

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS ARARANGUÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ENERGIA

João Ferreira Junior

**DIMENSIONAMENTO DE CENTRAL TÉRMICA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA
PARA CONSUMO EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE
BLUMENAU**

Araranguá

2022

João Ferreira Junior

**DIMENSIONAMENTO DE CENTRAL TERMICA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA
PARA CONSUMO EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE
BLUMENAU**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Energia do Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Energia.

Orientador: Prof. Giuliano Arns Rampinelli, Dr.

Araranguá

2022

João Ferreira Junior

**DIMENSIONAMENTO DE CENTRAL TERMICA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA
PARA CONSUMO EM EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR NA CIDADE DE
BLUMENAU**

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia de Energia, foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Giuliano Arns Rampinelli, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Leonardo Elizeire Bremermann, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Pablo Ernesto Antônio Martina, Dr.
Universidad Nacional del Nordeste (Argentina)

Certificamos que essa é a versão original e final do trabalho que foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro/a de Energia.

Prof. Kátia Cilene Rodrigues Madruga , Dr^a.
Coordenadora do Curso

Prof. Giuliano Arns Rampinelli, Dr.
Orientador

Nome do aluno
João Ferreira Junior

Araranguá, 12 de dezembro de 2022.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Ferreira Junior, João

Dimensionamento de central térmica de aquecimento de água para consumo em edificação multifamiliar na cidade de Blumenau / João Ferreira Junior ; orientador, Giuliano Arns Rampinelli, 2022.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá,
Graduação em Engenharia de Energia, Araranguá, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Energia. 2. aquecimento de água. 3. energia solar térmica. 4. bomba de calor. 5. edificações sustentáveis. I. Arns Rampinelli, Giuliano. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Energia. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu irmão Frank por todo incentivo e ajuda em todos esses anos, por acreditar em mim antes mesmo do próprio ingresso à Universidade, à minha mãe Madalena que durante toda minha vida batalhou ao máximo para proporcionar condições em que pudesse chegar até aqui, ao meu pai João que não está mais presente, mas que nunca duvidou de minha capacidade, à minha noiva Martina que em todos os momentos de dificuldade esteve ao meu lado e mostrou que a fé é poderosa e proporciona grandes conquistas, à minha futura sogra Bethania por ter me acolhido em seu lar nesses períodos finais de curso e que vem me ensinando a ter perseverança, ao meu grande amigo Marcelino da Rosa, e fazer um agradecimento especial à equipe da Termosul, mais especificamente à Cesar Lobe e o Professor Giuliano Rampinelli que possibilitaram a escolha deste tema para o trabalho de conclusão de curso.

RESUMO

O trabalho teve como objetivo abordar o impacto da utilização de chuveiros elétricos na matriz energética nacional, apresentar alternativas para substituição deste equipamento em edificações multifamiliares. Para isso foram propostos sistemas de centrais térmicas com sistemas de aquecimento solar de água, a contribuição desse sistema para o consumo total de energia (fração solar) foi calculada para três modelos de coletores diferentes através do método *f*-chart. Uma estimativa de custos para aquecimento auxiliar foi realizada para três fontes, resistência elétrica, aquecedor de passagem a gás e bomba de calor. Os resultados obtidos apontam custo semelhante para fontes tradicionais de aquecimento (resistência elétrica e gás de passagem), e redução de custo considerável quando utilizado bomba de calor, já levado em conta custos das instalações (bombeamento e automação), o estudo também apontou economia para a utilização de sistemas de aquecimento solar.

Palavras-chave: aquecimento de água; energia solar térmica; bomba de calor; edificações sustentáveis.

ABSTRACT

The objective of this work was to address the impact of using electric showers on the national energy matrix, to present alternatives for replacing this equipment in multifamily buildings. For this purpose, thermal power plants with solar water heating systems were proposed, the contribution of this system to the total energy consumption (solar fraction) was calculated for three different collector models using the f-chart method. A cost estimate for auxiliary heating was performed for three sources, electric resistance, gas heater and heat pump. The results obtained point to a similar cost for traditional heating sources (electric resistance and gas heater), and considerable cost reduction when using a heat pump, already taking into account installation costs (pumping and automation), the study also pointed to savings for the use of solar heating systems.

Keywords: water heating; thermal solar energy; heat pump; sustainable buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Emissão de CO ₂ relacionado á geração de energia elétrica no mundo (Indexado para o ano de 2000)	15
Figura 2 – Emissão de CO ₂ relacionado á geração de energia elétrica no Brasil (Indexado para o ano de 2000)	16
Figura 3 – Consumo total de energia elétrica no Brasil em 2021 valores absolutos.	17
Figura 5 – Consumo total de energia elétrica no Estado de Santa Catarina em 2021 valores absolutos	17
Figura 7 – Contribuição de eletrodomésticos na curva de carga em residência típica no Brasil.....	18
Figura 8 – Contribuição de eletrodomésticos na curva de carga em residência típica Catarinense.....	18
Figura 9 – Fonte energética para aquecimento de água na região Sul do Brasil	19
Figura 10 – Contribuição de eletrodomésticos na carga residencial no Brasil	19
Figura 11 – Eficiências dos coletores de acordo com a tecnologia.....	22
Figura 12 – Representação coletor placa plana com cobertura	23
Figura 13 – Representação coletor tubos a vácuo.....	24
Figura 14 – Representação do SAS por termossifão.....	25
Figura 15 – Representação do SAS de circulação forçada	25
Figura 16 – Aquecedor de passagem coletivo.....	27
Figura 17 – Aquecedor de acumulação coletivo.....	27
Figura 18 – Aquecedor de passagem coletivo com sistema de armazenamento.....	27
Figura 19 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem individual .	28
Figura 20 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem e acumulação coletiva.....	29
Figura 21 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem coletivo	30
Figura 22 – F-Chart para sistemas que utilizam líquido para transferência e armazenamento de energia	34
Figura 23 – F-Chart para sistemas que utilizam líquido para transferência e armazenamento de energia	35
Figura 24 – Relação de simultaneidade para consumo residencial	37
Figura 25 – Representação de coletores na edificação	41
Figura 26 – Consumo e Temperatura mensal.....	41

Figura 27 – Comparativo de radiação média incidente ao plano inclinado em relação ao paralelo ao solo (Latitude 26° S).....	43
Figura 28 – Fração solar em comparação com capacidade de reservatório para determinada quantidade de coletores e consumo.....	44
Figura 29 – Fração solar em comparação a temperatura mínima aceitável no RT Solar	44
Figura 30 – Fração solar para coletor Solis.....	45
Figura 31 – Fração solar para coletor RINNAI.....	45
Figura 32 – Fração solar para coletor Aquesol.....	46
Figura 33 – Arranjo do sistema hidráulico	48
Figura 34 – Estimativa de custo Central Térmica com resistência elétrica (% contribuição das instalações no total).....	48
Figura 35 – Estimativa de custo Central Térmica aquecida á gás (% contribuição das instalações no total).....	49
Figura 36 – Estimativa de custo Central Térmica aquecida por Bomba de Calor (% contribuição das instalações no total).....	50
Figura 37 – Estimativa de custo Central Térmica com aquecimento a gás e bomba de calor (% contribuição das instalações no total).....	50
Figura 36 – Estimativa de custo das instalações.....	51
Figura 37 – Estimativa de custo Total	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores sugeridos para consumo.....	32
Tabela 2 – Valores sugeridos para consumo.....	37
Tabela 3 – Valores sugeridos para consumo.....	40
Tabela 4 – Quantificação de consumo diário.....	40
Tabela 5 – Dados técnicos de coletores segundo PBE	42
Tabela 6 – Radiação média diária.....	42
Tabela 7 – Capacidade condicionada a temperatura externa	47
Tabela 8 – Condição de operação para aquecimento auxiliar	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do SAS de água de acordo com NBR 15569	24
Quadro 2 – Classificação do SAAG de acordo com NBR 16057/2012	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRINSTAL	Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência de Instalações
BBC	British Broadcasting Corporation
CRECESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
IEA	International Energy Agency
MCA	Metros de coluna d'água
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia , Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
RT	Reservatório Térmico
SAS	Sistema de Aquecimento Solar
SIN	Sistema Interligado Nacional
UNFCCC	United Nations Framework Climate Change Conference
SAAG	Sistema de aquecimento de água a gás

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO GERAL.....	20
1.1.1	Objetivos específicos	20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1	CONHECIMENTO DA TECNOLOGIA	21
2.2	MODELOS DE COLETORES SOLARES.....	21
2.2.1	Coletores solares planos com cobertura	22
2.2.2	Coletores solares de tubo a vácuo	23
2.3	CLASSIFICAÇÃO DO SAS DE ÁGUA PARA CONSUMO.....	24
2.3.1	Circulação natural	25
2.3.2	Circulação Forçada	26
2.4	CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA A GÁS	26
2.5	SISTEMAS HÍBRIDOS UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES.....	27
2.5.1	SAS com circulação forçada reservatório central e aquecedor de passagem individual	28
2.5.2	SAS com circulação forçada com reservatório central e aquecedor de passagem coletivo	28
2.5.3	SAS com circulação forçada e aquecedor de passagem coletivo	29
2.6	TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA	30
3	METODOLOGIA	32
3.1	DETERMINAÇÃO DE CARGA TÉRMICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA	32
3.2	MÉTODO “F CHART”	33
3.3	DETERMINAÇÃO DO RESERVATÓRIO E AQUECIMENTO AUXILIAR ...	36
3.4	DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE OPERAÇÃO DIÁRIO DOS EQUIPAMENTOS	38
4	ESTUDO DE CASO	40
5	RESULTADOS	45
5.1	DETERMINAÇÃO DA FRAÇÃO SOLAR	45
5.2	ESTIMATIVA DO CUSTO PARA AQUECIMENTO	46
6	CONCLUSÃO	52

REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A – ESTIMATIVA DE GASTO.....	56
APÊNDICE B – ESTIMATIVA DE GASTO (INSTALAÇÕES).....	57
APÊNDICE C – FRAÇÃO SOLAR	58
APÊNDICE D – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	59
APÊNDICE E – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR.....	60
APÊNDICE F – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	61
APÊNDICE G – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	62
APÊNDICE H – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	63
APÊNDICE I – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	64
APÊNDICE J – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	65
APÊNDICE K – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	66
APÊNDICE L – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	67
APÊNDICE M – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	68
APÊNDICE N – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	69
APÊNDICE O – CÁLCULO FRAÇÃO SOLAR	70
ANEXO A – CATÁLOGO FABRICANTE JELLYFISH.....	71
ANEXO B – COEFICIENTES DOS COLETORES PBE.....	72
ANEXO B – COEFICIENTES DOS COLETORES PBE (CONTINUAÇÃO)	73
ANEXO B – COEFICIENTES DOS COLETORES PBE (CONTINUAÇÃO)	74
ANEXO C – DATASHEET TEXIUS TBHWD-BR.....	75
ANEXO D – DATASHEET TEXIUS TBHLI-70.....	76
ANEXO E – DATASHEET TEXIUS TPF-WE-BR	77
ANEXO E – DATASHHET REU 3201 FFA BE	78

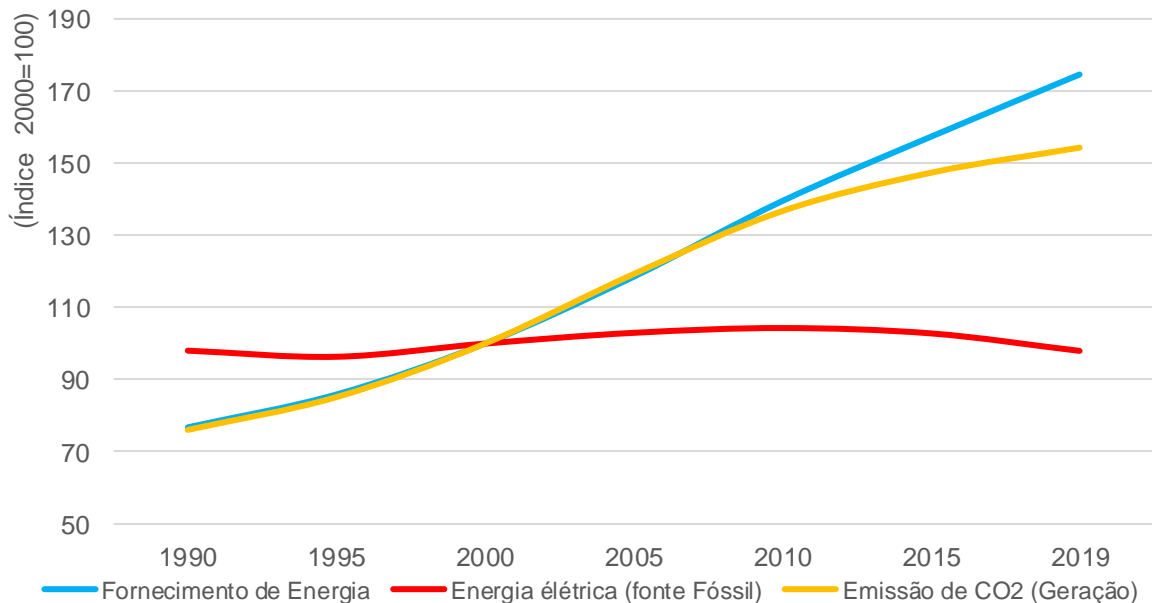
1 INTRODUÇÃO

A história foi marcada pela utilização de energia, desde utilização do fogo para aquecimento e proteção, a domesticação de animais para agricultura, o período da revolução industrial que possibilitou a transformação de recursos naturais em trabalho e atualmente com a utilização de equipamentos elétricos em nossas residências, sua necessidade é atemporal (COMPANIA PAULISTA FORÇA E LUZ, 2016).

Em tempos modernos a utilização de equipamentos elétricos contribuiu para desenvolvimento da sociedade, para agilidade na realização de tarefas e até mesmo para o próprio conforto dos indivíduos, que combinado com o crescimento populacional acarreta maior demanda de recursos para geração de energia no mundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2008).

Segundo IEA a oferta de energia elétrica mundial tem aumentado com o passar dos anos, porém a emissão de CO₂ relacionado a geração, apresenta certa estagnação indicando utilização de fontes mais limpas (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2020).

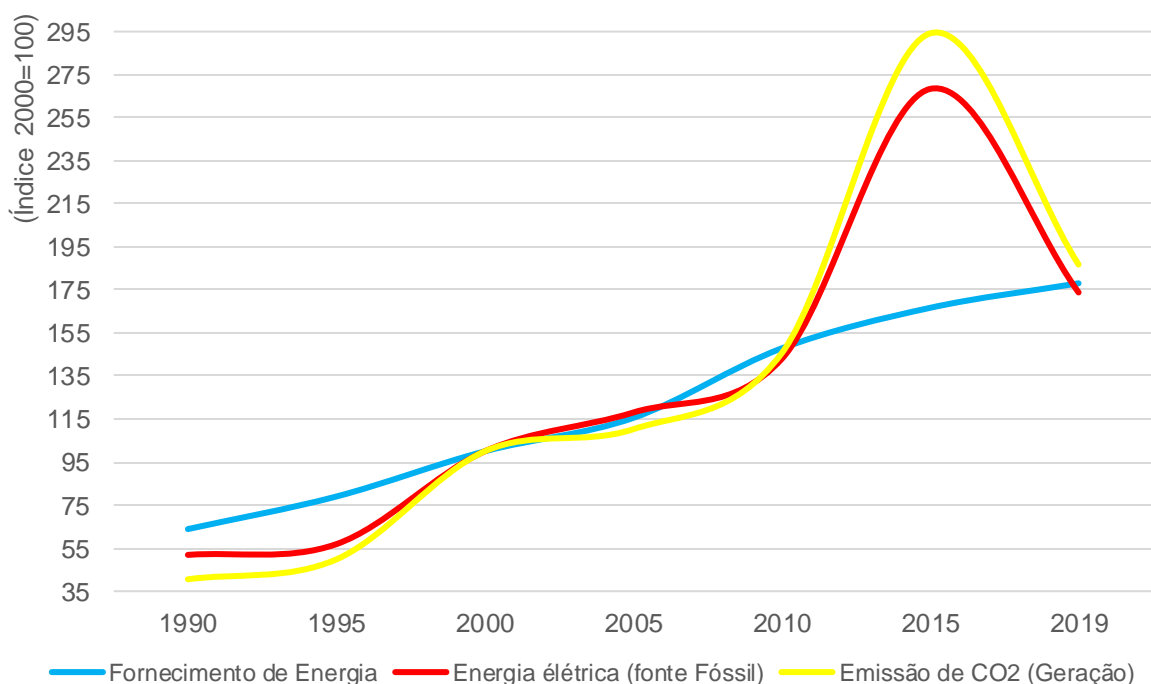
Figura 1 – Emissão de CO₂ relacionado á geração de energia elétrica no mundo (Indexado para o ano de 2000)



Fonte: Adaptado de International Energy Agency, 2020

No Brasil segundo a IEA, a realidade não é a mesma, o país segue com aumento na produção de energia elétrica, mas oriunda de fonte fóssil, possível consequência de fatores ambientais e reformulações no setor, que contribuíram para degradação e recuperabilidade dos reservatórios hídricos, o que implica em maior acionamento de termelétricas para segurança do Sistema Interligado Nacional-SIM (INTERNACIONAL ENERGY AGENCY, 2020; LAWSON; PEREIRA, 2018).

Figura 2 – Emissão de CO₂ relacionado á geração de energia elétrica no Brasil (Indexado para o ano de 2000)

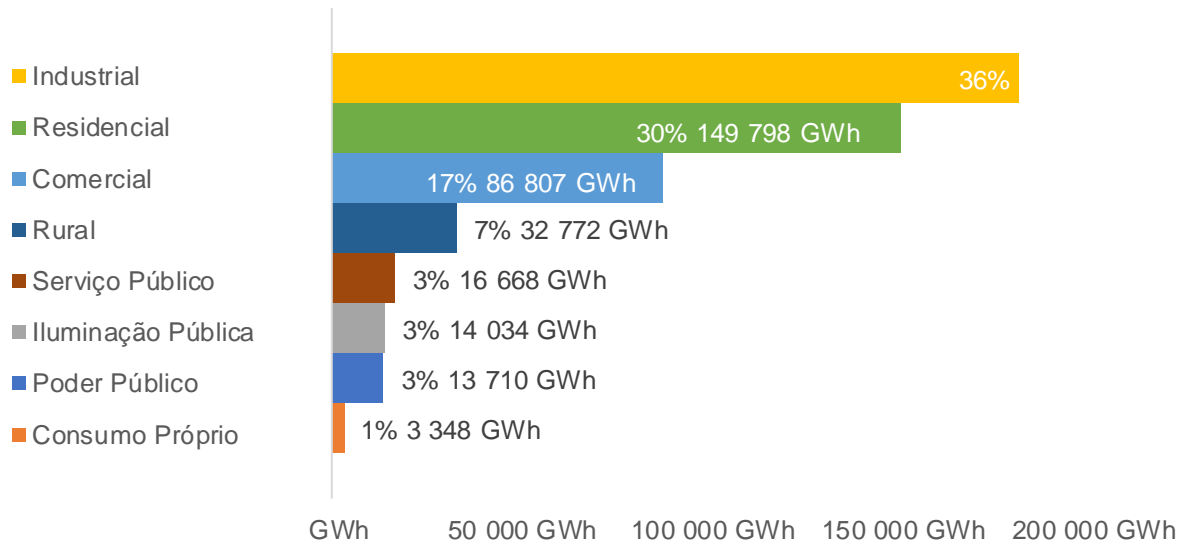


Fonte: Adaptado de International Energy Agency, 2020

Segundo a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado Ventilação e Aquecimento – ABRAVA (2008), o chuveiro elétrico é utilizado em larga escala em território nacional. Dentre os fatores destacam-se a crise do petróleo na década de 70 e a construção de empreendimentos hidrelétricos, proporcionando maior oferta de energia elétrica para o sistema, e postergando a problemática de utilização deste equipamento nos horários de pico.

Conforme Anuário Interativo da Empresa de Pesquisa Energética–EPE (2022), o segundo maior consumo de energia elétrica vem do setor residencial ficando atrás somente da indústria, este valor corresponde a 30% do consumo de energia elétrica no país, por sua vez, no Estado de Santa Catarina este valor é 24%.

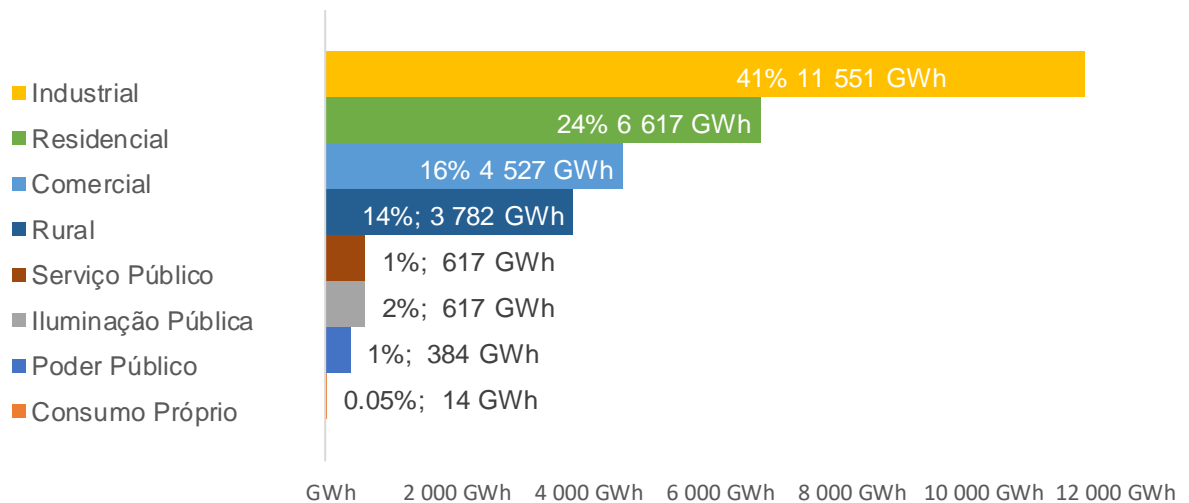
Figura 3 –Consumo total de energia elétrica no Brasil em 2021 valores absolutos



Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética, 2022

Figura 4 –Consumo total de energia elétrica no Estado de Santa Catarina em 2021 valores absolutos

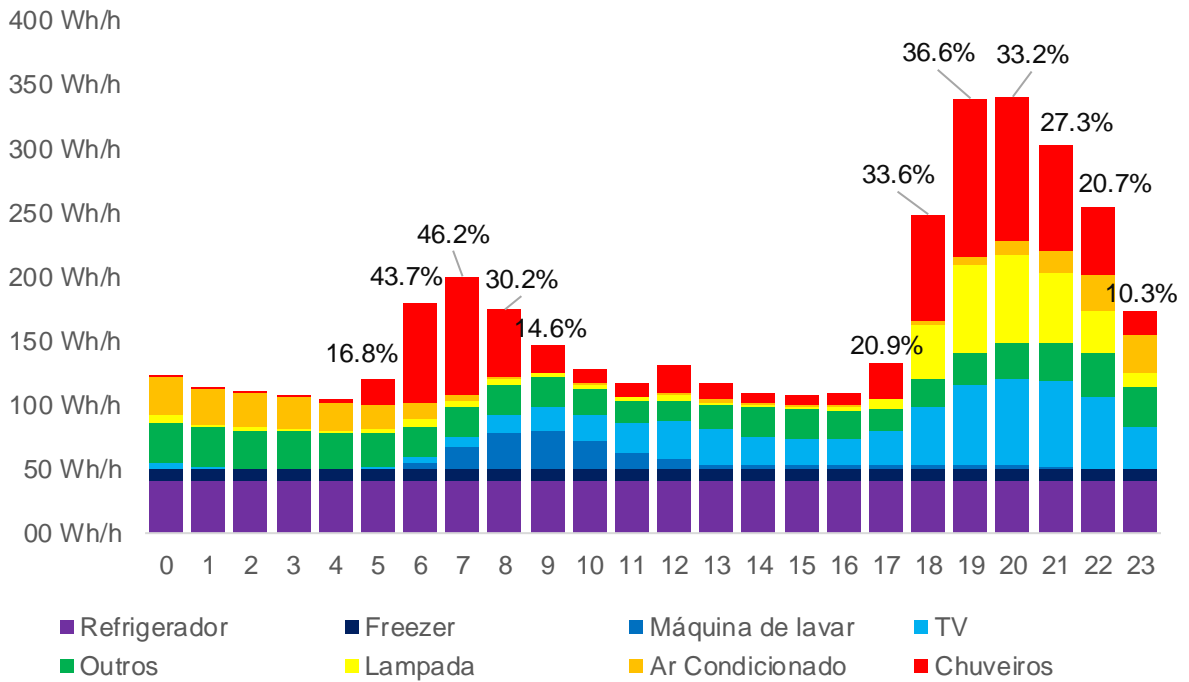
Consumo total de energia Elétrica por setor



Fonte: Adaptado de Empresa de Pesquisa Energética, 2022

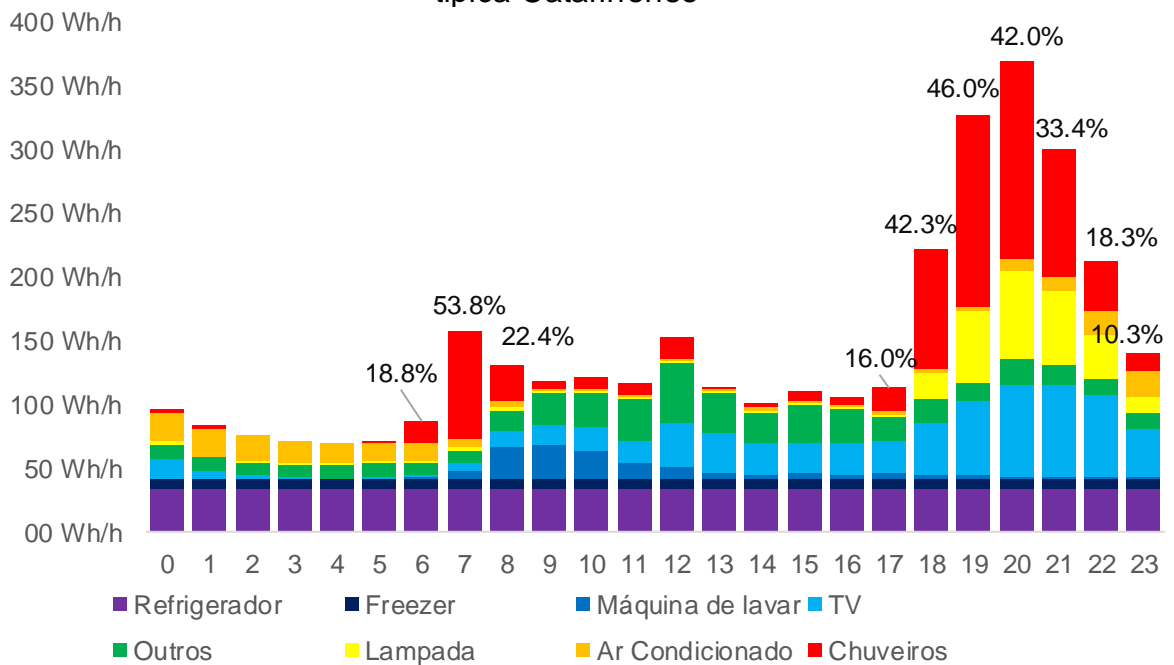
De acordo com a Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, promovida pela Eletrobrás e PROCEL, a contribuição de chuveiros elétricos na curva de carga de uma residência típica pode chegar a 36% em horário de ponta, em Santa Catarina a proporção atinge 53% em alguns horários do dia (PROCEL, 2019).

Figura 5 – Contribuição de eletrodomésticos na curva de carga em residência típica no Brasil



Fonte: Adaptado de PROCEL, 2019

Figura 6 – Contribuição de eletrodomésticos na curva de carga em residência típica Catarinense

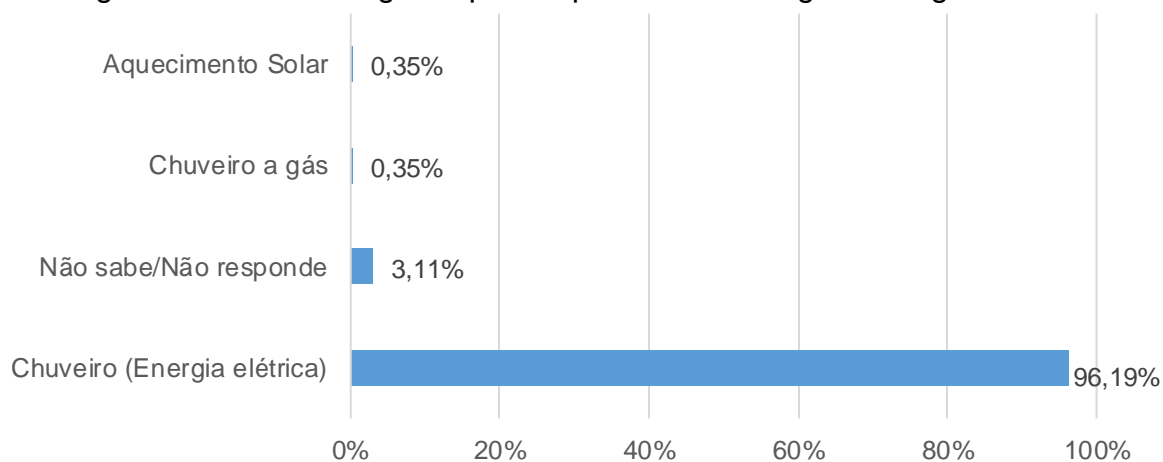


Fonte: Adaptado de PROCEL, 2019

A pesquisa ainda estima que, na região sul do Brasil 96% das residências fazem o uso de chuveiro elétrico como fonte de energia para aquecimento de água, e

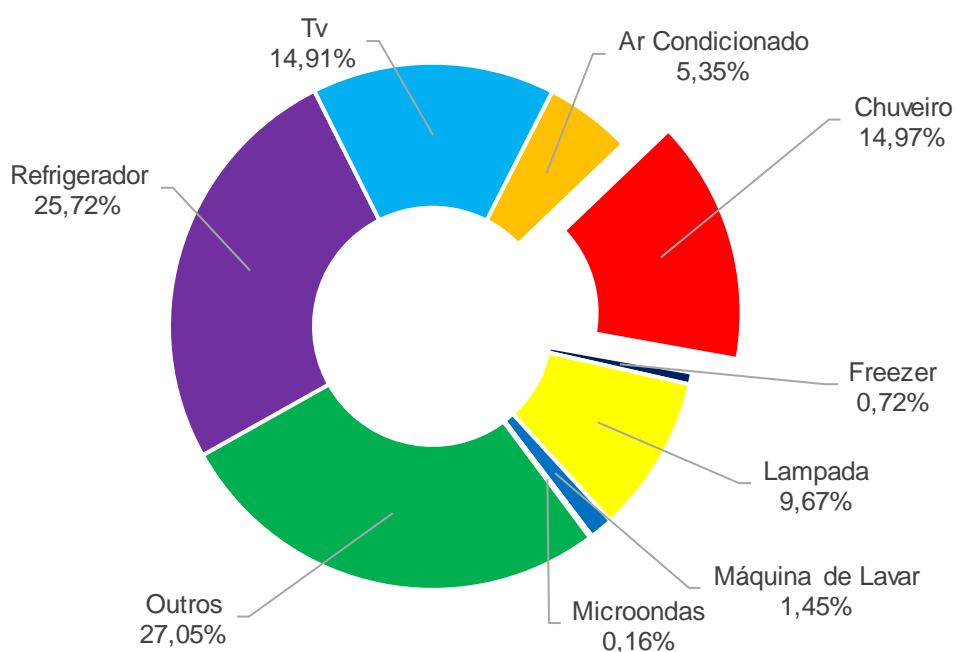
que no Brasil o consumo de energia deste equipamento correspondeu a quase 15% no ano de 2019 (PROCEL,2019).

Figura 7 – Fonte energética para aquecimento de água na região Sul do Brasil



Fonte: Adaptado de PROCEL, 2019

Figura 8 – Contribuição de eletrodomésticos na carga residencial no Brasil



Fonte: Adaptado de PROCEL, 2019

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho é realizar o estudo de viabilidade de um Sistema de Aquecimento Solar (SAS) de água para consumo com sistema de aquecimento auxiliar composto de três fontes de aquecimento em um edifício residencial situado na cidade de Blumenau, e realizar estimativa de custo de operação para cada fonte de calor.

1.1.1 Objetivos específicos

Dentre os objetivos específicos deste trabalho estão:

- a) Dimensionamento do SAS por meio da norma NBR 15569;
- b) Estimativa da fração solar de três modelos de coletores, através do método “Carta F”;
- c) Dimensionamento de equipamentos para aquecimento auxiliar;
- d) Estimativa do tempo de operação para equipamento auxiliar de aquecimento (Bomba de calor, aquecedor a gás e resistência elétrica);
- e) Estimativa de custo de operação do sistema;

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será abordado itens como conhecimento da tecnologia, utilização em países, modelos de coletores utilizados, normas aplicadas no Brasil, modelos de sistemas utilizados, e estudos relacionados ao tema.

2.1 CONHECIMENTO DA TECNOLOGIA

Durante a Convenção do Clima da ONU (UNFCCC) em 2007 realizada em Bali, uma pesquisa com mil integrantes de governos, organizações não governamentais e do setor industrial de 105 países, em que foram apresentadas 18 soluções com potencial para “reduzir os níveis de carbono nos próximos 25 anos” (BBC BRASIL, 2007).

Dentre as soluções discutidas, o aquecimento de água com energia solar apresentou maior índice de aprovação 74%, a pesquisa também apontou baixos índices de aprovação de grandes centrais hidrelétricas 26%, gás natural 29% e tecnologia nuclear já existente 29% (BBC BRASIL, 2007).

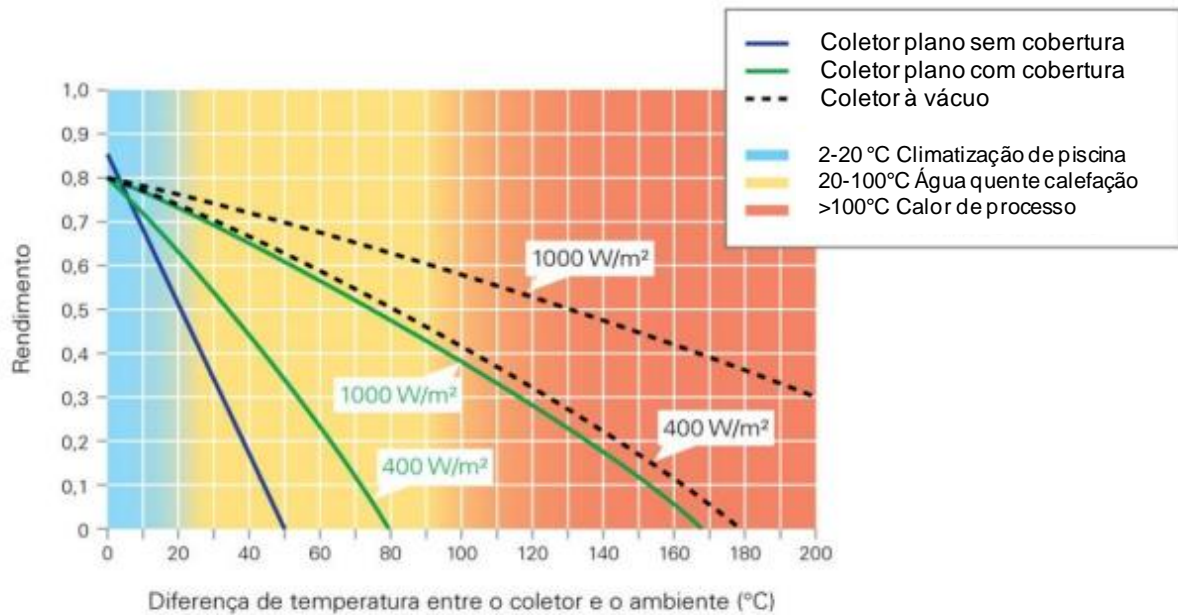
Israel motivada pela escassez de recursos possui legislação específica que obriga o uso de SAS de água para consumo em edificações desde 1980, com exceção de edifícios superiores a 27 metros, comerciais, hospitais, ou baixa exposição à luz direta (LI *et al.*, 2012).

De acordo com o atlas da eficiência energética, SAS de água para consumo, pode gerar economia de energia para consumidor e diminuir a demanda de ponta no sistema de distribuição, retardando a necessidade de investimento no setor (EPE, 2021).

2.2 MODELOS DE COLETORES SOLARES

Coletor solar é o equipamento responsável por absorver radiação solar e proporcionar transferência de energia em forma de calor para o fluido de trabalho, neste caso a água. Este equipamento é utilizado para aquecimento de piscinas, água para consumo até mesmo na obtenção de vapor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Figura 9 – Eficiências dos coletores de acordo com a tecnologia



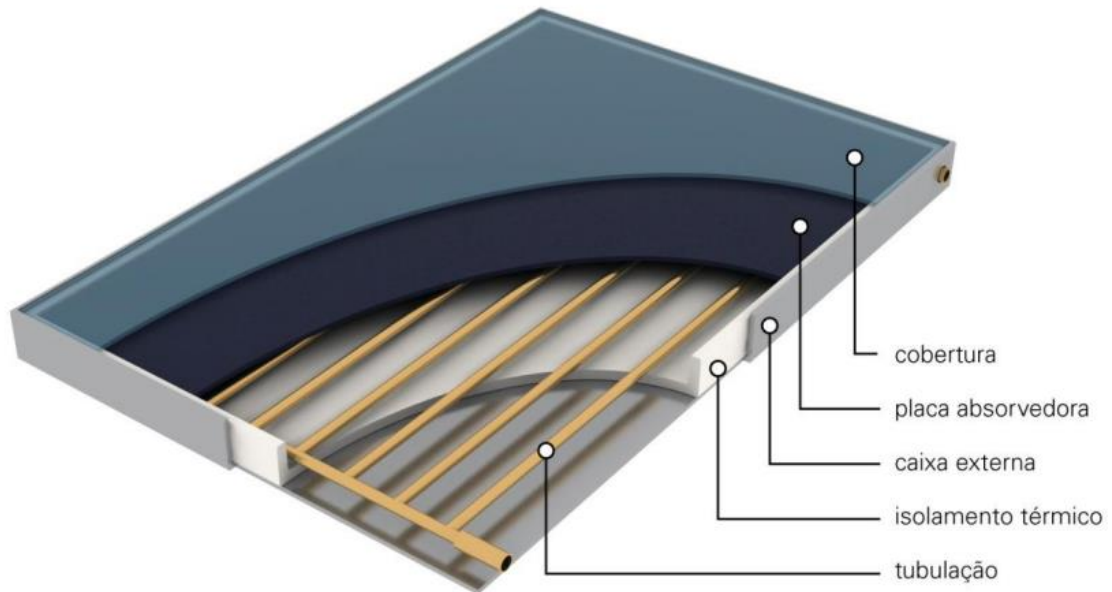
Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

2.2.1 Coletores solares planos com cobertura

Sua estrutura é composta por corpo metálico geralmente para proteção mecânica, no seu interior há um isolamento térmico nas paredes da carcaça, para reduzir a perdas térmicas por condução. A radiação solar incide sobre a superfície superior do coletor atravessando a cobertura de vidro, onde é absorvida por uma superfície negra semelhante a uma aleta, que envolve a tubulação onde circula o fluido de aquecimento (DUFFIE, 2013; KALOGIROU, 2014).

Dentre tecnologias, o uso de vidro com baixo teor de ferro permite maior transmitância da radiação solar, ao mesmo que reduz para ondas longas que são emitidas por superfícies aquecidas pelo sol. Coletores de placa planas são de construção mais simples e ideais para regiões mais quentes (DUFFIE, 2013; KALOGIROU, 2014).

Figura 10 – Representação coletor placa plana com cobertura



Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

2.2.2 Coletores solares de tubo a vácuo

A tecnologia consiste no isolamento da superfície de absorção da radiação solar, através do encapsulamento duplo em bulbo de vidro, entre as camadas de vidro existe vácuo reduzindo a perda térmica por convecção, uma cobertura seletiva é adicionada para reduzir a perdas por radiação (DUFFIE, 2013).

Este tipo de equipamento apresenta maiores eficiências que o coletor de placas planas, podendo ser utilizado até em processos para obtenção de vapor, em contrapartida é um equipamento mais delicado à choques mecânicos (ABRINSTAL, 2011; DUFFIE, 2013; KALOGIROU, 2014).

Figura 11 – Representação coletor tubos a vácuo



Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

2.3 CLASSIFICAÇÃO DO SAS DE ÁGUA PARA CONSUMO

A NBR 15569 classifica o SAS de água de acordo com: arranjo, circulação, regime, armazenamento, alimentação e alívio de pressão. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

Quadro 1 – Classificação do SAS de água de acordo com NBR 15569

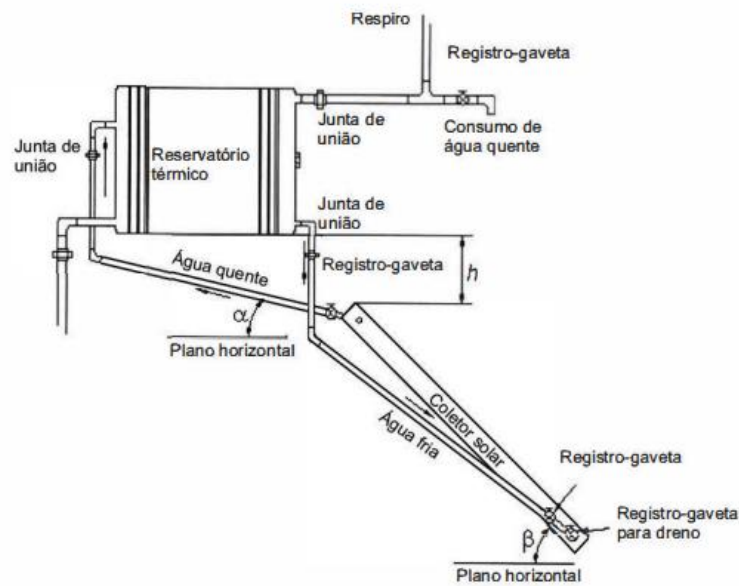
ATRIBUTO	CATEGORIA
Arranjo	Solar com aquecimento auxiliar, somente solar ou preaquecimento solar
Circulação	Natural (termossifão) ou forçada
Regime	Acumulação ou passagem
Armazenamento	Convencional, acoplado ou integrado
Alimentação	Exclusiva ou não exclusiva
Alívio de pressão	Respiro ou conjunto de válvulas

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020

2.3.1 Circulação natural

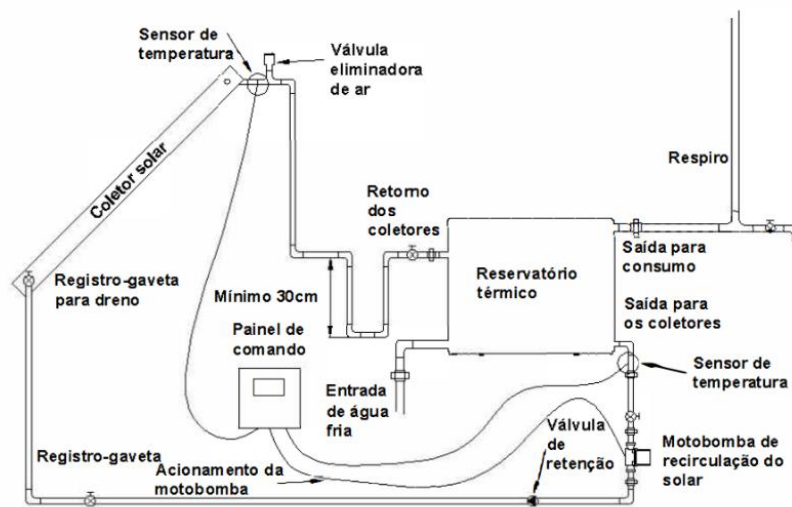
O SAS com circulação natural ou por efeito termossifão dispensa o trabalho de motobombas para circulação é descrito a seguir (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

Figura 12 – Representação do SAS por termossifão



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

Figura 13 – Representação do SAS de circulação forçada



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008

2.3.2 Circulação Forçada

O SAS com circulação forçada necessita de um sistema de sensores para o controle da motobomba, uma válvula de retenção para o circuito primário, e válvula eliminadora de ar para purga do sistema (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

2.4 CLASSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA A GÁS

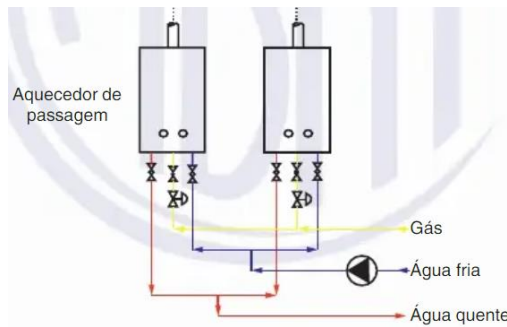
A NBR 16057/2012 trata de sistemas de aquecimento de água a gás, classificando de acordo com tipo de aquecimento, acumulação e uso privado ou coletivo. O quadro 2 descreve os tipos de SAAG e a representação dos tipos de sistema estão ilustradas nas figuras abaixo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Quadro 2 – Classificação do SAAG de acordo com NBR 16057/2012

Tipo	Aquecimento	Aplicação	
		Central privado	Central coletivo
1	Passagem	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para uma unidade habitacional.	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para mais de uma unidade habitacional.
2	Acumulação	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para um reservatório térmico através de uma fonte térmica incorporada a uma unidade habitacional.	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para um reservatório térmico através de uma fonte térmica incorporada para mais de uma unidade habitacional.
3	Passagem com sistema de armazenamento	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para um reservatório térmico através de um aquecedor de passagem para uma unidade habitacional.	Aquecimento através de passagem de fluxo de água (direto) ou fluído (indireto) para um reservatório térmico através de um aquecedor de passagem para mais de uma unidade habitacional.

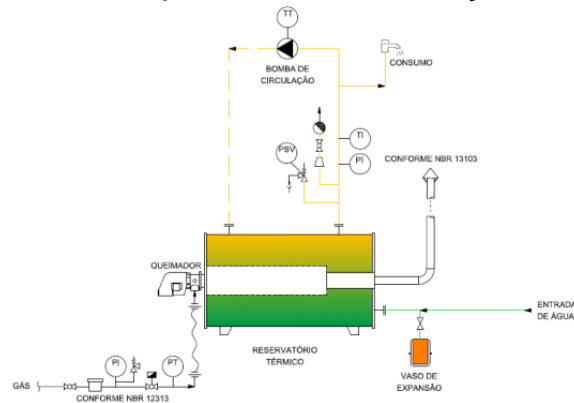
Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012

Figura 14 – Aquecedor de passagem coletivo



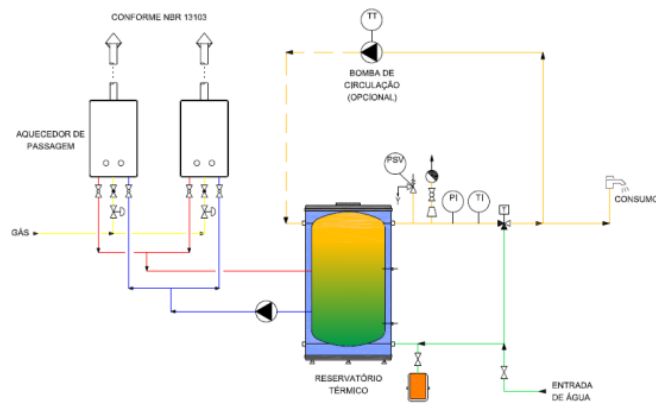
Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012

Figura 15 – Aquecedor de acumulação coletivo



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012

Figura 16 – Aquecedor de passagem coletivo com sistema de armazenamento



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012

2.5 SISTEMAS HÍBRIDOS UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES

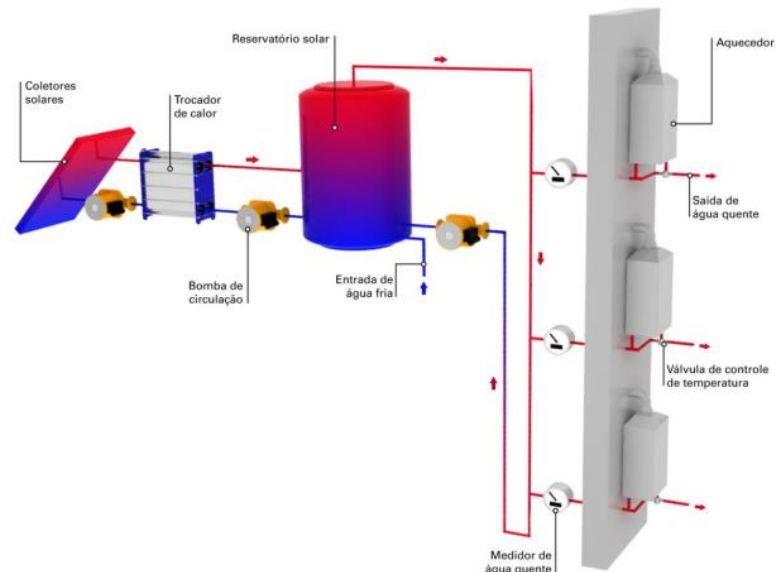
Neste trabalho será utilizada a nomenclatura “sistemas híbridos” para descrever o conjunto SAS e aquecimento auxiliar, algumas combinações aplicáveis para aplicação neste trabalho serão descritas a seguir.

2.5.1 SAS com circulação forçada reservatório central e aquecedor de passagem individual

A configuração utiliza o aquecimento solar para pré-aquecer a água do reservatório térmico, o circuito primário é ativado sempre que a temperatura da água no coletor for superior a temperatura no fundo do reservatório térmico. Posteriormente a água do reservatório térmico segue para o circuito secundário para distribuição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Cada unidade habitacional possui uma válvula de controle de temperatura que tem a funcionalidade de direcionar a água para o ponto de consumo quando a temperatura for adequada ou direcionar para um aquecedor de passagem para complementação do aquecimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Figura 17 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem individual



Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

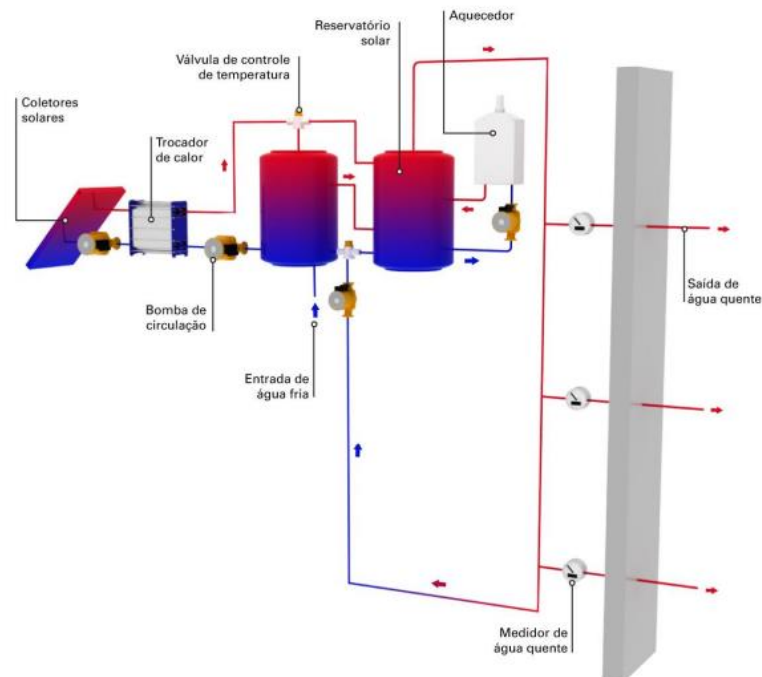
2.5.2 SAS com circulação forçada com reservatório central e aquecedor de passagem coletivo

Esta configuração permite a utilização do SAS para pré-aquecer a água de consumo de uma central térmica, o circuito primário é ativado sempre que a

temperatura da água no coletor for superior temperatura no fundo do reservatório térmico do SAS, o reservatório de consumo é abastecido com a água do SAS e segue para o circuito de distribuição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

O sistema conta com uma válvula seletora de temperatura na saída do coletor. Sempre que a temperatura for adequada para consumo, a água proveniente do coletor é encaminhada diretamente ao reservatório de consumo, quando não atinge temperatura suficiente é desviada para o reservatório do SAS, realizando processo de pré-aquecimento. Uma válvula semelhante é instalada no retorno do anel de circulação da prumada, para que não ocorra entrada de água fria no reservatório de consumo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Figura 18 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem e acumulação coletiva



Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

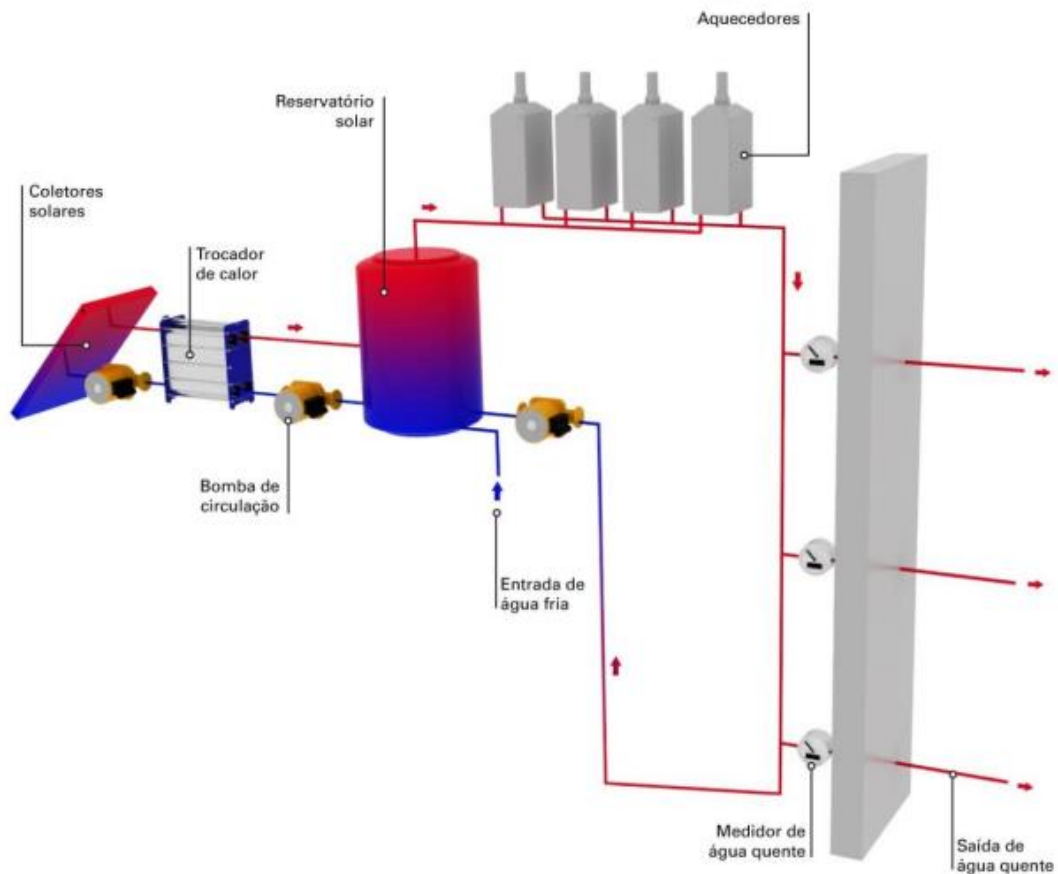
2.5.3 SAS com circulação forçada e aquecedor de passagem coletivo

O arranjo de SAS com aquecedores de passagem coletivos utiliza apenas um reservatório térmico para armazenamento de água, o circuito primário é acionado

sempre que a temperatura do coletor é superior a temperatura mais fria do reservatório (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Quando um ponto de consumo é aberto, a água segue para o sistema de aquecedores a gás com objetivo de complementar o aquecimento até temperatura desejada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO E AQUECIMENTO, 2011).

Figura 19 – SAS de água central forçado com aquecedor de passagem coletivo



Fonte: Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado e Aquecimento, 2011

2.6 TRABALHOS RELACIONADOS AO TEMA

Um estudo investigou a utilização de SAS de água em edificações populares, e comparou residências com aquecimento solar assistido de chuveiro elétrico, e apenas com aquecimento elétrico. O estudo concluiu que o SAS de água pode trazer economia para o consumidor, e ao mesmo tempo contribuir para redução da demanda

de energia elétrica em horário de ponta, o estudo também demonstrou um retorno de investimento de 10 anos, salvo o condicionante de ser um sistema subdimensionado (NASPOLINI, 2012).

De maneira complementar Moreira (2013) verificou o tempo de retorno do investimento na instalação de SAS de água para consumo em uma residência típica de 4 pessoas, comparando com chuveiro elétrico, e concluiu que o retorno do investimento varia entre 4 e 9 anos dependendo do tipo de consumo.

Um estudo mais recente fez a análise energética de um sistema híbrido solar e gás para aquecimento de água em um edifício em João Pessoa, realizou estimativa de fração solar pelo método “*f*-Chart” e comparou com um sistema real de mesmas características, (SILVA JUNIOR, 2020).

3 METODOLOGIA

O sistema a ser dimensionado neste trabalho segue a metodologia indicada pela NBR 15569/2020 para edificações e grande porte, a “f-Chart” descrita no livro “Solar Engineering of Thermal Processes”. A configuração proposta é de utilização do SAS para pré-aquecimento da água de consumo com um sistema auxiliar.

3.1 DETERMINAÇÃO DE CARGA TÉRMICA PARA AQUECIMENTO DE ÁGUA

O levantamento do consumo de água é realizado segundo a NBR 15569 de acordo com todos os pontos de consumo, vazão de equipamentos, tempo de utilização e frequência de uso, a norma também disponibiliza valores de referência.

$$V_{\text{Consumo}} = \sum(Q_{\text{pu}} \cdot T_u \cdot \text{Frequência de uso}) \quad (1)$$

V_{Consumo} = Volume total de água quente consumido diariamente (L);

Q_{pu} = vazão do ponto de utilização (L/min);

T_u = Tempo médio de utilização diário do aparelho (min);

Frequência de uso = número total de utilizações do aparelho no dia;

Tabela 1 – Valores sugeridos para consumo

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

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020

O volume de água quente a ser consumido diariamente é calculado conforme equação (2) em função das temperaturas de armazenamento, consumo e ambiente (NBR 15569/2020).

$$V_{\text{Corrigido}} = V_{\text{Consumo}} \cdot \frac{(T_{\text{Consumo}} - T_{\text{Ambiente}})}{(T_{\text{Armazenamento}} - T_{\text{Ambiente}})} \quad (2)$$

$V_{\text{corrigido}}$ = Volume utilizado no reservatório (L);

V_{Consumo} = Volume utilizado no consumo (L);

T_{consumo} = Temperatura de consumo da água (°C);

$T_{\text{armazenamento}}$ = Temperatura de armazenamento da água (°C);

T_{ambiente} = temperatura média anual do local de instalação (°C);

Segundo Duffie (2013) não há um método específico para determinação da carga térmica de aquecimento para aplicação no método “*f*-chart” o autor sugere uma equação (3) a partir da premissa de uma vazão de água \dot{m} que recebe calor sensível para variar a temperatura proveniente da rede T_s até a temperatura de entrega T_d .

$$\dot{L}_w = \dot{m} \cdot C_p \cdot (T_d - T_s) \left[\frac{\text{Energia}}{\text{tempo}} \right] \quad (3)$$

Uma equação semelhante é fornecida pela NBR 15569/2020 para estimativa carga térmica utilizada descrita em (4).

$$E_{\text{Util}} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{mês}} \right] = \frac{V_{\text{Corrigido}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_{\text{Armazenamento}} - T_{\text{ambiente}})}{3600} \cdot 30 \text{ dias} \quad (4)$$

ρ = densidade da água (1 kg/l);

C_p = calor específico (4,18 KJ/kg.k);

$T_{\text{armazenamento}}$ = Temperatura de armazenamento da água (°C);

T_{ambiente} = temperatura média anual do local de instalação (°C);

3.2 MÉTODO “F CHART”

O método que traduzido para o português significa “Carta F” consiste em correlacionar duas variáveis adimensionais com o coeficiente de contribuição do SAS para a carga térmica total mensal, denominada de “*f*”, esse grupo adimensional “*X*” e “*Y*” e são obtidas por (5) e (6) (Duffie, 2013).

$$X = \frac{A_c \cdot F'_{RUL} (T_{ref} - T_a) \Delta t}{L} \quad (5)$$

$$Y = \frac{A_c \cdot F'_{R} (\overline{\tau\alpha}) \overline{H_T} N}{L} \quad (6)$$

Onde:

A_c = Área de Coletor (m²);

F'_{R} = Fator de eficiência trocador de calor do coletor;

U_L = Coeficiente de perda térmica do coletor (W/m². °C);

Δt = Tempo (segundos/mês);

T_a = Temperatura ambiente (°C)

T_{ref} = Temperatura de referência obtida empiricamente (100 °C);

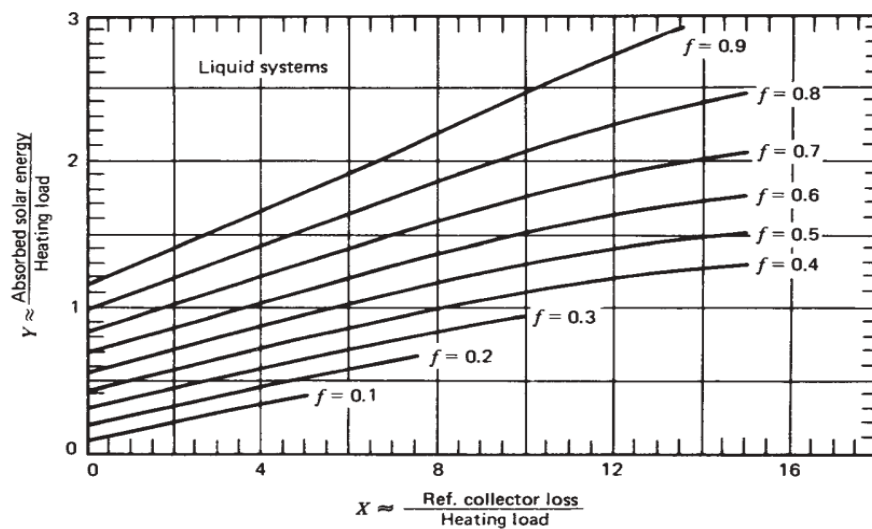
L = Carga térmica de aquecimento de água (J);

H_T = Média mensal de radiação diária incidente na superfície do coletor (J/m²);

N = Dias no mês

$\tau\alpha$ = Média mensal do produto transmitância-absortância;

Figura 20 – F-Chart para sistemas que utilizam líquido para transferência e armazenamento de energia



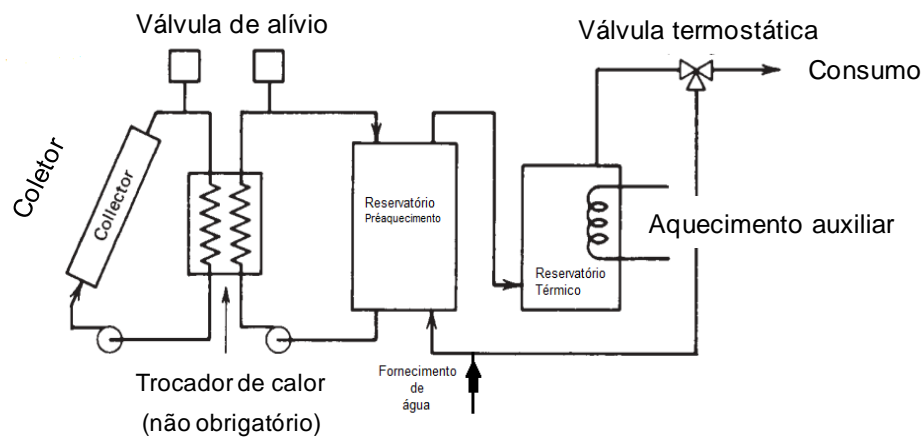
Fonte: Duffie, 2013

Para sistemas de aquecimento completo utiliza-se a equação (7), para um SAS de água semelhante ao da figura 23, o método utiliza um fator de correção

descrito em (8), e “ f ” corresponde a fração solar mensal, a fração solar anual é a média dos somatórios destas (DUFFIE, 2013).

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3 \quad (7)$$

Figura 21 – F-Chart para sistemas que utilizam líquido para transferência e armazenamento de energia



Fonte: Duffie, 2013

De acordo com o método, um fator de correção deve ser associado à variável adimensional “ X ”, levando em consideração as temperaturas de admissão na rede e a temperatura aceitável da água no reservatório de pré-aquecimento, conforme descrito abaixo (8) (DUFFIE, 2013).

O método leva em consideração um perfil típico de carga, com pico de demanda durante a manhã e outro no final da tarde, análogo ao da figura 5. Segundo o autor, faixas de 50 até 200 litros/m² de coletor são valores ótimos para a aplicação, o método inicial considera sistemas com armazenamento de 75 litros/m² de coletor solar, para diferentes proporções da área de coletor e armazenamento um segundo fator de correção é adicionado (DUFFIE, 2013).

$$\frac{X_{c1}}{X} = \frac{11.16 + 1.18 \cdot T_w + 3.86 \cdot T_m - 2.32 \cdot T_a}{100 - T_a} \quad (8)$$

$$\frac{X_{c2}}{X} = \left(\frac{\text{Capacidade armazenamento atual} [\text{litros}/\text{m}^2 \text{ de coletor}]}{\text{Armazenamento padrão} [\text{litros}/\text{m}^2 \text{ de coletor}]} \right)^{-0.25} \quad (9)$$

$$0.5 \leq \left(\frac{\text{Capacidade armazenamento atual}}{\text{Armazenamento padrão}} \right) \leq 4.0 \quad (10)$$

T_w = Temperatura mínima aceitável armazenamento solar (°C);

T_m = Temperatura média da água na rede de abastecimento (°C);

T_a = Temperatura ambiente (°C);

Essas correções não levam em conta perdas térmicas nos reservatórios e tubulações, que segundo o autor devem ser somadas a demanda suprida pelo aquecimento auxiliar (DUFFIE, 2013).

3.3 DETERMINAÇÃO DO RESERVATÓRIO E AQUECIMENTO AUXILIAR

No item anterior a abordagem realizada foi apenas para a estimativa do SAS ou preaquecimento, a etapa seguinte é a determinação do sistema principal de água quente para consumo, a ABNT possui norma específica, a NBR 16057/2012 que trata de sistemas de aquecimento de água a gás, atualmente não há uma norma específica para uso de bomba de calor nestas aplicações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

A determinação do volume de consumo de água quente é o mesmo descrito anteriormente (1) e (2), a norma estima um volume de água quente para o período de maior consumo dado por (20) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

$$V_{pico} = V_{corrigido} \cdot FS \quad (20)$$

V_{pico} = Volume máximo de água quente consumido em uma hora (L);

$V_{corrigido}$ = Volume de água quente consumido no armazenamento (L);

FS = Fator de simultaneidade;

O fator de simultaneidade é obtido através de gráfico, específico para a aplicação em unidades habitacionais.

Figura 22 – Relação de simultaneidade para consumo residencial



Fonte: NBR 16057,2012.

A determinação do volume mínimo para armazenamento é necessária para estimar quantidade de água quente no reservatório de consumo para que alcance uma boa estratificação (NBR 16057, 2012).

$$V_{Armaz} = V_{Pico} \cdot F_{Armaz} \quad (21)$$

V_{Armaz} = Volume mínimo de água quente a ser armazenado (l);

Tabela 2 – Valores sugeridos para consumo

V_{pico}	F_{armaz}
De 0 a 1500	1/3
De 1.501 a 6000	1/4
De 6001 a 12.000	1/5
De 12.001 a 20.000	1/6
Maior que 20.001	1/7

Fonte: NBR 16057 (Adaptado), 2012.

A determinação da potência dos aquecedores a gás é definida a partir da capacidade de recuperação do sistema (NBR 16057,2012).

$$P[kW] = \frac{V_{recup} \left[\frac{l}{hora} \right] \cdot 1 \left[\frac{kCal}{kg \cdot ^\circ C} \right] \cdot (T_{Armazenamento} - T_{\acute{a}gua\ fria})}{860 \left[\frac{kCal}{kW} \right]} \quad (22)$$

$$V_{recup} = V_{Pico} - V_{armaz\ gás} \quad (23)$$

Aparelhos de aquecimento gás possuem uma potência calorífica maior que a bomba de calor, a utilização equivocada deste procedimento para determinação do reservatório principal pode induzir a um superdimensionamento da bomba de calor, resultando em um equipamento ocioso após horário de maior demanda.

Uma alternativa proposta a esta situação, pode ser o cálculo do volume mínimo a ser armazenado baseado na potência de aquecimento já conhecida, rearranjando a equação (22) e (23) temos.

$$V_{armaz\ gás} = V_{Pico} - \frac{P[kW] \cdot 860 \cdot 1[hora] \cdot 1[kCal/kg \cdot ^\circ C] \cdot (T_{Armazenamento} - T_{\acute{a}gua\ fria})}{860} \quad (24)$$

3.4 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE OPERAÇÃO DIÁRIO DOS EQUIPAMENTOS

Para a estimativa de operação do sistema auxiliar foi considerada a energia útil obtida em (4) no período diário, acrescidos por um valor arbitrário de 15% referente a perdas no sistema, um estudo mais detalhado considerando perdas térmicas pontuais como no reservatório térmico e tubulações pode ser realizado posteriormente. Propõe-se que o tempo de operação diário do sistema de aquecimento seja estimado a partir da potência fornecida pelo fabricante conforme (15).

$$t_{[horas]} = \frac{1,15 \cdot \left(\frac{V_{Armazenamento} \cdot P \cdot Cp \cdot (T_{Armazenamento} - T_{ambiente})}{3600} \right) [kWh]}{n^{\circ} Equipamentos \cdot Potência [kW]} \quad (25)$$

Alguns equipamentos podem apresentar limites de operação, como por exemplo tempo máximo de funcionamento, consumo diário de gás em aquecedores de passagem ou potência condicionada a temperatura externa no caso de bombas de calor (STOECKER, 1985), e por consequência um custo de operação atrelado.

Para esses casos há a necessidade de formular um problema de otimização e realizar iterações com objetivo de minimizar o custo de operação, este tipo de problema pode ser resolvido com auxílio do MS Excel®.

Para determinação do custo de operação foram consideradas as seguintes equações, sendo (26) para bomba de calor (27) para aquecimento a gás e (28) resistência elétrica.

$$\begin{aligned} \text{Custo } [R\$/\text{mês}] = \\ n^{\circ} \text{Dias no mês} \cdot \text{Operação } [h] \cdot (\text{Pot. Bomba de calor } [kW] + \text{Pot. Bomba de circulação } [kW]) \cdot \text{Energia } [R\$/kWh] \end{aligned} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \text{Custo } [R\$/\text{mês}] = \\ n^{\circ} \text{Dias no mês} \cdot \text{Operação } [h] \cdot (\text{Cons. } [kg/h] \cdot \text{Gás } [R\$/kg] + \text{Pot Bomba de circulação } [kW] \cdot \text{Energia } [R\$/kWh]) \end{aligned} \quad (27)$$

$$\text{Custo } [R\$/\text{mês}] = n^{\circ} \text{Dias no mês} \cdot \text{Operação } [h] \cdot (\text{Pot. } [kW]) \cdot \text{Energia } [R\$/kWh] \quad (28)$$

Para bomba de calor e aquecedor a gás é necessária uma bomba de circulação para promover a transferência de água entre o reservatório térmico e trocador de calor, isso não ocorre para aquecimento por resistência elétrica pois este fica instalado no próprio reservatório, para mais de um equipamento ou bomba de circulação devesse multiplicar a potência ou consumo pela quantidade de dispositivos.

4 ESTUDO DE CASO

O sistema de central térmica proposto será estimado para suprir a demanda de água quente para uma edificação residencial multifamiliar situada na cidade de Blumenau/SC, caracterizada por um prédio de 14 andares, composto por 4 apartamentos por andar, cada unidade habitacional contendo de 3 a 4 suítes conforme tabela 3.

Tabela 3 – Valores sugeridos para consumo

Pavimento	3 Suítes	2 Suítes	Aptos
1	1	3	4
2	1	3	4
3	1	3	4
4	1	3	4
5	1	3	4
6	1	3	4
7	1	3	4
8	1	3	4
9	1	3	4
10	1	3	4
11	1	3	4
12	1	3	4
13	1	3	4
14	1	3	4
Total	14	42	56

Fonte: Autor, 2022.

Por padrão foi considerado duas pessoas para cada suíte, sendo composta por uma ducha e lavatório de banheiro, cada apartamento conta também com uma torneira quente para cozinha, totalizando 56 apartamentos e 252 pessoas, a partir de valores da tabela 4 foi determinado o consumo diário de água quente para a edificação.

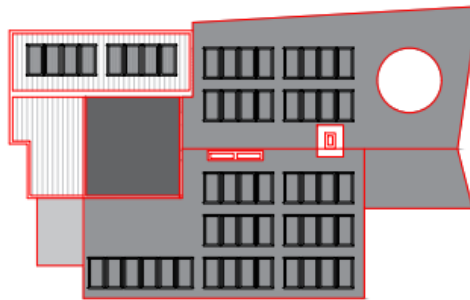
Tabela 4 – Quantificação de consumo diário

Ponto de Consumo	Vazão Peça	Quantidade	Vazão máxima
Ducha	7 l/min	126 Peças	882 l/min
Pia Cozinha	3 l/min	45 Peças	135 l/min
Lavatório	3 l/min	158 Peças	474 l/min
		Total	1491 l/min

Fonte: Autor, 2022.

Por continuidade a próxima etapa consiste na alocação dos coletores solares no topo da torre, dentre opções disponibilizadas no mercado, a pré-seleção por modelos de dimensões próximas as de 2.0 m x 1.0 m permitem fácil aquisição. Com estas dimensões são projetados na torre os coletores, para estimativa da quantidade, de acordo com a figura 24 é possível alocar até 54 coletores.

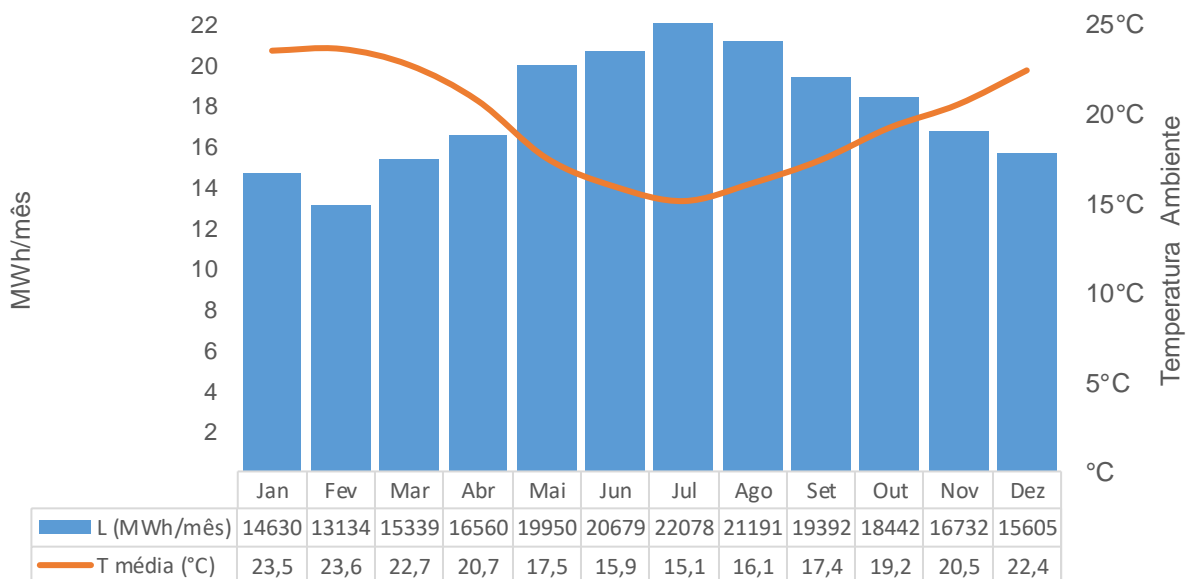
Figura 23 – Representação de coletores na edificação



Fonte: TERMOSUL ENGENHARIA, 2022

Baseado nas informações disponibilizadas por Climate Data, valores médios de temperatura foram obtidos para determinação da energia útil para aquecimento e disponibilizados de forma gráfica.

Figura 24 – Consumo e Temperatura mensal



Fonte: Adaptado de Climate Data, 2022

Três tipos de coletores solares, sendo dois modelos placa plana e um tubo a vácuo, os modelos foram selecionados propositalmente de acordo com o seu coeficiente de perdas térmicas, para obtenção de um efeito comparativo.

Tabela 5 – Dados técnicos de coletores segundo PBE

Fabricante	Modelo	Área	Fr($\tau\alpha$)	FrUL
SOLIS	MEU SOL ALFA V 200	2m ²	0,683	5,957
Rinnai	RSC-2000T	2m ²	0,700	3,905
AQUESOL	Coletor solar de 10 Tubos	1,57M ²	0,795	1,864

Fonte: PBE-INMETRO (Adaptado), 2018

O método usa como referência a média diária mensal da radiação incidente na superfície do coletor por unidade de área, fator relacionado a inclinação e orientação dos coletores ao ângulo de azimute. Supondo maior demanda de aquecimento nos períodos de inverno, a escolha destes fatores será de modo a favorecer maior incidência de radiação nos períodos mais frios do ano, com auxílio do software “RadiaSol 2” valores estimados de radiação em plano inclinado foram dispostos na tabela 6.

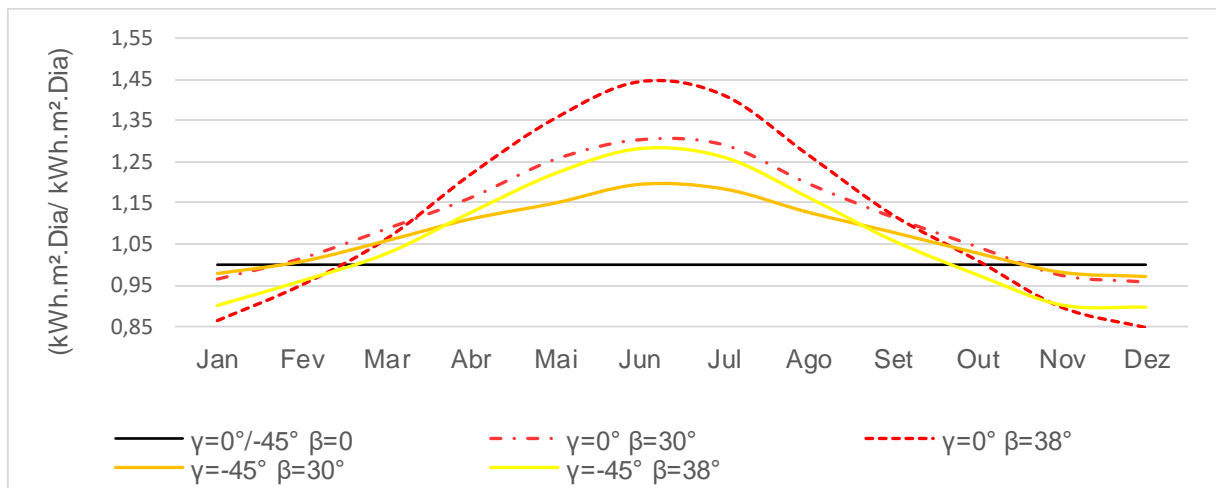
Tabela 6 – Radiação média diária

Mês	kWh/m ² /Dia (γ =Azimute β =Inclinação)				
	$\gamma=0^\circ/-45^\circ$ $\beta=0^\circ$	$\gamma=0^\circ$ $\beta=30^\circ$	$\gamma=0^\circ$ $\beta=38^\circ$	$\gamma=-45^\circ$ $\beta=30^\circ$	$\gamma=-45^\circ$ $\beta=38^\circ$
Jan	5.2	4.7	4.5	4.9	4.7
Fev	5.1	5.0	4.9	5.1	4.9
Mar	4.5	4.8	4.8	4.8	4.7
Abr	3.9	4.6	4.7	4.4	4.4
Mai	3.2	4.2	4.4	3.9	3.9
Jun	2.8	3.8	4.0	3.5	3.5
Jul	3.0	4.1	4.2	3.7	3.8
Ago	3.3	4.0	4.2	3.8	3.8
Set	3.6	3.9	4.0	3.9	3.8
Out	4.6	4.7	4.6	4.6	4.5
Nov	5.4	5.1	4.9	5.2	5.0
Dez	5.2	4.8	4.5	4.9	4.6
Média	4.1	4.5	4.5	4.4	4.3

Fonte: CRESESB/RADIASOL (Adaptado), 2022

Os valores de inclinação demonstrados acima buscam atingir a maior média anual, e maior radiação média nos períodos de inverno, já o ângulo de azimute é devido a característica construtiva da edificação ($\gamma=-45^\circ$ em relação ao norte), os valores obtidos são comparados na figura 25, onde inclinação de 38° apontado para o norte pode chegar a um coeficiente de 1,45 (45% maior que a inclinação 0°) no mês de junho, enquanto que atinge 0,86 (14% menor que a inclinação 0°) nos meses do verão.

Figura 25 – Comparativo de radiação média incidente ao plano inclinado em relação ao paralelo ao solo (Latitude 26° S)

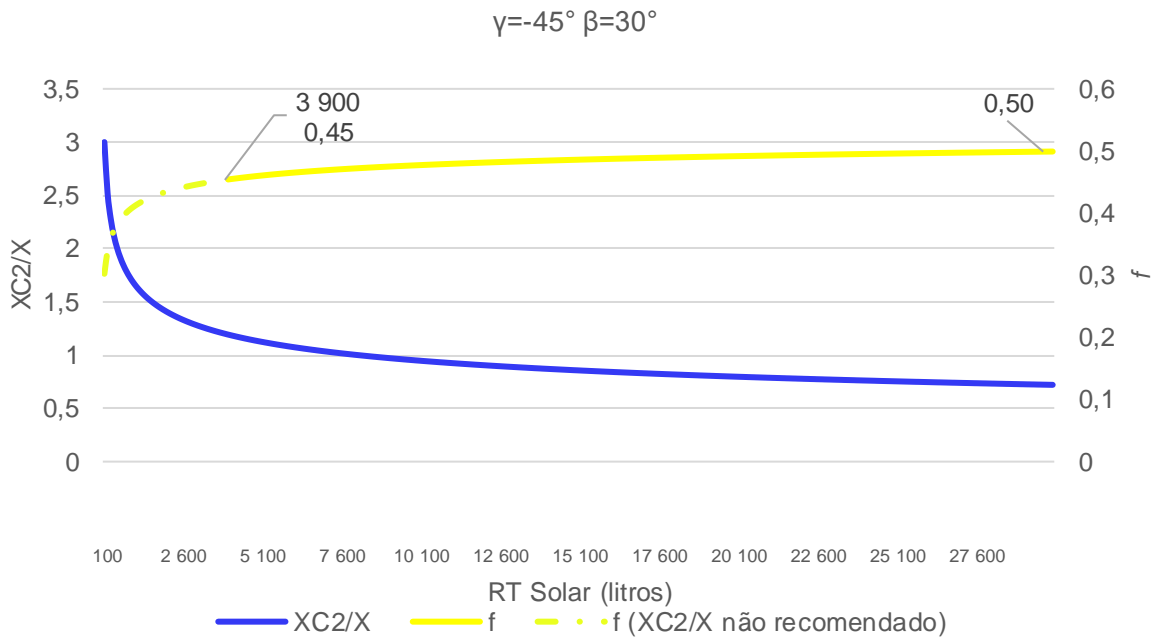


Fonte: CRESESB/RADIASOL (Adaptado), 2022

O reservatório térmico de pré-aquecimento (RT Solar), é determinado com auxílio do fator de correção descrito em (9), volumes pequenos não são recomendados segundo o autor do método, isso porque é gerada uma relação (capacidade atual/capacidade padrão) menor que 0,5 (DUFFIE, 2013).

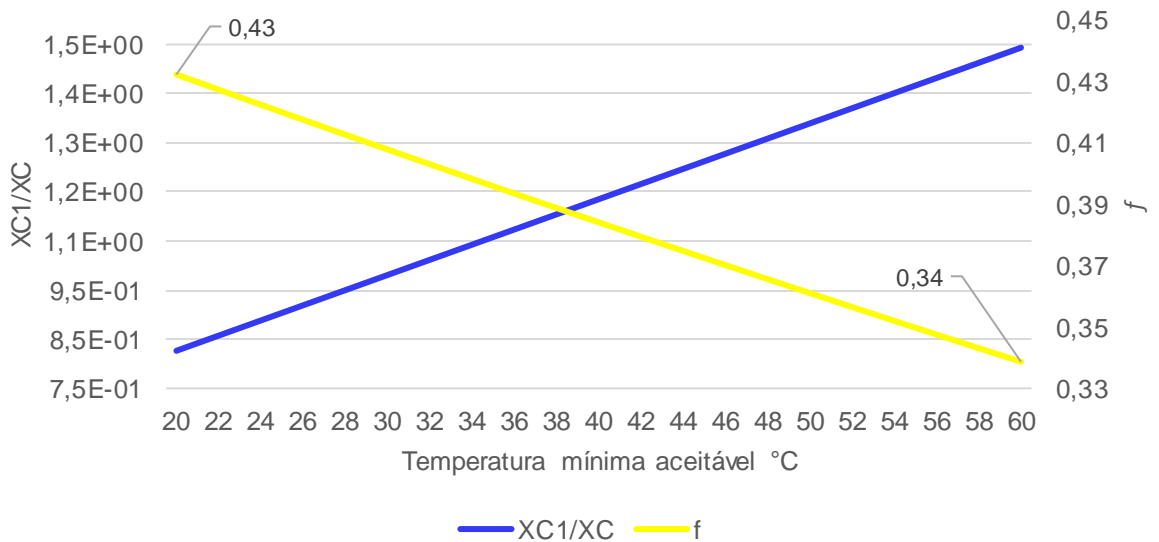
Para uma área de aproximadamente 100m^2 de coletor um volume aceitável é a partir de 4000 litros, uma possível explicação deste valor pode ser obtida na figura 26, onde valores baixos de reservatório degradam consideravelmente a fração solar média anual. A temperatura mínima aceitável no reservatório de pré-aquecimento descrita em (8) é um fator operacional importante, valores elevados implicam na menor fração solar média anual, conforme mostrado na figura 27.

Figura 26 – Fração solar em comparação com capacidade de reservatório para determinada quantidade de coletores e consumo



Fonte: Autor, 2022

Figura 27 – Fração solar em comparação a temperatura mínima aceitável no RT Solar



Fonte: Autor, 2022

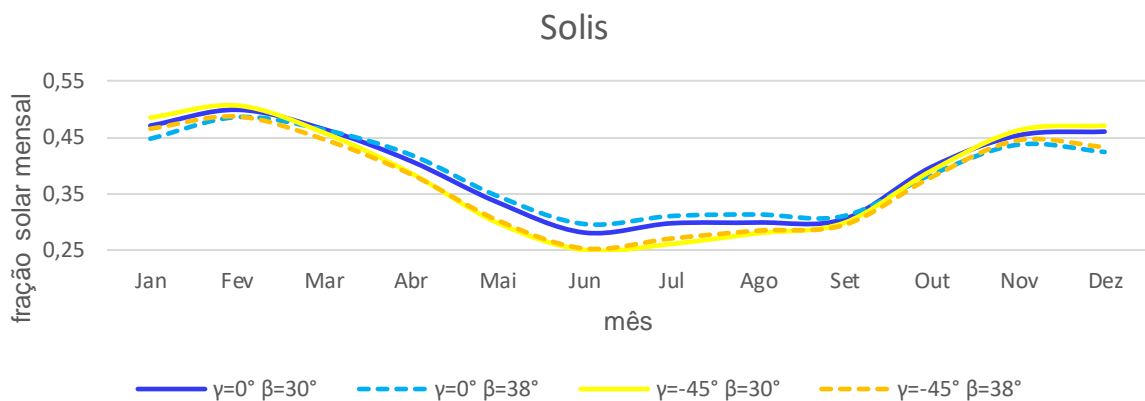
5 RESULTADOS

Neste serão apresentados os resultados obtidos por meio deste estudo.

5.1 DETERMINAÇÃO DA FRAÇÃO SOLAR

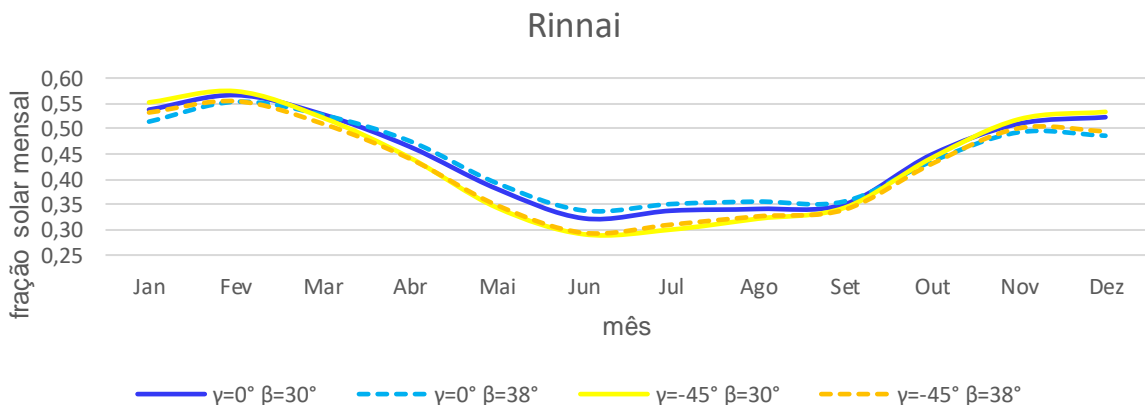
Será admitido um reservatório de preaquecimento equivalente a 5.000 litros com temperatura mínima aceitável de 30 °C com modelos citados na Tabela 7, variando a inclinação e orientação (paralela a edificação ou orientado para o norte). Para os coletores de tubo a vácuo foi considerando uma equivalência de área devido ao tamanho menor, os resultados obtidos pelo método estão dispostos nas Figuras (28), (29) e (30).

Figura 28 – Fração solar para coletor Solis



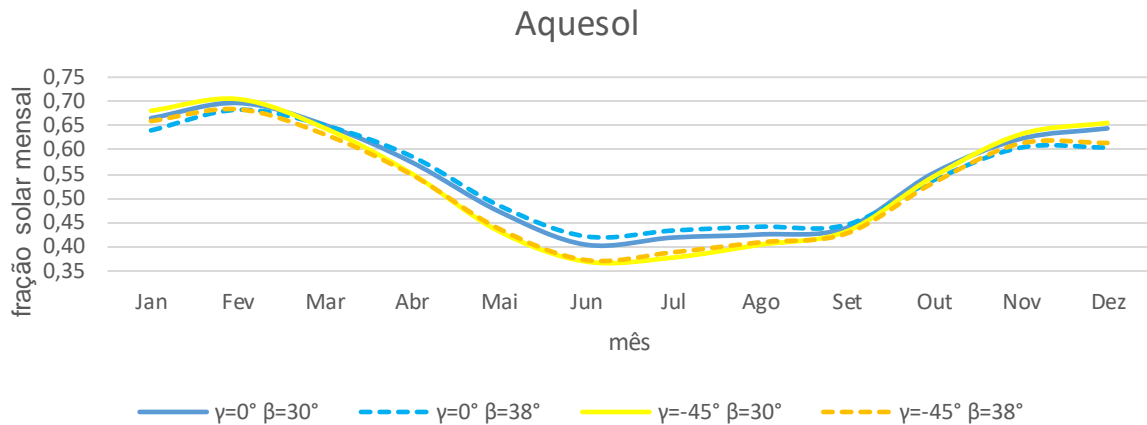
Fonte: Autor, 2022

Figura 29 – Fração solar para coletor RINNAI



Fonte: Autor, 2022

Figura 30 – Fração solar para coletor Aquesol



5.2 ESTIMATIVA DO CUSTO PARA AQUECIMENTO

O aquecimento auxiliar terá a proposta de quatro sistemas, resistência elétrica, aquecedor de passagem alimentado por GLP e modelos híbridos utilizando as fontes já citadas com bomba de calor. Para situações em que são utilizados coletores solares foi considerado o modelo da fabricante RINNAI®, inclinação de 30° e ângulo de azimute -45° com o reservatório de 5000 litros de capacidade.

As duas unidades de aquecimento de passagem a gás utilizadas como parâmetro serão da marca RINNAI® modelo “REU-3201FFA-BE GLP”, que segundo fabricante possuem uma capacidade de 59.340 kCal/h e consumo de 5,01 kg/h de gás, três unidades deste modelo irão compor o sistema. Para aquecimento por resistência elétrica, três unidades do tipo tubular por imersão, de modelo genérico com potência nominal de 12kW cada.

Para utilização de bomba de calor, será considerado quatro modelos “BC 120T” da fabricante JellyFish®, segundo STOECKER (1985) bombas de calor apresentam perda de rendimento à medida que a temperatura no evaporador diminui, o fabricante disponibiliza a capacidade do equipamento em relação a temperatura ambiente. A partir destas informações e através de interpolação, uma relação de capacidade para cada temperatura de operação foi obtida em tabela 7. Os equipamentos estarão sujeitos a uma restrição de tempo de operação conforme tabela 8.

Tabela 7 – Capacidade condicionada a temperatura externa

Temperatura	Capacidade
14 °C	17000 kCal/h
15 °C	17375 kCal/h
16 °C	17750 kCal/h
17 °C	18125 kCal/h
18 °C	18500 kCal/h
19 °C	18625 kCal/h
20 °C	18750 kCal/h
21 °C	18875 kCal/h
22 °C	19000 kCal/h
23 °C	19360 kCal/h
24 °C	19720 kCal/h
25 °C	20080 kCal/h
26 °C	20440 kCal/h
27 °C	20800 kCal/h

Fonte: Autor, 2022

Tabela 8 – Condição de operação para aquecimento auxiliar

Operação		
Bomba de Calor	$6 \geq t \geq 0$	Horas/dia
Gás	$5 \geq t \geq 0$	Horas/dia
Resistência Elétrica	$24 \geq t \geq 0$	Horas/dia

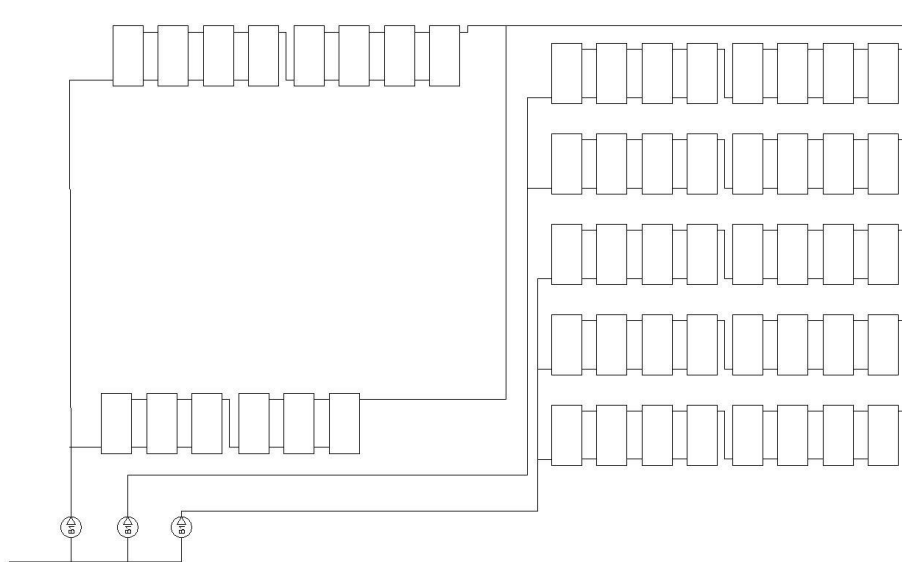
Fonte: Autor, 2022

Para circulação de água no aquecedor a gás uma bomba modelo “TPF-WE-BR 348 W” da marca Texius® para cada unidade será considerada, a seleção deste modelo é por sugestão do fabricante, cada bomba de calor necessita uma vazão mínima de 5,5m³/h, com auxílio de software cálculo de perda de carga localizada, um circuito genérico foi utilizado para estimar a ordem de grandeza em metros de coluna d’água, arbitrando uma pressão entre 2 e 4 MCA o modelo “TBHLI-70 1/2 CV” atende o requisito por unidade de bomba de calor.

Para circulação de água nos coletores a ISO-9806 (2017), recomenda uma vazão mássica de 0,02 kg/m².s (área de coletor), diante desta informação um arranjo foi elaborado conforme figura (33) com duas bombas modelo “TBHF-WE BR 100 W” e uma “TPF-WE BR 248 W”, o tempo de operação é um fator de difícil previsibilidade porém neste trabalho será equivalente a insolação diária média mensal disponível no Atlas Solarimétrico do Brasil (2000).

A automação possui um baixo custo de operação, segundo FULLGAUGE (2018), um controlador pode consumir até 1,5 VA de potência total, neste trabalho propõe-se um custo de 0,10 R\$/Dia.

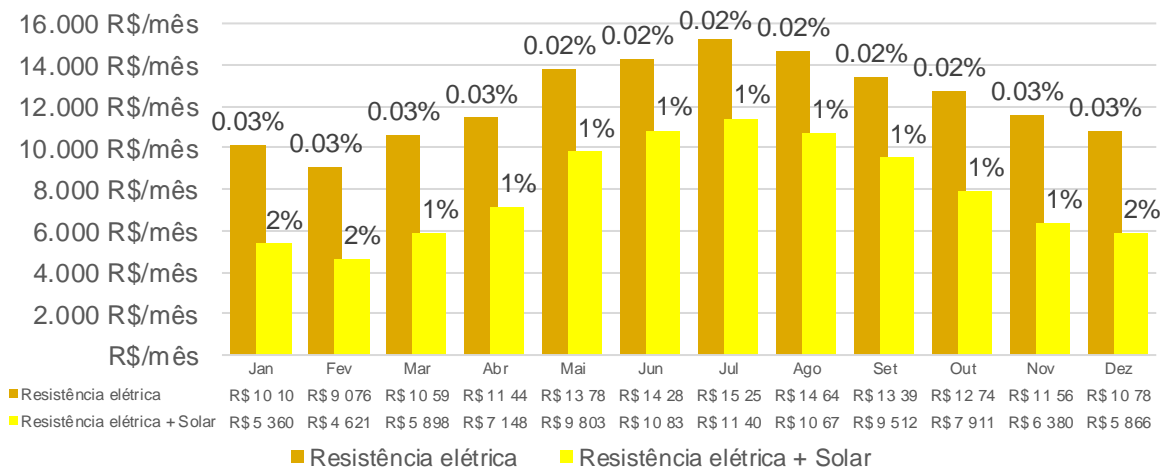
Figura 31 – Arranjo do sistema hidráulico



Fonte: Autor, 2022

A tarifa de energia elétrica acrescida de PIS, COFINS E ICMS pode chegar a 0,69 R\$/kWh (CELESC, 2022; MP N° 255,2022), enquanto o GLP pode ser encontrado em Blumenau em setembro de 2022 por 9,71 R\$/kg (ANP,2022), a partir destas informações foi obtida a estimativa de custo para cada sistema.

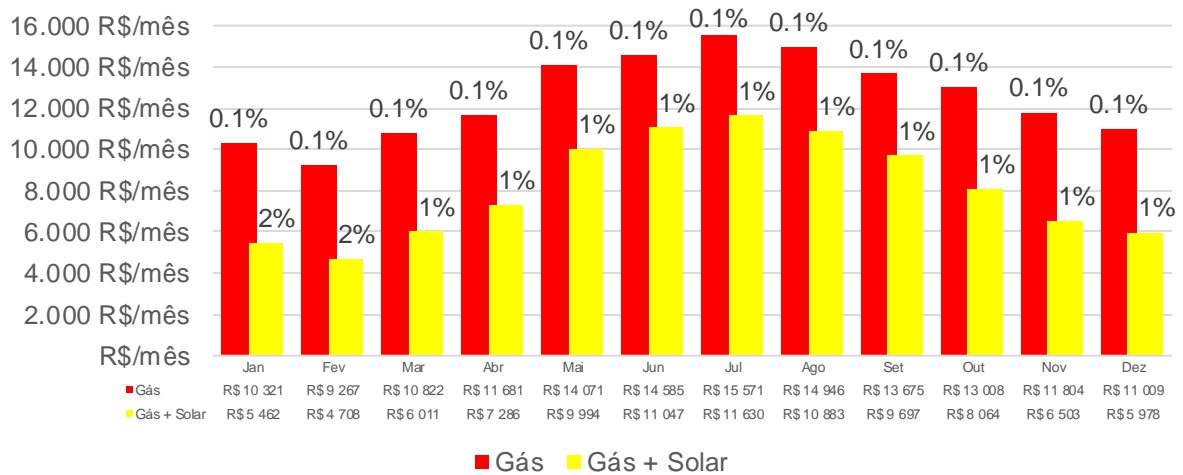
Figura 32 – Estimativa de custo Central Térmica com resistência elétrica (% contribuição das instalações no total)



Fonte: Autor, 2022

A figura 32 corresponde ao custo estimado para um sistema composto de reservatório e resistência elétrica, com e sem aquecimento solar, verifica que o custo de automação perante ao custo de potência é quase irrelevante, já o SAS de água possui um custo próximo a 2% do total em meses quentes, e 1% do custo total em meses mais frios, isso pode ser pelo fato de produzir menos.

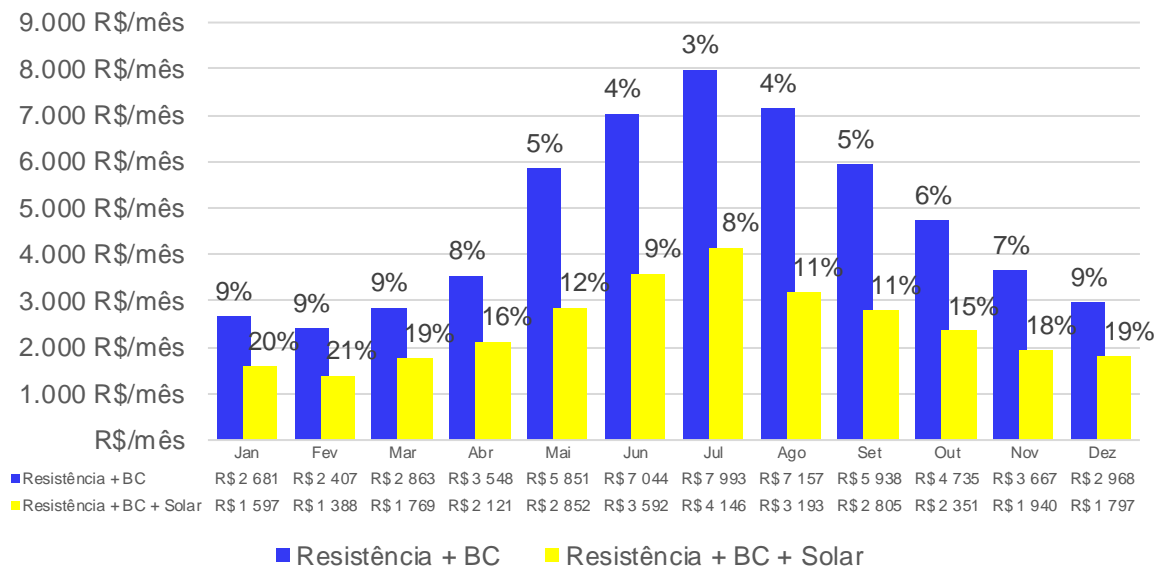
Figura 33 – Estimativa de custo Central Térmica aquecida á gás (% contribuição das instalações no total)



Fonte: Autor, 2022

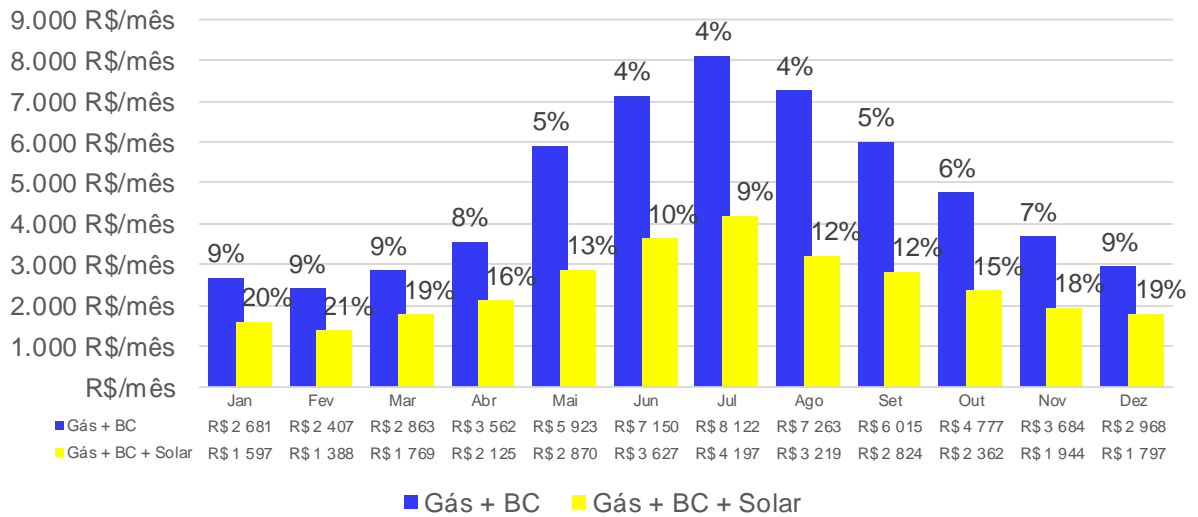
A figura 33 corresponde ao custo estimado da central térmica a gás, diferente da anterior esta possui um custo para bombeamento, somados chegam a menos de 1% do custo total, um fator que vale destacar é a proximidade entre o custo por aquecimento a gás e resistência elétrica, por exemplo o custo estimado do aquecimento à resistência no mês de julho é cerca de quase 98% comparando ao custo do aquecimento a gás.

Figura 34 – Estimativa de custo Central Térmica aquecida por Bomba de Calor (% contribuição das instalações no total)



Fonte: Autor, 2022

Figura 35 – Estimativa de custo Central Térmica com aquecimento a gás e bomba de calor (% contribuição das instalações no total)



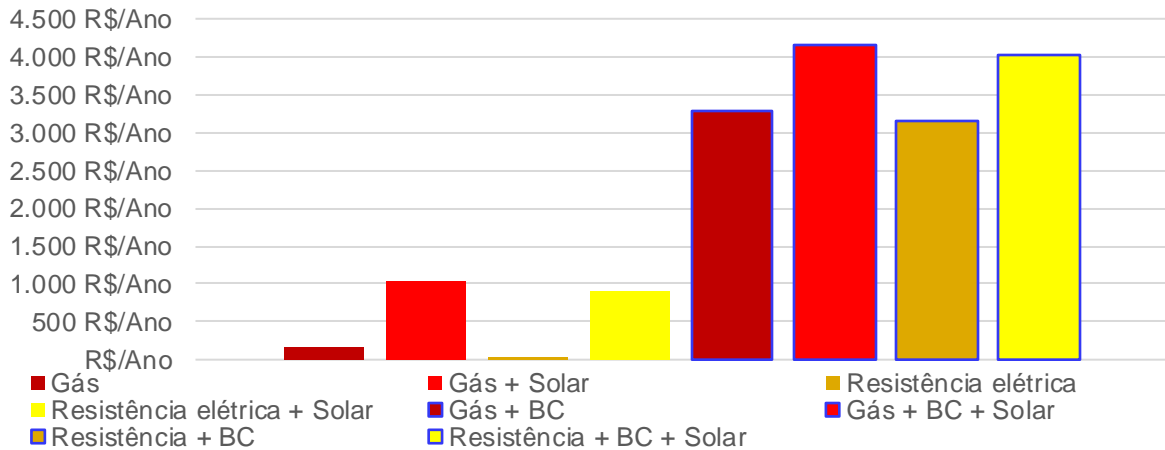
Fonte: Autor, 2022

As figuras acima correspondem aos sistemas com bomba de calor, em meses quentes a estimativa de operação é menor que a restrição imposta, já em meses mais frios além da demanda maior e queda de rendimento do equipamento resulta em complementação por uma segunda fonte, sendo por resistência (36) ou gás

(37). Todavia, o custo de aquecimento é considerável podendo chegar a quase 21% do custo de uma central térmica a gás.

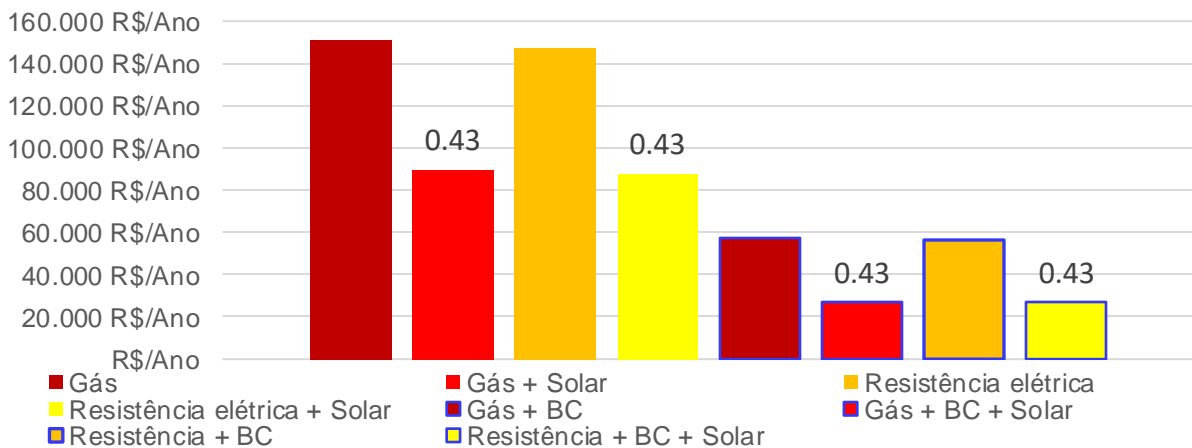
Os dados demonstrados até o momento são dos custos de aquecimento e operação das instalações (bombeamento e automação) somados, na figura (36) são explicitadas as estimativas de gastos apenas da operação das instalações, vale reforçar que o custo estimado é apenas para operação do sistema, custos relacionados a implementação da central não foram levantados neste estudo, em sistemas com bomba de calor, mesmo apresentando maiores custos periféricos, resultam em menor custo total de aquecimento, mostrados na figura (37).

Figura 36 – Estimativa de custo das instalações



Fonte: Autor, 2022

Figura 37 – Estimativa de custo Total



Fonte: Autor, 2022

6 CONCLUSÃO

Culturalmente no Brasil o uso do chuveiro elétrico faz parte do cotidiano. Em décadas anteriores com uma robusta matriz energética, a utilização deste equipamento não foi motivo de preocupação, mas com o desenvolvimento do país a demanda energética cresceu trazendo à tona a problemática de grande demanda concentrada em um curto período.

A utilização de centrais térmicas pode contribuir para redução da demanda de potência elétrica em horários de ponta nas residências. Aliadas com aquecimento solar e emprego de novas tecnologias como a bomba de calor, possibilitam a redução de custo para aquecimento, viabilizando sua implantação.

Neste estudo foi possível verificar que o custo de aquecimento para centrais térmicas com fonte á gás GLP ou resistência elétrica possuem valores próximos. O custo relacionado a automação e bombeamento no SAS de água nesses casos é baixo, se comparado ao custo total de aquecimento pode atingir 2% em meses de maior operação.

Foi possível constatar que o SAS de água apresentado neste trabalho, mesmo com custo de bombeamento maior que os sistemas sem aquecimento solar, apresentam um custo total de operação menor, ou seja, a energia economizada no aquecimento compensa o sistema de circulação forçada nos coletores.

Para um sistema aquecido por bomba de calor o custo relacionado aos periféricos é maior, por se tratar de um equipamento com maior vazão de água para operação, necessita um sistema de bombeamento mais robusto com considerável tempo de operação diário, porém este custo é compensado pelo coeficiente de performance da bomba de calor, oferecendo aquecimento com menor custo.

Todavia, é um equipamento sensível a condições ambientes, seu rendimento pode diminuir consideravelmente em períodos mais frios do ano, logo é um equipamento que necessita uma complementaridade de outra fonte para períodos mais frios, fator que pode deixar de ser relevante com lançamento de novas tecnologias.

Algumas sugestões para o tema podem ir da análise detalhada de perdas térmicas nas instalações, custos de implantação e análise de investimento, até o estudo do potencial de climatização da edificação a partir da energia absorvida no evaporador da bomba de calor.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Levantamento de Preços de Combustíveis (últimas semanas pesquisadas)**. Planilha de preços. Cidade: ANP, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/precos-e-defesa-da-concorrenca/precos/arquivos-lpc/revendas_lpc_2022-09-11_2022-09-17.xlsx. Acesso em: 13 nov. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569**: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto: Requisitos de projeto e instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16057**: Sistemas de aquecimento de água a gás (SAAG) – Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16057**: Sistemas de aquecimento de água a gás (SAAG) – Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Manual de capacitação em projetos de sistemas de aquecimento solar**. São Paulo: Edição abril de 2008. 138p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. **Sistemas de aquecimento de água para edifícios através da associação energia solar e gás natural**: manual técnico para projeto e construção de sistemas de aquecimento solar e gás. [s.n.] 61p. São Paulo. Março 2011.

BBC BRASIL. **Confiança em biocombustíveis contra aquecimento é baixa, mostra pesquisa**. 2007. Disponível em: [https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2007/12/071211_pesquisaaquecimentoiuicn#w:~:text=O%20secret%C3%A1rio-executivo%20da%20UNFCCC%2C%20Yvo%20de%20Boer%2C%20disse,em%20sua%20capacidade%20de%20combater%20o%20aquecimento%20global>](https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2007/12/071211_pesquisaaquecimentoiuicn#w:~:text=O%20secret%C3%A1rio-executivo%20da%20UNFCCC%2C%20Yvo%20de%20Boer%2C%20disse,em%20sua%20capacidade%20de%20combater%20o%20aquecimento%20global>.). Acesso em: 29 ago. 2022.

CLIMATE DATA. **Clima Blumenau**. 2022. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/santa-catarina/blumenau-4784/>. Acesso em 13 de nov. de 2022.

CELESC. **Tarifas e taxas**. 2022. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia>. Acesso em 13 de nov. de 2022.

COMPANHIA PAULISTA FORÇA E LUZ. **Caminhos da Energia: Energia é Tudo Episódio 1**. 2016. 1 vídeo 25 min. Publicado pelo canal Amir Klink Oficial. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=C1glRuerOtc>. Acesso em: 29 ago. 2022.

DUFFIE, J. A. BECKMAN, W. A. **Solar Engineering of Thermal Processes**. 4. ed. New Jersey: Wiley, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica Interativo**. 2022. Anuário Interativo eletrônico. Disponível em: <https://bit.ly/3oY380k>. Acesso em 29 de agosto de 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Atlas da Eficiência Energética**. 2021. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-51/Atlas2021_PT_2022_02_04.pdf. Acesso 29 de Agosto de 2022.

FULLGAUGE. **MICROSOL II E plus**. Manual do produto. disponível em: <http://www.fullgauge.com.br/manuais/microsol-2-e-plus>. Último acesso em 13 de novembro de 2022.

INTERNACIONAL ENERGY AGENCY. **Energy and Carbon Tracker 2020**. 2020. Manual interativo eletrônico. Disponível em: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/electricity>. Acesso em 29 de agosto de 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9806** Solar Energy: Solar Thermal Collectors: Test Methods. 2017.

KALOGIROU, S. **Solar Energy Engineering: Processes and Systems**. 2. ed. San Diego: Elsevier, 2014.

LAWSON, A.; PEREIRA, G. **Termelétricas e seu Papel na Matriz Energética Brasileira**. Caderno de opinião FGV Energia.10 p. 2018. Disponível em: https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao_fevereiro_-_termeletricas_-_andre_e_guilherme.pdf. Acesso em 30 de agosto de 2022.

LI, W; RUBIN, T.H.; ONYINA, P.A. Comparing Solar Water Heater Popularization Policies in China, Israel and Australia: The Roles of Governments in Adopting Green Innovations. **Sustainable Development**, [s. l.]v. 21, p. 211-234, 2012. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sd.1547>. Acesso em: 29 ago. 2022.

MOREIRA, F. **Coletores Solares Em Instalações Prediais: Desempenho e Viabilidade Técnico-Econômica Para Sistema de Aquecimento De Chuveiros**. 2013. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

NASPOLINI, H. **Agregação da Energia Solar Térmica ao Aquecimento da água Para o Banho na Moradia Popular no Brasil**. 2012. 261 f. Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial**. 2019. Manual Interativo eletrônico. Disponível em: <https://www.eletrabras.com/pphweb>. Acesso em 29 de agosto de 2022.

SANTA CATARINA. Medida provisória nº 255, de 29 de junho de 2022. **Diário Oficial do Estado**, Poder Executivo, Florianópolis, SC, 01 de julho de 2022.

SILVA JÚNIOR, Olinto. **Análise de Um Sistema Híbrido Solar Gás Para Aquecimento de Água em um Edifício em João Pessoa**. 2020.121 f. Dissertação de Mestrado – Programa de pós-graduação em energias renováveis. Universidade Federal da Paraíba, 2020.

STOECKER, WILBERT F.; JONES, JEROLD W. **Refrigeração e Ar Condicionado**. 1. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

TIBA, C. *et al.* **Atlas Solarimétrico do Brasil: Banco de dados Solarimétrico**. 2. ed. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000.

APÊNDICE A – Estimativa de gasto

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Soma
Resistência elétrica	R\$ 10 109	R\$ 9 076	R\$ 10 599	R\$ 11 443	R\$ 13 784	R\$ 14 288	R\$ 15 254	R\$ 14 642	R\$ 13 399	R\$ 12 743	R\$ 11 561	R\$ 10 783	147 683 R\$/Ano
Resistência elétrica + Solar	R\$ 5 360	R\$ 4 621	R\$ 5 898	R\$ 7 148	R\$ 9 803	R\$ 10 835	R\$ 11 407	R\$ 10 675	R\$ 9 512	R\$ 7 911	R\$ 6 380	R\$ 5 866	95 417 R\$/Ano
Gás	R\$ 10 321	R\$ 9 267	R\$ 10 822	R\$ 11 681	R\$ 14 071	R\$ 14 585	R\$ 15 571	R\$ 14 946	R\$ 13 675	R\$ 13 008	R\$ 11 804	R\$ 11 009	150 759 R\$/Ano
Gás + BC	R\$ 2 681	R\$ 2 407	R\$ 2 863	R\$ 3 562	R\$ 5 923	R\$ 7 150	R\$ 8 122	R\$ 7 263	R\$ 6 015	R\$ 4 777	R\$ 3 684	R\$ 2 968	57 414 R\$/Ano
Gás + BC + Solar	R\$ 1 597	R\$ 1 388	R\$ 1 769	R\$ 2 125	R\$ 2 870	R\$ 3 627	R\$ 4 197	R\$ 3 219	R\$ 2 824	R\$ 2 362	R\$ 1 944	R\$ 1 797	29 718 R\$/Ano
Resistência + BC	R\$ 2 681	R\$ 2 407	R\$ 2 863	R\$ 3 548	R\$ 5 851	R\$ 7 044	R\$ 7 993	R\$ 7 157	R\$ 5 938	R\$ 4 735	R\$ 3 667	R\$ 2 968	56 852 R\$/Ano
Resistência + BC + Solar	R\$ 1 597	R\$ 1 388	R\$ 1 769	R\$ 2 121	R\$ 2 852	R\$ 3 592	R\$ 4 146	R\$ 3 193	R\$ 2 805	R\$ 2 351	R\$ 1 940	R\$ 1 797	29 552 R\$/Ano
Gás + Solar	R\$ 5 462	R\$ 4 708	R\$ 6 011	R\$ 7 286	R\$ 9 994	R\$ 11 047	R\$ 11 630	R\$ 10 883	R\$ 9 697	R\$ 8 064	R\$ 6 503	R\$ 5 978	97 264 R\$/Ano

APÊNDICE B – Estimativa de gasto (instalações)

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Insolação	5 H/Dia	5 H/Dia	5 H/Dia	4 H/Dia	4 H/Dia	4 H/Dia	4 H/Dia	4 H/Dia	3 H/Dia	4 H/Dia	5 H/Dia	5 H/Dia	Total
Resistência elétrica	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	R\$ 3	37 R\$/Ano
Resistência elétrica + Solar	R\$ 88	R\$ 80	R\$ 88	R\$ 69	R\$ 71	R\$ 69	R\$ 71	R\$ 71	R\$ 52	R\$ 71	R\$ 85	R\$ 88	903 R\$/Ano
Gás	R\$ 14	R\$ 13	R\$ 14	R\$ 13	R\$ 15	R\$ 15	R\$ 16	R\$ 15	R\$ 12	R\$ 14	R\$ 15	R\$ 14	170 R\$/Ano
Gás + BC	R\$ 238	R\$ 213	R\$ 254	R\$ 271	R\$ 294	R\$ 294	R\$ 308	R\$ 303	R\$ 286	R\$ 287	R\$ 272	R\$ 263	3 281 R\$/Ano
Gás + BC + Solar	R\$ 323	R\$ 290	R\$ 338	R\$ 337	R\$ 362	R\$ 359	R\$ 376	R\$ 370	R\$ 336	R\$ 355	R\$ 354	R\$ 348	4 147 R\$/Ano
Resistência + BC	R\$ 238	R\$ 213	R\$ 254	R\$ 268	R\$ 277	R\$ 268	R\$ 277	R\$ 277	R\$ 268	R\$ 277	R\$ 268	R\$ 263	3 144 R\$/Ano
Resistência + BC + Solar	R\$ 323	R\$ 290	R\$ 338	R\$ 333	R\$ 344	R\$ 333	R\$ 344	R\$ 344	R\$ 317	R\$ 344	R\$ 350	R\$ 348	4 010 R\$/Ano
Gás + Solar	R\$ 88	R\$ 80	R\$ 88	R\$ 72	R\$ 89	R\$ 95	R\$ 102	R\$ 97	R\$ 71	R\$ 81	R\$ 89	R\$ 88	1 040 R\$/Ano

APÊNDICE C – Fração solar

Marca	Configuração		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
SOLIS	$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.47	0.50	0.46	0.41	0.33	0.28	0.30	0.30	0.30	0.40	0.45	0.46	0.39
SOLIS	$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.45	0.49	0.46	0.42	0.35	0.30	0.31	0.31	0.31	0.38	0.44	0.42	0.39
SOLIS	$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.48	0.51	0.46	0.39	0.30	0.25	0.26	0.28	0.30	0.39	0.46	0.47	0.38
SOLIS	$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.46	0.49	0.45	0.38	0.30	0.25	0.27	0.28	0.29	0.38	0.44	0.43	0.37
Rinnai	$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.54	0.57	0.53	0.46	0.38	0.32	0.34	0.34	0.35	0.45	0.51	0.52	0.44
Rinnai	$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.51	0.55	0.53	0.48	0.39	0.34	0.35	0.36	0.36	0.43	0.49	0.49	0.44
Rinnai	$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.55	0.57	0.52	0.44	0.34	0.29	0.30	0.32	0.34	0.44	0.52	0.53	0.43
Rinnai	$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.53	0.55	0.51	0.44	0.35	0.29	0.31	0.33	0.34	0.43	0.50	0.49	0.42
AQUESOL	$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.67	0.70	0.65	0.57	0.47	0.40	0.42	0.43	0.44	0.55	0.62	0.64	0.55
AQUESOL	$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.64	0.68	0.65	0.59	0.49	0.42	0.43	0.44	0.45	0.54	0.60	0.60	0.54
AQUESOL	$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$	<i>f</i>	0.68	0.70	0.64	0.55	0.43	0.37	0.38	0.40	0.43	0.54	0.63	0.66	0.54
AQUESOL	$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$	<i>f</i>	0.66	0.68	0.63	0.55	0.44	0.37	0.39	0.41	0.43	0.53	0.61	0.61	0.53

APÊNDICE D – Cálculo fração solar

RINNAI												
$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.69	4.87	4.65	4.36	3.90	3.50	3.76	3.83	3.82	4.50	4.99	4.57
HT (J/m ² /Dia)	16884000	17532000	16740000	15696000	14040000	12600000	13536000	13788000	13752000	16200000	17964000	16452000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	1.815	1.830	1.703	1.463	1.167	1.049	0.996	1.063	1.160	1.313	1.442	1.664
Y	0.751	0.785	0.710	0.597	0.458	0.384	0.399	0.424	0.447	0.572	0.676	0.686
f	0.53	0.55	0.51	0.44	0.35	0.29	0.31	0.33	0.34	0.43	0.50	0.49

APÊNDICE E – Cálculo fração solar

RINNAI												
$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.87	5.05	4.76	4.38	3.85	3.47	3.65	3.78	3.86	4.62	5.17	4.93
HT (J/m ² /Dia)	17532000	18180000	17136000	15768000	13860000	12492000	13140000	13608000	13896000	16632000	18612000	17748000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	1.815	1.830	1.703	1.463	1.167	1.049	0.996	1.063	1.160	1.313	1.442	1.664
Y	0.780	0.814	0.727	0.600	0.452	0.381	0.387	0.418	0.451	0.587	0.701	0.740
f	0.55	0.57	0.52	0.44	0.34	0.29	0.30	0.32	0.34	0.44	0.52	0.53

APÊNDICE F – Cálculo fração solar

RINNAI												
$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.53	4.86	4.81	4.70	4.36	3.98	4.22	4.15	3.99	4.55	4.91	4.49
HT (J/m ² /Dia)	16308000	17496000	17316000	16920000	15696000	14328000	15192000	14940000	14364000	16380000	17676000	16164000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	1.815	1.830	1.703	1.463	1.167	1.049	0.996	1.063	1.160	1.313	1.442	1.664
Y	0.726	0.783	0.735	0.644	0.512	0.437	0.448	0.459	0.467	0.578	0.666	0.674
f	0.51	0.55	0.53	0.48	0.39	0.34	0.35	0.36	0.36	0.43	0.49	0.49

APÊNDICE G – Cálculo fração solar

RINNAI												
$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.74	4.98	4.82	4.59	4.24	3.81	4.07	3.99	3.93	4.69	5.08	4.83
HT (J/m ² /Dia)	17064000	17928000	17352000	16524000	15264000	13716000	14652000	14364000	14148000	16884000	18288000	17388000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	1.815	1.830	1.703	1.463	1.167	1.049	0.996	1.063	1.160	1.313	1.442	1.664
Y	0.759	0.803	0.736	0.629	0.498	0.418	0.432	0.441	0.460	0.596	0.689	0.725
F	0.54	0.57	0.53	0.46	0.38	0.32	0.34	0.34	0.35	0.45	0.51	0.52

APÊNDICE H – Cálculo fração solar

Solis												
$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m²/Dia)	4.69	4.87	4.65	4.36	3.90	3.50	3.76	3.83	3.82	4.50	4.99	4.57
HT (J/m²/Dia)	16884000	17532000	16740000	15696000	14040000	12600000	13536000	13788000	13752000	16200000	17964000	16452000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	2.769	2.792	2.598	2.232	1.781	1.600	1.519	1.622	1.769	2.003	2.199	2.538
Y	0.733	0.766	0.693	0.583	0.447	0.375	0.389	0.413	0.436	0.558	0.660	0.670
f	0.46	0.49	0.45	0.38	0.30	0.25	0.27	0.28	0.29	0.38	0.44	0.43

APÊNDICE I – Cálculo fração solar

Solis												
$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m²/Dia)	4.87	5.05	4.76	4.38	3.85	3.47	3.65	3.78	3.86	4.62	5.17	4.93
HT (J/m²/Dia)	17532000	18180000	17136000	15768000	13860000	12492000	13140000	13608000	13896000	16632000	18612000	17748000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	2.769	2.792	2.598	2.232	1.781	1.600	1.519	1.622	1.769	2.003	2.199	2.538
Y	0.761	0.794	0.710	0.585	0.441	0.371	0.378	0.408	0.440	0.573	0.684	0.722
f	0.48	0.50	0.45	0.38	0.29	0.25	0.26	0.28	0.29	0.38	0.46	0.46

APÊNDICE J – Cálculo fração solar

Solis												
$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m²/Dia)	4.53	4.86	4.81	4.70	4.36	3.98	4.22	4.15	3.99	4.55	4.91	4.49
HT (J/m²/Dia)	16308000	17496000	17316000	16920000	15696000	14328000	15192000	14940000	14364000	16380000	17676000	16164000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	2.769	2.792	2.598	2.232	1.781	1.600	1.519	1.622	1.769	2.003	2.199	2.538
Y	0.708	0.764	0.717	0.628	0.500	0.426	0.437	0.448	0.455	0.564	0.649	0.658
f	0.45	0.49	0.46	0.42	0.35	0.30	0.31	0.31	0.31	0.38	0.44	0.42

APÊNDICE K – Cálculo fração solar

Solis												
$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.74	4.98	4.82	4.59	4.24	3.81	4.07	3.99	3.93	4.69	5.08	4.83
HT (J/m ² /Dia)	17064000	17928000	17352000	16524000	15264000	13716000	14652000	14364000	14148000	16884000	18288000	17388000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128	1.128
X	2.769	2.792	2.598	2.232	1.781	1.600	1.519	1.622	1.769	2.003	2.199	2.538
Y	0.741	0.783	0.719	0.613	0.486	0.408	0.422	0.431	0.448	0.582	0.672	0.708
f	0.47	0.50	0.46	0.41	0.33	0.28	0.30	0.30	0.30	0.40	0.45	0.46

APÊNDICE L – Cálculo fração solar

Aquesol												
$\gamma=-45^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.69	4.87	4.65	4.36	3.90	3.50	3.76	3.83	3.82	4.50	4.99	4.57
HT (J/m ² /Dia)	16884000	17532000	16740000	15696000	14040000	12600000	13536000	13788000	13752000	16200000	17964000	16452000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129
X	0.870	0.877	0.816	0.701	0.559	0.503	0.477	0.509	0.556	0.629	0.691	0.797
Y	0.856	0.894	0.809	0.680	0.522	0.437	0.455	0.483	0.509	0.651	0.771	0.782
f	0.66	0.68	0.63	0.55	0.44	0.37	0.39	0.41	0.43	0.53	0.61	0.61

APÊNDICE M – Cálculo fração solar

Aquesol												
$\gamma=-45^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.87	5.05	4.76	4.38	3.85	3.47	3.65	3.78	3.86	4.62	5.17	4.93
HT (J/m ² /Dia)	17532000	18180000	17136000	15768000	13860000	12492000	13140000	13608000	13896000	16632000	18612000	17748000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129
X	0.870	0.877	0.816	0.701	0.559	0.503	0.477	0.509	0.556	0.629	0.691	0.797
Y	0.889	0.927	0.828	0.683	0.515	0.434	0.441	0.476	0.514	0.669	0.798	0.843
f	0.68	0.70	0.64	0.55	0.43	0.37	0.38	0.40	0.43	0.54	0.63	0.66

APÊNDICE N – Cálculo fração solar

Aquesol												
$\gamma=0^\circ \beta=38^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.53	4.86	4.81	4.70	4.36	3.98	4.22	4.15	3.99	4.55	4.91	4.49
HT (J/m ² /Dia)	16308000	17496000	17316000	16920000	15696000	14328000	15192000	14940000	14364000	16380000	17676000	16164000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129
X	0.870	0.877	0.816	0.701	0.559	0.503	0.477	0.509	0.556	0.629	0.691	0.797
Y	0.827	0.892	0.837	0.733	0.583	0.497	0.510	0.523	0.532	0.659	0.758	0.768
f	0.64	0.68	0.65	0.59	0.49	0.42	0.43	0.44	0.45	0.54	0.60	0.60

APÊNDICE O – Cálculo fração solar

Aquesol												
$\gamma=0^\circ \beta=30^\circ$												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Dias	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
HT (kWh/m ² /Dia)	4.74	4.98	4.82	4.59	4.24	3.81	4.07	3.99	3.93	4.69	5.08	4.83
HT (J/m ² /Dia)	17064000	17928000	17352000	16524000	15264000	13716000	14652000	14364000	14148000	16884000	18288000	17388000
T média (°C)	23.5	23.6	22.7	20.7	17.5	15.9	15.1	16.1	17.4	19.2	20.5	22.4
L (kWh/mês)	14630	13134	15339	16560	19950	20679	22078	21191	19392	18442	16732	15605
L (J/mês)	5.27E+10	4.73E+10	5.52E+10	5.96E+10	7.18E+10	7.44E+10	7.95E+10	7.63E+10	6.98E+10	6.64E+10	6.02E+10	5.62E+10
Δt (segundos)	2678400	2419200	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400	2678400	2592000	2678400	2592000	2678400
Xc1	0.981	0.984	0.955	0.892	0.797	0.753	0.731	0.758	0.795	0.847	0.886	0.945
Xc2	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129	1.129
X	0.870	0.877	0.816	0.701	0.559	0.503	0.477	0.509	0.556	0.629	0.691	0.797
Y	0.865	0.914	0.839	0.716	0.567	0.476	0.492	0.503	0.524	0.679	0.784	0.826
f	0.67	0.70	0.65	0.57	0.47	0.40	0.42	0.43	0.44	0.55	0.62	0.64

ANEXO A – Catálogo fabricante JELLYFISH

AQUECEDOR PARA BANHO



APLICAÇÕES

Hotéis, Motéis, Lavanderias, Clubes, Hospitais, Indústrias Cosméticas, Residências etc. A linha HOT possui interface amigável, e trabalha também conjugada a Sistemas Solares, a Gás, Diesel ou Elétrico, resultando nos menores custos de operação possíveis para cada necessidade.

PRODUÇÃO EM LITROS - HOT 55

Temperatura do Ar (°C)	14				18				22				27			
Temperatura da Água (°C)	45	50	55	45	50	55	45	50	55	45	50	55	45	50	55	
BC 50	369	295	246	434	347	290	499	399	333	581	464	387				
BC 80	608	486	405	698	558	465	788	630	525	900	720	600				
BC 120	804	643	536	923	739	616	1042	834	695	1191	953	794				
BC 480	3402	2722	2258	3022	2057	2548	4241	3393	2827	4765	3812	3177				

PRODUÇÃO EM LITROS - HOT 70

Temperatura do Ar (°C)	14				18				22				27			
Temperatura da Água (°C)	60	65	70	60	65	70	60	65	70	60	65	70	60	65	70	
BC 120	486	425	378	529	463	411	543	475	422	594	520	462				

CAPACIDADE EM KILOCALORIAS

Temperatura do Ar (°C)	14				18				22				27			
BC 50	7365				8685				9986				11612			
BC 80	12150				13950				15750				18000			
BC 120	16083				18465				20848				23826			
BC 480	68047				76434				84821				95304			
BC 120 HOT 70	17000				18500				19000				20600			

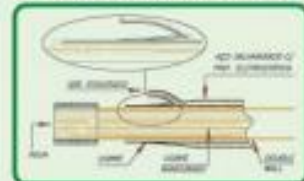
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	BC 50 M	BC 80 T	BC 120 T	BC 480 T	BC 120 T HOT 70
Fases		230-1-60	230-3-60	230-3-60	230-3-60	230-3-60
Capacidade Nominal	Kcal	11.612	18.723	23.828	95.304	21.623
Potência Compressor	Kw	3,12	4,27	16,7	16,7	24,9
Corrente Compressor	A	14,6	12,6	22	22	12,8
Qtd Compressores	Un	1	1	1	4	1
Potência Ventilador	Kw	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Corrente Ventilador	A	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Qtd Ventiladores	Un	1	1	1	6	1
Potência Nominal Total	Kw	3,27	4,42	5,55	5,53	8,35
Corrente Nominal Total	A	35,1	14,1	38,2	18,2	28,4
C.D.P. Água Quente		3,78	3,61	3,72	3,72	1,00
Comprimento	mm	765	965	965	2030	965
Largura	mm	665	855	855	2445	855
Altura	mm	770	770	970	2525	970
Peso	Kg	70	102	139	998	152
Vazão Água Quente	M³/h	3	4	5	64	5

TABELA DE SELEÇÃO DE CABOS ELÉTRICOS 220V

Bitola (mm²)	4	6	10	16	25	35
MODELO						
BC 50 M	36	56	92	144	217	291
BC 80 M		30	42	79	120	161
BC 80 T		51	85	132	200	268
BC 120 M				35	53	78
BC 120 T				64	127	170



CONDENSADOR DOUBLE WALL



Caso haja algum dano no tubo, a água não entra em contato com o fluido refrigerante. Ela escorrega pela parede dupla exclusiva do condensador Double Wall.



INDÚSTRIAS TOSI
T 11 3643.0433 | jellyfish.com.br

ANEXO B – Coeficientes dos coletores PBE

Empresa	Marca	Modelo	Aplicação	Pressão de Funcionamento		Área do Coletor		Produção Média mensal de Energia		Eficiência Energética Média (%)	Classificação	Material Superfície Absorvedora	Frit/In	Frit/L	Número do Registro do Objeto	Data de Concessão	Data do cancelamento
				(kPa)	(mca)	m ²	Por Coletor (kWh/m ² s)	Por m ² (Específica kWh/m ² s.m ²)									
A.C.F. Indústria e Comércio Ltda	ACF	10003 Coletor Solar Plano	Piscina	98	10,00	1,43	124,9	87,59	62,83	C	Polipropileno	0,787	15,863	004395/2015	17/3/2016		
A.C.F. Indústria e Comércio Ltda	ACF	10004 Coletor Solar Plano	Piscina	98	10,00	1,89	164,9	87,43	62,83	C	Polipropileno	0,787	15,863	004395/2015	17/3/2016		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 30 tubos	Banho	50	5,10	4,45	297,1	66,73	74	C	Vidro de Borossilicato	0,785	1,864	003624/2016	17/7/2016		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 40 tubos	Banho	50	5,10	5,83	390,0	66,87	74	C	Vidro de Borossilicato	0,785	1,864	003624/2016	17/7/2016		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 50 tubos	Banho	50	5,10	7,22	482,0	66,73	74	C	Vidro de Borossilicato	0,785	1,864	003624/2016	17/7/2016		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 10 tubos	Banho	50	5,10	1,57	119,9	76,15	70,1	B	Vidro de Borossilicato	0,795	1,864	002340/2017	10/4/2017		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 15 tubos	Banho	50	5,10	2,27	172,9	76,15	70,1	B	Vidro de Borossilicato	0,795	1,864	002340/2017	10/4/2017		
AQUESOL INDUSTRIA AQUECIMENTOSOLAR LTDA	AQUESOL	Coletor Solar de 20 tubos	Banho	50	5,10	2,99	227,8	76,15	70,1	B	Vidro de Borossilicato	0,795	1,864	002340/2017	10/4/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	BOSCH	FCC220 2V	Banho	600	60,00	2,08	199,9	96,24	71,06	A	Alumínio	0,831	3,71	001984/2016	8/4/2016		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC10 Evolution	Banho	400	40,00	1,00	75,6	75,60	54,59	B	Alumínio	0,681	5,421	001490/2017	8/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC15 Evolution	Banho	400	40,00	1,50	113,7	75,80	54,59	B	Alumínio	0,681	5,421	001490/2017	8/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC10 Evolution Pro	Banho	400	40,00	1,00	79,9	80,02	57,11	B	Alumínio	0,716	5,787	001457/2017	8/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC15 Evolution Pro	Banho	400	40,00	1,50	127,0	84,67	60,78	A	Alumínio	0,739	5,051	001697/2017	17/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC18 HIS	Banho	400	40,00	1,80	152,5	84,72	57,11	A	Alumínio	0,739	5,051	001697/2017	17/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	MC20 Evolution Pro	Banho	400	40,00	2,00	179,0	89,50	57,11	A	Alumínio	0,739	5,051	001697/2017	17/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	HELJOPOL-EVOLUTIONHP2	Piscina	100	10,20	1,06	99,4	93,73	69,71	B	EDPM	0,881	18,397	001702/2017	17/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	HELJOPOL-EVOLUTIONHP3	Piscina	100	10,20	1,57	147,2	93,76	69,71	B	EDPM	0,881	18,397	001702/2017	17/3/2017		
BOSCHTERMOTECNOLOGIA LIMITADA	HELJOTEK	HELJOPOL-EVOLUTIONHP4	Piscina	100	10,20	2,09	195,9	93,73	69,71	B	EDPM	0,881	18,397	001702/2017	17/3/2017		

ANEXO B – Coeficientes dos coletores PBE (continuação)

Empresa	Marca	Modelo	Aplicação	Passado de Funcionamento		Área Externa do Coletor		Produto/Media mensal de Energia		Eficiência Energética Média (%)	Classificação	Material Superfície Absorvedora	Fritão	FritL	Número do Registro de Objeto	Data de Concessão	Data do cancelamento
				(Mn)	(mca)	m²	Por Coletor (MWh/m²)	Por m² (Específica kWh/m².m²)									
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	H2 Sol 4,0	Piscina	200	20,40	1,05	96,3	91,71	62,59	B	Polipropileno	0,747	2,209	000733/2017	1/2/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	H2 Sol 5,0	Piscina	200	20,40	1,31	120,3	91,83	62,59	B	Polipropileno	0,747	2,209	000733/2017	1/2/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	BLUE 8 1,0 LV T	Banho	400	61,20	1,00	83,5	83,50	59,92	A	Alumínio	0,711	4,712	003449/2017	1/6/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	BLUE 8 1,43 LV T	Banho	400	61,20	1,43	119,4	83,50	59,92	A	Alumínio	0,711	4,712	003449/2017	1/6/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	BLUE 8 1,78 LV T	Banho	400	61,20	1,78	148,6	83,50	59,92	A	Alumínio	0,711	4,712	003449/2017	1/6/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	BLUE 8 1,95 LV T	Banho	400	61,20	1,95	162,8	83,50	59,92	A	Alumínio	0,711	4,712	003449/2017	1/6/2017		
PRO-SOL INDUSTRIA E COMERCIO DE PRODUTOS DE ENERGIA SOLAR LTDA	Pro-Sol	BLUE 8 2,14 LV T	Banho	400	61,20	2,14	178,7	83,50	59,92	A	Alumínio	0,711	4,712	003449/2017	1/6/2017		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-1000T	Banho	392	40,00	1,01	82,4	81,60	60,29	A	Alumínio	0,700	3,905	001373/2016	9/3/2016		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-1400T	Banho	392	40,00	1,41	115,1	81,60	60,29	A	Alumínio	0,700	3,905	001373/2016	9/3/2016		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-2000T	Banho	392	40,00	2,01	164,0	81,60	60,29	A	Alumínio	0,700	3,905	001373/2016	9/3/2016		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-1002V	Banho	392	40,00	1,01	70,6	69,90	51,59	C	Alumínio	0,631	4,621	001380/2016	9/3/2016		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-1402V	Banho	392	40,00	1,41	98,6	69,90	51,59	C	Alumínio	0,631	4,621	001380/2016	9/3/2016		
RINNAI BRASIL, TECNOLOGIA DE AQUECIMENTO LTDA	RINNAI	RSC-2002V	Banho	392	40,00	2,01	140,5	69,90	51,59	C	Alumínio	0,631	4,621	001380/2016	9/3/2016		

ANEXO B – Coeficientes dos coletores PBE (continuação)

Empresa	Marca	Modelo	Aplicação	Pressão de Funcionamento		Área do Coletor (m ²)	Produção Média mensal de Energia Por Coletor (kWh/mês)	Energia Por m ² (Específica kWh/mês/m ²)	Eficiência Energética Média(%)	Classificação	Material Superfície Absorvedora	Fritajm	FritUL	Número do Registro de Objeto	Data de Concessão	Data do cancelamento
				(kPa)	(mca)											
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA H 175	Banho	392	40,00	1,75	135,4	77,37	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA H 200	Banho	392	40,00	2,00	154,6	77,30	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA V 100	Banho	392	40,00	1,00	77,3	77,45	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA V 150	Banho	392	40,00	1,50	116,1	77,40	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA V 175	Banho	392	40,00	1,75	135,4	77,40	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	TROPICOS ALFA V 200	Banho	392	40,00	2,00	154,8	77,40	55,76	B	Alumínio	0,697	5,655	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	POLAR HOT V 200	Banho	392	40,00	2,00	162,2	81,10	55,76	A	Alumínio	0,722	4,800	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	POLAR HOT V 175	Banho	392	40,00	1,50	141,8	94,53	55,76	A	Alumínio	0,722	4,800	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	POLAR HOT V 150	Banho	392	40,00	1,50	122,0	81,33	55,76	A	Alumínio	0,722	4,800	004456/2016	19/8/2016	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	MEU SOL ALFA H 200	Banho	392	40,00	2,00	148,0	74,00	53,67	B	Alumínio	0,683	5,957	000791/2017	6/2/2017	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	MEU SOL ALFA H 175	Banho	392	40,00	1,75	129,9	74,23	53,67	B	Alumínio	0,683	5,957	000791/2017	6/2/2017	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	MEU SOL ALFA V 200	Banho	392	40,00	2,00	148,0	74,00	53,67	B	Alumínio	0,683	5,957	000791/2017	6/2/2017	
SOLISINDUSTRIAL E COMERCIO DE AQUECEDOR SOLAR LTDA - EPP	SOLIS	MEU SOL ALFA V 175	Banho	392	40,00	1,75	129,9	74,23	53,67	B	Alumínio	0,683	5,957	000791/2017	6/2/2017	

ANEXO C – DATASHEET TEXIUS TBHWD-BR

Circulação de Água Quente

TEXIUS

IN LINE

TBHWD-BR



SILENCIOSA

■ APLICAÇÕES

- Sistemas onde é necessário circular água quente a 80°C
- Aquecimento solar
- Calefação
- Recirculação de sistemas fechados
- Sistemas conjugados
- Piso aquecido

■ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Corpo: Bronze
- Rotor: Plástico de engenharia
- Frequência: 60 Hz
- Proteção: IP 42
- Temperatura da água: 5°C a 80°C
- Temperatura ambiente (local de instalação): 0°C a 40°C
- Pressão máx. na sucção: 60 mca

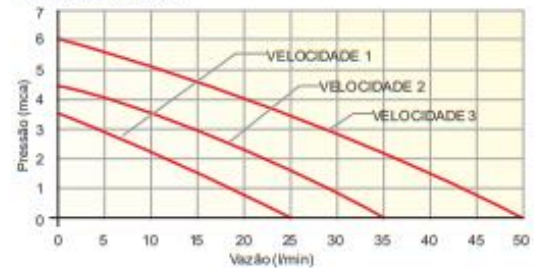
■ CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

MODELO	A	B	C	D	PESO (kg)
TBHWD-BR-100-220V	116	91	123	130	2,4

■ VANTAGENS

- Silenciosa
- Não possui selo mecânico (isenta de vazamentos)
- Não possui rolamentos
- Motor isento de vibrações
- Motor com protetor térmico e capacitor permanente

■ DESEMPENHO



■ VELOCIDADE DE OPERAÇÃO

POSICÃO	POT. (W)	CORRENTE (A)	VAZÃO MÁX. (l/min)	PRESSÃO MÁX. (mca)
1	45	0,20	25	3,5
2	90	0,41	35	4,5
3	100	0,45	50	6,0

■ ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

MODELO	POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)	PRESSÃO MÁX. (mca)	VAZÃO MÁX. (l/min)	CONEXÃO DA BOMBA (BSP)		UNIÕES
					SUC	REC	
TBHWD-BR-100-220	100	220	6,0	50	1"	1"	1" x 3/4"

- Garantia: 2 anos contra defeito de fabricação.
- A cor do produto pode diferir da cor apresentada no catálogo sem aviso prévio.

Consulte toda linha de acessórios comercializados separadamente (pg. 41)

ANEXO D – DATASHEET TEXIUS TBHLI-70



LINHA ECO

Circulação de Água Quente

TBHLI-70 • 1/2 CV



Pressão máxima
na sucção:
20 mca

TBHLI • 1,0 CV



Pressão máxima
na sucção:
40 mca

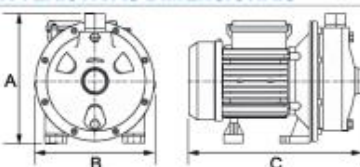
■ APLICAÇÕES

- Sistemas onde é necessário circular água quente a 80°C
- Aquecimento solar
- Calefação
- Recirculação de sistemas fechados
- Sistemas conjugados
- Piso aquecido

■ VANTAGENS

- Baixo nível de ruído
- Bomba em aço Inox AISI 304
- Motor com protetor térmico e capacitor permanente

■ CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

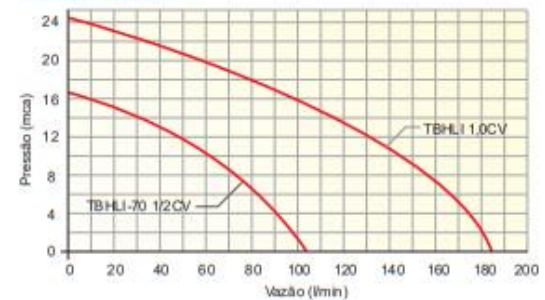


MODELO	A	B	C	PESO (kg)
TBHLI-70-1/2	18,5	16,5	28	5,7
TBHLI-1	22,5	21,5	31	9,7

■ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Intermediário: Aço Inox AISI 304
- Voluta: Aço Inox AISI 304
- Rotor: Aço Inox AISI 304
- Eixo: Aço Inox AISI 304
- Frequência: 60 Hz
- Proteção: IP 55
- Temperatura da água: 5°C a 80°C
- Temperatura ambiente (local de instalação): 0°C a 40°C
- Pressão máx. na sucção:
TBHLI-70: 20 mca
TBHLI: 40 mca

■ DESEMPENHO



■ ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS E HIDRÁULICAS

MODELO	POTÊNCIA (CV)	TENSÃO (V) / CORRENTE (A)	PRESSÃO MÁX. (mca)	VAZÃO MÁX. (l/min)	TUBULAÇÃO (BSP)		PESO (kg)
					SUC	REC	
TBHLI-70-1/2	1/2	110 / 5,2 220 / 2,4	16,5	103	1.1/4"	1"	5,7
TBHL-1-220	1,0	220 / 5,2	25	185			9,7

- Garantia: 1 ano contra defeito de fabricação.
- A cor do produto pode diferir da cor apresentada no catálogo sem aviso prévio.

Consulte toda linha de acessórios comercializados separadamente (pg. 41)

ANEXO E – DATASHEET TEXIUS TPF-WE-BR



Pressurizadores

IN LINE

TPF-WE-BR • 248W



TPF-WE-BR • 348W



SILENCIOSOS

■ APLICAÇÕES

TPF-WE-BR-248

- Pressurização direta dos aquecedores de passagem de até 32 l/min

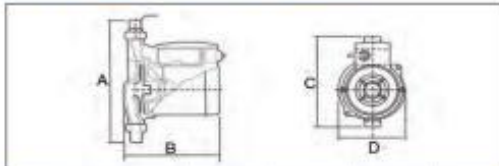
TPF-WE-BR-348

- Pressurização direta dos aquecedores de passagem de até 42 l/min

■ CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Corpo: Bronze
- Rotor: Plástico de engenharia
- Frequência: 60 Hz
- Proteção: IP 44
- Temperatura da água: 5°C a 80°C
- Temperatura ambiente (local da instalação): 0°C a 40°C
- Pressão máx. na sucção: 60 mca
- Vazão mínima para acionar: 1,2 l/min

■ CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS



MODELO	A	B	C	D
TPF-WE-BR-248	296	154	195	131
TPF-WE-BR-348	296	176	198	138

■ ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

MODELO	POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V) / CORRENTE (A)	PRESSÃO MÁX. (mca)	VAZÃO MÁX. (l/min)	CONEXÃO DA BOMBA (BSP)		UNIÕES	PESO (kg)
					SUC	REC		
TPF-WE-BR-248	248	110 / 2,25 220 / 1,13	12	60	1"	1"	TF x 3/4" M	4,3
TPF-WE-BR-348	348	220 / 1,50	18	60	1"	1"	TF x 3/4" M	5,0

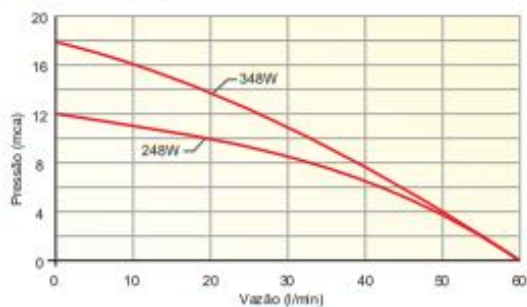
- Garantia: 1 ano contra defeito de fabricação.
- A cor do produto pode diferir da cor apresentada no catálogo sem aviso prévio.

Consulte toda linha de acessórios comercializados separadamente (pg. 41)

■ VANTAGENS

- Silenciosa
- Não possui rolamentos e nem selo mecânico (isento de vazamentos)
- Motor isento de vibrações, com protetor térmico e capacitor permanente

■ DESEMPENHO



■ MODO DE OPERAÇÃO

MODOS	FUNÇÃO	APLICAÇÃO
I	OFF	Bomba desligada
II	AUTO	Bomba liga automaticamente quando houver consumo de água
III	MANUAL	Bomba sempre ligada

ANEXO E – DATASHHET REU 3201 FFA BE

Rinnai EXPERIENCE OUR INNOVATION		ESPECIFICAÇÕES	
MODELOS		REU-3201FFA BE	
		GLP	GN
Potência Nominal kW (kcal/h)		69,0 (59.340)	69,6 (59.856)
Capacidade de aquecimento da água *		42,5 Litros/m in.	43 Litros/min.
Rendimento sobre PCS		86%	86%
Temperatura Padrão de Fábrica		55°C (sem o controle)	
Temperatura Padrão de Fábrica		60°C (com o controle);	
Tipo		Grande	
Ajuste máximo de Temperatura		75°C (chave);	
Ajuste mínimo de Temperatura		37°C	
Peso		26 kg	
Dimensões (Comp. X Larg. X espessura)		620 mm x 475 mm x 230 mm	
Diâmetro da chaminé		100 mm	
Diâmetro da entrada de ar **		100 mm	
Nível de ruído		49 dB	
Consumo elétrico	Normal	105 W	
	Standby	5 W (Utilização de 1 controle de temperatura)	
Controle de 2 vias (by-pass)		Eletrônico com acionamento	
Pressão mín. Gás	Gás GN	200 mmca	
	Gás GLP	280 mmca	
Pressão máx. Gás	Gás GN	250 mmca	
	Gás GLP	350 mmca	
Consumo máximo de gás		5,01 kg/hora	6,28 m ³ /h
Tipo de aplicação		Fornecimento de água a temperatura constante	
Operação		Com ou sem controle remoto.	
Tipo de gás trabalho		GLP ou GN	
Conexões 3/4" NPT		Conexão de gás, Conexão de Água quente e Água fria	
Sistema de Ignição		Ignição eletrônica direta	
Conexões elétricas		Aparelho 127 VAC ou 220 VAC 50 - 60Hz	
Pressão da água (entrada)		Mínimo de 0,15 kgf/cm ² acendimento - Recomendado de 2,0 à 5,0 kgf/cm ² para máxima performance.	
Pressão da água (entrada) máxima		10,0 kgf/cm ²	
Vazão Mínima de água para Acionamento		3±1 litros por minuto	
Diâmetro das conexões		Entrada do Gás 3/4" / Entrada de Água Fria 3/4" / Saída de Água Quente 3/4"	
Cabo do controle remoto		2 cabos não polarizados	
Dispositivos de Segurança	Sensor de chama		
	Proteção contra superaquecimento 99°C		
	Proteção contra entrada de água no aquecedor acima de 97°C		
	Fusível Térmico 129°C		
	Monitoramento da injeção de ar da combustão - Circuito integrado		
Proteção contra excesso corrente elétrica - Fusível de vidro 3 Ampéres			
<p>NOTA: * No Δt 20°C, com o uso de misturador de água. O fluxo de água pode ligeiramente variar, dependendo da temperatura fixada e da temperatura da água de entrada.</p> <p>** O duto da entrada de ar pode ser suprimido se o comprimento máximo da chaminé**** se limitar a 2,5m. Há necessidade de ventilação permanente de no mínimo 160 cm², deve estar na mesma face do duto de exaustão com distância entre 40~150cm.</p> <p>**** Neste caso pode ser utilizado duto corrugado de alumínio.</p> <p>A Rinnai continuamente está atualizando e melhorando seus produtos, portanto algumas especificações estão sujeitas a mudanças sem aviso prévio.</p> <p>A pressão do gás de entrada máximo não pode exceder o valor especificado pelo fabricante, o valor mínimo listado é com a finalidade de induzir ajustes.</p>			