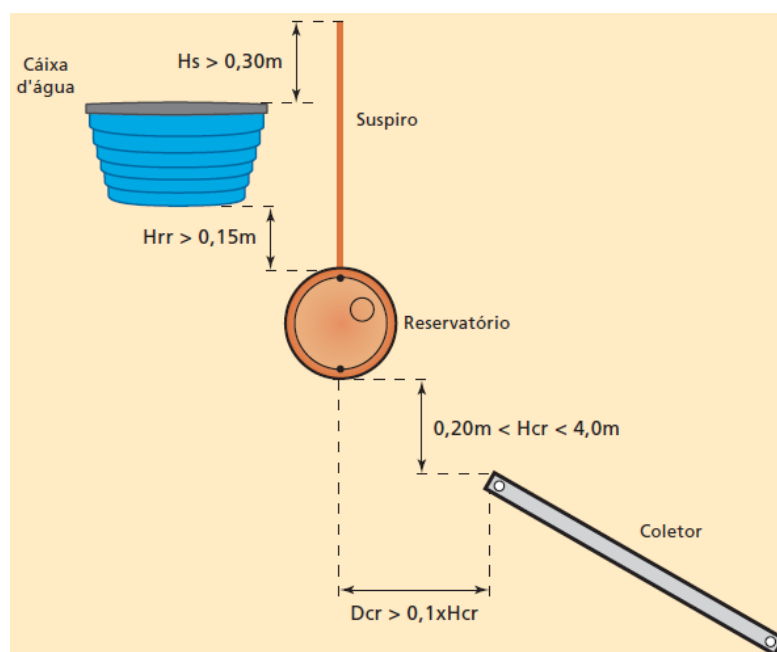


Figura 4 – Posicionamento de instalação de sistema por termossifão
Fonte: COPPER; PROCOBRE, 2009, p.18.

Sobre o sistema de circulação forçada (bombeado) a NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 10) diz que é: “[...] um sistema em que o fluido de trabalho é forçado a circular entre o coletor e o reservatório térmico por pressão gerada externamente (por exemplo, motobomba).”

Portanto, diferente do que acontece no sistema por termossifão, o sistema bombeado tem o funcionamento de uma bomba hidráulica, que faz com que a água circule dentro entre os coletores solares e o reservatório térmico, a qual é acionada sempre que é detectado energia suficiente a ser captada pelo sol nos coletores pelo CDT (controlador diferencial de temperatura). Esses sistemas são indicados sempre que se tiver instalações de grande porte ou quando, por qualquer motivo, não for possível seguir as recomendações técnicas indicadas para se utilizar um sistema por termossifão. (COPPER; PROCOBRE, 2010)

A Figura 5, ilustra como se dá o arranjo do sistema bombeado ou circulação forçada.

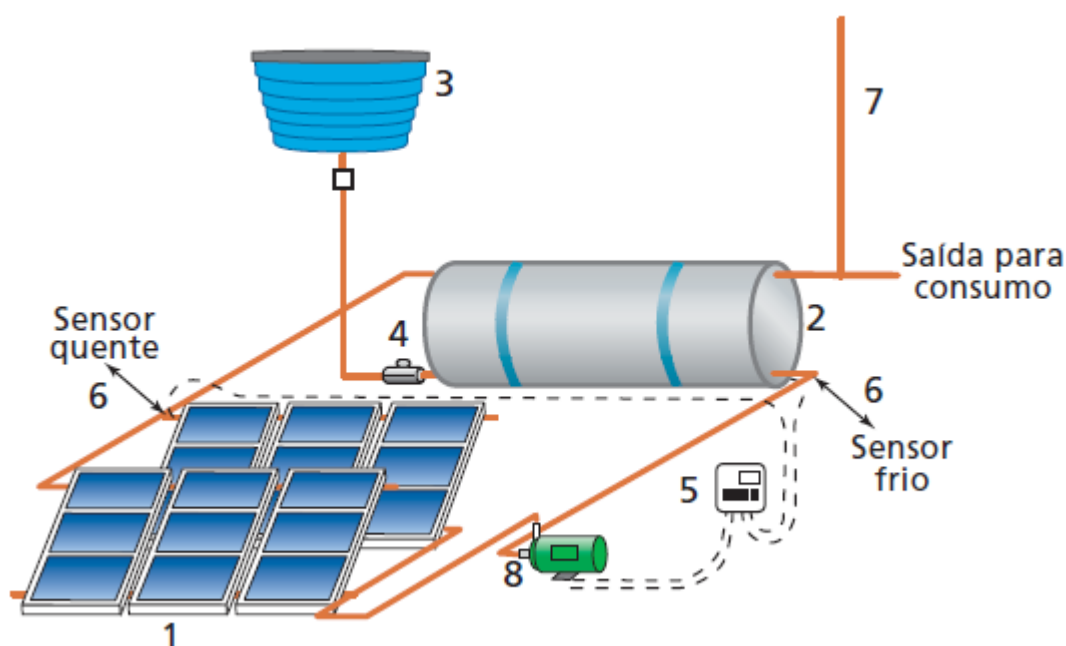


Figura 5 - Sistema bombeado ou com circulação forçada
Fonte: Copper; Procobre, 2009, p.13.

Em que, itens numerados, representam:

- 1 – Coletores solares;
- 2 – Reservatório Térmico;
- 4– Caixa de água fria;
- 5 - Válvula de retenção;
- 6 – Controlador diferencial de temperatura;
- 7 – Respiro (ou válvulas de alívio de pressão);
- 8 – Bomba hidráulica.

3.1 COLETORES SOLARES

Os coletores solares podem ser do tipo plano ou de concentração, e tem como função captar a energia disponível pelo sol e convertê-la em energia térmica (AITA, 2006).

No mercado brasileiro, existem vários modelos de coletores solares: fechado planos, abertos planos e tubos evacuados. A escolha dos coletores

solares está diretamente ligada à temperatura e aplicação da água aquecida. (COPPER; PROCOBRE, 2009)

No que diz respeito à escolha dos coletores segundo suas especificações:

Os coletores de tubo evacuado possuem tecnologia mais sofisticada, diferindo-se dos de placa plana pelo uso do vácuo como isolante térmico e, em alguns casos, tubos de calor para transferir o calor da placa coletora para o fluido, permitindo obter eficiências maiores em temperaturas mais altas. Os coletores sem cobertura, geralmente construídos de material polimérico, não possuem isolamento térmico e cobertura de vidro, fazendo com que sua eficiência seja baixa a temperaturas mais altas, sendo então usados com mais frequência para aquecimento de piscinas (LABEEE, 2010, p. 36).

3.1.1 COLETORES SOLAR PLANOS

Segundo LabEEE (2010), são os mais utilizados em residências brasileiras, destinados a produção de água quente a temperaturas inferiores a 100° C. Tendo como vantagem a facilidade construtiva, durabilidade e fácil manutenção.

“O coletor solar plano fechado, é de simples fabricação e é constituído por caixa externa, isolamento térmico, flauta, placa absorvedora, cobertura transparente e vedação” (COPPER; PROCOBRE, 2009, p. 11)

No que diz respeito aos componentes da placa plana e ao seu funcionamento:

Nos coletores solares de placa plana, a energia solar atravessa a cobertura de vidro sendo absorvida pela placa coletora, geralmente construída de cobre ou alumínio. Propriedades óticas seletivas são desejáveis para o material usado para recobrir a placa coletora de forma que a absorção da irradiação solar seja máxima, ao mesmo tempo em que as perdas por emissão térmica sejam mínimas. A placa coletora funciona como uma aleta, transportando o calor do fluido para uma serpentina de tubos de cobre conectada termicamente à placa por onde circula o fluido a ser aquecido. [...] O isolamento localizado na parte posterior e nas laterais da placa diminui as perdas térmicas para o ambiente, enquanto que a cobertura de vidro diminui as perdas por radiação e minimiza a convecção sobre a placa coletora, mantendo uma camada de ar estacionária sobre a mesma. A cobertura de vidro deve ser limpa regularmente para manter sua eficiência com relação à passagem da irradiação solar. (LABEEE, 2010, p. 37)

“A qualidade e desempenho do coletor solar estão diretamente ligados às características dos seus componentes como espessura do isolamento térmico,

metal utilizado para a produção das aletas e tipo de vidro da cobertura” (PEREIRA *et al*, 2013, p.11).

Na Figura 6 mostra o coletor solar plano está apresentado detalhando seus principais componentes.

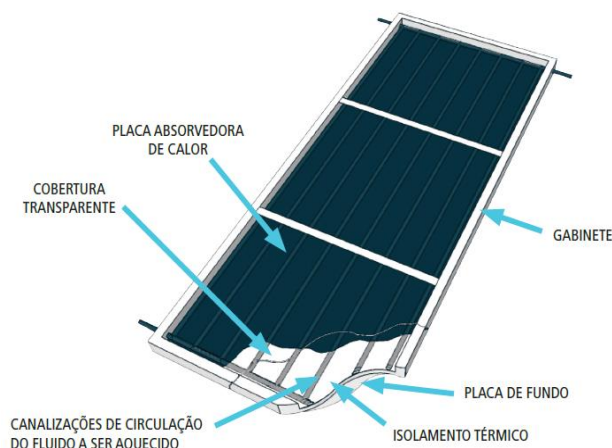


Figura 6 - Detalhes construtivos de um coletor solar de placa plana.
Fonte: LABEEE, 2010, p. 37.

3.1.2 COLETORES SOLAR DE TUBOS A VÁCUO

Atualmente no Brasil, vem crescendo a quantidade de coletores de tubo a vácuo no mercado. Tendo uma composição diferente de um coletor plano, mas mantém o mesmo princípio de funcionamento. (PEREIRA *et al*, 2013)

Esse coletor é composto por tubos com a seguinte estrutura, indicados na Figura 7.

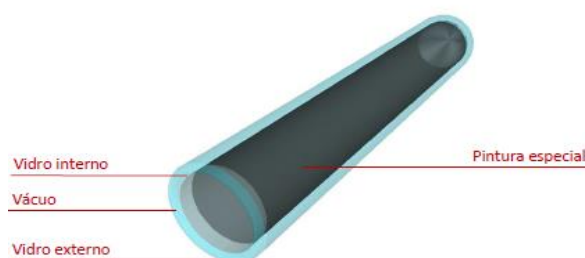


Figura 7 - Estrutura do tubo evacuado
Fonte: PEREIRA *et al*, 2013, p.271.

Por possuírem o vácuo como isolamento, os coletores solares de tubo evacuado possuem uma maior eficiência quando comparados aos coletores solares planos. Por serem mais eficientes, permitem que seja aumentada a temperatura da água ou que possa diminuir a quantidade de placas. Sendo

melhor indicadas para obras de pequeno porte, que por sua vez possam necessitar de uma grande quantidade de placas e não possuem espaço suficiente para acomodá-las. (PEREIRA *et al*, 2013)

3.2 RESERVATÓRIOS TÉRMICOS

“Os sistemas de aquecimento por energia solar devem ter um reservatório térmico que acumule o fluido aquecido sem degradação ou corrosão, bem como suportar as pressões envolvidas” (AITA, 2006, p. 7).

O volume dos reservatórios é normalmente muito próximo da demanda diária de água quente da edificação. É necessário que se faça o armazenamento de água quente, pois o horário de consumo da mesma acontece, geralmente, pela manhã ou no final do dia, sendo assim, durante todo o dia o sistema aquece a água e armazena um volume suficiente para suprir o consumo da noite ou no início da manhã. (COPPER; PROCOBRE, 2009).

O reservatório térmico é o equipamento que fica responsável pela alimentação dos coletores solares com água fria e também é responsável por armazenar a água quente, quando a mesma retorna dos coletores. Portanto, necessita conter: tubos de ligação, um corpo interno que ficará em contato com a água, bom isolamento térmico, além de um corpo externo para a proteção de todo o interior contra intempéries. Os sistemas de aquecimento solar, também possuem um sistema de aquecimento auxiliar, o qual entra em funcionamento quando os coletores não conseguirem suprir a demanda de calor suficiente para aquecer a água. Para o sistema de acumulação, pode ser inserido um resistor elétrico dentro do corpo do reservatório, o qual será usado nestes casos. A Figura 8 mostra a estrutura e os componentes dos reservatórios. (PEREIRA *et al*, 2013)

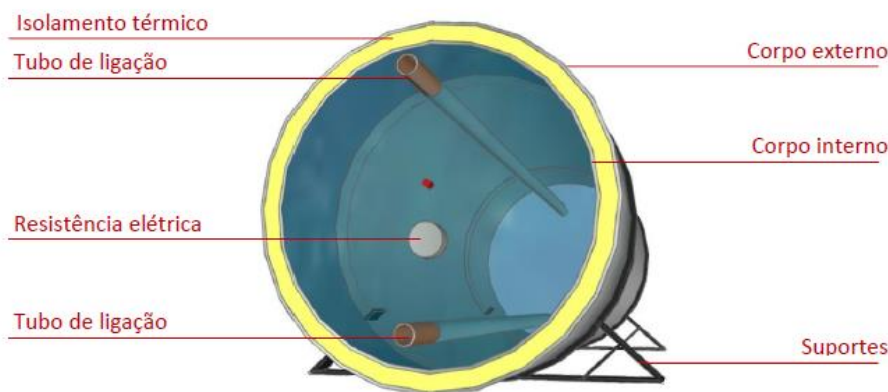


Figura 8 - Reservatório de um sistema de aquecimento solar e seus componentes

Fonte: PEREIRA et al, 2013, p.12.

3.3 SISTEMAS DE AQUECIMENTO AUXILIAR

Em períodos em que há um consumo maior que o dimensionado para o sistema, de baixa radiação solar ou com períodos com grande intensidade de chuva, fazem com que o sistema tenha um desempenho abaixo do esperado, não atendendo a demanda de água quente.

Portanto, é necessário que se faça a utilização de uma fonte de energia auxiliar, o qual pode ser um resistor elétrico ou um aquecedor de passagem a gás. (AITA, 2006).

Atualmente no Brasil, por ter uma instalação mais simples e com um baixo custo, a maior parte das residências possuem resistências elétricas instaladas dentro do reservatório térmico. (LabEEE, 2010).

4 ANÁLISE ECONÔMICA

4.1 ENGENHARIA ECONÔMICA

Segundo Casaroto Filho e Kopittke (2008, p 104) a Engenharia Econômica “[...] tem como objetivo analisar economicamente as decisões sobre investimentos, tendo amplas aplicações, pois os investimentos podem ser tanto para empresas, como para investimentos pessoais ou de instituições governamentais”.

Souza e Clemente (2008, p. 66), citam que “[...] a decisão de fazer investimento de capital é parte de um processo que envolve o desenvolvimento e a avaliação das diversas alternativas que atendam às especificações técnicas dos investimentos”. Ainda segundo esses autores, depois de serem relacionadas as alternativas que são viáveis tecnicamente é que se faz uma análise de quais são mais rentáveis.

Casarotto Filho e Kopittke (2008) ressaltam que pode não ser suficiente apenas a análise econômico-financeira para que se possa tomar uma decisão. Para que se tenha uma análise mais ampla do investimento, pode se fazer necessário levar em consideração fatores que não são quantificáveis como as políticas, objetivos e restrições da empresa ou cliente, seja por meio de regras ou apenas considerações intuitivas.

Fazer uma aplicação de recursos em um projeto resulta em investir capital de alguma fonte de investimento e deixá-lo retido em alguma atratividade por um certo intervalo de tempo (ou horizonte de planejamento). Se espera que o projeto devolva capital equivalente ao que foi investido inicialmente mais o que esse mesmo capital teria rendido se tivesse sido colocado na melhor alternativa de baixo risco disponível no momento inicial do investimento. (SOUZA; CLEMENTE, 2008).

4.1.1 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

Para Souza e Clemente (2008, p. 71), TMA é a taxa mais vantajosa, com menor categoria de risco, acessível para investimento do capital que se está analisando. Sempre se tem duas opções em análise para tomar a decisão de aplicar o capital, sendo uma aplicar o mesmo no projeto em questão ou “fazer a aplicação na Taxa Mínima de Atratividade”. Sendo assim, a concepção de capital gerado deve-se considerar somente o que excede sobre aquilo que já se possui.

Ao se fazer uma análise de uma oferta de investir é necessário que se considere a questão de poder estar recebendo retorno do mesmo capital se tivesse sido aplicado em outros projetos. Para que essa nova oferta se torne mais atraente deve render, pelo menos, a taxa de juros similar à rentabilidade das aplicações correntes e de baixo grau de risco. (CASAROTO FILHO; KOPITTKKE, 2008).

Ainda segundo Casaroto Filho e Kopittke (2008), no Brasil, geralmente para pessoas físicas a TMA é similar à rentabilidade da caderneta de poupança.

No caso das empresas, a TMA deve levar em consideração os prazos ou a importância estratégica de outras alternativas, tornando essa determinação mais complexa.

4.1.2 Inflação

Conceitualmente a inflação é a diminuição do poder aquisitivo da moeda. Isso ocorre por diversos motivos, por exemplo, o crescimento de demanda de um produto ou bem que não tem condições de se expandir de forma proporcional a sua produção. Alguns produtos podem ter seus custos de fatores de produção aumentados, ou pode também ocorrer por excesso de circulação de moeda ou especulação de estoques, dentre outros motivos. Usa-se a inflação na análise de aplicações de capital medida através de índices de preço (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2008).

Ainda segundo Casarotto Filho e Kopittke (2008), geralmente é admitido a premissa nos cálculos que todos os valores subirão a mesma proporção. Ou seja, se todos os custos e receitas variam na mesma proporção, é correto que se desconsidere esta variação, não levando em conta a inflação.

4.1.3 Indicadores de Viabilidade Econômica

Pode-se dividir os indicadores de viabilidade econômica de investimento em dois grupos. O primeiro está relacionado à rentabilidade (lucro ou criação de riqueza ou valor) do projeto a ser investido, sendo os principais dessa categoria indicadores: o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Índice Benefício/Custo (IBC) e o Retorno sobre Investimento Adicional (ROIA). O outro grupo está relacionado ao risco que se tem no projeto, sendo seus indicadores: a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Período de Recuperação do Investimento (*Payback*) (SOUZA; CLEMENTE, 2008).

Souza e Clemente (2008) citam que, apesar de não se poder eliminar o risco nem ser colocado em uma escala, quem está investindo pode, obtendo mais informações a respeito do projeto e analisando os indicadores relacionados aos riscos, melhorar a sua percepção dos riscos.

4.1.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Rasoto *et al.* (2012) classificam o VPL como a concentração na data zero do fluxo de caixa do projeto, usando-se como taxa de desconto a TMA. Souza e Clemente (2008), salientam que essa técnica robusta, para se analisar a aplicação de capital, é a mais utilizada e mais conhecida.

Contador (2008, p. 47) diz que o VPL “[...] corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto, atualizados à taxas adequadas de desconto”. Segundo o mesmo autor, haverá viabilidade no projeto se o mesmo indicar um VPL positivo e, dentre as demais alternativas, terá preferência o projeto que teve um maior VPL positivo.

Assim, o VPL pode ser calculado pela Equação 1, a seguir:

$$VPL = -|FC_0| + \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} \quad (1)$$

Em que FC_0 é o investimento inicial, FC_j representa o fluxo de caixa no tempo j e TMA representa à taxa de juros utilizada para fazer a descapitalização.” (Rasoto, *et al.*, 2012).

Segundo Casaroto Filho e Kopittke (2008), usualmente, o VPL é o indicador que mais se utiliza para analisar os investimentos isolados que envolvam o curto prazo ou que tenham baixo número de períodos, de maneira que um valor anual seria, na prática, pouco significativo para uma tomada de decisão.

4.1.3.2 Valor Presente Líquido Anualizado (VPLA)

Rasoto *et al.* (2012), dizem que: “O indicador VPL necessita ser ajustado para expressar a riqueza gerada pelo projeto em um horizonte de tempo mais convencional (mês ou ano, por exemplo). Assim, surge o VPLA, similar ao VPL, porém interpretado por período”.

É conhecido também como Valor Anual Uniforme Equivalente (VAUE), sendo uma variação do VPL. O VPLA, transforma em uma série uniforme o fluxo de caixa representativo do projeto. Sendo bastante utilizado para se fazer a análise de projetos com horizontes de planejamentos longos ou projetos que apresentam diferentes horizontes de planejamento. (SOUZA; CLEMENTE, 2008)

Para Casarotto Filho e Kopittke (2008, p. 106), o VPLA consiste em um método que encontra uma série uniforme anual que equivale ao fluxo de caixa das aplicações dos investimentos à TMA, isto é, encontra-se uma série uniforme equivalente para todos os custos e ganhos gerados para cada projeto utilizando a TMA. O projeto que apresentar o maior saldo positivo vai ser o melhor para se fazer o investimento.

O procedimento para esta transformação é apresentado na Equação 2.

$$VPLA = \frac{VPL \cdot TMA \cdot (1 + TMA)^N}{(1 + TMA)^N - 1} \quad (2)$$

Em que: VPLA é o Valor Presente Líquido Anualizado; TMA é a taxa mínima de atratividade; e N representa o número de períodos.

4.1.3.3 Índice Benefício/Custo (IBC)

Para Rasoto *et al.* (2012), o Índice Benefício/Custo, representa as expectativas de lucro por unidade de capital investido pode ser comparado ao que teria sido ganho se a mesma unidade de capital tivesse sido aplicada à TMA.

O IBC, é muito utilizado. Consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e dos custos. Um projeto tem que apresentar uma relação Benefício/Custo maior que a unidade para se apresentar viabilidade, sendo que, quanto mais elevada for esta relação, mais viável se torna o projeto (HESS, 2016).

O IBC é uma grandeza da quantidade que se espera lucrar por unidade de capital de investimento. O pressuposto implícito no cálculo do IBC é que os recursos que são liberados ao longo do tempo do projeto sejam investidos novamente à TMA. “Genericamente, o IBC é uma razão entre o Fluxo Esperado de Benefícios de um projeto e o Fluxo Esperado de Investimentos necessários para realizá-lo” (SOUZA; CLEMENTE, 2008, p. 79).

Assim, o IBC pode ser calculado pela Equação 3:

$$IBC = \frac{\text{Valor presente do fluxo de benefícios}}{\text{Valor presente do fluxo de investimentos}} \quad (3)$$

4.1.3.4 Retorno Adicional Sobre o Investimento (ROIA)

Lima (2010, p. 76) diz que o “ROIA é um ajuste do IBC para um horizonte mais convencional (mês, por exemplo) e, nesse caso, representa a melhor estimativa de rentabilidade mensal do projeto além da remuneração propiciada pela TMA”. Para Souza e Clemente (2008, p. 79) “[...] o ROIA é análogo percentual do conceito de Valor Econômico Agregado (EVA).”

O ROIA deriva da taxa equivalente ao IBC, Índice Benefício/Custo para cada período do projeto, e pode ser calculado pela Equação 4:

$$ROIA = \sqrt[n]{IBC} - 1 \quad (4)$$

É possível também analisar o índice ROIA/TMA, o qual é a razão entre ROIA e TMA e mede a magnitude do retorno extra do capital investido. Ou seja, é um indicador do retorno adicional que será obtido se for decidido por se investir no projeto (SAVEPI, 2017).

4.1.3.5 Taxa Interna de Retorno (TIR)

Souza e Clemente (2008), classificam a TIR como uma taxa que faz com que o VPL, de um fluxo de caixa seja igualado a zero. Podendo ser usada tanto para se fazer uma análise da dimensão de retorno como para se fazer uma análise da dimensão de risco.

Casarotto Filho e Kopottke (2008), dizem que os investimentos que obtiverem uma TIR maior do que a TMA, são passíveis de serem analisados, pois são considerados como rentáveis.

A TIR seria a taxa, que tornasse verdadeira a sentença mostrada na Equação 5:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+TIR)^j} = 0 \quad (5)$$

Em que: VPL representa o Valor Presente Líquido; , FC_j representa o fluxo de caixa no tempo j e Σ representa o somatório da referente a data “1” até a data “N”.

A Figura 9 ilustra o graficamente o significado da TIR.

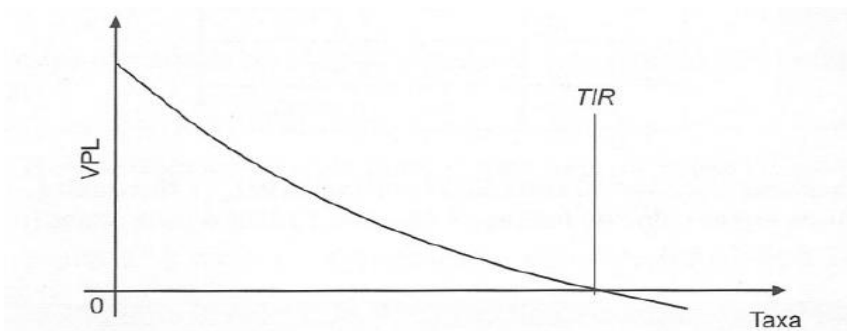


Figura 9 - Ilustração gráfica da TIR.
Fonte: Souza; Clemente, 2008, p. 82.

“A regra primária de referência para uso da TIR, como medida de retorno, é que se a mesma for maior que TMA, indica que se tem um ganho maior se for feito o investimento no projeto do que na TMA” (SOUZA; CLEMENTE, 2008, p.84). Portanto, pode-se analisar o risco do projeto pelo Índice TMA/TIR, o qual expressa o risco de o projeto fornecer um retorno inferior do que a aplicação na TMA (LIMA, 2017).

A Figura 10 ilustra o comportamento esperado entre TIR e TMA para projetos de investimento.

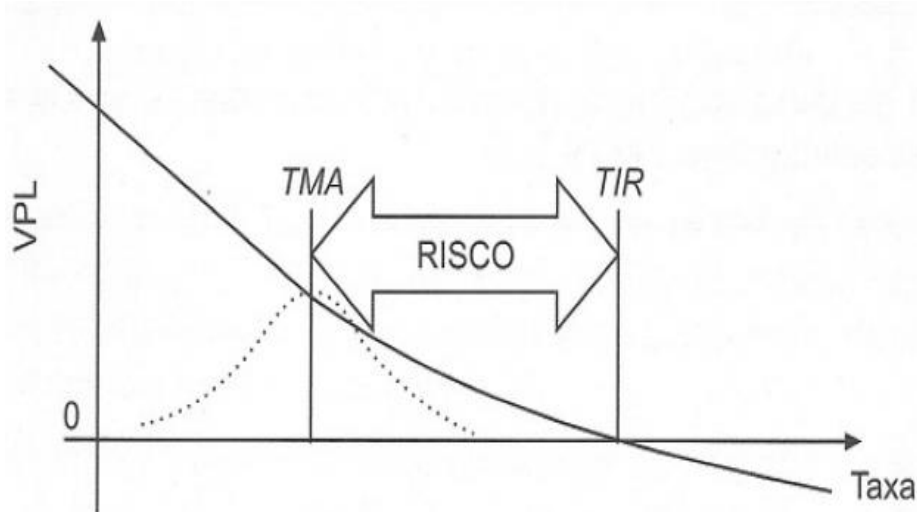


Figura 10 - Ilustração gráfica da TIR correlacionado com TMA.
Fonte: Souza e Clemente, 2008 p. 84.

Pode ser também analisado o índice TMA/TIR, o que

4.1.3.6 Tempo para Recuperação do Investimento (*Payback*)

O *Payback* representa o tempo necessário para que os benefícios do projeto recuperem o valor investido. Pode ser interpretado como uma medida de risco do projeto. Projetos cujos *Payback* se aproximem do final de sua vida econômica, apresentam alto grau de risco (SOUZA; CLEMENTE, 2008).

Contador (2000, p. 46) diz que o *Payback* “É um indicador de fácil aceitação nos meios empresariais e não exige informações externas ao projeto. Quanto menor o *payback*, maior a liquidez e menor o risco envolvido”.

Ainda segundo Contador (2000), o *payback* pode ser um indicativo para ajudar na decisão de se fazer um investimento entre alternativas, como um indicador secundário.

O *payback* é representado pela Equação 6.

$$Payback = \min\{j\} \text{ tal que } \left\{ \sum_{j=1}^N \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} \geq |FC_0| \text{ e } FC_k > 0, \text{ para } j + 1 \leq k \leq N \right\} \quad (6)$$

Em que: FC_0 é investimento inicial, FC_j representa o fluxo de caixa no tempo j , FC_k é o fluxo de caixa descapitalizado no período k ; TMA é a Taxa Mínima de Retorno.

Pode se relacionar o *Payback* com o horizonte de planejamento (N), obtendo o índice *PaybackN*, o qual Lima (2017, p. 73) diz que: “Mostra o tempo necessário para a recuperação do capital investido, podendo ser considerado uma medida de risco. Quando maior o período de tempo para a recuperação do capital, maior o risco do projeto”.

5 METODOLOGIA

Nesse capítulo são descritos os procedimentos metodológicos seguidos para a elaboração desse trabalho.

5.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Quanto à abordagem da pesquisa, este trabalho se encaixa na abordagem quantitativa. Fonseca (2002), diz que a pesquisa quantitativa apresenta resultados que podem ser quantificados. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros.

Ainda, segundo Fonseca (2002), a pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, no que se encaixa a análise da viabilidade econômica que será feita por meio dos conceitos de Engenharia Econômica.

Este trabalho pode ser classificado, quanto aos objetivos de sua pesquisa, como sendo uma pesquisa exploratória. Segundo Gil (2008), as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores e apresentam menor rigidez no planejamento.

Habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso. Gil (2008) ainda afirma que as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Com bases nos procedimentos técnicos utilizados essa pesquisa pode se apresentar como uma pesquisa bibliográfica e como um estudo de caso. Fonseca (2002) determina que uma pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. Gil (2008) diz que o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento

amplo e detalhado, tarefa praticamente impossível mediante os outros tipos de delineamentos considerados.

O intuito deste trabalho é estudar a viabilidade econômica de implantação e de manutenção do sistema de aquecimento solar em uma residência na cidade de Pato Branco no estado do Paraná. Deste modo, será feito um levantamento de custo de implantação, manutenção e operação do sistema proposto levando em conta o consumo de energia.

5.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA SEGUNDO A NBR 15569 (ABNT, 2008)

O sistema adotado para o desenvolvimento do trabalho será utilizado com um sistema auxiliar elétrico com um resistor elétrico dentro do reservatório, para funcionamento integrado ao sistema de aquecimento solar. O funcionamento do sistema de aquecimento solar de água se dará com circulação em termossifão, em regime de acumulação, no qual se tem uma alimentação exclusiva e utiliza o respiro para alívio de pressão, se encaixando na categoria I da NBR 15569 (ABNT,2008). A Figura 11 traz a classificação dos Sistemas de Aquecimento Solar, a qual a presente norma adota.

Atributo	Categorias		
	I	II	III
Arranjo	Solar mais auxiliar	Somente solar	Preaquecimento solar
Circulação	Natural ou termossifão	Forçada	-
Regime	Acumulação	Passagem	-
Armazenamento	Convencional	Acoplado	Integrado
Alimentação	Exclusiva	Não exclusiva	-
Alívio pressão	Respiro	Conjunto de válvulas	-

Figura 11 – Classificação dos Sistemas de Aquecimento Solar.
Fonte: NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 9).

Para a orientação geográfica do coletor solar, será utilizado a sugestão prevista em norma, na qual os coletores sejam instalados orientados para o Norte geográfico, com desvio máximo de 30° desta direção, como está ilustrado na Figura 12.

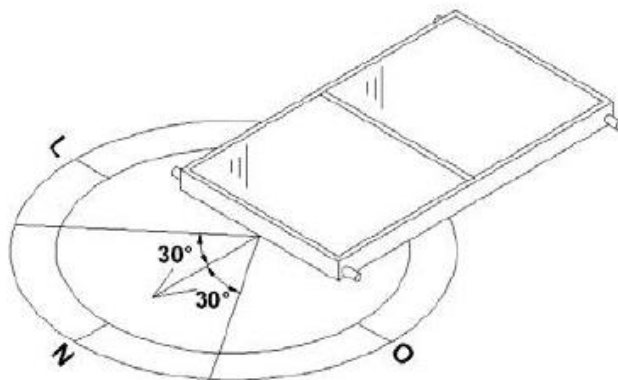


Figura 12 - Orientação geográfica dos coletores
 Fonte: NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 18).

A norma vigente, sugere que o ângulo de inclinação dos coletores solares seja igual ao da latitude do local acrescido de 10° , como ilustrado na Figura 13, e que se tenha uma inclinação de no mínimo de 15° . Segundo informações encontradas no site do município de Pato Branco, a cidade encontra-se na latitude $26^\circ 13' 43''$ – SUL. Portanto, para desenvolvimento do dimensionamento do presente projeto, será utilizado a inclinação de 36 graus.

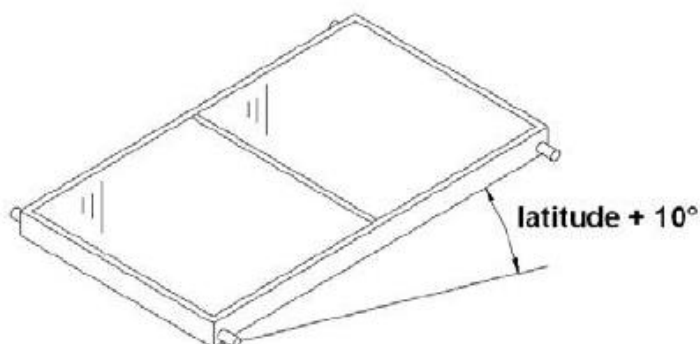


Figura 13 - Ângulo de inclinação dos coletores.
 Fonte: NBR 15569 (ABNT, 2008, p.18).

Para o dimensionamento do sistema, foi utilizado a metodologia de cálculo 2, presente na NBR 15569/2008, o qual é recomendado para o dimensionamento de sistemas aquecimento solar em residências unifamiliares. Este método de cálculo considera uma fração solar de 70% e que não exista sombreamento sobre os coletores solares.

Primeiramente, foi feito o cálculo da quantidade de água que será consumida na edificação ($V_{consumo}$). Para isso, leva-se em consideração a vazão das peças de utilização e o tempo de utilização, considerando a frequência de uso. A Equação 7, ilustra como o cálculo pode ser realizado.

$$V_{consumo} = \sum (Q_{pu} \times T_u \times \text{frequência de uso}) \quad (7)$$

Em que, $V_{consumo}$ é o volume total de água quente consumido diariamente em metros cúbicos (m^3), Q_{pu} é a vazão da peça de utilização, expressa em metros cúbicos por segundo (m^3/s), T_u é o tempo médio de uso diário da peça de utilização, expresso em segundos (s), e a *frequência de uso* é o número total de utilizações da peça por dia, levando em consideração os dados da Figura 14, extraída da NBR15569 (ABNT, 2008) que dispõem dos consumos diários, ciclo diário e temperatura nas peças de utilização de água quente.

Peças	Consumo mínimo	Consumo máximo	Ciclo diário (minuto/pessoa)	Temperatura de consumo °C
Ducha de banho	3,0 L/min	15,0 L/min	10	39 – 40
Lavatório	3,0 L/min	4,8 L/min	2	39 – 40
Ducha higiênica	3,0 L/min	4,8 L/min	2	39 – 40
Banheira	80 L	440 L	banho	39 – 40
Pia de cozinha	2,4 L/min	7,2 L/min	3	39 – 40
Lava-louças (12 pessoas)	20 L	20 L	ciclo de lavagem	39 – 50
Máquina de lavar roupa	90 L	200 L	ciclo de lavagem	39 – 40

Figura 14 – Consumos, ciclo diário e temperatura de consumo das peças de utilização

Fonte: NBR 15569 (ABNT, 2008, p. 33).

Com o volume de consumo calculado, então é dimensionado o volume do sistema de armazenamento (V_{armaz}), expresso em metros cúbicos (m^3), o qual a norma recomenda que seja no mínimo 75% do volume de consumo diário. A Equação 8, ilustra como é feito o dimensionado.

$$V_{armaz} = \frac{V_{consumo} \times (T_{consumo} - T_{ambiente})}{(T_{armaz} - T_{ambiente})} \quad (8)$$

Em que, o $T_{consumo}$ é a temperatura de consumo da peça de utilização, expressa em graus Celsius ($^{\circ}C$), o qual a norma sugere que seja adotado $40^{\circ}C$, $T_{ambiente}$ é a temperatura ambiente média anual do local de instalação e T_{armaz} é a temperatura de armazenamento da água, expressa em graus Celsius ($^{\circ}C$), o

qual a norma segure que seja igual ou mais elevada que a temperatura de consumo e o V_{armaz} é o volume de armazenamento do reservatório térmico, o qual a norma surge que se tenha uma volume mínimo de setenta e cinco por cento do volume de consumo. A norma vigente ainda sugere que seja investigada a característica de eficiência do coletor solar para T_{armaz} acima de 60 °C.

Após é calculada a demanda de energia útil, expressa em quilowatts hora por dia (kWh/dia), conforme a Equação 9.

$$E_{\text{útil}} = \frac{V_{armaz} \times \rho \times C_p \times (T_{armaz} - T_{ambiente})}{3600} \quad (9)$$

Em que, ρ é a massa específica da água com valor de 1000 quilogramas por metros cúbicos (kg/m^3), C_p é calor específico da água é igual a 4,18 quilojoules por quilograma Kelvin (Kj/Kg).

A próxima etapa é o dimensionamento da área coletora $A_{coletora}$, expressa em metros quadrados (m^2), através da Equação 10.

$$A_{coletora} = \frac{(E_{\text{útil}} + E_{perdas}) \times FC_{instal} \times 4,901}{PMDEE \times I_G} \quad (10)$$

Em que, I_G é o valor da irradiação global média anual para o local de instalação, expresso em quilowatts hora por metro quadrado dia ($kWh/(m^2 \times dia)$), E_{perdas} é o somatório das perdas térmicas dos circuitos primários e secundário, expresso em quilowatts hora por dia (kWh/dia), calculada pela soma das perdas ou pela Equação 11.

$$E_{perdas} = 0,15 \times E_{\text{útil}} \quad (11)$$

PMDEE é a produção média diária de energia específica do coletor solar, expressa em quilowatts hora por metro quadrado (kWh/m^2), obtida através da Equação 12.

$$PMDEE = 4,901 \times (Fr\tau\alpha - 0,0249 \times Fr_{UL}) \quad (12)$$

Em que, $F_{r\tau\alpha}$ é o coeficiente de ganho do coletor solar, parâmetro adimensional, $F_{r_{UL}}$ é o coeficiente de perdas do coletor solar, parâmetro que também é adimensional.

O FC_{instal} é o fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar dado pela Equação 13.

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1,2 \times 10^{-4} \times (\beta - \beta_{\acute{o}timo})^2 + 3,25 \times 10^{-5} \times \gamma^2]} \quad (13)$$

Em que, β é a a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal, expressa em graus ($^{\circ}$), o $\beta_{\acute{o}timo}$ é a inclinação ótima do coletor para o local de instalação, expressa em graus ($^{\circ}$), o qual já foi citado anteriormente, e γ é o ângulo de orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico, expresso em graus ($^{\circ}$).

5.3 ENERGIA UTILIZADA NO SISTEMA AUXILAR

Para ser dimensionada a quantidade de energia utilizada pelo sistema auxiliar, para suprir a demanda necessária de energia, serão levadas em considerações duas pesquisas já realizadas sobre o tema. Primeiramente será feito o método da fração solar, seguindo a mesma sequência de cálculo de Oliveira (2011) e também será utilizado a pesquisa de Neves (2013), o qual fez um estudo sobre um aquecedor solar de tubos a vácuo na cidade de Cascavel – PR.

5.3.1.1 Método da fração solar

Define-se fração solar como a quantidade de energia que o sistema solar térmico precisa fazer o aquecimento da água, descrito na Equação 14. Em que, E_{total} é a demanda total de energia para o aquecimento do volume total de água do reservatório e E_{aux} é a demanda de energia que o sistema auxiliar de energia deve suprir para o sistema.

$$f_{solar} = \frac{E_{total} - E_{aux}}{E_{total}} \quad (14)$$

A f_{solar} é uma correlação de resultados de centenas simulações de performances térmicas de Sistema de

Aquecimento solar. O método resulta em f como uma função de dois parâmetros adimensionais, X e Y [...]. O parâmetro X está relacionado com as perdas térmicas do coletor solar e o parâmetro Y está relacionado com a energia solar absorvida pela placa [...]. (DUFFIE & BECKMAN, 2013 *apud* Cruz, 2016, p. 64).

As Equações 15 e 16, descrevem os dois parâmetros X e Y , respectivamente.

$$X = \frac{A_c \times Fr_{UL} \times (T_{ref} - T_a) \times \Delta t_i}{E_{total}} \quad (15)$$

$$Y = \frac{A_c \times Fr\tau\alpha \times H_t \times N}{E_{total}} \quad (16)$$

Em que A_c é a área total de coletores solares em metros quadrados (m^2), T_{ref} é a temperatura de referência, considerada constante e igual a 100 ($^{\circ}C$), T_a é a temperatura ambiente média para o mês em questão em graus Celsius ($^{\circ}C$), Δt_i é a duração do mês em questão descrito em segundos, E_{total} é a demanda total de energia necessária para aquecer o volume de água em questão expresso em $kWh/(mês \times dia)$ dado pela Equação 17, H_t é a radiação solar diária média mensal incidente no coletor solar por unidade de área expresso em $kWh/(mês \times dia)$, N é o número de dias do mês, $Fr\tau\alpha$ e Fr_{UL} já foram descritos anteriormente.

$$E_{total} = E_{útil} + E_{perdas} \quad (17)$$

A fração solar é calculada pela Equação 18.

$$f_{solar} = 1,029 Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 \quad (18)$$

Para calcular a energia elétrica que será gasta pelo sistema de aquecimento solar, quando a energia produzida pelo menos não for suficiente para suprir a demanda, será utilizada a Equação 19.

$$E_{aux} = E_{total}(1 - f_{solar}) \quad (19)$$

Para o desenvolvimento deste trabalho, será respeitada a sequência de atividades apresentadas na Figura 15.

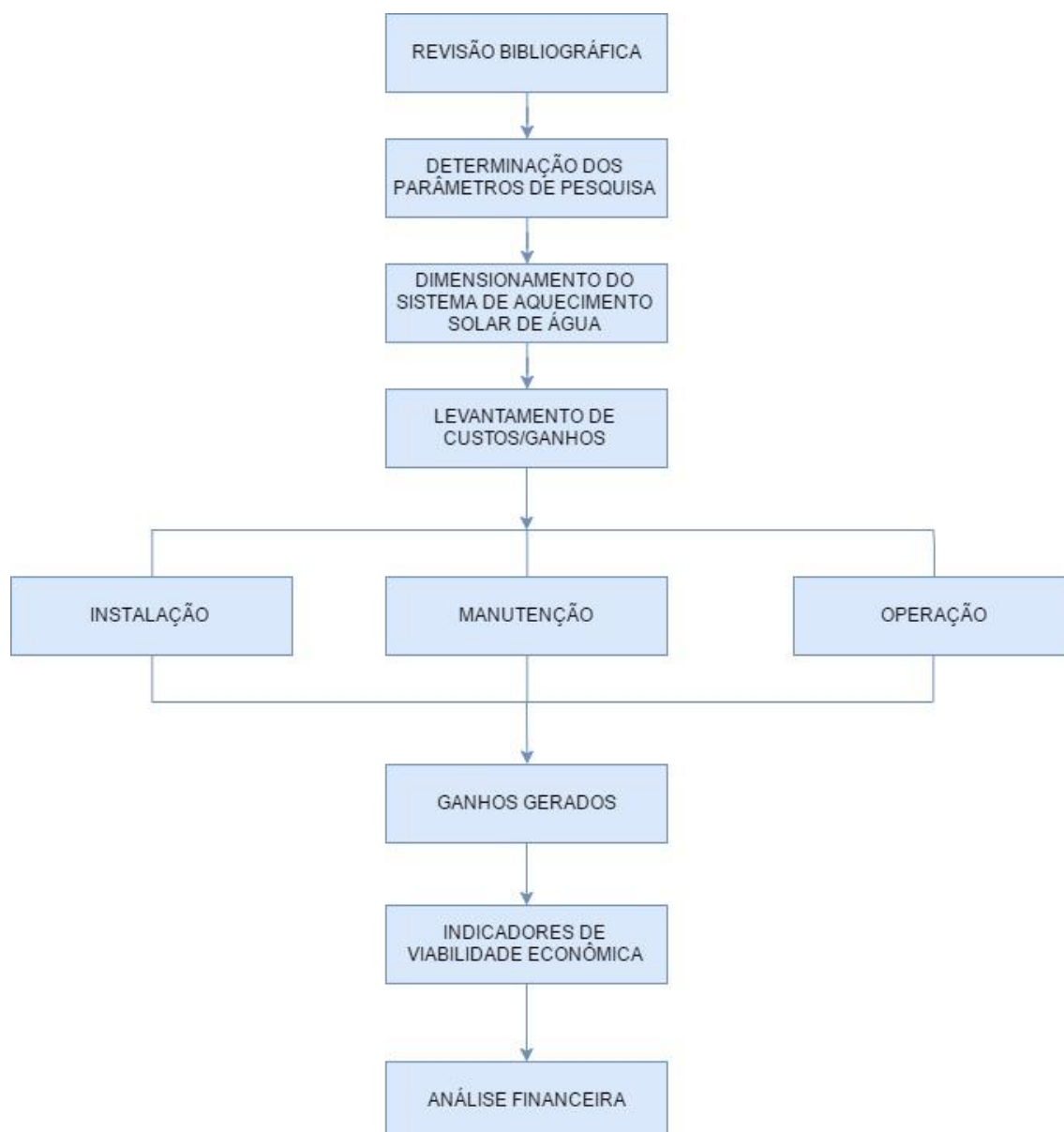


Figura 15 - Fluxograma representando a seqüência das atividades a serem executadas

Após ser feito o dimensionamento dos sistemas, será feito o levantamento dos custos de implantação, manutenção, assim como a estimativa de economia mensal de energia elétrica. Após serão gerados os indicadores econômicos para posterior análise econômica, usando os parâmetros mencionados no referencial bibliográfico para então determinar se é viável ou não a implantação desses sistemas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, é apresentado o desenvolvimento do projeto proposto, apresentando os dados e resultados encontrados com suas respectivas análises, através da metodologia descrita anteriormente.

6.1 CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

O projeto escolhido para desenvolver a análise, se localiza na Rua José Picolo, lote 10 da quadra 1573, localizada no bairro La Salle, da cidade de Pato Branco-PR. A residência possui dois pavimentos e cobertura de laje impermeabilizada.

O projeto possui 1 suíte, 2 demi-suítes, 3 banheiros, 1 lavabo, além dos demais cômodos, como cozinha, sala de estar, sala de televisão, salão de festa e garagem. Na parte externa o projeto apresenta espaço para piscina.

O projeto favorece a implantação do sistema de aquecimento solar de água, pois não possui nenhum obstáculo que possa interferir na instalação do mesmo e permite que se tenha a devida recepção dos raios solares pelos coletores.

Os dados da temperatura ambiente média e radiação solar média do município de Pato Branco-PR foram extraídos do *software RETScreen®*, o qual foi elaborado pelo governo do Canadá e é distribuído livremente na internet, é um sistema de gerenciamento de energia limpa destinado a analisar a viabilidade de projetos de eficácia energético de forma contínua, segundo o site do NRCAN, *Natural Resources Canada*.

6.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA

O projeto inicial não previa a instalação do sistema de aquecimento solar, e sim um sistema de passagem a gás. Portanto, após ser feito o devido dimensionamento e escolha do modelo de aquecedor solar a ser instalado, foram comparados os dados obtidos pelo sistema proposto, com o sistema de passagem a gás, o qual seria instalado inicialmente.

Para o desenvolvimento do projeto a ser estudado, somente foi levado em consideração o consumo de água da residência para uso de água quente nos chuveiros, na banheira, nos lavatórios e na pia da cozinha, sendo desconsiderado o aquecimento da piscina.

O modelo de aquecedor solar usado neste trabalho é o coletor plano sendo dimensionado, levando em consideração o consumo, de acordo com a Figura 14 retirado da NBR 15569 (ABNT, 2008) para uma casa com quatro pessoas.

Os dados relacionados ao coletor solar foram obtidos do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) o qual é coordenado pelo Inmetro, e fornece informações relacionadas ao desempenho dos produtos, visando influenciar a decisão dos consumidores, que assim podem fazer uma escolha mais consciente na hora de adquirir algum produto.

Por meio da Equação 7 e dos dados da Figura 14, foi calculado o volume de consumo diário da residência, sendo adotada uma vazão média de consumo para cada peça de utilização, levando em consideração que a residência possua quatro moradores.

Para o consumo gerado no banho, foi adotada uma vazão do chuveiro de 4,0 litros por minuto, e o ciclo diário de 10 minutos por pessoa, com frequência de dois banhos diários por pessoa, à uma temperatura de 40 graus Celsius. Assim, tem-se um consumo diário de 320 de água para banho.

$$V_{consumo\ 1} = (4,0 \times 10 \times 2 \times 4) = 320 \text{ litros/dia}$$

Para o consumo no lavatório, foi considerado uma vazão de 3,5 litros por minuto, um ciclo diário de 2 minutos por pessoa, com frequência de dois usos diário por pessoa, à uma temperatura de 40 graus Celsius, sendo então gerada um consumo diário de 56 litros de água para o lavatório

$$V_{consumo\ 2} = (3,5 \times 2 \times 2 \times 4) = 56 \text{ litros/dia}$$

Para o consumo na pia da cozinha, foi considerada uma vazão de 3,5 litros por minuto, um ciclo diário de 3 minutos por pessoa, com frequência de dois usos diários por pessoa, à uma temperatura de 40 graus Celsius, sendo então gerada um consumo diário de 84 litros de água para o lavatório.

$$V_{consumo\ 3} = (3,5 \times 3 \times 2 \times 4) = 84 \text{ litros/dia}$$

Para a utilização da banheira, considerou-se o consumo de 120 litros à cada utilização e que a mesma será utilizada somente uma vez por dia.

$$V_{consumo\ 4} = 120 \text{ litros/dia}$$

Portando o volume de consumo diário da residência, que é a somatória dos consumos diários em todos os pontos de utilização, será de 580 litros.

$$V_{consumo} = 320 + 56 + 84 + 120 = 580 \text{ litros/dia}$$

A Tabela 1, demonstra a o $V_{consumo}$ de todas as peças de utilização assim como o $V_{consumo}$ total da residência.

Tabela 1 – Volume de consumo de água

Peças de utilização	Vazão (litros/min)	Ciclo diário (min/pessoa)	Frequência de uso por pessoa	Temperatura de consumo (°C)	Volume (litros/dia)
Chuveiro	4,0	10	2	40	320
Lavatório	3,5	2	2	40	56
Pia de cozinha	3,5	3	2	40	84
Banheira	120	-	1*	40	120
*Apenas um uso semanal			VOLUME TOTAL		580

O volume de armazenamento, o qual determina o reservatório térmico (*boiler*) a ser escolhido, é calculado através da equação 8.

Para calcular o volume de armazenamento, foi levado em consideração os dados retirados do *software RETScreen®* (2017), o qual fornece uma temperatura ambiente média anual de 19,7 graus Celsius para o município de Pato Branco. Além disso, foi adotado 55 graus Celsius para temperatura de armazenamento e 40 graus Celsius para a temperatura de utilização.

$$V_{armaz} = \frac{580 \times (40 - 19,7)}{(55 - 19,7)} = 333,54 \text{ litros/dia}$$

A norma prevê que o volume de armazenamento seja no mínimo setenta e cinco por cento do volume de consumo diário. Porém, foi escolhido, para fins de conforto em dias que se tenha um maior consumo de água quente, a utilização de um boiler com o volume de armazenamento de 600 litros, o qual é o primeiro volume comercial acima do volume de consumo diário da residência.

O passo seguinte, foi o cálculo da energia útil do sistema através da Equação 9, já mencionada anteriormente.

$$E_{\text{útil}} = \frac{0,6 \times 1000 \times 4,18 \times (55 - 19,7)}{3600} = 24,59 \text{ kWh/dia}$$

Para o cálculo da energia que é perdida nos circuitos primário e secundário do sistema, foi calculado através da Equação 11

$$E_{\text{perdas}} = 0,15 \times 24,59 = 3,69 \text{ kWh/dia}$$

Para o dimensionamento da área coletora é necessário que se calcule antes, a produção média diária de energia específica do coletor solar, através da Equação 12. Após ser escolhido o coletor solar, o qual será usado para o estudo, tais valores de coeficiente de ganho e de perda do mesmo foram retirados do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), sendo respectivamente, 0,749 e 6,074.

$$PMDEE = 4,901 \times (0,749 - 0,0249 \times 6,074) = 2,93$$

Para calcular o fator de correção para inclinação do coletor solar dado pela Equação 13, foi considerado que o sistema será utilizado os valores sugeridos na NBR 15569/2008, para a inclinação e orientação. Portanto, as placas coletoras estarão voltadas para o Norte geográfico e com inclinação de 36 graus, sendo assim, o FC_{instal} será igual a 1.

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1,2 \times 10^{-4} \times (36 - 36)^2 + 3,25 \times 10^{-5} \times 0^2]} = 1$$

De posse desses dados, foi dimensionado a área coletora do sistema de aquecimento solar, através da Equação 10, levando em consideração o valor da irradiação média anual para a cidade de Pato Branco-PR, obtido do *software RETScreen®*, o valor de $4,66 \text{ kWh/m}^2$ para o dimensionamento do sistema.

$$A_{coletora} = \frac{(24,59 + 3,69) \times 1,0 \times 4,901}{2,93 \times 4,6} = 10,15 \text{ m}^2$$

A placa coletora escolhida para ser estudada no projeto, tem $1,59 \text{ m}^2$ de área coletora. Portanto, serão necessárias 7 placas coletoras para que seja gerada a quantidade de energia necessária para suprir a demanda do projeto.

6.3 LEVANTAMENTO DE CUSTOS E GANHOS

É preciso que sejam levantados todos os custos para a implantação, operação e manutenção, assim como os ganhos gerados pelo sistema para que então seja realizada a análise econômica, o qual é a finalidade deste trabalho. Levando em comparação os custos de implantação, manutenção e operação de um sistema de aquecimento de passagem a gás.

6.3.1 Implantação

Os custos que compõem a implantação do sistema de aquecimento solar são referentes aos custos das placas solares, reservatório, tubulações e demais

peças necessárias para que o sistema funcione, além do custo de mão de obra que são necessários para o sistema seja devidamente instalado.

Após ser feito o dimensionamento do sistema, apresentado anteriormente, foi feito o orçamento para os coletores solares planos e para o reservatório. Na sequência, foi feito orçamento com uma empresa que faz a instalação do sistema na região do município de Pato Branco, sendo levantados os custos de mão de obra e das demais peças do sistema.

Na análise não serão considerados os custos das peças de utilização e de tubulação, pois está sendo considerado que o sistema de aquecimento de passagem a gás, a ser comparado na análise financeira, irá utilizar as mesmas peças de utilização. Além de também não ser considerado as tubulações de água quente entre o reservatório térmico (*boiler*) e os pontos de utilização, por se considerar que a diferença entre a quantidade de tubulação dos dois sistemas não terá grande influência nos cálculos.

Os custos levantados para a implantação, com os custos dos coletores solares, reservatório térmico (*boiler*), frete, mão de obra de instalação e peças necessárias para que se faça a instalação, se encontram na Tabela 2.

Tabela 2 – Custo de implantação

Peças	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Coletores Solares	7	R\$ 740,00	R\$ 5.180,00
Reservatório Térmico	1	R\$ 2.720,00	R\$ 2.720,00
Frete	1	R\$ 572,00	R\$ 572,00
Desconto dado pelo fabricante	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Mão de obra	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Peças para instalação	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
CUSTO TOTAL			R\$ 9.372,00

6.3.2 Operação do sistema de aquecimento solar

Para que fosse possível fazer o levantamento dos custos de operação do sistema, foram consideradas as peças de utilização citadas no item 6.2, assim como suas respectivas vazões, ciclo diário e frequência de uso, como descritos anteriormente.

Sabe-se que nos pontos de utilização é necessário que se libere a água que está na tubulação para que seja feita a regulagem de temperatura, o que leva a um consumo maior de água. Esse gasto também acontece no sistema de aquecimento de passagem a gás, o qual é o sistema a ser comparado neste trabalho, portanto não se levará em conta tal gasto.

A escolha das peças de utilização foi por peças que tem a vazão compatível com as vazões usadas para o dimensionamento do sistema.

O sistema implantado usará um resistor elétrico de 3.000 W dentro do reservatório de armazenamento de água quente com acionamento manual, para que em dias em que o sistema de aquecimento solar não é capaz suprir a demanda de energia, o sistema auxiliar forneça a energia necessária.

Para que seja feita a correta análise financeira, é preciso fazer um levantamento da operação do sistema de aquecimento auxiliar, levando em consideração o quanto de energia será necessário que o resistor elétrico forneça ao sistema principal, para que se atender a demanda de água quente da residência.

6.3.3 Operação do sistema auxiliar

Para ser dimensionada a quantidade de energia utilizada pelo sistema auxiliar foram utilizados o método da fração solar e o estudo de Neves (2013).

6.3.3.1 Cálculo da fração solar

Para calcular a fração solar, foi utilizada a Equação 18 descrita na metodologia, na qual.

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

Em que os valores de X e Y, são dados pelas Equações 15 e 16.

$$X = \frac{A_c \times Fr_{UL} \times (T_{ref} - T_a) \times \Delta t_i}{E_{total}}$$

$$Y = \frac{A_c \times Fr_{\tau\alpha} \times H_t \times N}{E_{total}}$$

As Tabelas 3 e 4 apresentam os dados de temperatura ambiente média mensal e radiação solar média respectivamente, os quais são dados não constantes, do município de Pato Branco-PR, retirados do *software RETScreen®*

já mencionado anteriormente, tais dados são necessários para que se possa calcular os parâmetros X e Y.

Tabela 3 - Temperatura ambiente média mensal em Pato Branco - PR

Mês	Temperatura ambiente Média (°C)
Janeiro	23,5
Fevereiro	22,9
Março	22,1
Abril	19,8
Maió	16,3
Junho	15,2
Julho	14,9
Agosto	17,1
Setembro	18,8
Outubro	20,9
Novembro	22,0
Dezembro	23,4

Fonte: RETScreen (2017).

Tabela 4 - Radiação Solar média H_t em Pato Branco- PR

Mês	Radiação solar média ($kWh/m^2 \times dia$)
Janeiro	6,00
Fevereiro	5,50
Março	4,94
Abril	3,99
Maió	3,36
Junho	2,93
Julho	3,25
Agosto	4,02
Setembro	4,46
Outubro	5,18
Novembro	6,13
Dezembro	6,23

Fonte: RETScreen (2017).

A Tabela 5 apresenta a duração dos meses em dias e segundos, tais dados são necessários para desenvolver os cálculos pretendidos da fração solar.

Tabela 5 - Duração dos meses em dias e segundos

Mês	Dias	Segundos (10⁶)
Janeiro	31	2,68
Fevereiro	28	3,42
Março	31	2,68
Abril	30	2,59
Maio	31	2,68
Junho	30	2,59
Julho	31	2,68
Agosto	31	2,68
Setembro	30	2,59
Outubro	31	2,68
Novembro	30	2,59
Dezembro	31	2,68

De posse dos dados apresentados, foram obtidas as frações solares, apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Fração solar mensal

Mês	X	Y	f_{solar}
Janeiro	16,4	1,84	0,615
Fevereiro	21,1	1,52	0,505
Março	16,7	1,51	0,487
Abril	16,7	1,18	0,327
Maio	18,0	1,03	0,237
Junho	17,6	0,87	0,137
Julho	18,3	1,00	0,216
Agosto	17,8	1,23	0,349
Setembro	16,9	1,32	0,398
Outubro	17,0	1,59	0,517
Novembro	16,2	1,82	0,610
Dezembro	16,5	1,91	0,639

De posse das frações solares mensais, foram calculados a quantidade de energia mensal, utilizando a Equação 19, a qual o sistema auxiliar de energia tem que fornecer para suprir a demanda de água quente, apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Consumo de energia mensal gerado pelo sistema auxiliar

Mês	E_{total} (<i>kWh/mês</i>)	f_{solar}	E_{AUX} (<i>kWh/mês</i>)
Janeiro	680	0,615	261,6
Fevereiro	626	0,505	309,9
Março	711	0,487	364,3
Abril	736	0,327	495,1
Maio	836	0,237	638,1
Junho	832	0,137	717,9
Julho	866	0,216	678,6
Agosto	819	0,349	532,5
Setembro	757	0,398	455,4
Outubro	736	0,517	355,4
Novembro	690	0,610	269,2
Dezembro	682	0,639	246,3

6.3.3.2 Considerações para este estudo

A pesquisa realizada por Neves (2013), dentre outras coisas, estudou o funcionamento do sistema auxiliar em três cenários diferentes, sendo que a resistência de aquecimento auxiliar, seria ligada quando a temperatura no *boiler* fosse inferior a 40°C e desligando quando alcançasse 45°C. No primeiro cenário, a resistência poderia ser ligada em qualquer momento do dia em que a temperatura dentro do *boiler* fosse abaixo da requerida. No segundo cenário, a resistência só entrava em funcionamento em um determinado horário do dia, entre 12:00 e 18:00 horas. E, no terceiro cenário, não se utilizava a resistência em nenhum momento do dia.

Pode-se observar que, no estudo de Neves (2013), o uso da energia pelo sistema auxiliar no primeiro cenário apresentou, levando em consideração as devidas proporções e características de cada sistema, um consumo compatível com o que se obteve através do método da fração solar para este projeto.

Para o desenvolvimento do presente projeto, foi considerado que a resistência dentro do *boiler* será utilizada por um determinado período de tempo, nos dias em que os coletores não conseguirem suprir a demanda necessária, se encaixando no segundo cenário apresentado no estudo de Neves (2013).

No estudo de Neves (2013), chegou-se à conclusão de que existe uma necessidade maior de que o sistema auxiliar forneça energia nos meses de maio a agosto, que são os meses em que se têm os menores valores de temperatura ambiente e de radiação solar. Ainda segundo Neves (2013), a baixa radiação

solar no mês de abril é compensada por temperaturas ambientes maiores, assim como no mês de setembro, aonde se tem uma temperatura ambiente mais baixa que é compensada por uma radiação solar mais elevada.

No município de Pato Branco–PR, o qual é o local deste estudo, também se tem os menores valores de temperatura ambiente e de radiação solar entre os meses de maio a agosto. Assim, como as relações de baixa radiação solar compensada por uma temperatura mais elevada no mês de abril e no mês em que a baixa temperatura é compensada por uma incidência maior de radiação solar, como demonstrado nas Tabelas 2 e 3, com dados retirados do RETScreen®, o qual já foi mencionado anteriormente.

Levando em consideração os dados mostrados anteriormente, foi considerado que nos meses de abril e setembro, aonde a temperatura ambiente média e a radiação solar média se compensam, o sistema auxiliar irá funcionar durante 10 dias por 1,5 hora diária. Para o mês de maio e agosto o sistema irá funcionar durante 15 dias por 2 horas. E para os meses junho e julho devido à baixa temperatura média mensal associada a radiação solar média baixa, foi considerado que o sistema será utilizado durante todos os dias do mês durante 3 horas diárias.

Através de consulta ao site da Copel, pode-se obter o valor da tarifa de energia vigente é de R\$0,64020/ kWh, referente ao consumo da categoria B1-residencial. Para ter o valor gasto em energia elétrica em cada mês, a tarifa vigente foi multiplicada pela quantidade de energia utilizada pelo sistema auxiliar em cada mês, o consumo assim como os custos são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Consumo de energia mensal gerado pelo sistema auxiliar

Mês	Consumo estimado do sistema auxiliar (kWh)	Valor da tarifa (R\$/ kWh)	Custo Mensal
Janeiro	0	R\$ 0,64020	R\$ -
Fevereiro	0	R\$ 0,64020	R\$ -
Março	0	R\$ 0,64020	R\$ -
Abril	45	R\$ 0,64020	R\$ 28,81
Maio	90	R\$ 0,64020	R\$ 57,62
Junho	270	R\$ 0,64020	R\$ 172,85
Julho	279	R\$ 0,64020	R\$ 178,62
Agosto	90	R\$ 0,64020	R\$ 57,62
Setembro	45	R\$ 0,64020	R\$ 28,81
Outubro	0	R\$ 0,64020	R\$ -
Novembro	0	R\$ 0,64020	R\$ -
Dezembro	0	R\$ 0,64020	R\$ -

6.3.4 Manutenção

A manutenção do sistema de aquecimento solar consiste em manter os coletores limpos, esgotar a água das placas assim como verificar o funcionamento da resistência e do termostato, o que pode ser feito pelo próprio usuário do sistema, tornando um custo baixo de manutenção.

Para a análise dos custos desse projeto, foi considerado que a manutenção será feita pelo próprio proprietário da residência, sendo apresentado um valor mensal de R\$ 10,00 para limpeza.

6.3.5 Ganhos gerados

O ganho gerado pela implantação do sistema de aquecimento solar é obtida, através da economia gerada pelo mesmo em comparação aos gastos de operação de um sistema de aquecimento de passagem a gás na residência, considerando que se tenha 8 banhos diários com duração de 10 minutos, que o lavatório da residência será utilizado 8 vezes por dia com duração de 2 minutos a cada vez, a pia da cozinha será utilizada 8 vezes por dia com duração de 3 minutos a cada vez e que a banheira será utilizada uma única vez durante a semana durante 8 minutos.

Na Tabela 9, encontram-se os consumos estimados de GLP com seu respectivo custo unitário (R\$/kg), assim como a economia mensal associado ao sistema de aquecimento solar.

Tabela 9 - Estimativa de receitas geradas pelo sistema

Mês	Consumo mensal de GLP (kg/mês)	Valor do GLP (R\$/kg)	Gasto Estimando (R\$)
Janeiro	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Fevereiro	22,13	R\$ 7,11	R\$ 157,32
Março	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Abril	23,64	R\$ 7,11	R\$ 168,08
Maio	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Junho	23,64	R\$ 7,11	R\$ 168,08
Julho	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Agosto	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Setembro	23,64	R\$ 7,11	R\$ 168,08
Outubro	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46
Novembro	23,64	R\$ 7,11	R\$ 168,08
Dezembro	24,40	R\$ 7,11	R\$ 173,46

Como é possível observar na Tabela 9, foi estimado o mesmo consumo de gás para todo o ano levando em consideração dados de fabricantes, desconsiderando a variação de temperatura da água, que afeta diretamente no consumo de gás. Porém, a quantidade anual estimada para o consumo de gás na residência é compatível com os dados levantados com alguns proprietários do mesmo sistema.

6.4 ANÁLISE FINANCEIRA

Será utilizado a Engenharia Econômica para verificar a viabilidade econômica da utilização do sistema de aquecimento solar utilizando placas solares planas para reduzir o gasto com energia nas edificações.

Para o desenvolvimento da análise financeira deste projeto, foi adotado como melhor taxa de rentabilidade com baixo grau de risco para a aplicação de capital, o valor aproximado do rendimento de uma caderneta de poupança para a TMA, de aproximadamente 0,55% ao mês. Levando em consideração que a riqueza gerada considera apenas o que for excedente ao que já se possui, ou seja, se adotará o rendimento superior ao da aplicação na TMA.

Através de informações dos fabricantes de sistemas de aquecimento solar de água, a vida útil do mesmo varia entre 15 a 20 anos. Portanto, foi considerado um prazo de 180 meses (15 anos) para o horizonte de planejamento neste projeto, para se fazer a análise financeira.

Para este trabalho não será levado em conta o efeito da inflação, admitindo que todos os valores, de custos e de ganhos, irão subir na mesma proporção.

6.4.1 Indicadores

Os indicadores de risco e de retorno foram calculados para o sistema de aquecimento solar, foram feitas através do *software* Excel® e do SAVEPI (Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos).

De posse dos valores de custos e receitas geradas, e levando em consideração a TMA, foi calculada a descapitalização dos recursos, isto é, o valor real que é representado pelo dinheiro em cada período, sendo utilizadas as Equações 20 e 21.

$C_{ij} = \frac{C_j}{(1 + TMA)^j}$	(20)
$R_{ij} = \frac{R_j}{(1 + TMA)^j}$	(21)

Em que: C_{ij} e R_{ij} representam respectivamente, o custo e as receitas descapitalizadas, do período j para a data zero.

Com os dados levantados, foram calculados os fluxos de caixa descapitalizados. Apresentados no APENDICE A

De posse de tais dados, foram então calculados os indicadores econômicos, os quais são apresentados respectivamente na Tabela 10.

Tabela 10 – Indicadores de viabilidade econômica

Indicador	Valor Estimado (Se viável)	Valor	Análise
VP (C)	$VP(C) < VP(R)$	R\$ 15.496,18	-
VP (R)	$VP(R) \geq VP(C)$	R\$ 19.426,80	-
VPL	$VPL \geq 0$	R\$ 3.930,62	Continuar analisando
VPLA	$VPLA \geq 0$	R\$ 34,46	Continuar analisando
IBC	$IBC \geq 1$	R\$ 1,4194	Continuar analisando
ROIA	$ROIA \geq 0$	0,19%	Continuar analisando/
TIR	$TIR \geq TMA$	1,06%	Continuar analisando/
<i>Payback</i>	$Payback \leq n$	107 meses	Continuar analisando
TMA/TIR	$TMA/TIR \leq 100\%$	52,05%	Continuar analisando
<i>Payback/n</i>	$Payback/n \leq 100\%$	59,44%	Continuar analisando

Os indicadores descritores na Tabela 9, representam: Valor Presente dos Custos VP (C) e Valor Presente das Receitas VP (R), com valores descapitalizados à TMA, sendo o VPL como sendo a diferença entre VP(C) e VP(R).

Para a análise dos indicadores, quando VPL e VPLA tiverem resultados maiores que zero quer dizer que o investimento merece continuar sendo avaliado. O mesmo acontece para o IBC, pois quando for maior que zero indica lucro e quando se tem um valor menor que 1 indica prejuízo.

Com relação a TMA e a TIR, se a TMA é igual à TIR ($TMA=TIR$), não haverá ganho nem prejuízo no projeto. Se a TMA for maior que a TIR ($TMA>TIR$) é melhor que se faça um investimento na TMA do que no projeto em questão. Quanto maior for a proximidade dessas taxas maior o risco do projeto.

Com relação ao tempo de retorno do investimento, foi obtido um *Payback* de 107 meses ficando dentro do horizonte de planejamento para o projeto em estudo de 180 meses (15 anos).

Foi também elaborado, através SAVEPI (2017), o Gráfico 1, que demonstra o espectro de validade da decisão apresentando os valores do VPL do projeto para diferentes TMAs, além de destacar os valores da TMA e TIR.

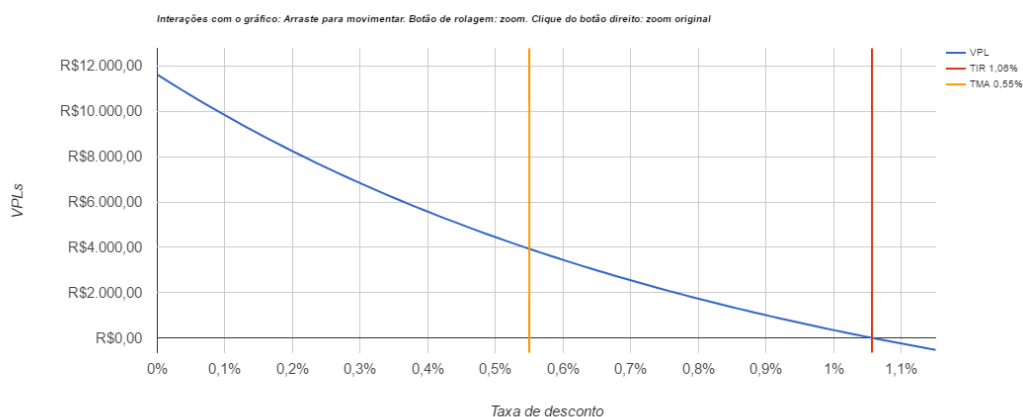


Gráfico 1 – Espectro de validade de decisão
Fonte: SAVEPI (2017).

6.4.2 Análise e discussão dos resultados

Analisando os dados apresentados na Tabela 10 e levando em consideração o que foi apresentado no item 4.1, pode-se verificar que há viabilidade financeira no projeto em questão, pois todos os critérios econômicos com relação aos indicadores financeiros foram positivos. Como, VPL positivo dentro do horizonte de planejamento estudado. O IBC tem seu valor maior que 1, assim como o ROIA apresentando um valor positivo. Analisando também a TIR encontrada, pode-se observar que a mesma apresenta um valor superior ao valor da TMA, indicando que o projeto proposto geraria lucro ao investidor.

O Valor Presente Líquido (VPL) encontrado de R\$ 3.930,62, representa uma expectativa de lucro no projeto, isto é, o projeto proporciona ao investidor recuperar o dinheiro investido inicialmente, custo de implantação igual a R\$ 9.372,00, restitui também o lucro que teria sido alcançado se o mesmo capital fosse aplicado a taxa mínima de atratividade (TMA) de 0,55% ao mês e ainda remunera um valor de R\$ 3.930,62, em valores monetários presente (data zero).

O Valor Presente Líquido mensal (VPLA), é um modo de se apresentar um VPL equivalente para cada um dos períodos (meses) do projeto em questão, estima-se através do valor encontrado que se tenha um rendimento de R\$ 34,46 a cada mês de projeto.

O valor de 1,4194 para o IBC, demonstra que o investimento se torna viável, por indica que para cada real que foi investido no projeto, se espera um lucro de R\$ 1,4194, com relação a que se esse mesmo capital fosse investido na TMA.

Analisando o *Payback/N* deste projeto, pode-se notar que o valor encontrado de 107 meses (8,92 anos) em relação ao horizonte de planejando adotado de 180 meses (15 anos) representa um risco de 59,44%. Outro indicativo de risco de projeto, a proximidade entre a TMA e a TIR, se encontra um valor de 52,05%. Os quais representam um risco médio (entre 40% a 60%), segundo escala apresentada pelo SAVEPI (2017).

Analisando o indicador de rentabilidade ROIA e relacionando-o com a TMA, chegando ao índice ROIA/TMA, o qual é um índice de retorno, obtém-se um valor de 35,41%, valor que segundo escala apresentada pelo SAVEPI (2017) indica um retorno baixo-médio.

De forma sucinta, verifica-se a viabilidade econômica do investimento, pois o projeto apresenta um retorno financeiro baixo-médio e um risco médio, em escala apresentada pelo SAVEPI (2017). Levando em consideração que é um investimento de uma pessoa física, pode se considerar além do ganho financeiro, outros aspectos, tais como os ganhos ambientais comprovados, como o menor uso de recursos ambientais para produção de energia e diminuir a demanda de geração de energia pelas concessionárias de energia elétrica.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como principal objetivo a verificação da viabilidade econômica de implantação do sistema de aquecimento solar de água em residências utilizando coletores solares planos dimensionados segundo as especificações técnicas da NBR 15569 (2008), através de um estudo de caso no município de Pato Branco – PR.

Primeiramente, foram apresentados o funcionamento do sistema de aquecimento solar, suas características e os elementos que compõem o sistema, especificando como que cada item atua, com a finalidade de conseguir proporcionar ao leitor amplo entendimento do mesmo.

O dimensionamento ocorreu segundo as especificações técnicas e as orientações da NBR 15569 (2008), sendo consideradas as temperaturas médias, radiações solares médias e demais características da região do município Pato Branco–PR.

O levantamento dos valores referentes aos custos de implantação, operação, manutenção e das receitas geradas pelo sistema foi a parte que apresentou maior complexidade na realização deste trabalho, pois os dados adotados para se obter tais valores podem influenciar de maneira significativa os resultados técnicos e/ou financeiros obtidos. Cada projeto possui suas próprias características, o que influencia no consumo e conseqüentemente nos custos e receitas geradas pelo sistema, além de não ter informações claras de fornecedores que pudessem dar subsídios para se chegar a tais valores, principalmente no que se refere aos custos de operação do sistema.

Buscou-se fazer uma estimativa que mais se aproximasse da realidade, tanto para os custos como para os ganhos gerados, levando em consideração estudos já realizados sobre o tema, assim como informações dadas por fabricantes, usuários, e profissionais que vendem ou instalam o sistema de aquecimento solar.

Foi possível observar que o custo de implantação do sistema, que leva em consideração, o custo das placas solares, do reservatório térmico (*boiler*), transporte do sistema da sede do fabricante até a residência (frete), mão de obra de instalação e componentes necessários para que se tenha a devida instalação do sistema, é o custo mais significativo em comparação aos demais.

Em relação à análise financeira, foram calculados os indicadores econômicos referentes ao risco e retorno financeiro do projeto referente ao sistema de aquecimento solar. A análise feita a partir de tais dimensões, indicou que o projeto apresenta viabilidade econômica, ou seja, se o proprietário decidir implantar tal sistema em sua residência, vai conseguir ter o retorno financeiro de seu investimento inicial dentro do horizonte de planejamento adotado para este estudo (180 meses). Para a decisão de fazer ou não o investimento, podem ser levados em consideração, além do ganho financeiro, outros aspectos que trazem benefícios, tanto para o proprietário quanto para a sociedade.

Conclui-se, portanto, que para os parâmetros adotados para este trabalho os indicadores econômicos demonstram que há viabilidade econômica neste projeto, ficando então, a critério do proprietário a decisão de fazer ou não o investimento no sistema de aquecimento solar, levando em consideração as características de consumo e de avaliação sobre sistema.

O objetivo proposto foi cumprido, uma vez que pode ser verificada a viabilidade econômica do projeto em questão.

Para trabalhos futuro, sugere-se que seja realizada uma análise mais detalhada em relação ao consumo do sistema auxiliar de energia, podendo até ser feito um acompanhamento em residências aonde já se tem o sistema instalado, para que se possa ter um valor mais preciso de tal consumo. Pois, devido à falta de informação do mesmo teve que ser adotado uma estimativa, o qual tem influência direta na análise da viabilidade proposta.

REFERÊNCIAS

AITA, Fernando. **Estudo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar e gás**. Porto Alegre, fev: 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569**: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008.

BOYLESTAD, Robert L., NASHELSKY Louis. **DISPOSITIVOS ELETRÔNICOS e teoria dos circuitos**. 8. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de Investimentos**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CEMIG. Atualização da edição CEMIG 02111 – CM/CE-199 – **Manual de Instalações Residenciais**. Dez. 2003.

CONTADOR, Claudio R. **Projetos Sociais: Avaliações e Prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas 2000.

COPPER; PROCOBRE. **Qualidade em instalações de aquecimento solar: Boas práticas**. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/inct-ereea/Aquecimento%20Solar.pdf>>. Acesso em maio de 2016.

CRUZ, Talita Borges. **Análise do potencial de inserção de energia solar térmica para aquecimento de água em residências unifamiliares no Brasil**. 176f. Dissertação de mestrado em Ciência em Planejamento Energético, Programa de Planejamento Energético. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, fev. 2016.

FERNADES, Daniela. **Brasil é o 10º maior consumidor mundial de energia elétrica**. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/03/120331_brasil_ranking_consumo_energia_df_rw.shtml>. Acesso em maio de 2016.

FONSECA, João José Saraiva. **Metodologia da pesquisa científica**. Apostila. Fortaleza, UEC, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

HESS, Aurélio. **Desenvolvimento de projetos de novos produtos: Uma análise do Segmento Eletrônico no Brasil**. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/pensamentorealidade/article/viewFile/8528/6332>>. Acesso em Junho de 2016.

LABEEE. **Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia**. V. 2. UFSC. Florianópolis, 2010.

LIMA, José Donizetti de. **Manual de Análise da Viabilidade Econômica de Projetos de Investimento (MAVEPI):** Abordagem determinística. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pato Branco, 2017.

LIMA, José Donizetti de. **Proposição de um sistema de planejamento da produção olerícola nas unidades de produção familiar.** 255f. Tese de doutorado em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Univ. Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

NEVES, João C. **Avaliação técnico-econômica de um aquecedor solar de água com coletor de tubos a vácuo na cidade de Cascavel – Pr.** Dissertação de mestrado em Energia na Agricultura, Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2013.

OLIVEIRA, Therenice Ulisses Medeiros de. **Análise da viabilidade econômica de um sistema de aquecimento solar de água para uma empresa do setor hoteleiro.** 77f. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

PEDROSO, Rodrigo. **Aumento do consumo de energia pelo comércio é o maior desde 2000.** Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/2963528/aumento-do-consumo-de-energia-pelo-comercio-e-o-maior-desde-2000>>. Acesso em junho de 2016.

PEREIRA, Elizabeth Marques Duarte. et al. **Sistemas de aquecimento solar de água:** Manual do Professor. Belo Horizonte: Eletrobras/Procel, 2014.

PEREIRA, Elizabeth Marques Duarte. et al. **Sistema de aquecimento solar de pequeno porte: Manual do projetista.** Belo Horizonte: Eletrobras/Procel, 2013

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB – 2014.

PORTAL BRASIL. **Energia solar pode reduzir consumo elétrico em até 17%.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/07/energia-solar-pode-reduzir-consumo-eletrico-em-ate-17>>. Acesso em junho de 2016.

PORTAL BRASIL. **Matriz energética.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>> Acesso em junho de 2016.

PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. **PBE.** Disponível em: <<http://www2.inmetro.gov.br/pbe/>>. Acesso em de maio de 2017.

RASOTO, Armando; GNOATTO, Almir Antonio; OLIVEIRA, Antonio Gonçalves; *et al.* **Gestão Financeira: enfoque em Inovação**. Curitiba: Aymar Educação, 2012.

RETSCREEN. Disponível em: <<https://www.nrcan.gc.ca/energy/software-tools/7465>>. Acesso em junho de 2017.

SAVEPI: **Sistema de Análise de Viabilidade Econômica de Projetos de Investimentos**. Disponível em: <<http://pb.utfpr.edu.br/savepi/>>. Acesso em maio de 2017.

SOLETROL. Disponível em: <www.soletrol.com.br>. Acesso em maio de 2016.

SOUZA, Alceu; CLEMENTE, Ademir. **Decisões financeiras e análise de investimentos**: fundamentos, técnicas e aplicações. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

APÊNDICE

Apêndice A – Planilha de receitas, custos e fluxo de caixa referentes ao sistema de aquecimento solar de água.

Per. (Ú)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
0		0	R\$ 9.372,00	-R\$ 9.372,00	R\$ -	R\$ 9.372,00	-R\$ 9.372,00	-R\$ 9.372,00
1	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 172,51	R\$ 9,95	R\$ 162,56	-R\$ 9.209,44
2	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 155,61	R\$ 9,89	R\$ 145,72	-R\$ 9.063,72
3	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 170,63	R\$ 9,84	R\$ 160,79	-R\$ 8.902,93
4	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 164,43	R\$ 37,97	R\$ 126,47	-R\$ 8.776,46
5	Maió	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 168,77	R\$ 65,79	R\$ 102,98	-R\$ 8.673,48
6	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 162,64	R\$ 176,93	-R\$ 14,30	-R\$ 8.687,78
7	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 166,93	R\$ 181,51	-R\$ 14,59	-R\$ 8.702,37
8	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 166,01	R\$ 64,72	R\$ 101,30	-R\$ 8.601,07
9	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 159,98	R\$ 36,94	R\$ 123,04	-R\$ 8.478,02
10	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 164,20	R\$ 9,47	R\$ 154,73	-R\$ 8.323,29
11	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 158,24	R\$ 9,41	R\$ 148,82	-R\$ 8.174,46
12	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 162,41	R\$ 9,36	R\$ 153,05	-R\$ 8.021,42
13	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 161,52	R\$ 9,31	R\$ 152,21	-R\$ 7.869,21
14	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 145,69	R\$ 9,26	R\$ 136,43	-R\$ 7.732,77
15	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 159,76	R\$ 9,21	R\$ 150,55	-R\$ 7.582,22
								(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
16	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 153,96	R\$ 35,55	R\$ 118,41	-R\$ 7.463,81
17	Maio	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 158,02	R\$ 61,60	R\$ 96,42	-R\$ 7.367,40
18	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 152,28	R\$ 165,66	-R\$ 13,38	-R\$ 7.380,78
19	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 156,29	R\$ 169,95	-R\$ 13,66	-R\$ 7.394,44
20	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 155,44	R\$ 60,59	R\$ 94,84	-R\$ 7.299,59
21	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 149,79	R\$ 34,59	R\$ 115,21	-R\$ 7.184,39
22	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 153,74	R\$ 8,86	R\$ 144,88	-R\$ 7.039,51
23	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 148,16	R\$ 8,81	R\$ 139,34	-R\$ 6.900,16
24	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 152,06	R\$ 8,77	R\$ 143,30	-R\$ 6.756,87
25	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 151,23	R\$ 8,72	R\$ 142,51	-R\$ 6.614,35
26	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 136,41	R\$ 8,67	R\$ 127,74	-R\$ 6.486,61
27	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 149,58	R\$ 8,62	R\$ 140,96	-R\$ 6.345,65
28	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 144,15	R\$ 33,28	R\$ 110,87	-R\$ 6.234,78
29	Maio	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 147,95	R\$ 57,67	R\$ 90,28	-R\$ 6.144,51
30	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 142,58	R\$ 155,11	-R\$ 12,53	-R\$ 6.157,04
31	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 146,34	R\$ 159,12	-R\$ 12,79	-R\$ 6.169,83
32	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 145,54	R\$ 56,73	R\$ 88,80	-R\$ 6.081,02
33	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 140,25	R\$ 32,38	R\$ 107,87	-R\$ 5.973,15

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
34	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 143,95	R\$ 8,30	R\$ 135,65	-R\$ 5.837,50
35	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 138,72	R\$ 8,25	R\$ 130,47	-R\$ 5.707,04
36	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 142,38	R\$ 8,21	R\$ 134,17	-R\$ 5.572,87
37	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 141,60	R\$ 8,16	R\$ 133,44	-R\$ 5.439,43
38	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 127,72	R\$ 8,12	R\$ 119,61	-R\$ 5.319,82
39	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 140,05	R\$ 8,07	R\$ 131,98	-R\$ 5.187,84
40	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 134,97	R\$ 31,16	R\$ 103,81	-R\$ 5.084,04
41	Maiο	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 138,53	R\$ 54,00	R\$ 84,53	-R\$ 4.999,51
42	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 133,50	R\$ 145,23	-R\$ 11,73	-R\$ 5.011,25
43	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 137,01	R\$ 148,99	-R\$ 11,97	-R\$ 5.023,22
44	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 136,27	R\$ 53,12	R\$ 83,15	-R\$ 4.940,07
45	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 131,32	R\$ 30,32	R\$ 101,00	-R\$ 4.839,08
46	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 134,78	R\$ 7,77	R\$ 127,01	-R\$ 4.712,07
47	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 129,89	R\$ 7,73	R\$ 122,16	-R\$ 4.589,91
48	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 133,31	R\$ 7,69	R\$ 125,62	-R\$ 4.464,29
49	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 132,58	R\$ 7,64	R\$ 124,94	-R\$ 4.339,35
50	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 119,59	R\$ 7,60	R\$ 111,99	-R\$ 4.227,36
51	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 131,13	R\$ 7,56	R\$ 123,57	-R\$ 4.103,79

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
52	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 126,37	R\$ 29,18	R\$ 97,19	-R\$ 4.006,60
53	Maio	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 129,70	R\$ 50,56	R\$ 79,14	-R\$ 3.927,46
54	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 124,99	R\$ 135,98	-R\$ 10,99	-R\$ 3.938,44
55	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 128,29	R\$ 139,50	-R\$ 11,21	-R\$ 3.949,65
56	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 127,59	R\$ 49,74	R\$ 77,85	-R\$ 3.871,80
57	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 122,95	R\$ 28,39	R\$ 94,56	-R\$ 3.777,24
58	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 126,19	R\$ 7,28	R\$ 118,92	-R\$ 3.658,32
59	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 121,61	R\$ 7,24	R\$ 114,38	-R\$ 3.543,95
60	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 124,82	R\$ 7,20	R\$ 117,62	-R\$ 3.426,32
61	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 124,13	R\$ 7,16	R\$ 116,98	-R\$ 3.309,35
62	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 111,97	R\$ 7,12	R\$ 104,85	-R\$ 3.204,49
63	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 122,78	R\$ 7,08	R\$ 115,70	-R\$ 3.088,79
64	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 118,32	R\$ 27,32	R\$ 91,00	-R\$ 2.997,79
65	Maio	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 121,44	R\$ 47,34	R\$ 74,10	-R\$ 2.923,69
66	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 117,03	R\$ 127,32	-R\$ 10,29	-R\$ 2.933,98
67	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 120,12	R\$ 130,61	-R\$ 10,50	-R\$ 2.944,47
68	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 119,46	R\$ 46,57	R\$ 72,89	-R\$ 2.871,58
69	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 115,12	R\$ 26,58	R\$ 88,54	-R\$ 2.783,04

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
70	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 118,15	R\$ 6,81	R\$ 111,34	-R\$ 2.671,70
71	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 113,86	R\$ 6,77	R\$ 107,09	-R\$ 2.564,61
72	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 116,87	R\$ 6,74	R\$ 110,13	-R\$ 2.454,48
73	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 116,23	R\$ 6,70	R\$ 109,53	-R\$ 2.344,95
74	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 104,84	R\$ 6,66	R\$ 98,17	-R\$ 2.246,78
75	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 114,96	R\$ 6,63	R\$ 108,33	-R\$ 2.138,45
76	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 110,78	R\$ 25,58	R\$ 85,20	-R\$ 2.053,24
77	Maiο	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 113,70	R\$ 44,32	R\$ 69,38	-R\$ 1.983,86
78	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 109,58	R\$ 119,21	-R\$ 9,63	-R\$ 1.993,50
79	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 112,46	R\$ 122,29	-R\$ 9,83	-R\$ 2.003,32
80	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 111,85	R\$ 43,60	R\$ 68,25	-R\$ 1.935,07
81	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 107,79	R\$ 24,89	R\$ 82,90	-R\$ 1.852,17
82	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 110,63	R\$ 6,38	R\$ 104,25	-R\$ 1.747,92
83	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 106,61	R\$ 6,34	R\$ 100,27	-R\$ 1.647,66
84	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 109,42	R\$ 6,31	R\$ 103,11	-R\$ 1.544,54
85	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 108,82	R\$ 6,27	R\$ 102,55	-R\$ 1.441,99
86	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 98,16	R\$ 6,24	R\$ 91,92	-R\$ 1.350,07
87	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 107,64	R\$ 6,21	R\$ 101,43	-R\$ 1.248,64

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
88	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 103,73	R\$ 23,95	R\$ 79,78	-R\$ 1.168,86
89	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 106,46	R\$ 41,50	R\$ 64,96	-R\$ 1.103,90
90	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 102,60	R\$ 111,61	-R\$ 9,02	-R\$ 1.112,92
91	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 105,30	R\$ 114,50	-R\$ 9,20	-R\$ 1.122,12
92	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 104,72	R\$ 40,82	R\$ 63,90	-R\$ 1.058,22
93	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 100,92	R\$ 23,30	R\$ 77,62	-R\$ 980,60
94	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 103,58	R\$ 5,97	R\$ 97,61	-R\$ 882,99
95	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 99,82	R\$ 5,94	R\$ 93,88	-R\$ 789,11
96	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 102,45	R\$ 5,91	R\$ 96,54	-R\$ 692,57
97	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 101,89	R\$ 5,87	R\$ 96,02	-R\$ 596,55
98	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 91,91	R\$ 5,84	R\$ 86,07	-R\$ 510,48
99	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 100,78	R\$ 5,81	R\$ 94,97	-R\$ 415,52
100	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 97,12	R\$ 22,42	R\$ 74,70	-R\$ 340,82
101	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 99,68	R\$ 38,86	R\$ 60,82	-R\$ 280,00
102	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 96,06	R\$ 104,50	-R\$ 8,44	-R\$ 288,44
103	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 98,59	R\$ 107,21	-R\$ 8,61	-R\$ 297,06
104	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 98,05	R\$ 38,22	R\$ 59,83	-R\$ 237,23
105	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 94,49	R\$ 21,82	R\$ 72,67	-R\$ 164,55

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
106	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 96,98	R\$ 5,59	R\$ 91,39	-R\$ 73,16
107	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 93,46	R\$ 5,56	R\$ 87,90	R\$ 14,74
108	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 95,93	R\$ 5,53	R\$ 90,40	R\$ 105,14
109	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 95,40	R\$ 5,50	R\$ 89,90	R\$ 195,04
110	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 86,05	R\$ 5,47	R\$ 80,58	R\$ 275,62
111	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 94,36	R\$ 5,44	R\$ 88,92	R\$ 364,54
112	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 90,93	R\$ 21,00	R\$ 69,94	R\$ 434,48
113	Maiο	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 93,33	R\$ 36,38	R\$ 56,95	R\$ 491,43
114	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 89,94	R\$ 97,85	-R\$ 7,91	R\$ 483,52
115	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 92,31	R\$ 100,38	-R\$ 8,07	R\$ 475,46
116	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 91,81	R\$ 35,79	R\$ 56,02	R\$ 531,47
117	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 88,47	R\$ 20,43	R\$ 68,05	R\$ 599,52
118	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 90,81	R\$ 5,23	R\$ 85,57	R\$ 685,09
119	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 87,51	R\$ 5,21	R\$ 82,30	R\$ 767,39
120	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 89,81	R\$ 5,18	R\$ 84,64	R\$ 852,03
121	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 89,32	R\$ 5,15	R\$ 84,17	R\$ 936,20
122	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 80,57	R\$ 5,12	R\$ 75,45	R\$ 1.011,65
123	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 88,35	R\$ 5,09	R\$ 83,26	R\$ 1.094,91

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
124	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 85,14	R\$ 19,66	R\$ 65,48	R\$ 1.160,39
125	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 87,39	R\$ 34,06	R\$ 53,32	R\$ 1.213,71
126	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 84,21	R\$ 91,61	-R\$ 7,40	R\$ 1.206,31
127	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 86,43	R\$ 93,98	-R\$ 7,55	R\$ 1.198,76
128	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 85,96	R\$ 33,51	R\$ 52,45	R\$ 1.251,21
129	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 82,84	R\$ 19,13	R\$ 63,71	R\$ 1.314,92
130	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 85,02	R\$ 4,90	R\$ 80,12	R\$ 1.395,04
131	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 81,93	R\$ 4,87	R\$ 77,06	R\$ 1.472,10
132	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 84,09	R\$ 4,85	R\$ 79,25	R\$ 1.551,34
133	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 83,63	R\$ 4,82	R\$ 78,81	R\$ 1.630,16
134	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 75,44	R\$ 4,80	R\$ 70,64	R\$ 1.700,80
135	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 82,72	R\$ 4,77	R\$ 77,95	R\$ 1.778,75
136	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 79,72	R\$ 18,41	R\$ 61,31	R\$ 1.840,06
137	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 81,82	R\$ 31,89	R\$ 49,92	R\$ 1.889,99
138	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 78,85	R\$ 85,78	-R\$ 6,93	R\$ 1.883,06
139	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 80,93	R\$ 88,00	-R\$ 7,07	R\$ 1.875,98
140	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 80,48	R\$ 31,37	R\$ 49,11	R\$ 1.925,09
141	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 77,56	R\$ 17,91	R\$ 59,65	R\$ 1.984,75

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
142	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 79,61	R\$ 4,59	R\$ 75,02	R\$ 2.059,76
143	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 76,72	R\$ 4,56	R\$ 72,15	R\$ 2.131,91
144	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 78,74	R\$ 4,54	R\$ 74,20	R\$ 2.206,11
145	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 78,31	R\$ 4,51	R\$ 73,79	R\$ 2.279,90
146	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 70,63	R\$ 4,49	R\$ 66,14	R\$ 2.346,05
147	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 77,45	R\$ 4,47	R\$ 72,99	R\$ 2.419,03
148	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 74,64	R\$ 17,23	R\$ 57,41	R\$ 2.476,44
149	Maiο	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 76,61	R\$ 29,86	R\$ 46,74	R\$ 2.523,18
150	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 73,83	R\$ 80,31	-R\$ 6,49	R\$ 2.516,69
151	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 75,77	R\$ 82,39	-R\$ 6,62	R\$ 2.510,07
152	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 75,36	R\$ 29,38	R\$ 45,98	R\$ 2.556,05
153	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 72,62	R\$ 16,77	R\$ 55,85	R\$ 2.611,91
154	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 74,53	R\$ 4,30	R\$ 70,24	R\$ 2.682,14
155	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 71,83	R\$ 4,27	R\$ 67,55	R\$ 2.749,70
156	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 73,72	R\$ 4,25	R\$ 69,47	R\$ 2.819,17
157	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 73,32	R\$ 4,23	R\$ 69,09	R\$ 2.888,26
158	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 66,13	R\$ 4,20	R\$ 61,93	R\$ 2.950,19
159	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 72,52	R\$ 4,18	R\$ 68,34	R\$ 3.018,53

(Continua...)

Per. (j)	Mês	Receita (R)	Custo (C)	FC	R desc	C desc	FCdesc	FC Acum.
160	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 69,89	R\$ 16,14	R\$ 53,75	R\$ 3.072,28
161	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 71,73	R\$ 27,96	R\$ 43,77	R\$ 3.116,04
162	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 69,12	R\$ 75,20	-R\$ 6,08	R\$ 3.109,97
163	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 70,94	R\$ 77,14	-R\$ 6,20	R\$ 3.103,77
164	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 70,56	R\$ 27,50	R\$ 43,05	R\$ 3.146,82
165	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 67,99	R\$ 15,70	R\$ 52,29	R\$ 3.199,12
166	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 69,79	R\$ 4,02	R\$ 65,76	R\$ 3.264,88
167	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 67,25	R\$ 4,00	R\$ 63,25	R\$ 3.328,13
168	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 69,03	R\$ 3,98	R\$ 65,05	R\$ 3.393,18
169	Janeiro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 68,65	R\$ 3,96	R\$ 64,69	R\$ 3.457,87
170	Fevereiro	R\$ 157,32	R\$ 10,00	R\$ 147,32	R\$ 61,92	R\$ 3,94	R\$ 57,99	R\$ 3.515,85
171	Março	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 67,90	R\$ 3,91	R\$ 63,98	R\$ 3.579,84
172	Abril	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 65,43	R\$ 15,11	R\$ 50,33	R\$ 3.630,16
173	Mai	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 67,16	R\$ 26,18	R\$ 40,98	R\$ 3.671,14
174	Junho	R\$ 168,08	R\$ 182,85	-R\$ 14,77	R\$ 64,72	R\$ 70,41	-R\$ 5,69	R\$ 3.665,45
175	Julho	R\$ 173,46	R\$ 188,62	-R\$ 15,16	R\$ 66,43	R\$ 72,23	-R\$ 5,80	R\$ 3.659,65
176	Agosto	R\$ 173,46	R\$ 67,62	R\$ 105,84	R\$ 66,06	R\$ 25,75	R\$ 40,31	R\$ 3.699,96
177	Setembro	R\$ 168,08	R\$ 38,81	R\$ 129,27	R\$ 63,66	R\$ 14,70	R\$ 48,96	R\$ 3.748,92
178	Outubro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 65,34	R\$ 3,77	R\$ 61,57	R\$ 3.810,50

179	Novembro	R\$ 168,08	R\$ 10,00	R\$ 158,08	R\$ 62,97	R\$ 3,75	R\$ 59,22	R\$ 3.869,72
180	Dezembro	R\$ 173,46	R\$ 10,00	R\$ 163,46	R\$ 64,63	R\$ 3,73	R\$ 60,90	R\$ 3.930,62