

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**EDUARDO AUGUSTO DE FOGGI CARIOLI**

**ANÁLISE TÉRMICA E ENERGÉTICA DE SISTEMAS AQUECEDORES DE ÁGUA  
SOLARES ESTRATIFICADOS**

**LONDRINA**

**2023**

**EDUARDO AUGUSTO DE FOGGI CARIOLI**

**ANÁLISE TÉRMICA E ENERGÉTICA DE SISTEMAS AQUECEDORES DE ÁGUA  
SOLARES ESTRATIFICADOS**

**Thermal and energy analysis of stratified solar water heating systems**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Renan Manozzo Galante.

**LONDRINA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**EDUARDO AUGUSTO DE FOGGI CARIOLI**

**ANÁLISE TÉRMICA E ENERGÉTICA DE SISTEMAS AQUECEDORES DE ÁGUA  
SOLARES ESTRATIFICADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 17/Novembro/2023

---

Renan Manozzo Galante  
Doutorado em Engenharia Mecânica  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Rafael Sene de Lima  
Doutorado em Engenharia Mecânica  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Ricardo de Vasconcelos Salvo  
Doutorado em Engenharia Mecânica  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA  
2023**

Dedico este trabalho à minha família, pelos  
momentos de ausência.

## **AGRADECIMENTOS**

Certamente não há como incluir todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase da minha vida em algumas linhas. Portanto, desde já peço perdão àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas é certo que estas fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha mãe Hilda, meu pai Renato e minha irmã Rafaela pelo carinho, ensinamentos e incentivos incessantes, que fizeram esta etapa tão gratificante da minha vida se tornar possível.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Renan Manozzo Galante, pela sabedoria com que me guiou neste trabalho.

Ao meu amigo Matheus pelo companheirismo e parceria desde o dia em que pisamos juntos na sala de recepção de calouros.

Ao meu amigo Latif, por me lembrar diariamente que a dúvida é uma dádiva.

E à minha namorada Gabrielly pela paciência e apoio incondicional.

Enfim, a todos que me acolheram ou que por algum motivo contribuíram com minha formação.

O poder da instrução raramente é de grande  
eficácia, exceto naquelas felizes disposições em  
que é quase supérfluo.  
(GIBBON; EDUARD, 1776).

## RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso aborda a análise térmica e energética de diferentes cenários de aplicação de reservatórios térmicos em sistemas de aquecimento solar de água. O objetivo é comparar o desempenho de reservatórios tradicionais com reservatórios estratificados em cada cenário, com foco na economia de energia elétrica resultante de suas aplicações. A análise do reservatório estratificado é conduzida nas mesmas condições do reservatório tradicional, garantindo um comparativo equitativo. Isso inclui considerar as mesmas variações nos cenários de uso, como esvaziamento completo diário e carregamento feito exclusivamente com o uso da energia solar absorvida. Podendo assim, observar-se qual abordagem se mostra mais econômica em termos de redução de energia elétrica, tanto em relação à disposição dos elementos, quanto à comparação com o reservatório tradicional.

Palavras-chave: aquecedor; solar; reservatório térmico; estratificado.

## **ABSTRACT**

The present Bachelor's Thesis addresses the thermal and energy analysis of different scenarios for the application of thermal storage tanks in solar water heating systems. The objective is to compare the performance of traditional storage tanks with stratified storage tanks in each scenario, with a focus on the electricity savings resulting from their applications. The analysis of the stratified storage tank is conducted under the same conditions as the traditional storage tank, ensuring a fair comparison. This includes considering the same variations in usage scenarios, such as daily complete emptying and charging exclusively with the use of absorbed solar energy. Thus, it is possible to observe which approach proves to be more economical in terms of electricity reduction, both in terms of the arrangement of the elements and in comparison to the traditional storage tank.

Keywords: heater; solar; thermal reservoir; stratified.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sistema esquemático de funcionamento de aquecedor de água solar. .....	13
Figura 2 - Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro. .....	15
Figura 3 - Coletor solar de placa plana não envidraçado. ....	17
Figura 4 - Coletor solar de placa plana envidraçado. ....	18
Figura 5 - Coletores solares de tubo a vácuo. ....	18
Figura 6 - Diagrama de sistema de aquecimento solar de água residencial. ....	22
Figura 7 - Correlação do método. ....	23
Figura 8 - Característica da termoclina típica em tanques convencionais. ....	23
Figura 9 - Perfis de temperatura ao longo de tanques convencionais. ....	24
Figura 10 - Diagrama esquemático do sistema de aquecimento solar de água. .....	26
Figura 11 - Característica da termoclina típica em tanques termicamente estratificados. ....	29
Figura 12 - Perfis de temperatura ao longo de tanques termicamente estratificados. ....	30
Figura 13 - Ângulo de inclinação dos coletores solares. ....	33
Figura 14 - Orientação geográfica dos coletores solares. ....	33
Figura 15 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos. ....	34
Figura 16 - Reservatório térmico tradicional. ....	35
Figura 17 - Reservatório térmico estratificado. ....	36
Figura 18 - Dia de Máximas Radiações Globais. ....	39
Figura 19 - Dia de Mínimas Radiações Globais. ....	40
Figura 20 - Cobertura Total de Nuvens: Dia de Máximas Radiações Globais. ....	40
Figura 21 - Cobertura Total de Nuvens: Dia de Mínimas Radiações Globais. ....	41
Figura 22 - Representação térmica da água no reservatório tradicional. ....	43
Figura 23 - Representação térmica da água no reservatório estratificado. ....	43
Figura 24 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de janeiro. ....	45
Figura 25 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de fevereiro. ....	46
Figura 26 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de março. ....	46
Figura 27 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de abril. ....	47
Figura 28 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de maio. ....	47
Figura 29 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de junho. ....	48
Figura 30 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de julho. ....	48
Figura 31 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de agosto. ....	49
Figura 32 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de setembro. ....	49

<b>Figura 33 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de outubro. ....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 34 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de novembro. ....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 35 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de dezembro. ....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 36 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de mínimas radiações globais. ....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 37 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de máximas radiações globais. ....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 38 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de mínimas radiações globais. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 39 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de máximas radiações globais. ....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 40 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado ao longo do ano. ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 41 - Comparativo percentual de ganho com a utilização de um sistema estratificado frente a um convencional. ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 42 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à temperatura ambiente. ....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 43 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à cobertura de nuvens. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 44 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à energia absorvida pelas placas. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 45 - Gráfico comparativo da economia financeira acumulada ao longo do ano em relação a ambos os reservatórios. ....</b>	<b>57</b>

## **LISTA DE QUADROS**

**Quadro 1 - Recorte do mês de janeiro da planilha de cálculos utilizada. ....65**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1</b>	<b>Aquecimento Solar .....</b>	<b>16</b>
4.1.1	Coleta .....	16
<u>4.1.1.1</u>	<u>Coletores solares de placa plana não envidraçados .....</u>	<u>16</u>
<u>4.1.1.2</u>	<u>Coletores solares de placa plana envidraçados .....</u>	<u>17</u>
<u>4.1.1.3</u>	<u>Coletores solares de tubo a vácuo .....</u>	<u>18</u>
4.1.2	Transferência.....	19
4.1.3	Armazenamento .....	20
<u>4.1.3.1</u>	<u>Armazenamento convencional .....</u>	<u>20</u>
<u>4.1.3.2</u>	<u>Armazenamento estratificado .....</u>	<u>24</u>
4.1.4	Revisão da ABNT NBR Armazenamento .....	30
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Desenvolvimento de modelo para rastreamento solar e quantificação da energia absorvida ao longo do ano em painéis para aquecimento de água</b>	<b>35</b>
<b>5.2</b>	<b>Quantificação da economia de eletricidade com utilização de um reservatório térmico tradicional.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3</b>	<b>Modelagem de reservatório térmico estratificado.....</b>	<b>36</b>
<b>5.4</b>	<b>Premissas para análises .....</b>	<b>36</b>
5.4.1	Demanda de água quente .....	37
5.4.2	Volume do tanque .....	37
5.4.3	Coletores .....	38
5.4.4	Reservatórios térmicos.....	42
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE A – Quadro de Cálculos Mês de Janeiro .....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, o interesse global no meio ambiente tem incentivado pesquisas e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, abrangendo tanto a geração quanto a eficiência no consumo de energia elétrica. Entre essas iniciativas, destacam-se as fontes primárias de energia, com a energia solar sendo uma das mais amplamente utilizadas.

As tecnologias de energia sustentáveis transformam recursos de energia renováveis em eletricidade, energia mecânica, refrigeração, ou calor útil. Um recurso de energia renovável é definido como aquele que não tem sua disponibilidade afetada pelo uso. Por exemplo, cada unidade de gás natural queimada para aquecer um edifício resulta em uma unidade a menos de gás natural para necessidades futuras. De maneira oposta, o uso de energia solar para aquecer um edifício não faz nada para reduzir a oferta futura de luz solar, diferente de certas energias renováveis que possuem limites de recursos para assim se manterem caracterizadas, como a utilização de árvores para fornecimento de suprimento de biomassa para combustão, que deixa de ser renovável no momento em que o abuso em seu uso leva ao desmatamento (MINISTER OF NATURAL RESOURCES CANADA, 2005).

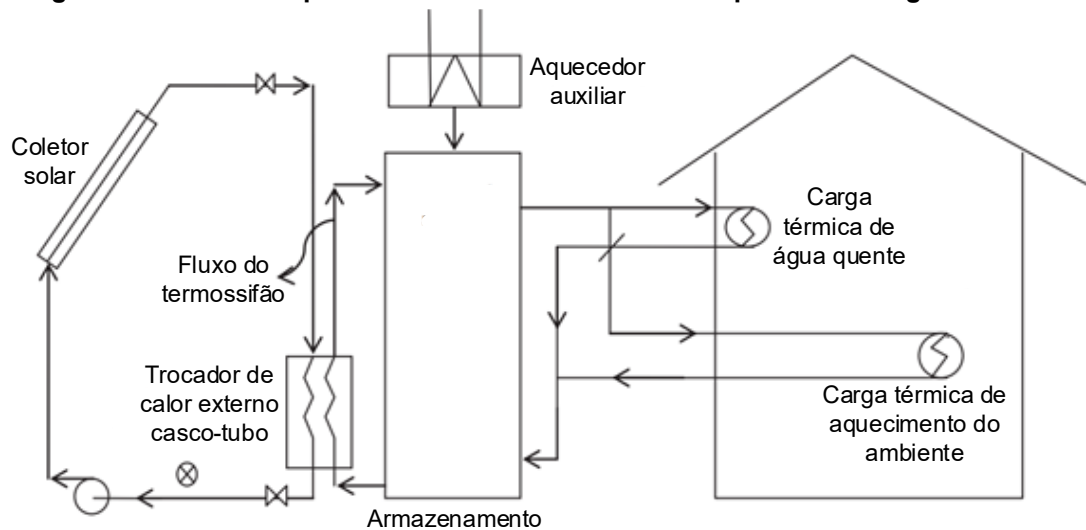
Assim como é aplicada em estabelecimentos industriais e comerciais, a energia solar também passou a ser adotada em residências. Sua motivação se dá tanto pelo fator sustentável, quanto pelo fator econômico de tais aplicações, visto que o investimento em energias limpas promove significativas economias de energia elétrica.

As principais formas de utilização da energia solar em ambientes residenciais dividem-se basicamente em duas: aplicações de painéis solares fotovoltaicos, que por sua vez são dispositivos voltados à conversão de energia solar em energia elétrica, e, sistemas de aquecimento solar de água, que visam o armazenamento e aproveitamento do calor do Sol para utilizações com foco em aquecimento de água, promovendo também uma economia de energia, haja vista que meios tradicionais envolvem gastos de energia elétrica de forma direta, normalmente feitos através de resistências elétricas.

O funcionamento de um sistema de aquecimento solar de água (Figura 1) é relativamente simples e se dá através da coleta do calor, através da radiação, pelos coletores, com posterior transferência, sendo natural (sistema de termossifão), ou

forçada com circuladores (bombas de baixa pressão), para reservatórios térmicos, foco do estudo em questão, onde a água fria é aquecida, como é dito por Minister of Natural Resources Canada (2005). Os reservatórios tradicionais se tratam basicamente de trocadores de calor abertos e contam com sistemas auxiliares (elétricos ou a gás) para momentos onde há pouca ou nenhuma incidência de luz solar.

**Figura 1 - Sistema esquemático de funcionamento de aquecedor de água solar.**



**Fonte - Chandra e Matuska (2019, Adaptado).**

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos do trabalho foram divididos em geral e específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a viabilidade econômica de um sistema de aquecimento de água com energia solar, utilizando um reservatório térmico estratificado como alternativa aos convencionais, no Brasil.

### **2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho podem ser descritos como:

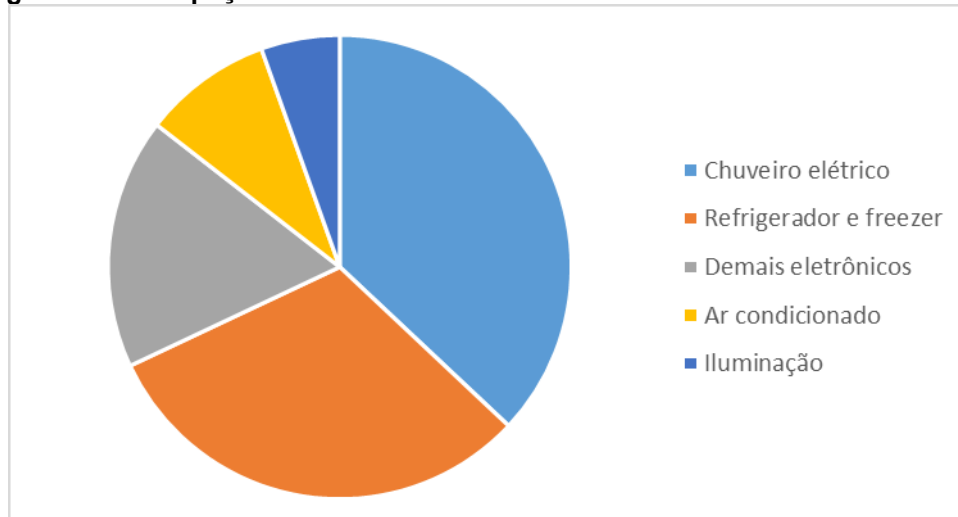
- Desenvolver um modelo para rastreamento solar e quantificação da energia solar absorvida ao longo do ano em painéis para aquecimento de água.
- Quantificar a economia de eletricidade com a utilização de energia solar com reservatório térmico tradicional.
- Modelar um reservatório térmico estratificado, modelado de forma pseudotransiente, para armazenamento da energia solar e comparar seu desempenho com o de um reservatório térmico tradicional ao longo de um ano.

### 3 JUSTIFICATIVA

No contexto da energia solar, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2022), nas regiões nordeste e norte do Brasil, a energia fotovoltaica era a mais amplamente adotada devido à disponibilidade de radiação solar somada à escassez de energia elétrica em certas áreas. Enquanto isso, no sul e sudeste, a tecnologia de aquecimento de água era mais comumente utilizada, quando comparada com as regiões mais ao norte do país. Isso é especialmente relevante, uma vez que a cidade escolhida para a análise da aplicação do reservatório estratificado é Florianópolis, em Santa Catarina.

Além disso, para as famílias de baixa renda, a utilização de aquecedores solares em habitações de interesse social mostra, ainda que a economia na conta de luz pode ser entendida como um fator de distribuição de renda, redução de inadimplência e regularização dos serviços elétricos (ABRAVA, 2008). Como visto na Figura 2, chuveiros elétricos correspondem a uma elevada porcentagem do consumo de energia elétrica residencial. Portanto, com uma busca da melhora de um sistema de armazenamento de energia térmica, pela aplicação de um reservatório estratificado, há uma consequente economia de energia, justificando-se o estudo em questão.

**Figura 2 - Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial brasileiro.**



Fonte – LABEE (2023, Adaptado).



## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No que diz respeito à revisão bibliográfica, o aquecimento solar é apresentado de forma técnica, assim como a forma em que sua análise é feita atualmente.

### 4.1 Aquecimento Solar

Segundo Abrava (2008), os sistemas de aquecimento solares não possuem desvantagens para o governo, nem para o usuário, além de trazer benefícios para o meio ambiente. O que se mostra na prática visto que seu uso cresce de 20% a 22% anualmente em todo o mundo, enquanto que no Brasil varia de 8% a 15% de crescimento anual.

O sistema de funcionamento pode ser dividido basicamente em três etapas:

- **Coleta:** Radiação é “captada” pelos coletores;
- **Transferência:** Energia térmica é transferida para o fluido em circulação – podendo ser natural ou forçada – para os reservatórios térmicos;
- **Armazenamento:** Água quente é armazenada em reservatórios térmicos para futuras utilizações.

#### 4.1.1 Coleta

A energia solar é coletada pelas placas absorvedoras, que geralmente apresentam revestimentos seletivos para uma melhora na eficiência geral da coleta. O fluido do interior das placas – água, no caso – absorve a energia coletada.

Há uma variedade de coletores solares para aquecimento de líquidos e a escolha de qual utilizar depende da temperatura da aplicação em que está sendo considerada, além do local em que será instalado (pelo clima local). Os tipos de coletores mais comuns são: coletores solares de placa plana não envidraçados; coletores solares de placa plana envidraçados; e coletores solares de tubo a vácuo.

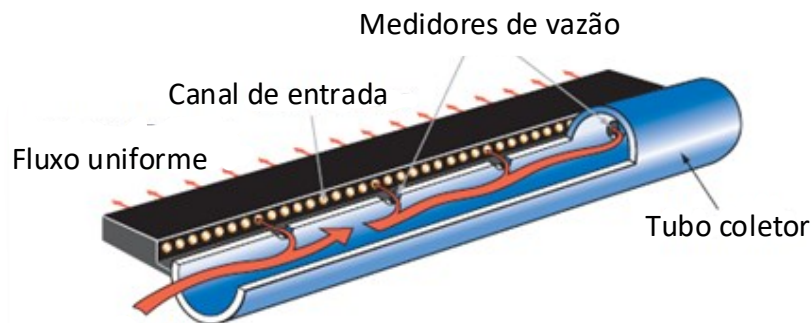
##### 4.1.1.1 Coletores solares de placa plana não envidraçados

Os coletores solares de placa plana não envidraçados, Figura 3, geralmente são feitos de polímeros escuros, normalmente não possuem revestimentos seletivos e não incluem molduras isolantes, sua instalação se dá em telhados ou suportes de madeira. Uma de suas maiores vantagens é seu baixo custo, principalmente em vista

de sua alta capacidade de captura de energia solar, entretanto suas perdas térmicas para o ambiente aumentam rapidamente com a temperatura da água.

Por estes fatores, geralmente são utilizados em aplicações que requerem entrega de energia a baixas temperaturas, como é o caso do aquecimento de piscinas (durante o verão) e água de reposição em fazendas.

**Figura 3 - Coletor solar de placa plana não envidraçado.**



**Fonte - Minister of Natural Resources Canada (2005, Adaptado).**

A transferência de calor em coletores não envidraçados pode ser descrita pela Equação 1 (Soltau, 1992):

$$\dot{Q} = F_R \alpha \left( G + \frac{\varepsilon}{\alpha} \right) - (F_R U_L) \Delta T \quad (1)$$

onde  $\dot{Q}$  é a energia coletada por unidade de área do coletor, por tempo,  $\varepsilon$  é a emissividade de ondas do absorvedor e  $L$  é a irradiância relativa do céu, definida por:

$$L = L_s - \sigma(T_a + 273,15)^4 \quad (2)$$

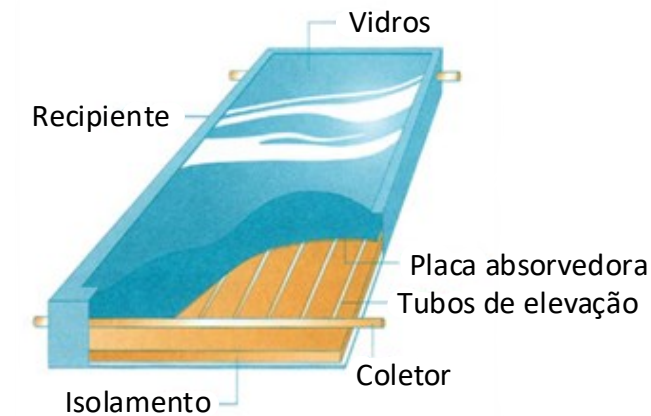
Em que  $L_s$  é a irradiância do céu e  $T_a$  é a temperatura ambiente. Já  $F_R \alpha$  e  $F_R U_L$  são funções da velocidade do vento  $V$  que escoa sobre o coletor, tais valores são especificados ou escolhidos através da seleção do coletor.

#### 4.1.1.2 Coletores solares de placa plana envidraçados

Os coletores solares de placa plana envidraçados, Figura 4, são absorvedores, que geralmente possuem revestimentos seletivos, fixados entre uma camada simples ou dupla de vidro e um painel isolante em sua parte posterior. Seu

funcionamento principal se dá pelo fato de as camadas de vidro criarem um efeito estufa em seu interior. São aplicados em projetos que necessitem de uma temperatura moderada, como é o caso do aquecimento doméstico de água, piscinas (durante todo o ano) e aquecimento ambiente.

**Figura 4 - Coletor solar de placa plana envidraçado.**

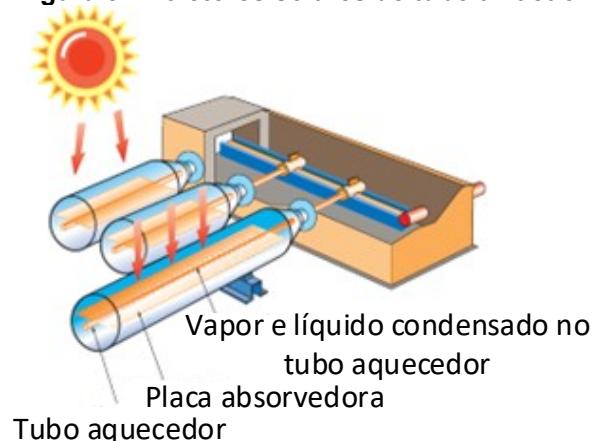


**Fonte - Minister of Natural Resources Canada (2005, Adaptado).**

#### 4.1.1.3 Coletores solares de tubo a vácuo

Coletores solares de tubo a vácuo, Figura 5, possuem um absorvedor com revestimento seletivo fechado em tubos de vidro selados a vácuo. São bons com a captura de energia solar, possuindo baixas perdas térmicas para o ambiente. Indicados para aplicações que necessitem um fornecimento de energia a temperaturas moderadas e elevadas, como aquecimento doméstico e aplicações de aquecimento de processo para temperaturas entre 60°C a 80°C (dependendo da temperatura exterior). Indicados para ambientes com climas frios.

**Figura 5 - Coletores solares de tubo a vácuo.**



**Fonte - Minister of Natural Resources Canada (2005, Adaptado).**

Tanto os coletores envidraçados quanto a vácuo compartilham do mesmo princípio quanto à transferência de calor, isso se deve ao fato de possuírem uma independência quanto à velocidade do vento que escoa em suas superfícies, podendo ser descrita pela Equação 3 (Duffie & Beckman, 1991):

$$Q = F_R(\tau\alpha)G - F_R U_L \Delta T \quad (3)$$

onde  $F_R$  é o fator de remoção de calor do coletor,  $\tau$  é a transmitância térmica da cobertura do coletor,  $\alpha$  é a absorvidade do absorvedor,  $G$  é incidência global de radiação solar no coletor,  $U_L$  é o coeficiente global de perda de calor do coletor e  $\Delta T$  é a diferença de temperatura entre o fluido de trabalho que entra e sai do coletor.

Valores de  $F_R(\tau\alpha)$  e  $F_R U_L$  são especificados ou escolhidos através da seleção do coletor em si.

#### 4.1.2 Transferência

A transferência da energia térmica captada pelos coletores, através da água, para os reservatórios térmicos, pode ser feita de forma natural (termossifão) ou se forma forçada (bombas).

O termossifão é um sistema sem gasto de energia direta que permite a movimentação natural da água no sistema de aquecimento, porém para que funcione de forma satisfatória deve seguir medidas ideais de distância e altura entre a caixa de água fria, o reservatório térmico e os coletores. Possuem a vantagem de serem de fácil instalação, baixo custo, ocuparem um espaço menor e não gastarem energia elétrica, entretanto, sua perda térmica é superior à circulação forçada.

Já a circulação forçada deve ser utilizada em três situações: quando o volume de consumo de água for superior à 1000 litros diários, quando a área instalada for superior a 12 m<sup>2</sup>, ou quando não for possível conseguir os desníveis mínimos entre o reservatório térmico e os coletores (MATAJS, 2010). Possuem a vantagem de ter uma baixa perda térmica com relação ao sistema de termossifão, entretanto, gasta energia elétrica para seu funcionamento e seu custo inicial é superior devido à adição da bomba, do controlador diferencial de temperatura (CDT) e da válvula de retenção, no lugar do termossifão.

A água que circula nos tubos e nos tanques é quente e por não serem sistemas perfeitamente isolados, perdas devem ser consideradas. Para sistemas com armazenamento, caso do estudo em questão, o sistema como um todo deve ser capaz de compensar tais perdas, através da coleta e armazenamento de energia extra. Assim, o calor utilizado ( $Q_{l,tot}$ ) aumenta para compensar as perdas ocasionais, logo:

$$Q_{l,tot} = Q_l(1 + f_{los}) \quad (4)$$

onde  $f_{los}$  é a fração da energia coletada que é perdida.

#### 4.1.3 Armazenamento

O armazenamento pode ser realizado de duas formas distintas, através do armazenamento convencional e através do armazenamento estratificado. Para cada tipo de armazenamento uma abordagem distinta é tomada com relação à modelagem matemática aplicada para cada um.

##### 4.1.3.1 Armazenamento convencional

A água aquecida é armazenada através da aplicação de reservatórios térmicos, permitindo seu consumo conforme haja um aumento na demanda dos usuários. Para compensar as perdas térmicas nas tubulações, mencionadas anteriormente, para que haja um consumo da água em 40°C, a temperatura armazenada deve ser entre 45 a 50°C, a depender do tipo de isolamento (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

O volume de armazenamento de água quente deve se limitar a uma fração do volume de consumo, para que assim seja diminuído o volume do reservatório e, conseqüentemente, a carga na edificação. Entretanto, para que isso seja viável, deve-se aumentar a temperatura de armazenamento, respeitando um limite entre 45 e 60°C, uma vez que temperaturas muito elevadas trazem aumentos de perdas térmicas, visto que evaporam a água, gerando muitos efeitos de turbulência, além de necessitarem dispositivos de segurança complementares (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

O desempenho dos sistemas de água quente que contém reservatórios térmicos pode ser estimado através do método apresentado, sendo o objetivo do método em si a realização do cálculo de  $f$ , que por sua vez é a fração da carga de

água quente fornecida pelo sistema de aquecimento solar. Uma vez que  $f$  é calculado, a quantidade de energia renovável que substitui a energia elétrica para o aquecimento de água pode ser determinada. O modelo apresentado possibilita o cálculo do valor mensal de energia fornecida por sistemas de água quente com acumulação (sistemas transientes e pseudotransientes), dados os valores mensais de radiação solar incidente, temperatura ambiente e carga.

Dois grupos adimensionais, descritos para minimizar o cálculo da fração de carga mensal total fornecida pelo sistema de aquecimento solar de água (Equação 8),  $X$  e  $Y$ , são definidos por:

$$X = \frac{A_c F'_R U_L (T_{ref} - T_a)}{L} \quad (5)$$

E

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

onde  $A_c$  é a área dos coletores,  $F'_R$  é o fator de remoção de calor modificado,  $T_{ref}$  é uma temperatura empírica de referência igual a 100°C,  $T_a$  é a temperatura média mensal do ambiente,  $L$  é a carga de aquecimento total mensal,  $(\overline{\tau\alpha})$  é a média do produto transmitância-absorbância mensal do coletor,  $H_T$  é a média diária de radiação incidente na superfície do coletor por unidade de área, e  $N$  é o número de dias no mês (MINISTER OF NATURAL RESOURCES CANADA, 2005).

A Figura 6 apresenta um diagrama do sistema de aquecimento solar com dois tanques, sendo um principal e um auxiliar que serve de “tanque pulmão” para o sistema como um todo.  $F'_R$  é o fator responsável pela eficácia da troca de calor entre o coletor e o reservatório. A razão  $\frac{F'_R}{F_R}$  é função da eficácia do trocador de calor (Duffie & Beckman, 1991).

$$\frac{F'_R}{F_R} = \left[ 1 + \left( \frac{A_c F_R U_L}{(\dot{m} C_p)_c} \right) \left( \frac{(\dot{m} C_p)_c}{\varepsilon (\dot{m} C_p)_{min}} - 1 \right) \right]^{-1} \quad (7)$$

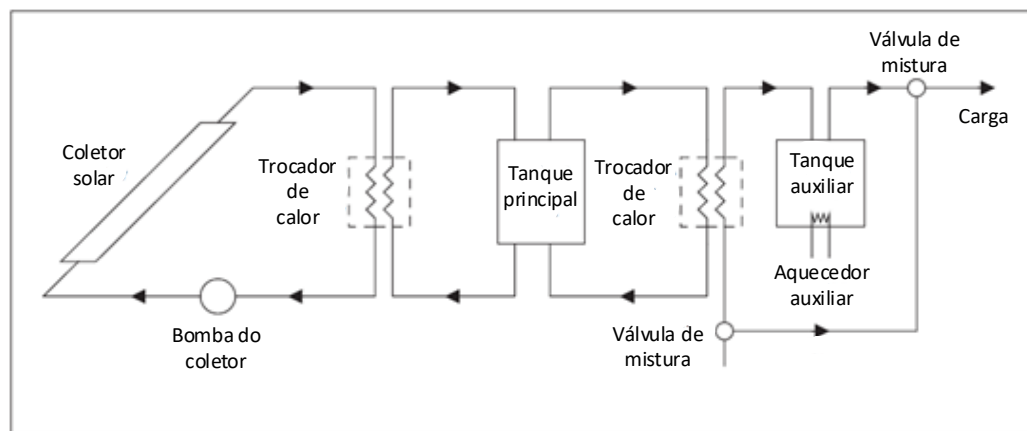
onde  $\dot{m}$  é a vazão mássica,  $C_p$  o calor específico do fluido. Os subscritos  $c$  e  $min$  são, respectivamente, relacionados ao lado do coletor e mínimo do lado do coletor e do lado do reservatório do trocador de calor.

O modelo utiliza-se de certos valores padrões, como por exemplo uma capacidade de armazenamento de 75 litros, caso a capacidade utilizada seja distinta, o valor de  $X$  deve ser corrigido, visto que este correlaciona tanto o tamanho do reservatório quanto a temperatura da água fria.

A fração  $f$  da carga mensal total fornecida pelo sistema de aquecimento solar de água, dada em função de  $X$  e  $Y$  é:

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3 \quad (8)$$

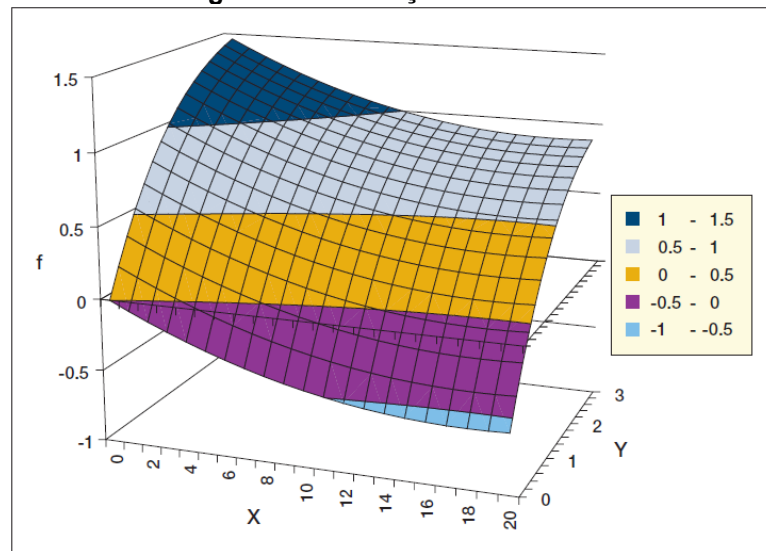
**Figura 6 - Diagrama de sistema de aquecimento solar de água residencial.**



**Fonte - Minister of Natural Resources Canada (2005, Adaptado).**

Há algumas restrições no intervalo de validade da Equação 8, entretanto como é visto na Figura 7, a superfície que descreve a equação é bastante suave, fazendo com que extrapolações não sejam grandes problemas. Caso a equação preveja valores de  $f$  menores que 0, 0 deve ser utilizado, caso preveja valores maiores que 1, 1 deve ser considerado.

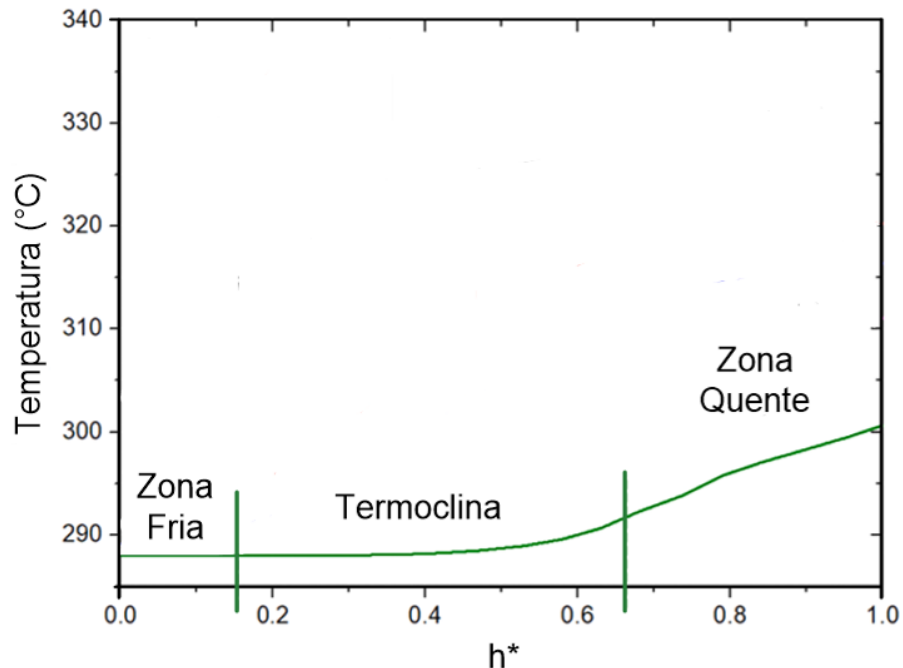
**Figura 7 - Correlação do método.**



**Fonte - Minister of Natural Resources Canada (2005)**

Além disso, termoclina em um tanque de água quente convencional é notadamente ampla, Figura 8, devido à interação entre a água quente e fria dentro do tanque. Esse processo é influenciado por fenômenos de convecção e difusão térmica elevados. Tais fenômenos promovem a agitação da água, gerando uma turbulência significativa que se estende por quase todo o volume do tanque (Figura 9).

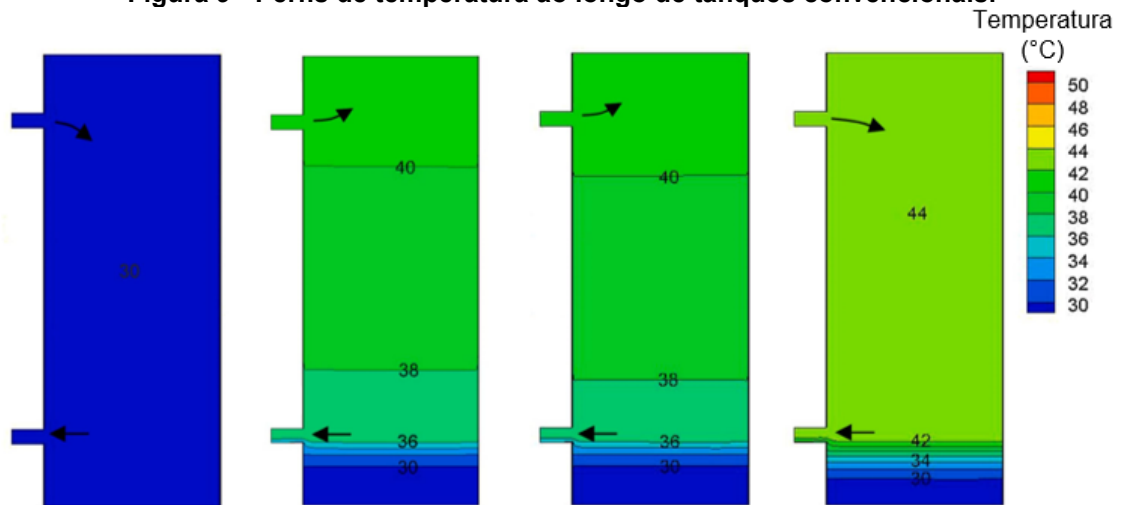
**Figura 8 - Característica da termoclina típica em tanques convencionais.**



**Fonte - Li et al. (2021, Adaptado)**



**Figura 9 - Perfis de temperatura ao longo de tanques convencionais.**



Fonte – Li et al. (2020, Adaptado)

#### 4.1.3.2 Armazenamento estratificado

O estudo de tanques de armazenamento termicamente estratificados soma mais de 50 anos, sempre visando o aumento da eficiência no armazenamento térmico e previsões mais precisas no que diz respeito às temperaturas de saída, especialmente para aplicações solares (RENDALL et al., 2021).

Em sistemas de médio e grande porte, faz-se necessária a aplicação de divisões dos volumes armazenados em diversos reservatórios, em função da melhoria proveniente da estratificação térmica e da redução do tamanho do reservatório em si (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013). No caso do estudo em questão, o princípio de aplicação do reservatório estratificado se baseia na mesma ideia da estratificação em diversos reservatórios, entretanto, com seu funcionamento dado na divisão da distribuição de água quente e fria dentro de um mesmo reservatório (Figura 23).

O componente mais crítico no modelo de estratificação térmica de tanques de água quente é prever a temperatura da água fornecida ao usuário para suas necessidades de água quente. Em sistemas de água quente para uso doméstico, as temperaturas de entrega precisam ser altas o suficiente para satisfazer os requisitos de uso e frias o suficiente para evitar queimaduras. Além disso, tanques de armazenamento estratificados termicamente (TSSTs) em edifícios residenciais e comerciais são de interesse crescente pra a mudança de pico da demanda elétrica associada às cargas de água quente.

Os TSSTs normalmente têm uma região com um grande gradiente térmico presente devido ao complexo aquecimento por convecção natural e forças de

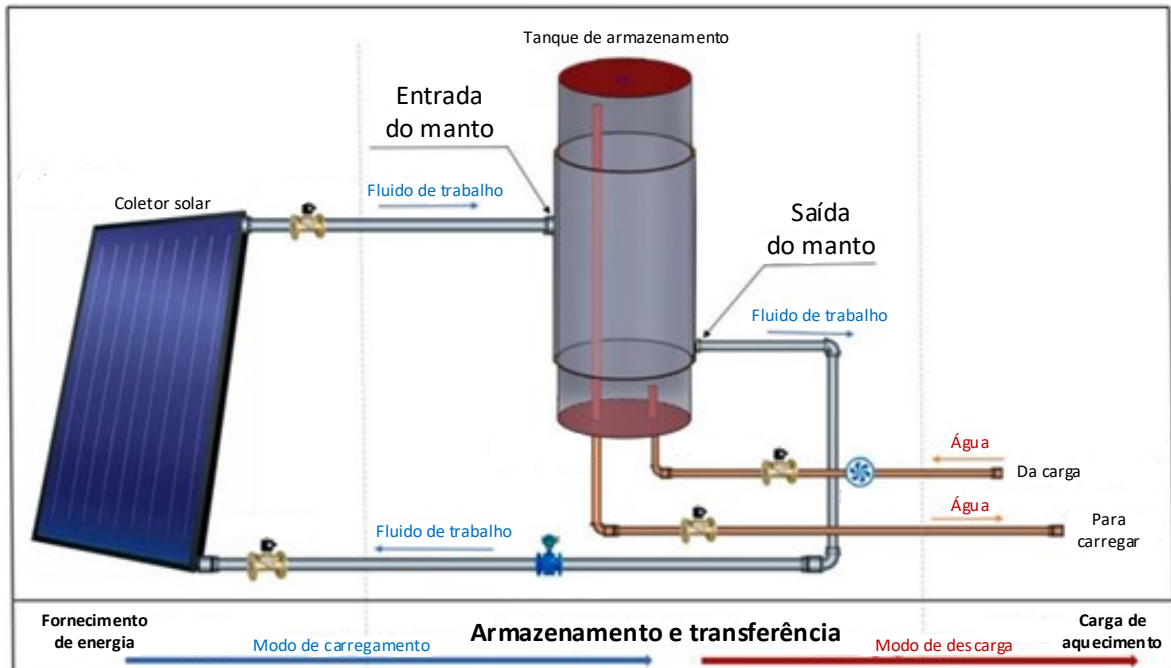
gravidade, termoclina, estreita. Dessa forma, há uma redução na mistura da parte superior do tanque, mantendo a temperatura de saída da água mais alta do que em um tanque totalmente misturado. À medida que um TSST está descarregando, a entrada de água, que é inicialmente um jato de momento, pode desviar das paredes do tanque e formar plumas de flutuação negativa que interagem com a região termoclina através de instabilidades Kelvin – Helmholtz (KH) (THOMSON, 2012; HELMHOLTZ, 1868). Quando um TSST é recarregado por uma fonte de calor externa, a água quente que entra no topo do tanque também cria um jato de flutuação negativa que causa instabilidades Rayleigh– Taylor (RT) (RAYLEIGH, 1916; TAYLOR, 1950) e às vezes também causa instabilidades KH.

O termo “mistura de arrastamento” é uma expressão utilizada na literatura para descrever a mistura quando as instabilidades KH e RT não são prontamente identificadas, ou descreve a combinação das instabilidades. Identificar corretamente os fenômenos de mistura é o primeiro passo para modelar um sistema, e muito progresso foi feito na área de TSSTs, como cita Rendall et al. (2021).

Já em seu estudo, Gerhardt (2019) realizou simulações numéricas bidimensionais de um modelo de reservatório térmico acoplado a um refrigerador doméstico, com foco na troca de calor através de um trocador de calor casco-tubo. A pesquisa envolveu o uso de softwares de simulação, como o ANSYS SpaceClaim e ANSYS Fluent, para modelagem e análise. Dentre as diversas condições de contorno investigadas, a descoberta mais relevante para o contexto deste estudo foi a importância da condição de fluxo prescrito, que proporcionou um perfil de estratificação térmica mais próximo do experimento. Isso tem implicações significativas para o desempenho de tanques térmicos estratificados, que são de interesse central nesta pesquisa.

No modo de carregamento do tanque de água solar estratificado, como o coletor solar absorve continuamente a energia térmica (enquanto perdurar a incidência de luz solar), aquecendo a água, haverá diferentes fenômenos de estratificação no tanque de água, e uma boa estratificação de temperatura pode melhorar a taxa de água quente disponível e a eficiência de armazenamento de calor do tanque de água. Quando no modo de descarga, a água quente no tanque é usada e a água fria é adicionada ao mesmo tempo (Figura 10).

**Figura 10 – Diagrama esquemático do sistema de aquecimento solar de água.**



Fonte – Li et al. (2021, Adaptado)

Historicamente, modelos de tanques mistos, modelos de tanques estratificados e modelos de arrasto de jato foram desenvolvidos para simular o complexo comportamento de TSSTs com sucesso variável. Dois artigos recentes que quantificam o sucesso da modelagem de TSSTs incluem um artigo de sensibilidade de Arias et al. para estudos de longo prazo e uma revisão de Chandra e Matuska. A revisão mostrou abordagens para modelar TSSTs que linearizam a região termoclina com diferentes métodos numéricos e essas abordagens são apropriadas para termoclinas lineares - o que muitas vezes não é o caso.

Fatores empíricos são utilizados para melhorar a precisão do modelo e frequentemente são associados a números adimensionais, números estes que possuem aplicabilidade no modelo para diferentes difusores de escala, velocidades de entrada, e propriedades do fluido no tanque, enquanto os fatores empíricos por si só mencionados, podem ser aplicados apenas para uma pequena faixa de valores. A metodologia do trabalho seguirá os achados de Opiel et al. e Zurigat et al., as quais tomam os números de Reynolds ( $Re$ ) e Richardson ( $Ri$ ) como os mais apropriados para modelagem TSSTs.

O armazenamento de energia térmica para aplicações de aquecimento de água doméstica pode envolver diversas temperaturas. Para o caso de altas temperaturas, está tipicamente associado à energia solar. A energia pode ser

carregada, armazenada e descarregada diariamente, semanalmente, anualmente ou em ciclos de processo sazonais ou rápidos (ASHRAE, 2016).

Sistemas de armazenamento de energia de ação rápida e/ou interativos com a rede elétrica, podem fornecer serviços de balanceamento e outras necessidades críticas, como controle de frequência e integração de energia renovável. Tais sistemas interativos acoplam dinamicamente o consumo de energia do consumidor final às necessidades em tempo real da rede. Historicamente, o armazenamento térmico tem sido usado para aplicações de aquecimento e resfriamento de conforto e processo, como uma maneira de reduzir a conta total de serviços públicos e o tamanho dos equipamentos aplicados. Dorgan e Elleson (1993) abordam detalhadamente questões e parâmetros de projeto do armazenamento.

De acordo com a ASHRAE (2016), um sistema de armazenamento térmico estratificado projetado e instalado adequadamente pode:

- Deslocar cargas de horários de pico para horários fora de pico;
- Reduzir custos operacionais ou iniciais;
- Reduzir o tamanho do serviço elétrico e dos equipamentos de resfriamento ou aquecimento;
- Aumentar a flexibilidade operacional;
- Fornecer capacidade de backup;
- Ampliar a capacidade de um sistema existente;
- Auxiliar na integração de quantidades maiores de energia renovável.

Além disso, o armazenamento térmico estratificado pode ser uma abordagem particularmente mais atrativa ainda para atender às cargas de aquecimento se uma ou mais das seguintes condições se aplicarem:

- As cargas têm curta duração;
- As cargas ocorrem com pouca frequência;
- As cargas são cíclicas;
- As cargas não coincidem com a disponibilidade da fonte de energia;
- Os custos de energia variam ao longo do tempo (por exemplo tarifas de energia por horário de uso);

- Tarifas elevadas para demandas de pico;
- Descontos nas tarifas, créditos fiscais ou outros incentivos econômicos são oferecidos para o uso de equipamentos de deslocamento de carga;
- O fornecimento de energia é limitado, restringindo ou impedindo o uso de sistemas de tamanho completo sem armazenamento;
- A expansão das instalações está planejada e os equipamentos de aquecimento ou resfriamento existentes são suficientes para atender à nova carga de pico, mas têm capacidade não utilizada em horários fora de pico;
- Uma operação crítica requer aquecimento ininterrupto.

Uma característica fundamental dos sistemas de armazenamento térmico estratificado é que estes separam os momentos de aquecimento dos momentos de uso. Essa separação permite que os sistemas de armazenamento térmico aqueçam durante os períodos em que as condições são mais favoráveis, o que pode ser independente da carga térmica instantânea.

A água é adequada para aplicações de energia a quente e é o meio de armazenamento sensível mais comum, em parte porque possui o maior calor específico de todos os materiais comuns, além de possuir baixo custo e alta disponibilidade.

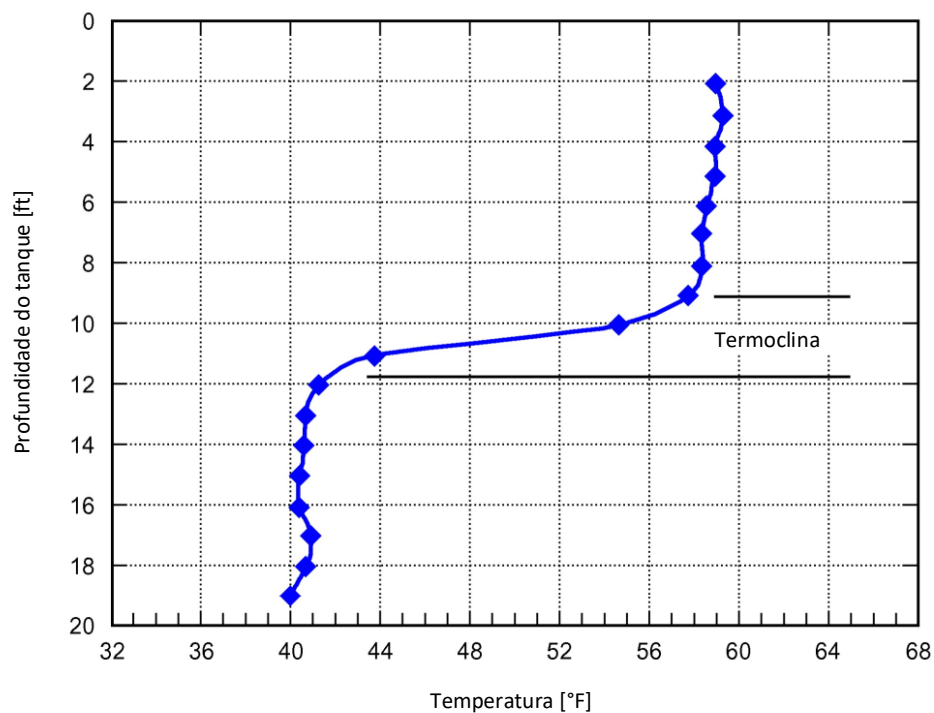
Os tanques se encontram disponíveis em diversas formas, no entanto, os cilindros verticais são os mais utilizados. Tanques podem ser localizados acima do solo, parcialmente enterrados ou completamente enterrados. Eles também podem ser incorporados à estrutura do edifício. Por razões econômicas, geralmente operam à pressão atmosférica e podem ter telhados de cúpula de vão livre, telhados cônicos rasos suportados por colunas. Os vasos de armazenamento térmico sensível devem separar os volumes mais frios e mais quentes do meio de armazenamento (ASHRAE, 2016).

No armazenamento a quente estratificado, a água de retorno mais quente e menos densa flutua sobre a água gelada mais densa. A água quente do armazenamento é fornecida e retirada com baixa velocidade, essencialmente em fluxo horizontal, onde as forças de flutuação dominam os efeitos inerciais. A água pura é mais densa a 4°C, portanto, a água mais fria introduzida na parte inferior de um tanque

estratificado tende a se misturar a essa temperatura com a água mais quente no tanque (Andrepont, 2000; Borer e Schwartz, 2005).

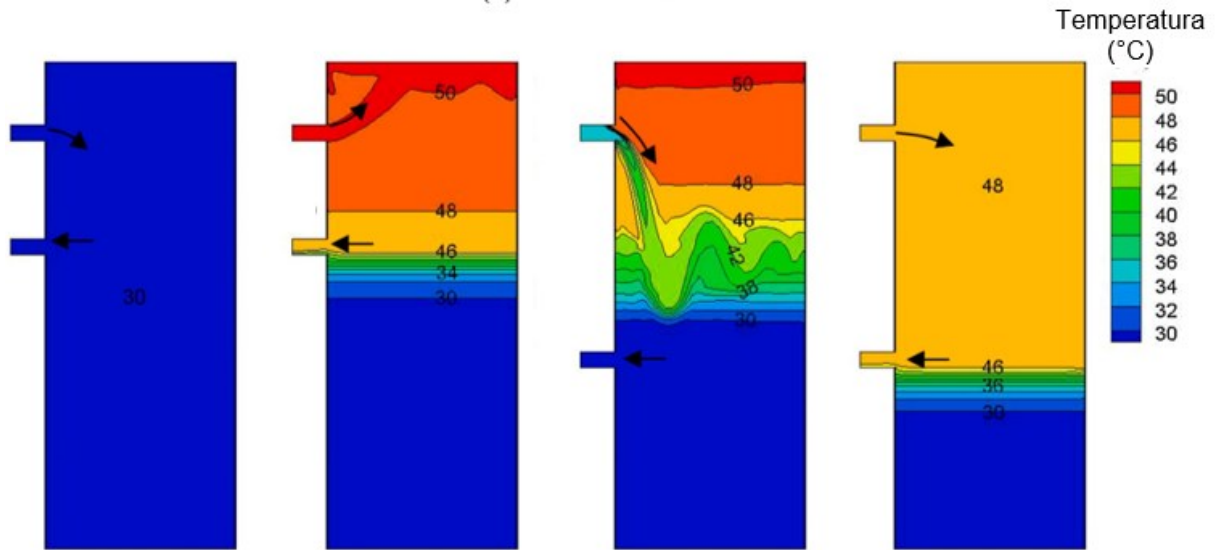
Tipicamente, a água de entrada se mistura com a água no tanque para formar uma termoclina, que por sua vez é uma região com gradientes acentuados de temperatura e densidade vertical. As termoclinas minimizam a mistura adicional da água acima delas com a água abaixo (Figura 11), subindo à medida que o carregamento continua e, por conseguinte, caindo durante o descarregamento. Sua espessura pode aumentar um pouco durante o carregamento e descarregamento devido à condução de calor através da água e transferência de calor para e das paredes do tanque (Figura 12), mas representam um baixo percentual da altura do tanque quando estabilizadas, a depender das condições de entrada e saída do fluido e da geometria do sistema.

**Figura 11 - Característica da termoclina típica em tanques termicamente estratificados.**



**Fonte – ASHRAE (2016, Adaptado)**

Figura 12 - Perfis de temperatura ao longo de tanques termicamente estratificados.



Fonte – Li et al. (2020, Adaptado)

A formação inicial da termoclina é o principal determinante para a eficiência geral do tanque, a formação mais fina possível proporciona o maior volume útil, portanto, é necessária uma consideração cuidadosa no projeto do difusor. Tanques de armazenamento podem ter qualquer seção transversal, mas as paredes geralmente são verticais, e tanques cilíndricos horizontais geralmente não são boas opções para armazenamentos estratificados, devido à relação entre o volume de água dentro e fora da termoclina (ASHRAE, 2016).

#### 4.1.4 Revisão da ABNT NBR Armazenamento

A Comissão de Estudo de Equipamentos e Sistemas de Aproveitamento Térmico da Energia Solar do Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABNT/CB) desenvolveu uma metodologia que incorpora de maneira prática os resultados das Equações 1 a 8, conforme especificado nas normas NBR 10185, NBR 15569 e NBR 15747. De acordo com essa metodologia, a transferência de calor do reservatório termossolar para o ambiente ( $U_s$ ) é calculada utilizando a Equação 9:

$$U_s = \frac{\rho V c_p}{\Delta \tau} \ln \left( \frac{t_i - t_{amb}}{t_f - t_{amb}} \right) \quad (9)$$

onde  $U_s$  é o coeficiente global de transferência de perda de calor (kW/°C),  $\rho$  é a massa específica da água à temperatura (kg/m<sup>3</sup>),  $V$  é o volume do reservatório no volume

armazenado ( $m^3$ ),  $c_p$  é o calor específico da água à pressão constante ( $kJ/kg \cdot ^\circ C$ ),  $\Delta\tau$  é o período de resfriamento entre o instante em que a água por meio do reservatório termossolar é interrompida e o momento em que ela é reiniciada (s),  $t_i$  é a temperatura inicial do fluido de trabalho ( $^\circ C$ ),  $t_f$  é a temperatura final do fluido de trabalho ( $^\circ C$ ) e  $t_{amb}$  é a temperatura do ambiente ( $^\circ C$ ).

Nessas condições, a energia armazenada no reservatório termossolar no início do processo de resfriamento  $Q_0$ , em kJ, é definida de acordo com a Equação 10 (NBR 10185):

$$Q_0 = \rho V c_p (t_i - t_{amb}) \quad (10)$$

e a perda de energia  $Q_{perda}$  é então definida pela Equação 11 (NBR 10185):

$$Q_{perda} = Q_0 \left[ 1 - \exp\left(-\frac{U_s \Delta\tau}{\rho V c_p}\right) \right] \quad (11)$$

Conforme estabelecido pela ABNT NBR 15747-1, o coletor solar é conceituado como um “dispositivo projetado para absorver a radiação solar e transferir a energia térmica produzida para um fluido que passa pelo equipamento”. Esses coletores solares podem ser categorizados em dois grupos distintos: aqueles com concentração ótica e aqueles sem.

Já ao que diz respeito à ABNT NBR 15569, o cálculo da fração solar é dado em diferentes etapas, no caso do volume de consumo de água quente, há:

$$V_{consumo} = \sum(Q_{pu} T_u \text{ frequência de uso}) \quad (12)$$

onde  $V_{consumo}$  é o volume total de água quente consumido diariamente (L),  $Q_{pu}$  é a vazão de utilização do aparelho (L/min) e  $T_u$  é o tempo médio de utilização diário do aparelho (min). Para o cálculo do volume de água quente deve-se:

- Verificar o volume de consumo para o atendimento dos vários pontos de utilização;
- Considerar a vazão dos aparelhos de utilização;
- Considerar o tempo de utilização;
- Considerar a frequência de uso.

No cálculo do volume do sistema de armazenamento, tem-se:



$$V_{armazenamento} = \frac{V_{consumo}(T_{consumo} - T_{ambiente})}{(T_{armazenamento} - T_{ambiente})} \quad (13)$$

em que  $V_{armazenamento}$  é o volume do sistema de armazenamento (L),  $T_{consumo}$  é a temperatura de consumo de utilização (°C), recomendando-se 42°C para duchas e lavabos,  $T_{armazenamento}$  é a temperatura de armazenamento de água (°C), devendo ser maior ou igual à de consumo, e,  $T_{ambiente}$  é a temperatura do local de instalação (°C).

Para calcular a demanda de energia útil, utiliza-se:

$$E_{\acute{u}til} = \frac{V_{armazenamento} \rho C_p (T_{armazenamento} - T_{ambiente})}{3600} \quad (14)$$

sendo  $E_{\acute{u}til}$  a energia útil (kWh). Com o valor de energia útil, é possível calcular a área coletora, conforme Equação 15:

$$A_{coletora} = \frac{(E_{\acute{u}til} + E_{perdas}) FC_{instal} 4,89}{PMEE I_G} \quad (15)$$

onde  $A_{coletora}$  é a área coletora (m<sup>2</sup>),  $I_G$  é o valor da irradiação global média (kWh/m<sup>2</sup>), PMEE é a produção média de energia específica do coletor solar (kWh/m<sup>2</sup>), 4,89 kWh/m<sup>2</sup> se refere ao valor-padrão para determinar a PMEE do coletor solar de acordo com a regulamentação do INMETRO, equivalente a 17,6 MJ/m<sup>2</sup>,  $E_{perdas}$  é o somatório das perdas térmicas dos circuitos primário e secundário (kWh), podendo ser calculado pela soma das perdas ou pela Equação 16.

$$E_{perdas} = 0,15 E_{\acute{u}til} \quad (16)$$

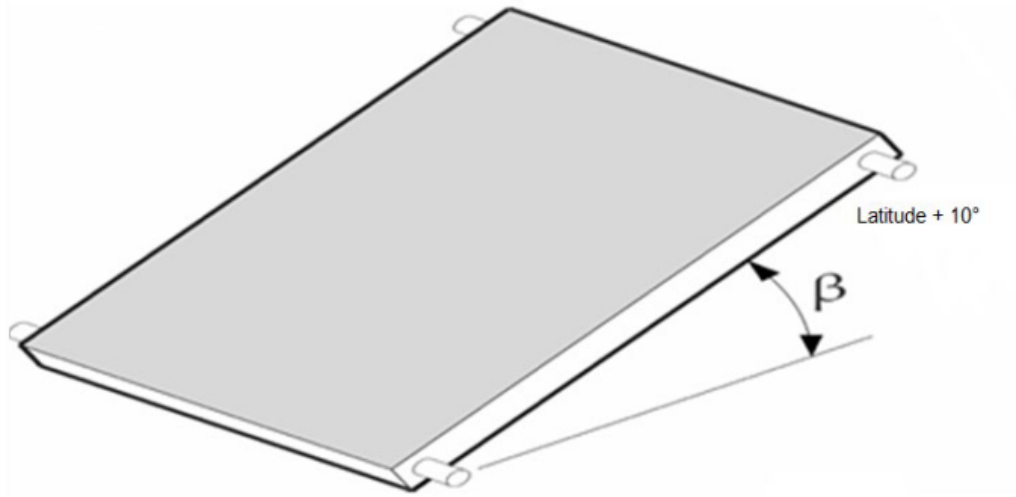
Para se calcular o fator de correção para inclinação e orientação do coletor solar, utiliza-se a Equação 17 a seguir:

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1,2 \cdot 10^{-4}(\beta - \beta_{\acute{o}timo})^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot \gamma^2]} \quad (17)$$

Considerando que  $15^\circ < \beta < 90^\circ$ , sendo  $\beta$  a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal (°) (Figura 13),  $\beta_{\acute{o}timo}$  a inclinação ótima do coletor para o local de instalação (°), recomendando-se que seja adotado o valor de módulo da latitude local

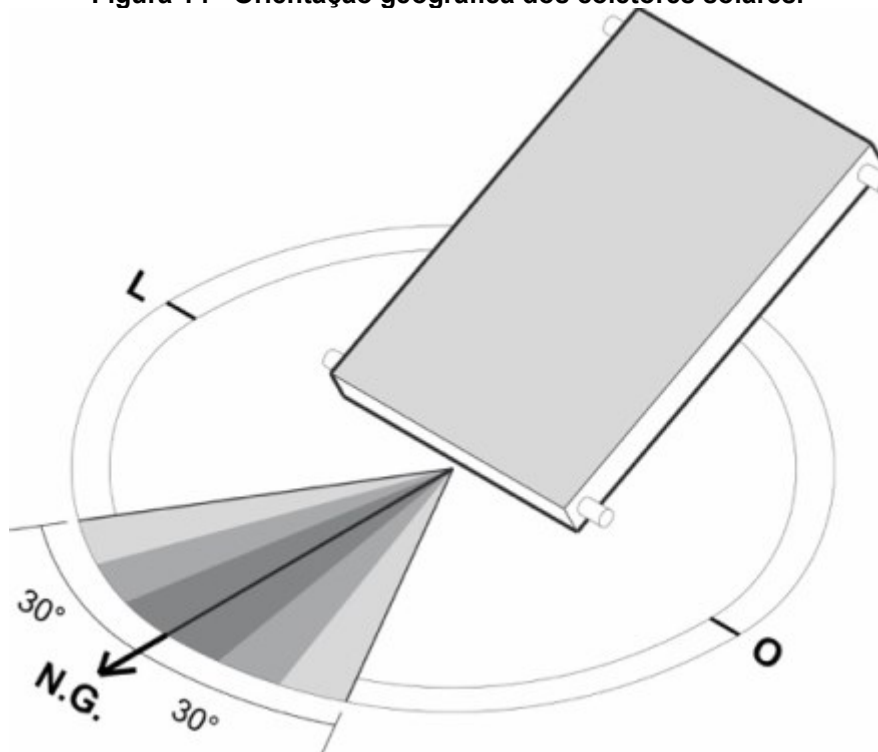
acrescido de  $10^\circ$ , e  $\gamma$  é o ângulo de orientação dos coletores solares em relação ao norte geográfico ( $^\circ$ ) (Figura 14).

Figura 13 - Ângulo de inclinação dos coletores solares.



Fonte – ABNT NBR 15569 (2020)

Figura 14 - Orientação geográfica dos coletores solares.



Fonte – ABNT NBR 15569 (2020)

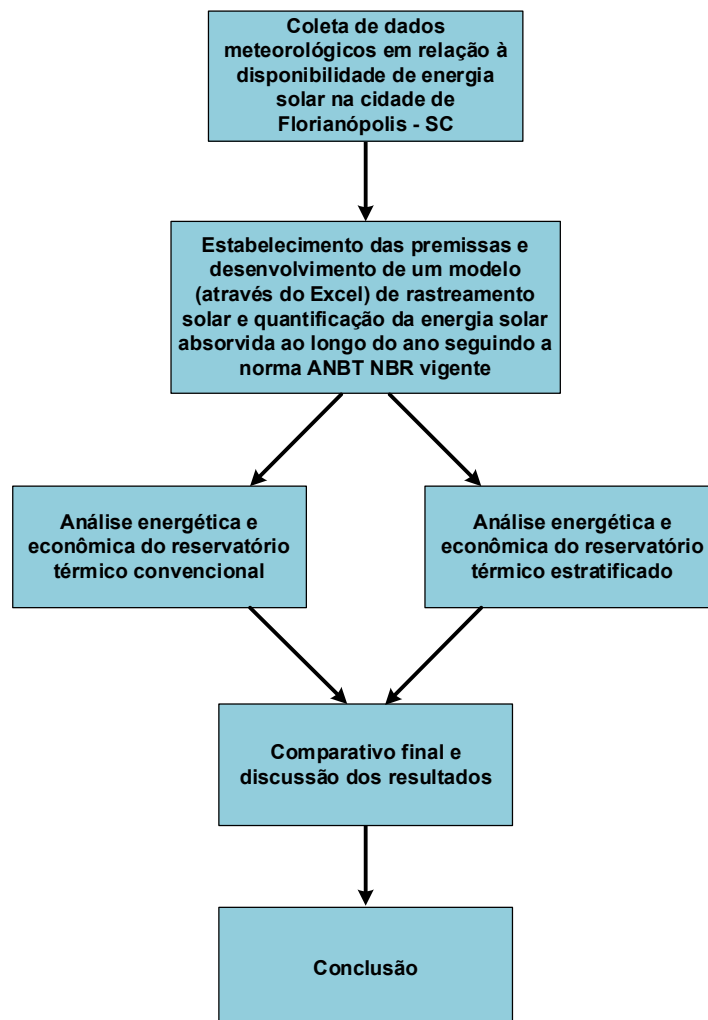
## 5 METODOLOGIA

Neste tópico serão descritos os procedimentos metodológicos para levantamento de dados e análise do reservatório térmico estratificado em comparação ao tradicional.

O presente trabalho realiza a comparação dos sistemas de armazenamento de energia térmica utilizando reservatórios térmicos tradicional e estratificado. Os critérios comparativos são a disponibilidade de água quente em função do tempo de uso, tempo decorrido para tais reservatórios serem completamente cheios de água quente e o custo operacional.

Um fluxograma que melhor resume a metodologia é apresentado na Figura 15.

**Figura 15 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.**



Fonte – Autoria própria (2022).

### 5.1 Desenvolvimento de modelo para rastreamento solar e quantificação da energia absorvida ao longo do ano em painéis para aquecimento de água

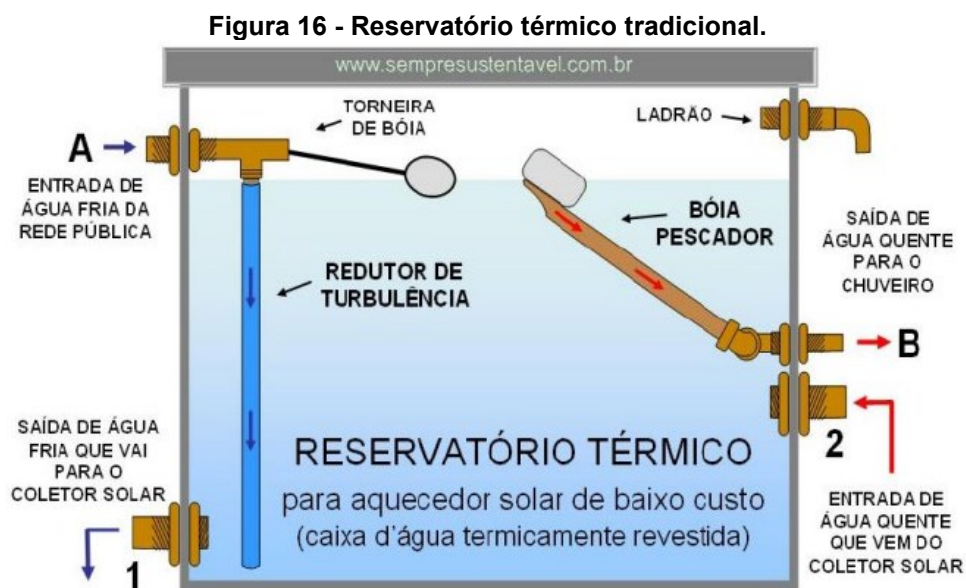
O desenvolvimento do modelo para rastreamento solar e quantificação da energia solar absorvida ao longo do ano se dará através da coleta de dados meteorológicos no que diz respeito à localização definida (no caso Florianópolis), através dos dados disponibilizados pela ANEEL.

Após a coleta dos dados, será desenvolvida uma planilha no Excel para a análise de um coletor arbitrário, através da aplicação das relações referentes à transferência de calor para a água.

### 5.2 Quantificação da economia de eletricidade com utilização de um reservatório térmico tradicional

Para a quantificação da economia de eletricidade com a aplicação de um reservatório térmico tradicional (Figura 16), será analisado o calor absorvido pela água, através do coletor selecionado, e transferido ao reservatório em questão (contabilizando as perdas térmicas para o ambiente).

A análise do reservatório contará com a descrição do cenário de uso. Logo, através das premissas estabelecidas, fazer-se-há possível a observação de qual forma é a mais econômica em termos de redução de energia elétrica.



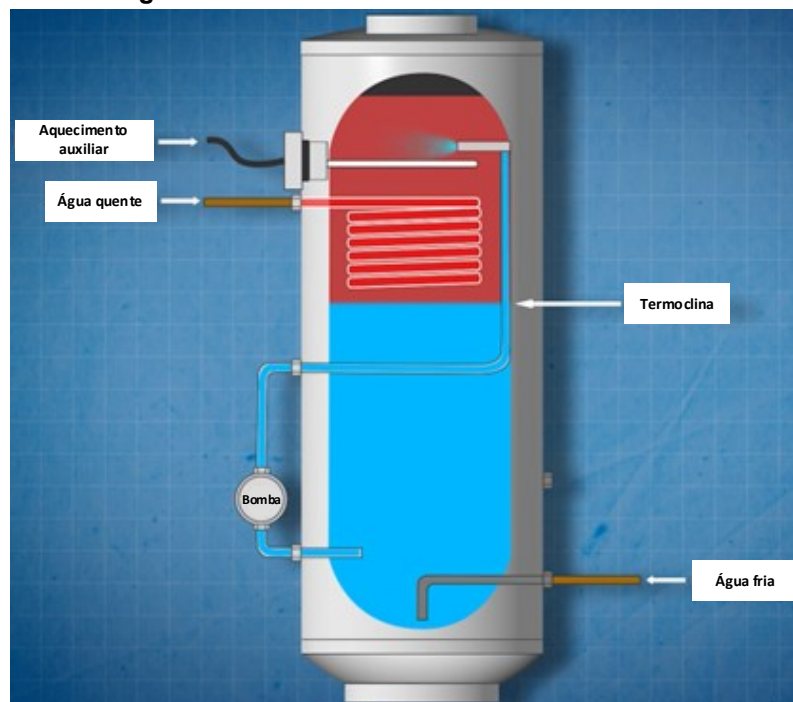
Fonte – Oliveira (2016).

### 5.3 Modelagem de reservatório térmico estratificado

Já ao que diz respeito à quantificação da economia de eletricidade com a aplicação de um reservatório térmico estratificado (Figura 17), será analisado o calor absorvido pela água, através do coletor selecionado, e transferido ao reservatório térmico em questão (também contabilizando as perdas).

A análise do reservatório se dará nas mesmas condições do tradicional, para que o efeito comparativo seja de forma equivalente, contando com as mesmas variações nos cenários de uso, como esvaziamento completo diário e carregamento feito exclusivamente com o uso da energia solar absorvida. Logo, através de tais cenários, será possível a observação de qual modelo é mais econômico em termos de redução de energia elétrica.

Figura 17 - Reservatório térmico estratificado.



Fonte – Mixergy (2023, Adaptado).

### 5.4 Premissas para análises

As premissas para os cálculos se encontram apresentadas abaixo, de forma a mostrar tanto as considerações feitas em relação à demanda de água quente, da residência hipotética, quanto das considerações estabelecidas para cálculos e análises dos tanques de armazenamento convencional e estratificado.

#### 5.4.1 Demanda de água quente

No trabalho, o imóvel a ser considerado para a implementação do sistema de aquecimento solar é baseado em uma residência hipotética em Florianópolis – SC onde moram seis pessoas, sendo quatro adultos e duas crianças. A simplificação para o consumo de água quente foi dada de forma que o uso seja considerado o mesmo todos os dias do ano.

O consumo de água quente diário é dividido da seguinte forma:

- Banhos: São 2 banhos para cada adulto e 3 para as crianças, sendo que a ducha consome 10 L/min e cada adulto gasta 7,5 minutos no banho, sendo que cada criança gasta 7 minutos.
- Lavagem de Louças: Há 2 lavagens de louça diárias na residência, sendo que cada uma leva em média 1 hora e 30 minutos, para uma torneira que consome 5 L/min.
- Lavagem de Mãos: Considerando que cada pessoa lave as mãos antes e depois de suas refeições (café da manhã, almoço e jantar), tem-se um total de 36 vezes do uso, para uma vazão de 4 L/min, e um tempo de uso de 5 minutos.
- Lavagem de Roupas: As roupas são lavadas diariamente, em ciclos curtos de 40 minutos, para um consumo de 4 L/min (médios, pelo fato de parte do tempo a máquina se manter sem utilizar água).

#### 5.4.2 Volume do tanque

De acordo com a Equação 12, tem-se:

$$\begin{aligned}
 V_{consumo} &= (Banhos + Louças + Mãos + Roupas) \Rightarrow \\
 \Rightarrow V_{consumo} &= ((10 \cdot 7.5 \cdot 8)) + (10 \cdot 7 \cdot 6) + (5 \cdot 90 \cdot 2) + (4 \cdot 5 \cdot 36) + (4 \cdot 40 \cdot 1) \Rightarrow \\
 &\Rightarrow V_{consumo} = 2800 \frac{L}{dia}
 \end{aligned}$$

Como o  $V_{armazenamento}$  leva em consideração os parâmetros de temperatura, de consumo, armazenada e do ambiente, considerando a recomendação da ABNT NBR 15569, tem-se que  $T_{consumo}$  é equivalente a 42°C, assumindo  $T_{armazenamento}$  igual a 50°C e  $T_{ambiente}$  como sendo o menor valor registrado no ano de referência

(TRY – Test Reference Year) da cidade de Florianópolis (27° 35' 49"S, 48° 32' 58"O), LABEEE (2023), equivalente a 7,5°C. Dito isso:

$$V_{armazenamento} = \frac{2800(42,0 - 7,5)}{(50,0 - 7,5)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{armazenamento} = 2272,94 \frac{L}{dia}$$

Por boas práticas de projeto, adotou-se:

$$V_{armazenamento} = 2300 \frac{L}{dia}$$

A justificativa para o valor adotado no cálculo do volume armazenado ser único e equivalente ao menor dado de temperatura ambiente, mesmo a análise sendo feita pontualmente hora a hora, se dá pelo fato de o volume do tanque ser fixo, devendo ser dimensionado para o pior caso, sendo este, o caso em que a temperatura ambiente é a menor possível, necessitando de uma maior disponibilidade de água quente.

#### 5.4.3 Coletores

Outra simplificação feita foi adotar a inclinação do coletor em relação ao plano horizontal como sendo equivalente zero, dessa forma, a radiação incidente nas placas passa a ser equivalente à radiação direta normal. Além disso, o ângulo de orientação dos coletores solares foi adotado como estando exatamente voltado ao norte geográfico, dessa forma:

$$FC_{instal} = \frac{1}{1 - [1,2 \cdot 10^{-4}(0 - 37,5969)^2 + 3,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0^2]} = 1,20$$

Outro fator importante para se calcular a área da coleta, é a energia útil, apresentada pela Equação 14, através do EES (*Engineering Equation Solver*), nas condições de operação, tem-se que  $\rho = 0,988 \text{ kg/L}$  e  $c_p = 4,182 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ . Logo:

$$E_{\text{útil}} = \frac{2300 \left[ \frac{L}{dia} \right] \cdot 0,988 \left[ \frac{kg}{L} \right] \cdot 4,182 \left[ \frac{kJ}{kg^\circ C} \right] (50 - 7,5) [^\circ C]}{3600 \left[ \frac{s}{h} \right]} = 112,19 \frac{kWh}{dia}$$

Assim:

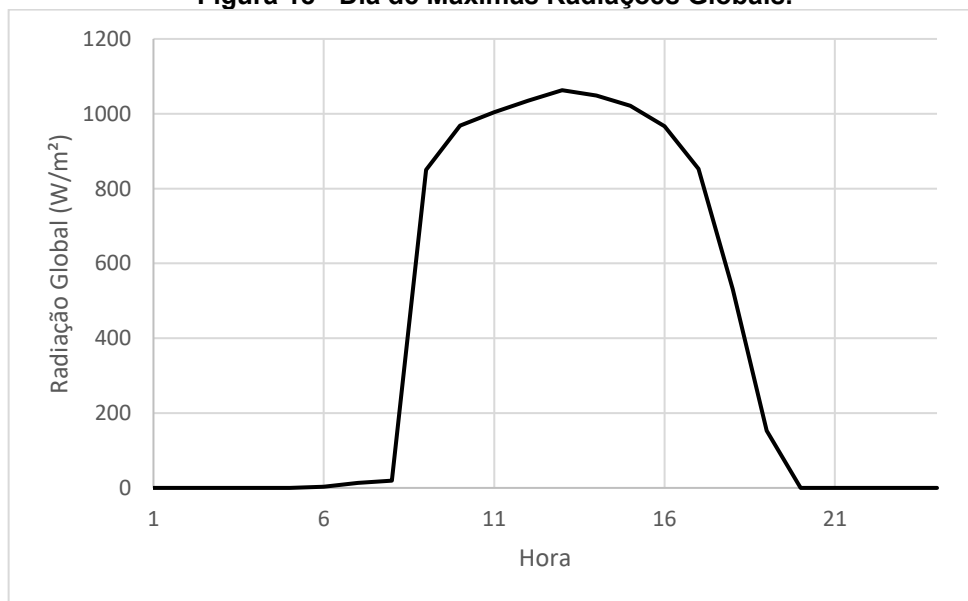
$$E_{perdas} = 0,15 \cdot 112,19 = 16,83 \frac{kWh}{dia}$$

Pelos dados climáticos (LABEEE, 2023), foi possível calcular o valor da irradiação global média, obtendo-se:

$$I_G = 153,30 \left[ \frac{W}{m^2} \right] \cdot 24[h] \cdot \frac{1}{1000} \left[ \frac{kW}{W} \right] = 3,68 \frac{kWh}{m^2}$$

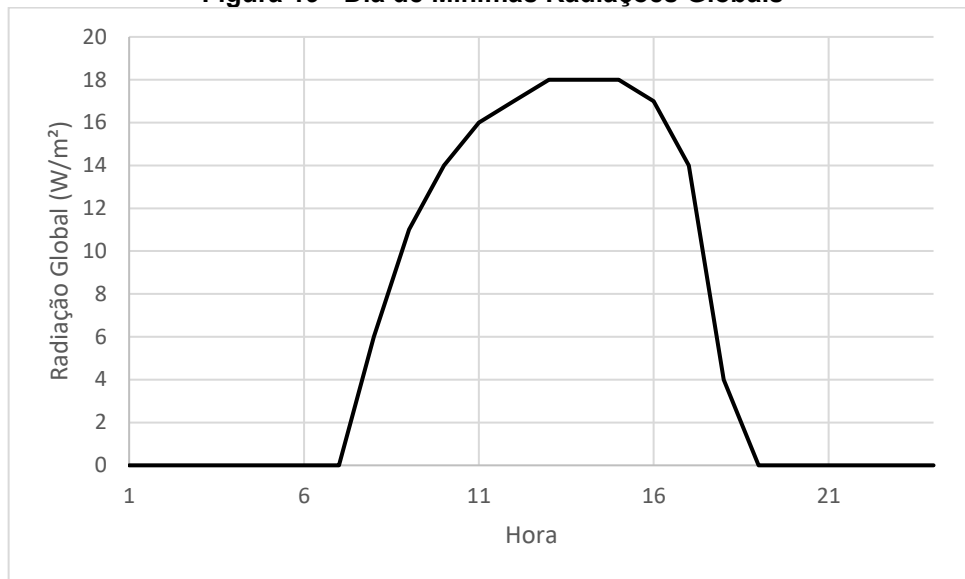
A radiação global média é utilizada na determinação das áreas de coletores, pois é possível notar uma discrepância grande entre o dia de máximas radiações globais (05/dezembro), Figura 18, e o dia de mínimas radiações globais do ano (26/julho), Figura 19. Tal diferença pode ser explicada por uma série de fatores, sendo o principal a cobertura total de nuvens, o que se torna mais claro pela Figura 20 e Figura 21, já que no dia de máximas radiações, a cobertura de nuvens foi praticamente 0% durante o período de Sol frente aos 100% do dia de mínimas radiações.

**Figura 18 - Dia de Máximas Radiações Globais.**

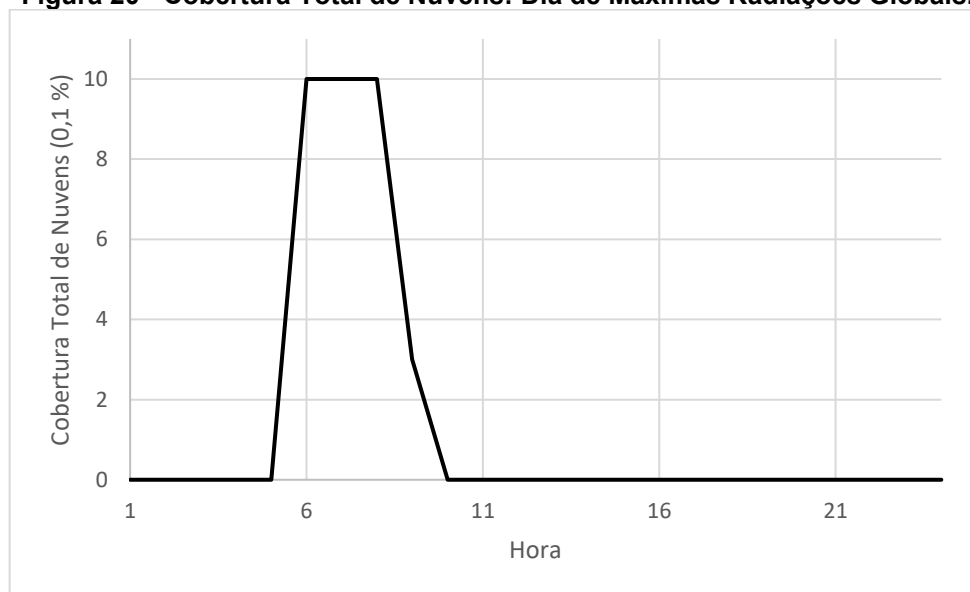


**Fonte – Autoria Própria (2023).**

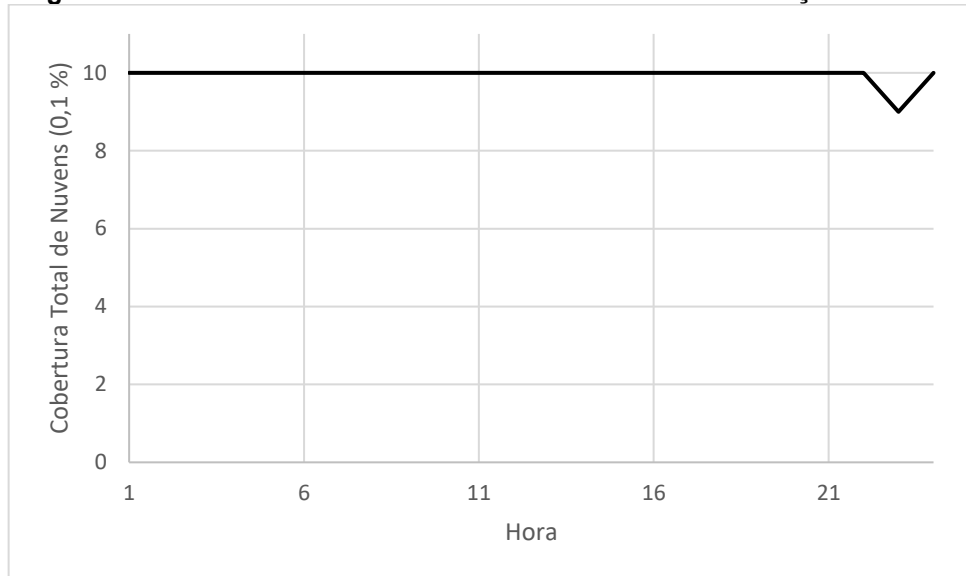


**Figura 19 - Dia de Mínimas Radiações Globais**

Fonte – Autoria Própria (2023).

**Figura 20 - Cobertura Total de Nuvens: Dia de Máximas Radiações Globais.**

Fonte – Autoria Própria (2023).

**Figura 21 - Cobertura Total de Nuvens: Dia de Mínimas Radiações Globais**

Fonte – Autoria Própria (2023).

Selecionando um coletor de acordo com a tabela fornecida pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) apresentada por INMETRO (2023), escolheu-se um modelo com superfície absorvedora de vidro de borossilicato da marca AQUESOL, modelo “Coletor Solar de 30 tubos”, com PMEE de 84,4 kWh/(mês.m<sup>2</sup>) e área de 4,65. Dessa forma:

$$A_{coletora} = \frac{(112,19 + 16,83) \left[ \frac{kWh}{dia} \right] \cdot 1,20 \cdot 4,89 \left[ \frac{kWh}{m^2} \right]}{84,4 \left[ \frac{kWh}{mês \cdot m^2} \right] \cdot 3,68 \left[ \frac{kWh}{m^2} \right] \cdot \frac{1}{30} \left[ \frac{mês}{dia} \right]} = 73,13 \text{ m}^2$$

Como cada coletor solar escolhido possui uma área de 4,65 m<sup>2</sup>, tem-se que a quantidade de coletores é dada por:

$$Quantidade \ de \ coletores = \frac{73,13}{4,65} = 15,73 \approx 16 \text{ coletores}$$

Dessa forma, a área real de coletores disponível é:

$$\begin{aligned} A_{total} &= 16 \cdot 4,65 \Rightarrow \\ &\Rightarrow A_{total} = 74,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Até o ponto em questão, os dados foram atribuídos para ambas as análises, já que a coleta considerou os piores casos (necessitando da maior área de trocadores

possível), para que a comparação entre ambos os reservatórios pudesse ser feita de forma fidedigna.

#### 5.4.4 Reservatórios térmicos

Com o tema estudado, seguindo a metodologia estabelecida e apresentada na Figura 15, será efetuada a coleta de dados meteorológicos. Tendo os dados da área total disponível em coletores, sua eficiência energética média (72,3 % de acordo com INMETRO, 2023) e os dados de radiação horária, torna-se possível realizar o modelo comparativo entre os reservatórios tradicional e estratificado.

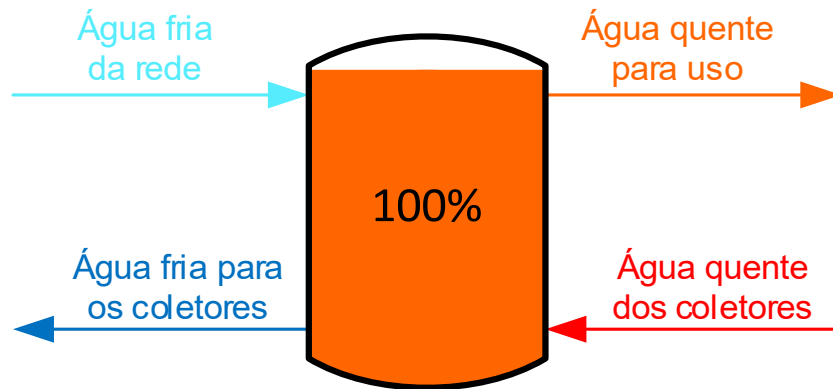
Para simplificação do estudo, o reservatório estratificado será analisado em frações de carregamento, desconsiderando a espessura da termoclina, pela sua determinação considerar aspectos geométricos do tanque e condições operacionais, como velocidade de entrada e saída dos fluidos, sendo o foco do trabalho o desempenho térmico do sistema como um todo. Dessa forma, quando tiver 20% carregado, a água quente ocupará um volume equivalente à 0,2 vezes o volume útil total do tanque, sendo a mistura desta fração de água quente feita de forma homogênea.

Já o sistema de funcionamento utilizando tanques tradicionais serão modelados com a planilha do Excel, contando com a consideração adicional de o carregamento ser sempre 100%, ou seja, toda a água quente proveniente dos coletores é diretamente misturada com o tanque como um todo, de forma similar ao que ocorre em sistemas tradicionais (Figura 22).

A mistura entre a água quente e a água fria no reservatório tradicional (Figura 22) se dá com a entrada da água quente dos coletores e da água fria da rede feita por cima (também apresentado na Figura 16), isso induz a turbulência e aumenta a mistura entre os fluidos, no entanto, o processo de aquecimento do tanque como um todo se torna mais lento e, por isso, geralmente é acompanhado de um aquecimento auxiliar, como com a utilização de uma resistência elétrica.

Após a mistura, água quente é utilizada, e quando a água previamente aquecida cai de nível, água fria entra e a temperatura interna no tanque passa a ser inferior à temperatura determinada para uso (42°C), dessa forma, é necessário retornar o fluido aos coletores, até que a temperatura de 50°C seja atingida novamente.

Figura 22 - Representação térmica da água no reservatório tradicional.

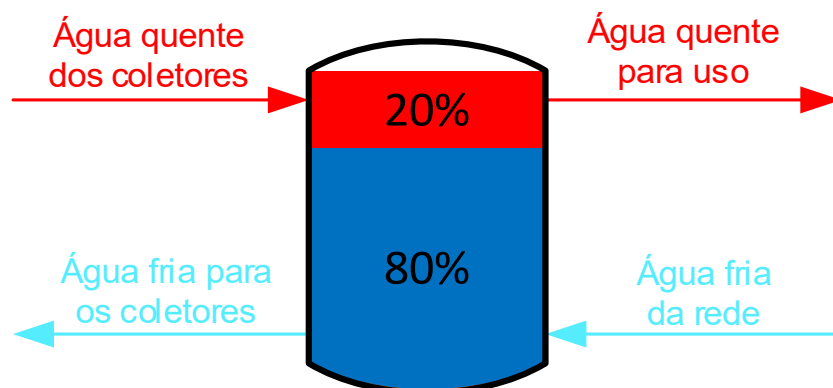


Fonte – Aatoria Própria (2023).

Já a mistura entre a água quente e a água fria no reservatório estratificado (Figura 23) se dá com a entrada da água quente dos coletores na parte superior do tanque, enquanto da água fria da rede, pela parte inferior, já que pela diferença da massa específica entre a água fria ( $\rho_{T=20^{\circ}C} = 998,2 \text{ kg/m}^3$ ) e água quente ( $\rho_{T=50^{\circ}C} = 988 \text{ kg/m}^3$ ) é possível manter a separação dentro do tanque.

Neste caso, a água para uso é necessariamente retirada por cima, já que é onde se encontra disponível, dito isso, sua disponibilidade cai a zero apenas quando a porcentagem de carregamento do tanque passa a ser nula. No entanto, a partir do momento em que seu carregamento é menor que 100%, o fluido pode ser enviado aos coletores para ser aquecido, o que torna possível aplicações com dois tanques, sendo um comum utilizado como “pulmão” de água quente para o tanque estratificado, aumentando mais ainda a disponibilidade e capacidade do sistema de armazenamento.

Figura 23 - Representação térmica da água no reservatório estratificado.



Fonte – Aatoria Própria (2023).

Somando-se o tempo total de uso de água quente, de acordo com as premissas apresentadas anteriormente, tem-se que há uma demanda de 322 minutos de uso por dia. Considerando um tanque de 2300 L, para o reservatório tradicional, aplicando as Equações 14 e 16:

$$E_{total} = E_{\acute{u}til} + E_{perdas} = 1,15 \cdot E_{\acute{u}til}$$

$$E_{total} = 1,15 \cdot \frac{2300[L] \cdot 0,988 \left[ \frac{kg}{L} \right] \cdot 4,182 \left[ \frac{kJ}{kg^{\circ}C} \right] (T_{armazenamento} - T_{ambiente}) [^{\circ}C]}{322[min] \cdot 60 \left[ \frac{s}{min} \right]} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{armazenamento} = 1,768 \cdot E_{total} + T_{ambiente} [^{\circ}C] \quad (18)$$

Dessa formal, é possível encontrar qual a temperatura de armazenamento horária para o tanque tradicional, sendo que  $E_{total}$  neste caso será equivalente à energia absorvida pelas placas (em kW). Para se estimar a economia com a aplicação do tanque, considerando uma necessidade de água quente a  $T_{armazenamento} = 50^{\circ}C$ , com uma tarifa média estimada de R\$ 0,86, tem-se que:

$$Economia = 0,86 \cdot \left( \frac{50 - T_{ambiente}}{1,768} - \left( \frac{50 - T_{armazenamento}}{1,768} \right) \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Economia = 0,86 \cdot \left( \frac{T_{armazenamento} - T_{ambiente}}{1,768} \right) \quad (19)$$

Para o reservatório estratificado, a diferença será dada em seu funcionamento, considerando que para cada hora em que a radiação é coletada, uma fração de 10% do volume total será carregada.

Assim, aplicando as Equações 14 e 16, de forma análoga à anterior:

$$E_{total} = \frac{\eta_{carga} \cdot (T_{armazenamento} - T_{ambiente})}{1,768} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_{armazenamento} = \frac{1,768 \cdot E_{total}}{\eta_{carga}} + T_{ambiente} [^{\circ}C] \quad (20)$$

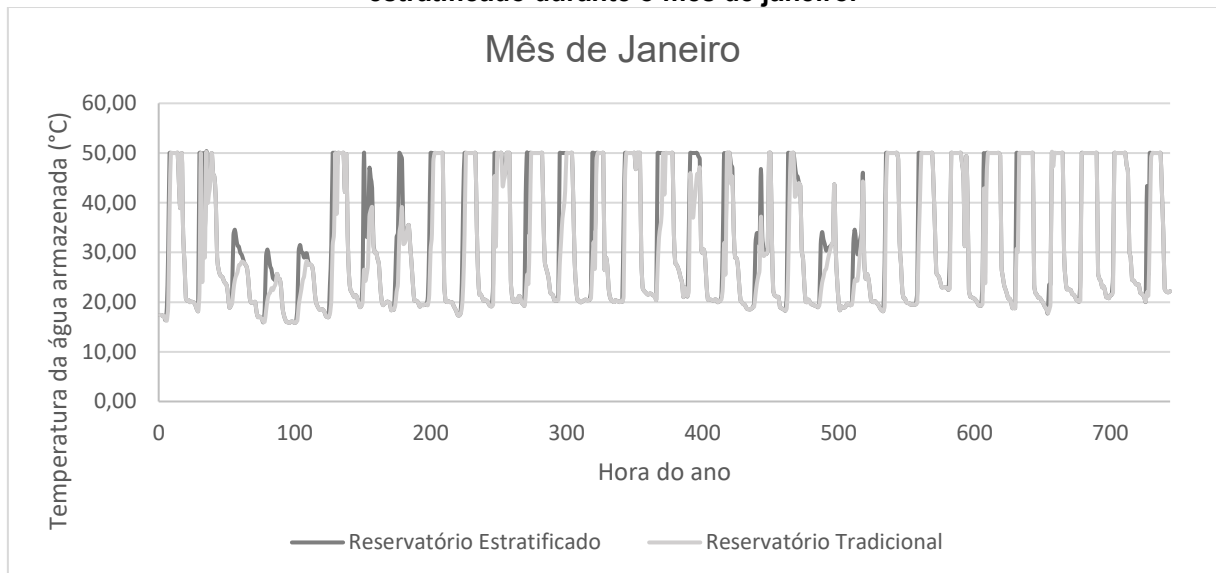
A economia para o caso em questão é a mesma do sistema tradicional, sendo dada pela Equação 19.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através das equações apresentadas, dos dados meteorológicos coletados e dos dados de área coleta da radiação solar, dados da economia puderam ser retirados para ambos os reservatórios (a exemplo do APÊNDICE A, que apresenta o cálculo de quadros do mês de janeiro), permitindo uma análise comparativa entre a economia destes.

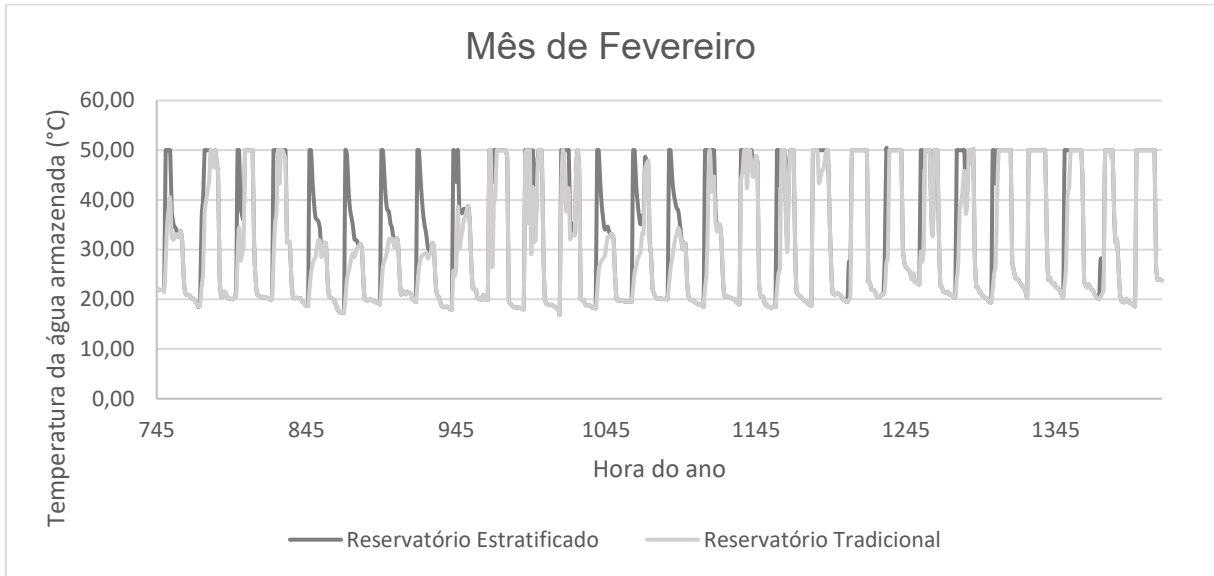
Os dados mostrados nas Figura 24 à Figura 35 (Janeiro a Dezembro, respectivamente) representam comparativos entre os reservatórios, da temperatura de água armazenada, pela respectiva hora do ano.

**Figura 24 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de janeiro.**



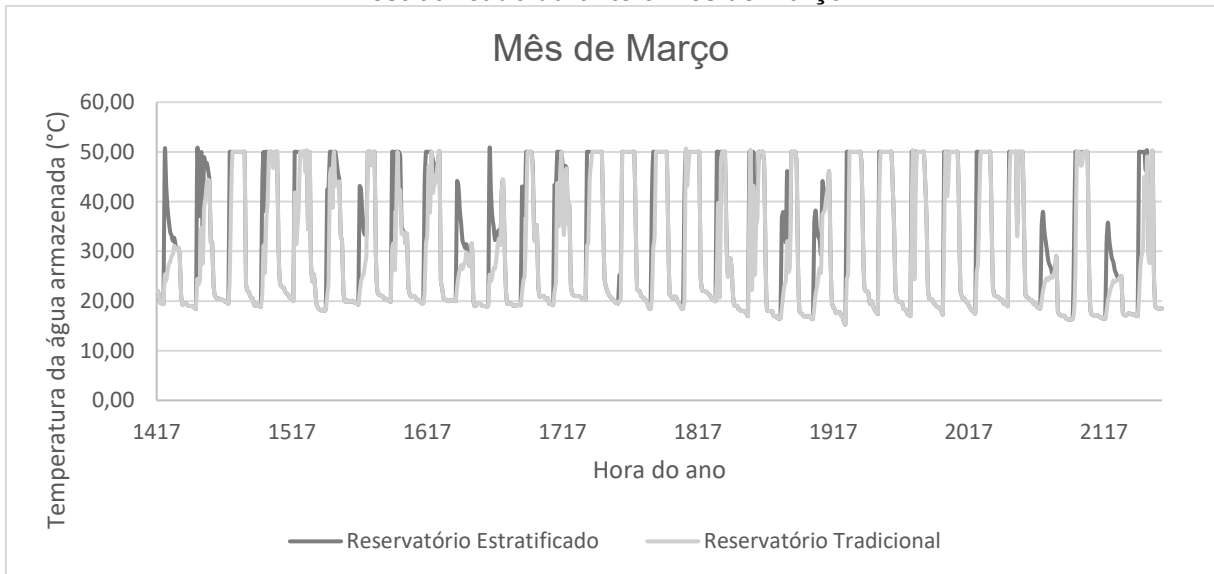
**Fonte – Autoria Própria (2023).**

**Figura 25 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de fevereiro.**



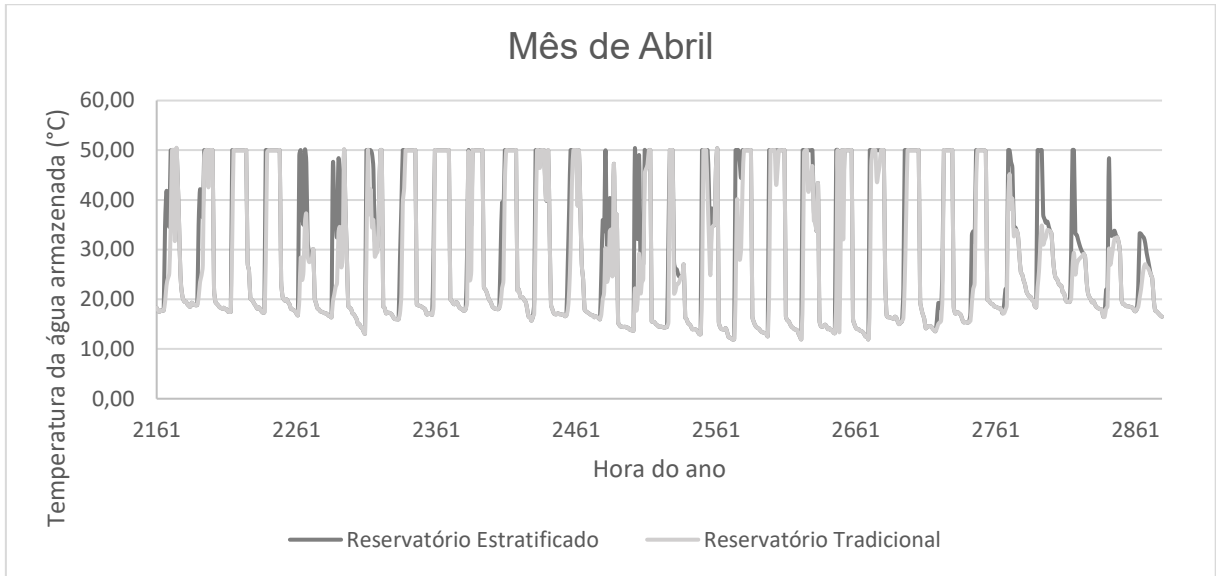
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 26 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de março.**



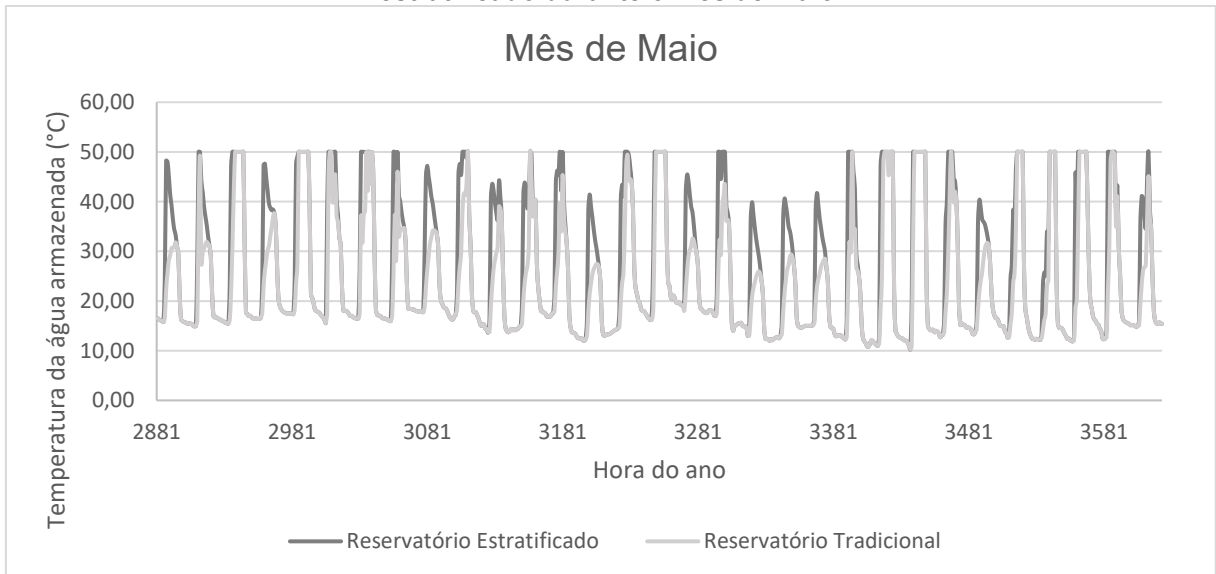
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 27 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de abril.**



**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

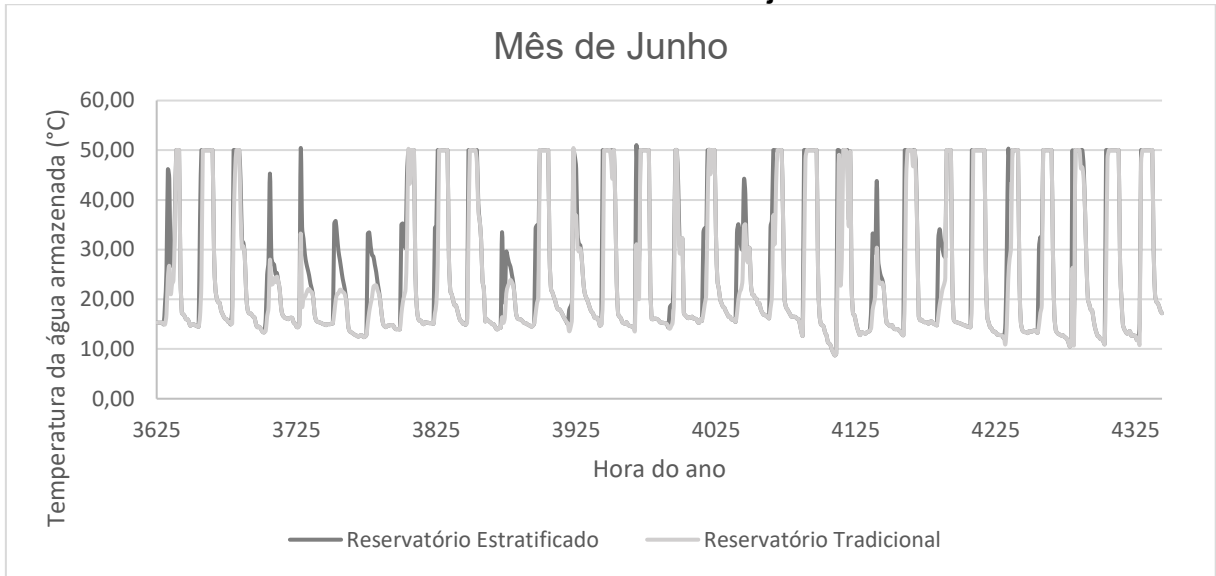
**Figura 28 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de maio.**



**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

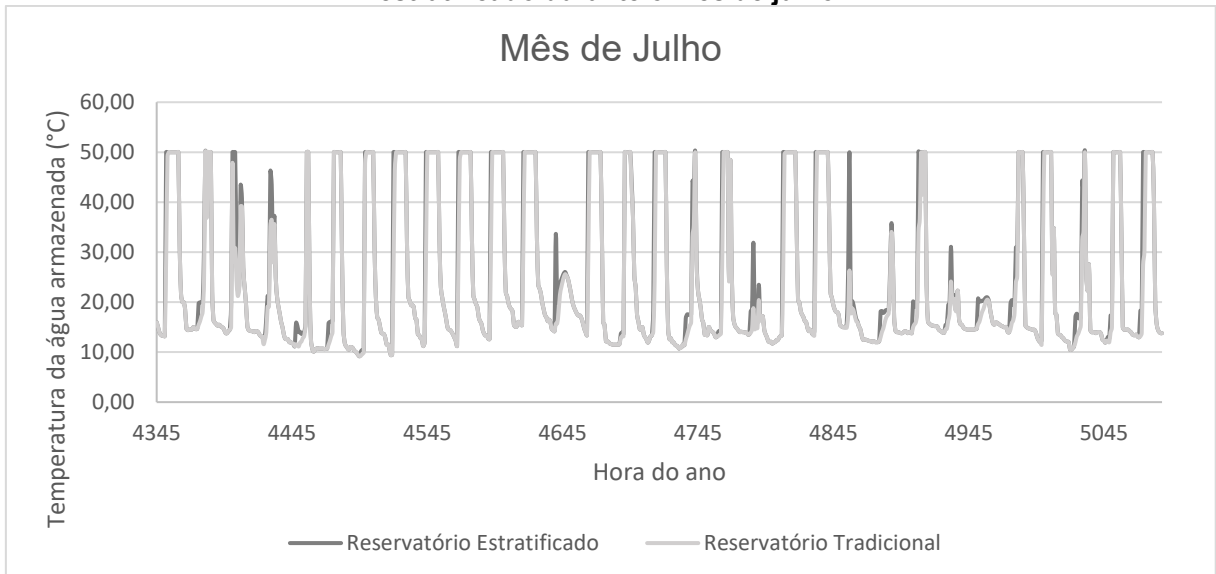


**Figura 29 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de junho.**



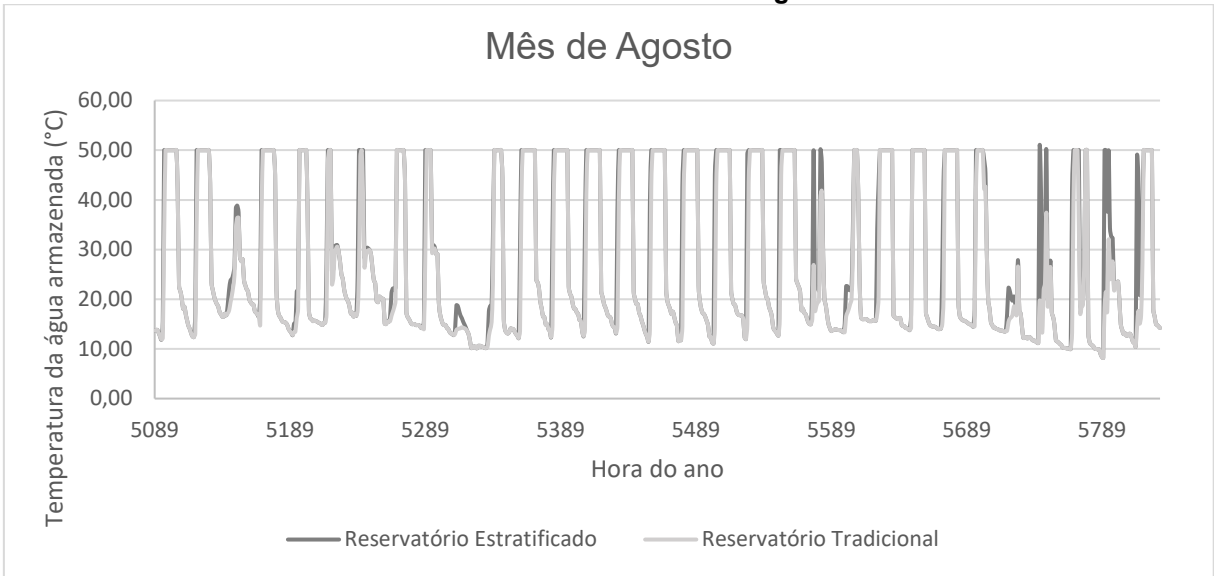
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 30 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de julho.**



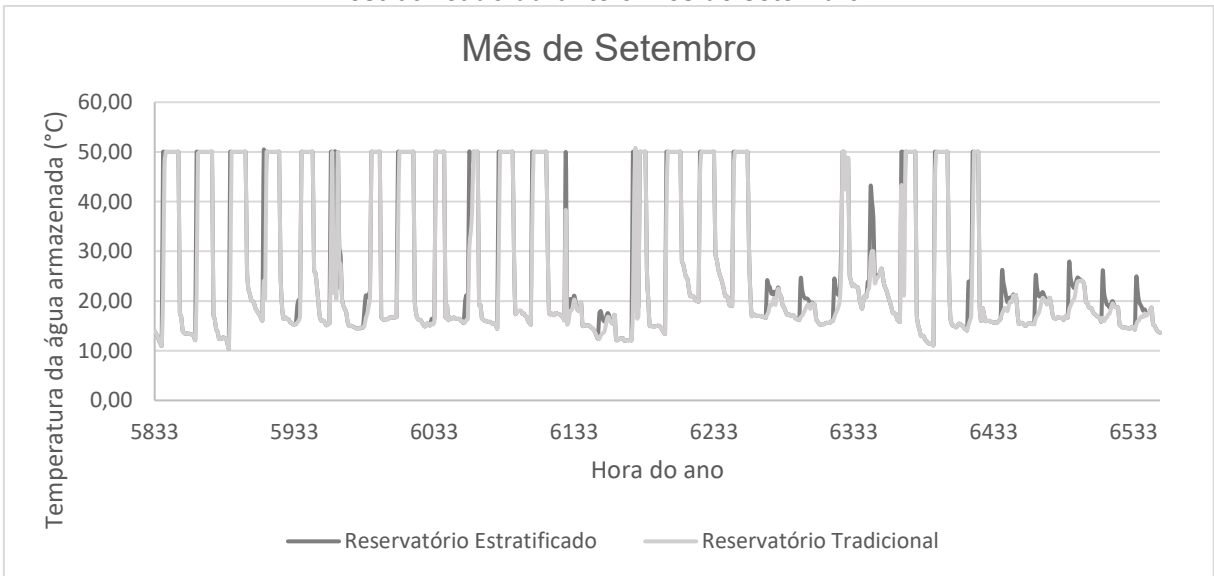
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 31 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de agosto.**



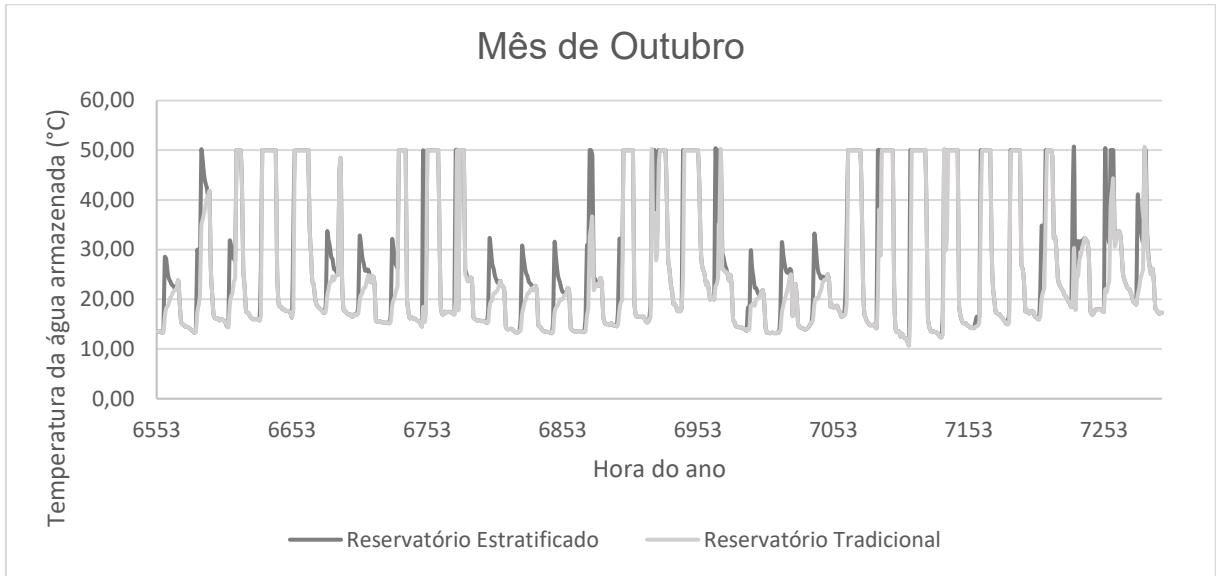
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 32 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de setembro.**



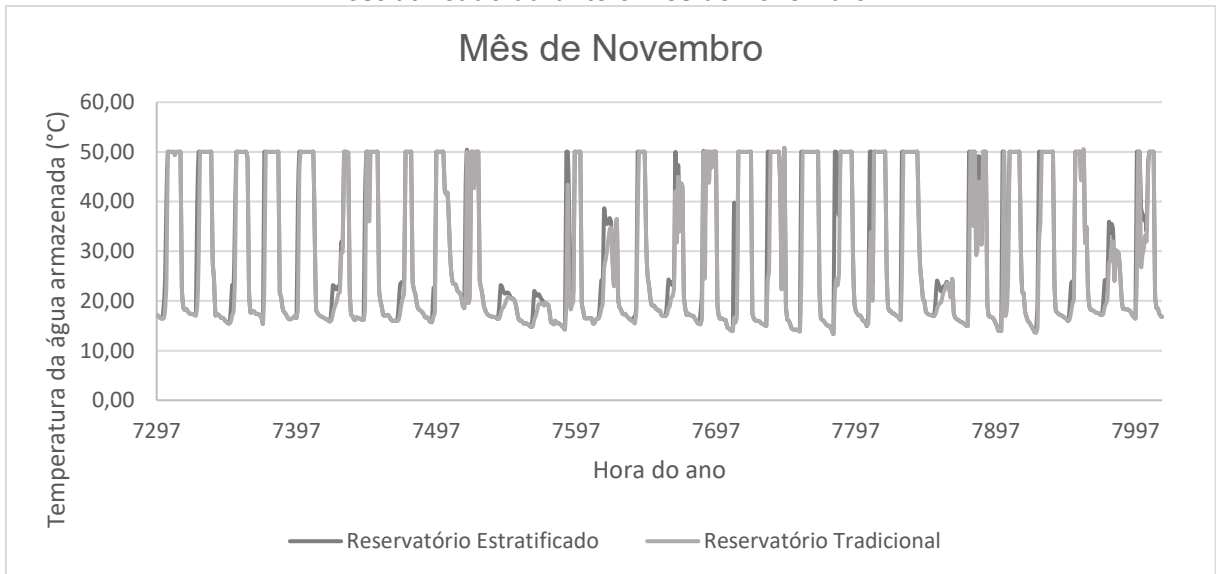
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 33 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de outubro.**



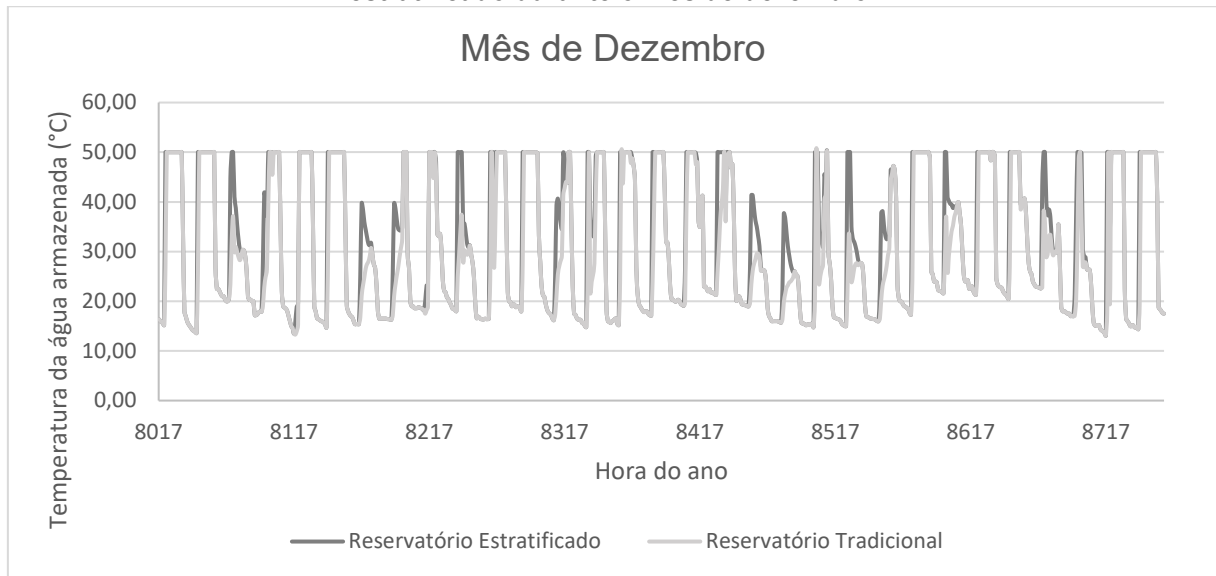
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 34 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de novembro.**



**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

**Figura 35 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado durante o mês de dezembro.**



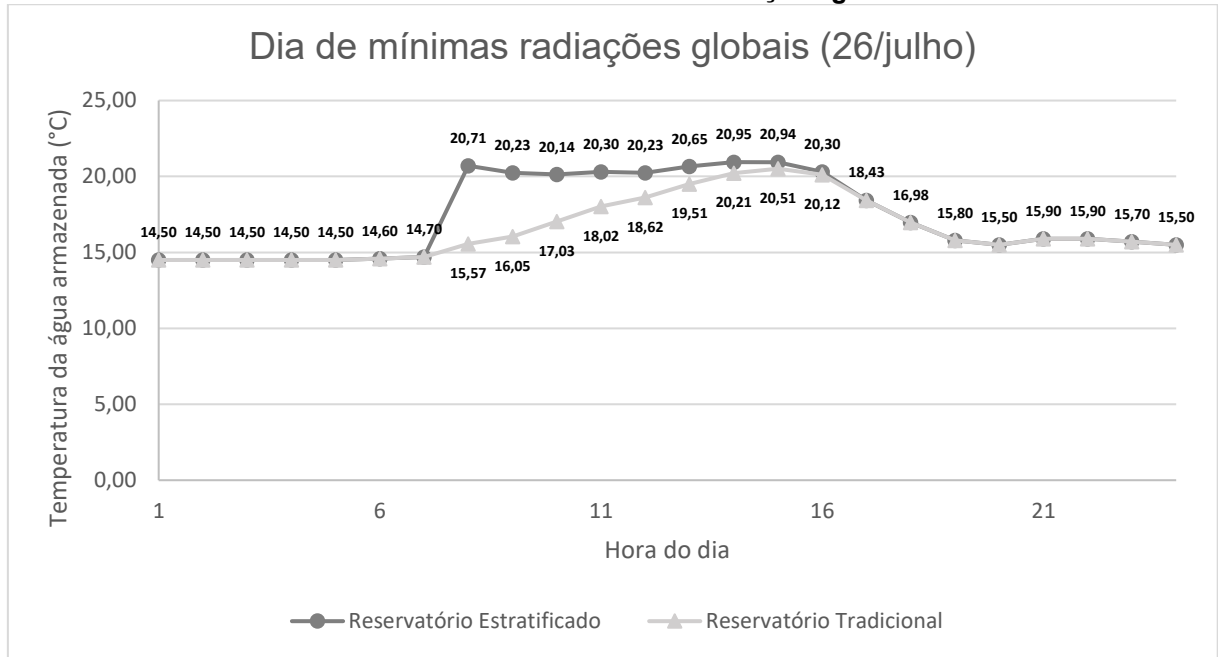
**Fonte – Aatoria Própria (2023).**

É possível observar que o reservatório estratificado apresenta um desempenho superior, já que atinge a temperatura estabelecida de projeto de forma prematura em relação ao reservatório tradicional. Visualmente, isso se mostra nos gráficos com os picos de temperatura do reservatório estratificado (linhas escuras) sendo vistos em horas anteriores aos picos do reservatório tradicional (linhas claras). Os trechos em que a linha escura não é vista indicam que as temperaturas são equivalentes entre ambas, como nos momentos em que o reservatório atinge sua temperatura máxima de 50°C, ou nos horários onde não há radiação para ser absorvida, como os períodos da madrugada.

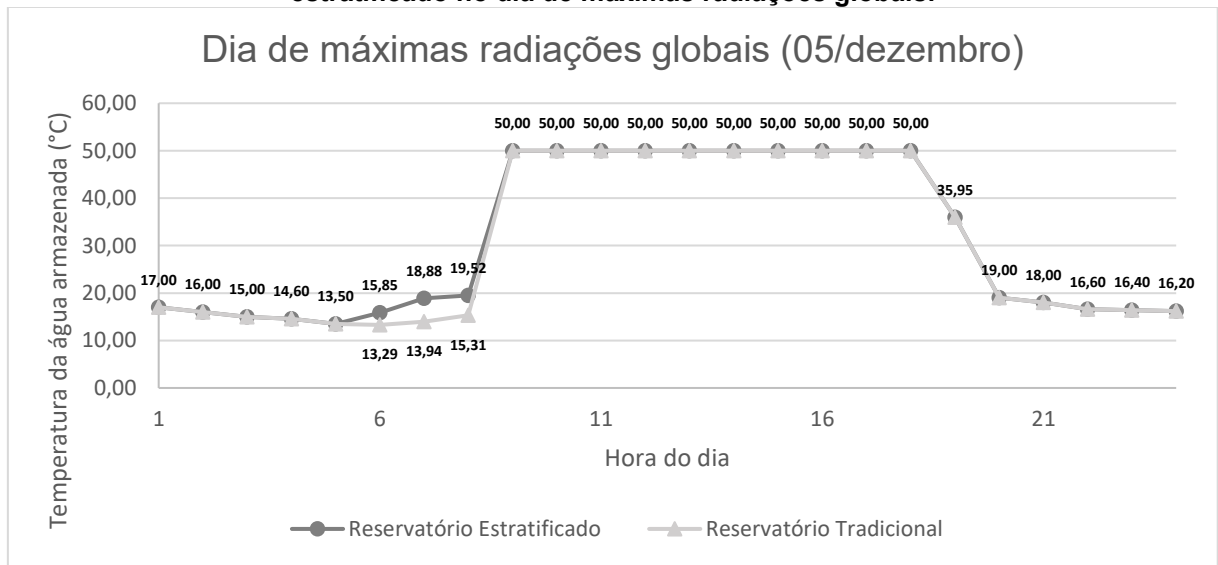
Outros comparativos de desempenho analisados, entre ambos os reservatórios, foram feitos para os dias de máximas e mínimas radiações globais. No caso da comparação da temperatura de armazenamento pela hora do dia, sendo a Figura 36 relativa ao dia de mínimas radiações globais, e a Figura 37 ao dia de máximas, possibilitando notar que a diferença maior foi dada em relação ao dia em que as radiações globais foram mínimas.

Tal fenômeno ocorre pois em dias de máximas radiações, a energia absorvida pelos coletores e transferida aos reservatórios é maior, assim, o aquecimento do tanque convencional se torna mais rápido do que normal, e como há um limite máximo de temperatura, por mais que o reservatório estratificado tenha uma velocidade de carregamento tradicionalmente superior, esta diferença se torna menos significativa.

**Figura 36 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de mínimas radiações globais.**

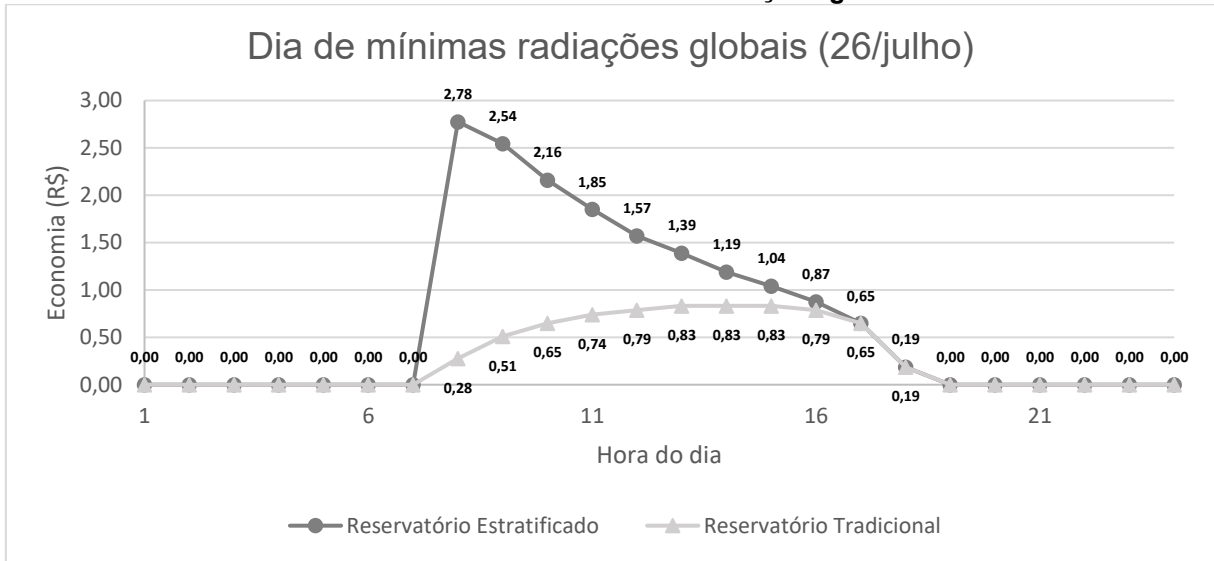


**Figura 37 - Comparativo da temperatura de armazenamento entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de máximas radiações globais.**

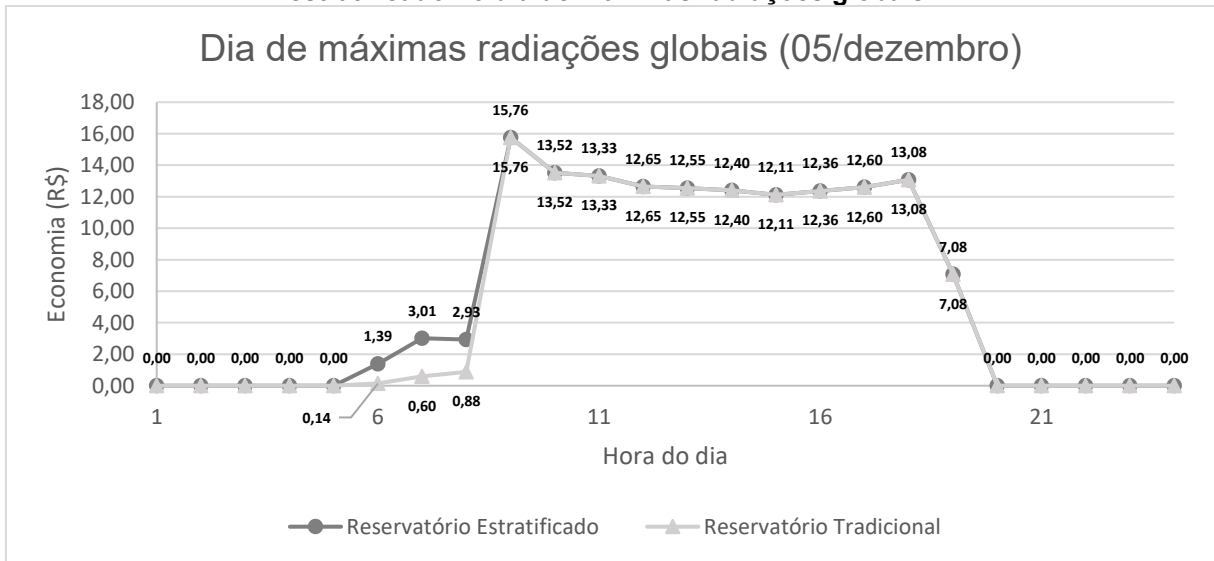


Através da Figura 38 e da Figura 39 é possível observar o comparativo da economia financeira entre os reservatórios nos dias de mínimas e máximas radiações globais, respectivamente, e suas divergências dadas pelos fatos citados anteriormente.

**Figura 38 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de mínimas radiações globais.**

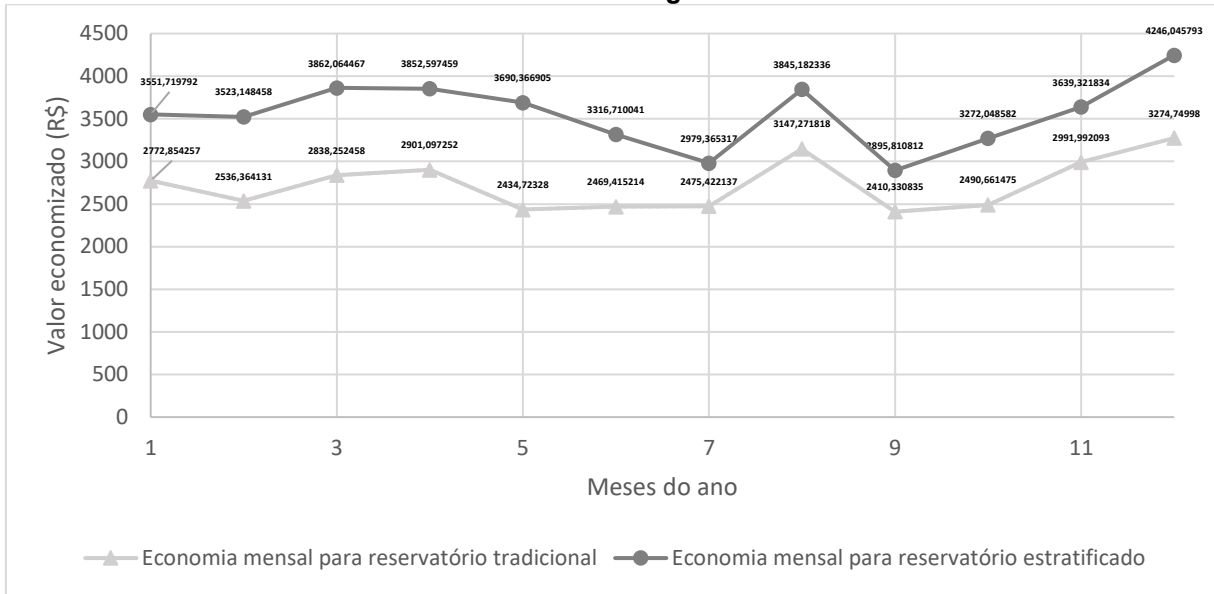


**Figura 39 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado no dia de máximas radiações globais.**



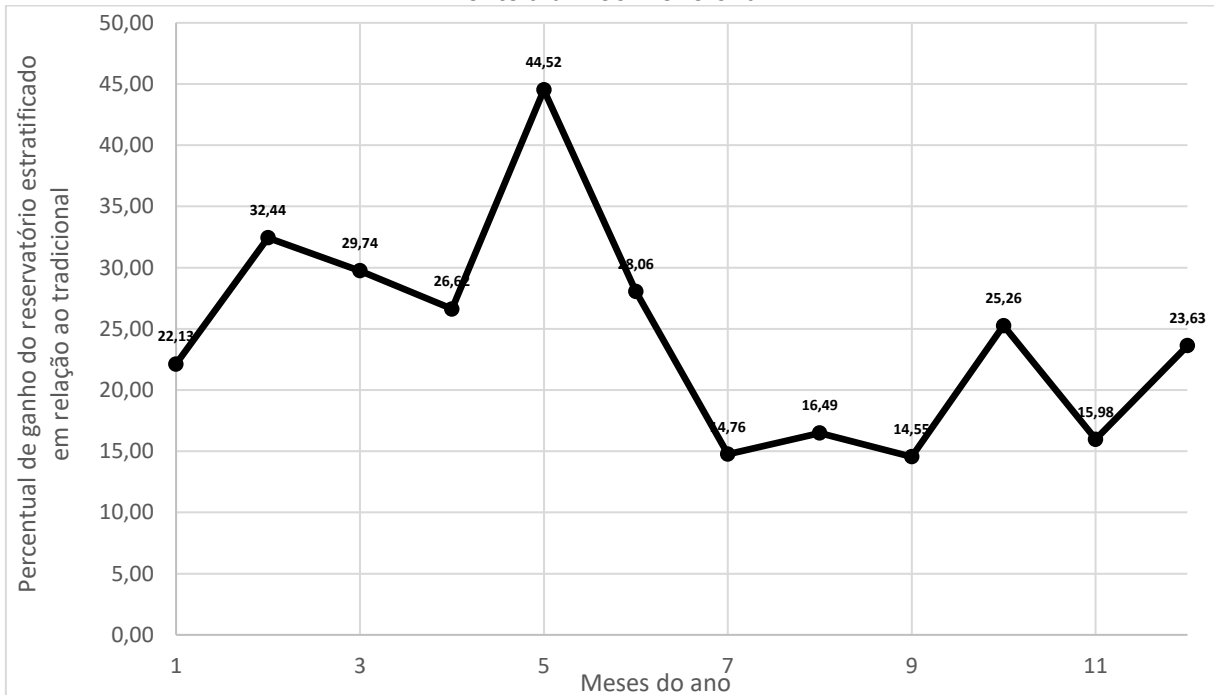
A Figura 40 mostra o valor economizado entre ambos os reservatórios ao longo do ano, enquanto a Figura 41 apresenta o ganho percentual obtido mensalmente com a utilização do estratificado frente ao tradicional, mantendo uma média de 24,52%, um valor máximo de 44,52% e um valor mínimo de 14,55%.

**Figura 40 - Comparativo da economia financeira entre os reservatórios tradicional e estratificado ao longo do ano.**



Fonte – Autoria Própria (2023).

**Figura 41 - Comparativo percentual de ganho com a utilização de um sistema estratificado frente a um convencional.**



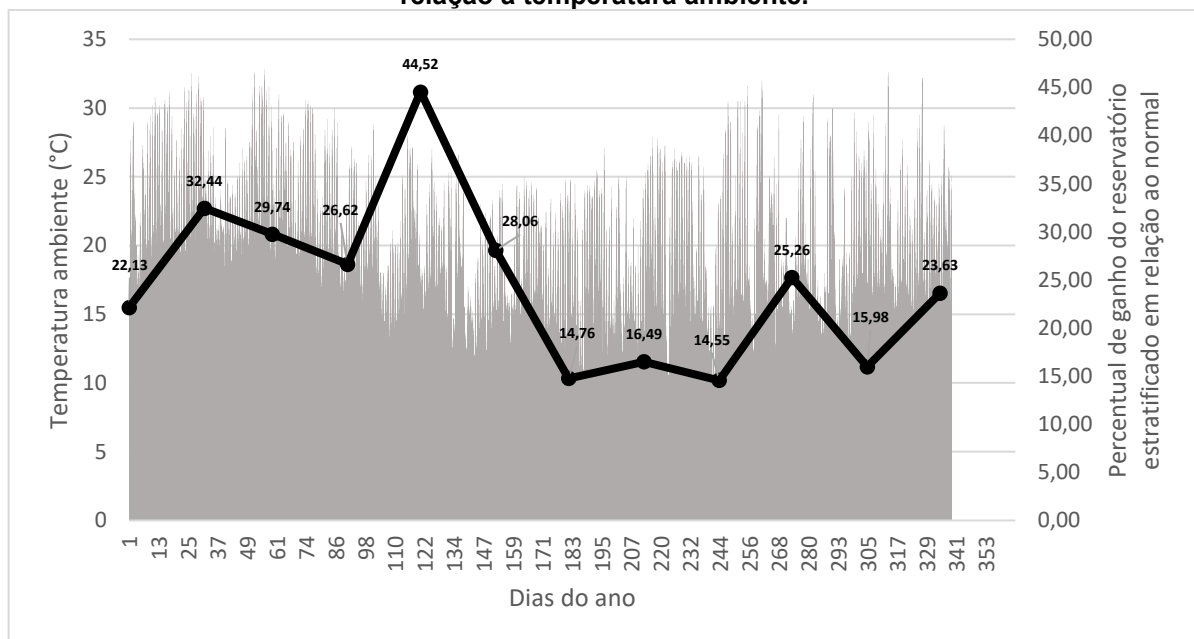
Fonte – Autoria Própria (2023).

A Figura 42 sobrepõe este ganho percentual com temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ) ao longo do ano, já a Figura 43 compara o ganho percentual com a condição de cobertura de nuvens, e a Figura 44, com a condição de energia absorvida pelas placas (kW). Pela análise dos gráficos, pode ser observado que as condições mostradas

anteriormente para os dias de máximas e mínimas radiações globais se replicam para o resto do ano. Dito isso, é condizente o fato de os maiores ganhos serem dados nos dias mais frios, com maiores coberturas de nuvem e menores energias absorvidas pelos coletores.

Por fim, a Figura 45 mostra a economia acumulada ao longo do ano, sendo esta, ao final de 365 dias, equivalente a R\$ 34340,36 para o reservatório tradicional, e R\$ 42674,38, para o estratificado.

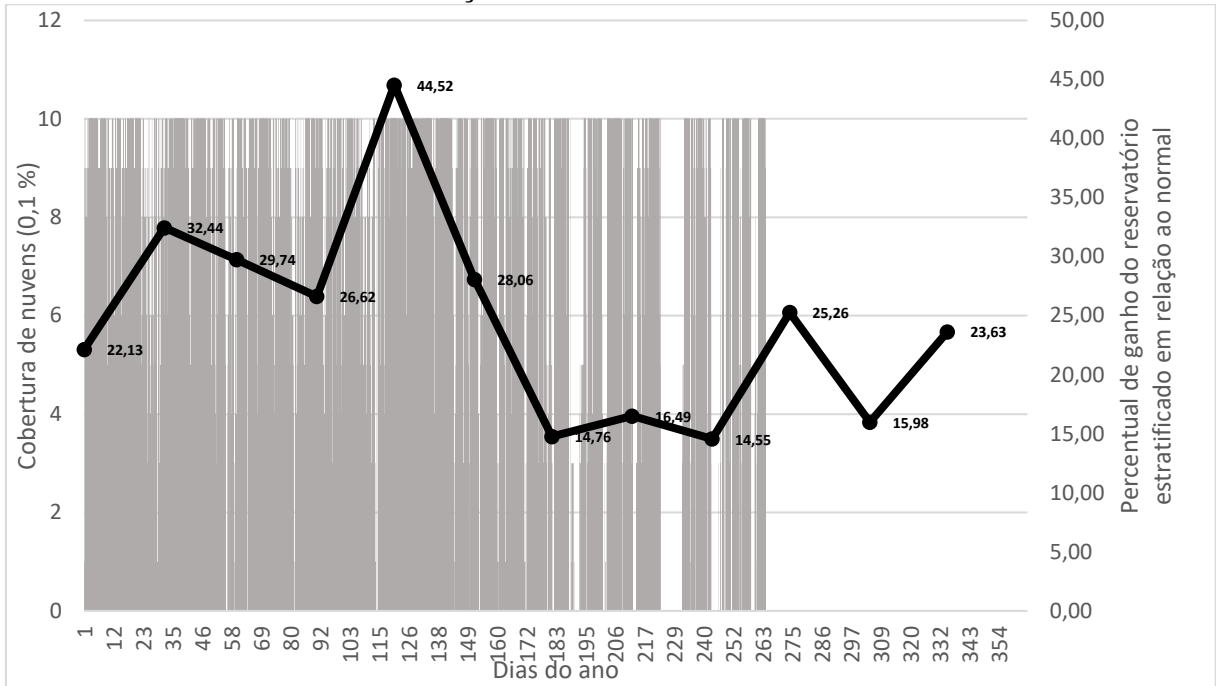
**Figura 42 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à temperatura ambiente.**



Fonte – Aatoria Própria (2023).

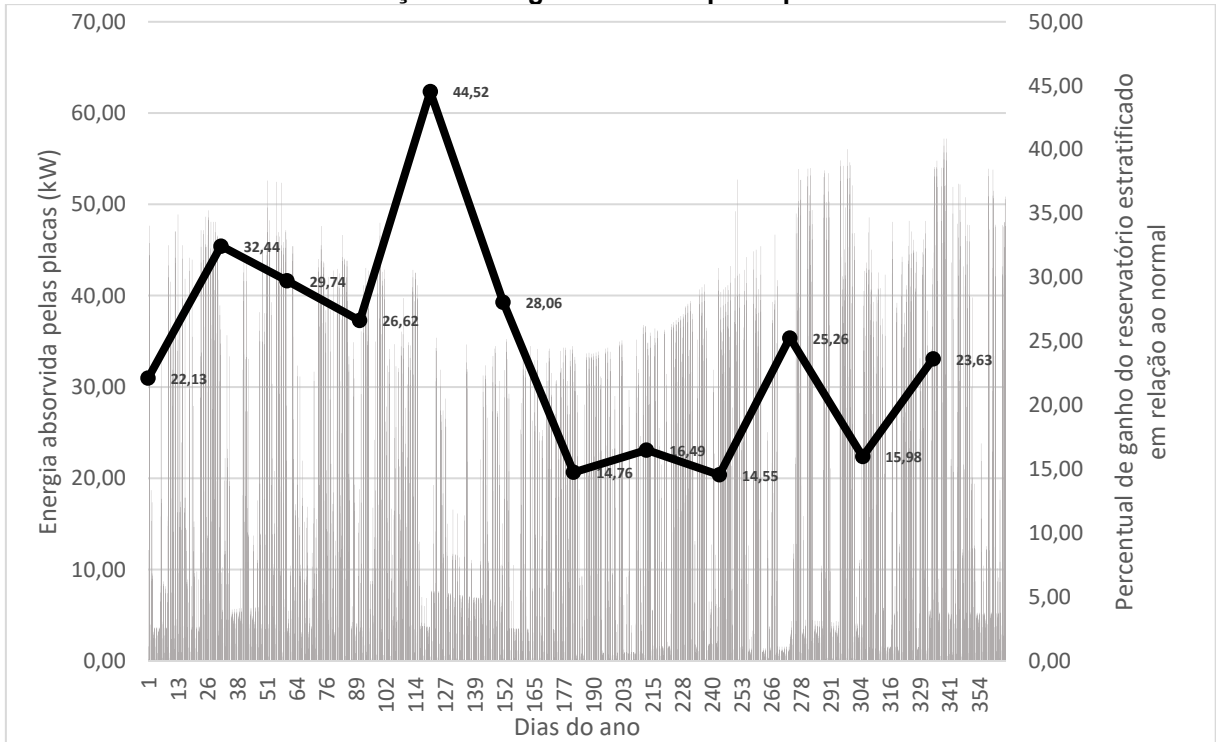


**Figura 43 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à cobertura de nuvens.**



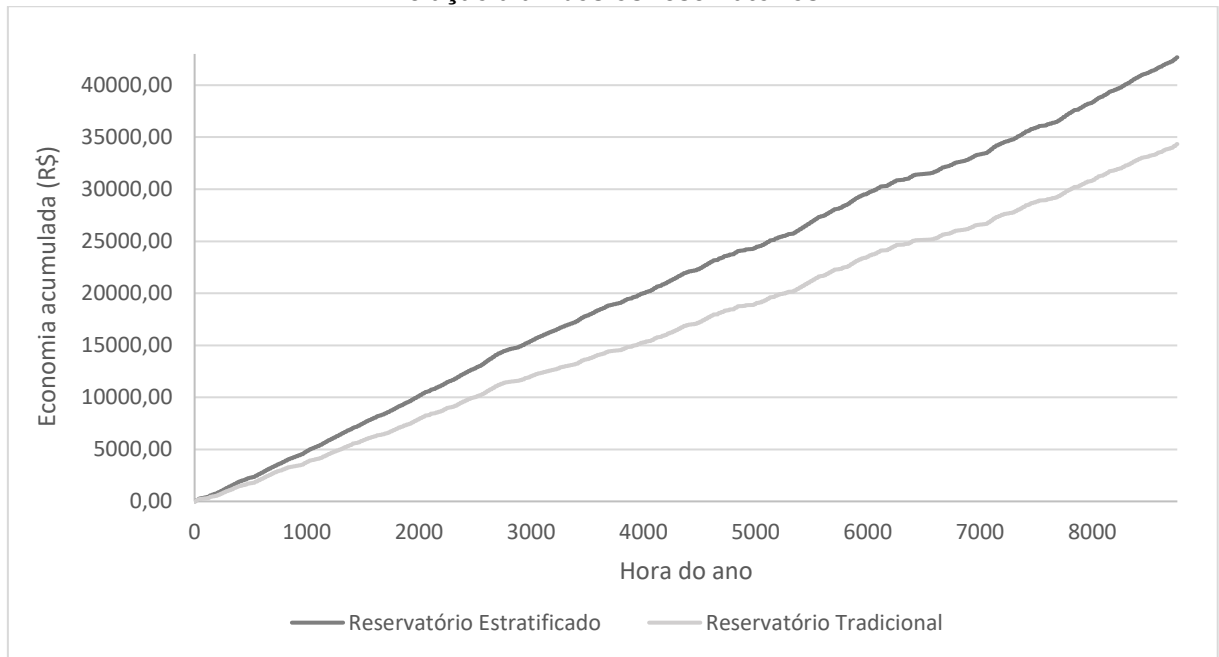
Fonte – Autoria Própria (2023).

**Figura 44 - Relação do percentual de ganho do reservatório estratificado frente ao normal, em relação à energia absorvida pelas placas.**



Fonte – Autoria Própria (2023).

**Figura 45 - Gráfico comparativo da economia financeira acumulada ao longo do ano em relação a ambos os reservatórios.**



**Fonte – Autoria Própria (2023).**

## 7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados no estudo, que por sua vez foram superestimados pelo fato do consumo de água quente estimado ter sido elevado, é possível concluir que o uso de um reservatório térmico estratificado demonstrou um potencial significativo de economia em comparação com um reservatório convencional. Ao longo do ano, os ganhos foram notáveis, refletindo-se em uma economia de energia superior em todos os meses.

Os resultados mostram um aumento médio de 24,52% na eficiência do sistema quando se utiliza um reservatório térmico estratificado em comparação com o convencional. Em termos financeiros, isso se traduz em economias mensais substanciais, variando de 367,90 reais a 1136,87 reais a mais. Tais valores de ganho podem ser julgados satisfatórios pelo fato de coincidirem ao apresentado por fabricantes de reservatórios estratificados como a britânica Mixergy (Mixergy, 2023).

Essa economia significativa pode ser atribuída à capacidade do reservatório térmico estratificado de manter um diferencial de temperatura da água, aumentando a disponibilidade de água quente, diminuindo seu tempo de aquecimento, pelo fato da fração volumétrica aquecida ser menor, permitindo um uso mais eficiente da energia térmica armazenada. Essa abordagem demonstrou ser particularmente vantajosa durante os meses mais frios do ano, com maiores coberturas de nuvem e menores radiações absorvidas.

Além disso, a comparação do desempenho em dias de máximas e mínimas radiações globais revela que a maior diferença favorável para o reservatório estratificado ocorre em dias de radiações globais mínimas. No entanto, essa vantagem se torna menos significativa em dias de maior energia coletada, devido ao fato de que, em dias de alta radiação, o reservatório convencional aquece mais rapidamente.

Portanto, com base nos resultados deste estudo, é altamente recomendável a implementação de reservatórios estratificados como uma alternativa mais eficiente e econômica em sistemas de aquecimento solar de água. Tal recomendação é dada especialmente em climas mais frios, onde a demanda por água quente é mais acentuada, principalmente em regiões com elevada taxa de cobertura de nuvens, como é a cidade de Florianópolis - SC. Além de proporcionar economia significativa,

essa abordagem também contribui para a redução do consumo de energia e para a mitigação dos impactos ambientais associados ao aquecimento de água.

Para trabalhos futuros, a análise mais aprofundada dos aspectos geométricos do reservatório térmico estratificado é uma sugestão plausível, haja vista que aproxima ainda mais a o modelo de um caso real. Outro fator motivador para isso é o fato dos custos de aquisição, montagem e manutenção não terem sido contabilizados na análise. Além disso, comparações quanto às formas operacionais do reservatório, também podem resultar em um trabalho mais profundo no assunto, como um comparativo se a aplicação de um tanque “pulmão” contendo apenas água quente mitiga a diferença discrepante entre os reservatórios tradicionais e estratificados.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR10185: Reservatórios termossolares para líquidos destinados a sistemas de energia solar - Método de ensaio para desempenho térmico.** 3. ed. [s.l: s.n.].

ABNT. **NBR15569: Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto — Requisitos de projeto e instalação.** 3. ed. [s.l: s.n.].

ABNT. **NBR15747 - Sistemas solares térmicos e seus componentes — Coletores solares — Parte 1: Requisitos gerais.** 1. Ed. [s.l: s.n.].

ABRAVA – **Manual de capacitação em projetos de sistemas de aquecimento solar.** – Edição Abril de 2008.

Alexandre Couto (Org.). **Energia Solar para aquecimento de água no Brasil: Contribuições da Eletrobrás, Procele Parceiros.** Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2012. p 27-34.

Andrepoint, J.S., and M.W. Kohlenberg. 2005. **A campus district cooling system expansion: Capturing millions of dollars in net present value using thermal energy storage.** Proceedings of International District Energy Association (IDEA) 18th Annual Campus Energy Conference, March.

Arias DA, McMahan AC, Klein SA. **Sensitivity of long-term performance simulations of solar energy systems to the degree of stratification in the thermal storage unit.** Int J Energy Res 2008;32(3):242–54.

ANEEL – **Agência nacional de energia elétrica.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em 01 nov. 2022.

ASHRAE. **ASHRAE Handbook: HVAC Systems and Equipment,** Nova York, 2016.

Borer, E., and J. Schwartz. 2005. **High marks for chilled-water system: Princeton upgrades and expands.** District Energy 91(1):14-18.

Chandra YP, Matuska T. **Stratification analysis of domestic hot water storage tanks: a comprehensive review**. In: Energy and buildings, vol. 187. Elsevier Ltd; 2019. p. 110–31. 15-Mar.

Dorgan, C.E., e J.S. Elleson. 1993. **Design guide for cool thermal storage**. ASHRAE

Duffie, J.A. and Beckman, W.A., **Solar Engineering of Thermal Processes, 2nd Edition**, John Wiley & Sons, 1991.

GERHARDT, Felipe Lima Castro. **Modelagem computacional de um reservatório térmico acoplado a um refrigerador doméstico**. 2019. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

Helmholtz, “**XLIII. On discontinuous movements of fluids.**” London, Edinburgh, Dublin Philos. Mag. J. Sci., vol. 36, no. 244, pp. 337–346, Nov. 1868.

INMETRO. **Coletor Solar - INMETRO**. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletoressolares-banho.pdf>. Acesso em: Setembro de 2023.

Just Have a Think – **Mixergy Water Storage. Smart technology for grid stability**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=N8aGV3Z8dOA&t=159s>>. Acesso em 02 nov. 2022.

KULB, José R.; PEREIRA, Luciano T.; MESQUITA, Lúcio. **Projetando Sistemas de Aquecimento Solar para Habitações Multifamiliares**. 1. ed. São Paulo, SP: 2013.

LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Arquivos climáticos em formato TRY, SWERA, CSV e BIN**. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/pt-br/downloads/arquivos-climaticos/formato-try-swera-csv-bin>. Acesso em: Setembro de 2023.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro**. Disponível em: Usos Finais de Energia Elétrica no Setor Residencial Brasileiro | Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (ufsc.br). Acesso em: Novembro de 2023.

Li, J., Li, X., Du, R., Wang, Y., & Tu, J. **A new design concept of thermal storage tank for adaptive heat charging in solar heating system**. Applied Thermal Engineering, ISSN 1359-4311, 2020.

LI, Qiong; HUANG, Xiaoqiao; TAI, Yonghang; GAO, Wenfeng; L., Wenxian; LIU, Wuming. **Thermal stratification in a solar hot water storage tank with mantle heat exchanger**. Renewable Energy, [s. l.], v. 173, 2021.

MATAJS, Roberto. **Introdução ao Sistema de Aquecimento Solar**. 1. ed. [S. l.: s. n.], 2010.

MINISTER OF NATURAL RESOURCES CANADA (Canadá). RETScreen. **Clean Energy Project Analysis: RETScreen® Engineering & Cases Textbook** : Introduction to Clean Energy Project Analysis Chapter. 3. ed. rev. atual. e aum. Canadá: Minister of Natural Resources Canada, 2005. 456 p. v. Único. ISBN 0-662-39191-8. E-book.

Mixergy – **Heat What You Need**. Disponível em: <<https://mixergy.co.uk/mixergy-tank/>>. Acesso em: Outubro de 2023.

OLIVEIRA, Ester Monique Mendes Feitosa. **ANÁLISE TEÓRICO-EXPERIMENTAL DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO DE ÁGUA: SOLAR, ELÉTRICO E A GÁS**. Trabalho de Conclusão de Curso, 2016.

Oppel FJ, Ghajar AJ, Moretti PM. **Computer simulation of stratified heat storage**. Appl Energy 1986;23(3):205–24.

RAYLEIGH, Lord. LIX. On convection currents in a horizontal layer of fluid, when the higher temperature is on the under side. **The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science**, v. 32, n. 192, p. 529-546, 1916.

RENDALL, Joseph; ABU-HEIBA, Ahmad; GLUESENKAMP, Kyle; NAWAZ, Kashif; WOREK, William; ELATAR, Ahmed. **Nondimensional convection numbers modeling thermally stratified storage tanks: Richardson's number and hot-water tanks.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, [s. l.], v. 150, 2021.

Soltau, H., **Testing the Thermal Performance of Uncovered Solar Collectors,** Solar Energy 49, 4, pp. 263-272, 1992.

SOUZA, R. C; SALVADOR, E; LOMELINO, M. V. **Aquecimento de água para banho.** In: VASCONCELLOS, Luiz Eduardo Menandrode; LIMBERGER, Marcos

Taylor GS. **The instability of liquid surfaces when accelerated in a direction perpendicular to their planes.** II. Proc. R. Soc. London. Ser. A. Math. Phys. Sci. 1950, 202(1068):81–96.

THOMSON, William. XLVI. **Hydrokinetic solutions and observations.** The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, v. 42, n. 281, p. 362-377, 1871.

Zurigat YH, Maloney KJ, Ghajar AJ. **A comparison study of one-dimensional models for stratified thermal storage tanks.** J. Sol. Energy Eng. Trans. ASME 1989; 111(3):204–10.



**APÊNDICE A – Quadro de Cálculos Mês de Janeiro**

## QUADRO DE CÁLCULOS MÊS DE JANEIRO

**Quadro 1 - Recorte do mês de janeiro da planilha de cálculos utilizada.**

Hora do ano	DATA E HORA				CONDIÇÕES AMBIENTES		NUVENS	RADIÇÃO INCIDENTE		PLACAS					ECONOMIA - TRADICIONAL		ECONOMIA - ESTRATIFICADO		
	Dia do ano	Mês	Dia do mês	Hora	TBS [°C]	Cobertura Total de Nuvens [decimas]		Dados fornecidos		RADIÇÃO CALCULADA					CALCULADA		CALCULADA		
							Rad Direta Normal [G_b_n] [Wh/m²]	Área das placas [m²]	Radição TOTAL incidente nas placas [W/m²]	Eficiência das placas [adim]	Radição que é absorvida pelas placas [W/m²]	Energia absorvida pelas placas (kW)	Temperatura reservatório tradicional (°C)	Economia para reservatório tradicional (R\$)	Percentual de carregamento	Temperatura reservatório estratificado (°C)	Economia para reservatório estratificado (R\$)		
1	1	1	1	1	17,4	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,40	0,00	0,00	17,40	0,00		
2	1	1	1	2	17,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,40	0,00	0,00	17,40	0,00		
3	1	1	1	3	17,2	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,20	0,00	0,00	17,20	0,00		
4	1	1	1	4	17,2	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,20	0,00	0,00	17,20	0,00		
5	1	1	1	5	16,4	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,40	0,00	0,00	16,40	0,00		
6	1	1	1	6	16	10	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	16,29	0,13	0,10	18,85	1,39		
7	1	1	1	7	16,4	10	30	74,4	30	0,723	21,69	1,61	19,25	1,32	0,20	30,67	6,94		
8	1	1	1	8	16,8	8	226	74,4	226	0,723	163,40	12,16	38,29	9,97	0,30	50,00	16,15		
9	1	1	1	9	17,8	4	701	74,4	701	0,723	506,82	37,71	50,00	14,93	0,40	50,00	15,66		
10	1	1	1	10	19,5	1	826	74,4	826	0,723	597,20	44,43	50,00	14,15	0,50	50,00	14,84		
11	1	1	1	11	22,2	0	851	74,4	851	0,723	615,27	45,78	50,00	12,89	0,60	50,00	13,52		
12	1	1	1	12	25	1	886	74,4	886	0,723	640,58	47,66	50,00	11,60	0,70	50,00	12,16		
13	1	1	1	13	25,9	6	613	74,4	613	0,723	443,20	32,97	50,00	11,18	0,80	50,00	11,72		
14	1	1	1	14	27,7	8	313	74,4	313	0,723	226,30	16,84	50,00	10,34	0,90	50,00	10,85		
15	1	1	1	15	26,7	9	173	74,4	173	0,723	125,08	9,31	43,15	7,63	1,00	43,15	8,00		
16	1	1	1	16	22,3	9	177	74,4	177	0,723	127,97	9,52	39,13	7,81	1,00	39,13	8,19		
17	1	1	1	17	23,3	8	324	74,4	324	0,723	234,25	17,43	50,00	12,38	1,00	50,00	12,99		
18	1	1	1	18	21,1	9	132	74,4	132	0,723	95,44	7,10	33,65	5,82	1,00	33,65	6,11		
19	1	1	1	19	21	8	74	74,4	74	0,723	53,50	3,98	28,04	3,26	1,00	28,04	3,42		
20	1	1	1	20	20,8	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,80	0,00	0,00	20,80	0,00		
21	1	1	1	21	20,3	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00		
22	1	1	1	22	20,4	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00		
23	1	1	1	23	20	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00		
24	1	1	1	24	20,1	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00		
25	2	1	2	1	20	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00		
26	2	1	2	2	19,9	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,90	0,00	0,00	19,90	0,00		
27	2	1	2	3	19,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00		
28	2	1	2	4	18,6	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00		
29	2	1	2	5	18,2	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,20	0,00	0,00	18,20	0,00		
30	2	1	2	6	18,1	4	42	74,4	42	0,723	30,37	2,26	22,09	1,85	0,10	50,00	15,52		
31	2	1	2	7	18,2	5	348	74,4	348	0,723	251,60	18,72	50,00	14,75	0,20	50,00	15,47		
32	2	1	2	8	20	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	24,37	2,03	0,30	34,58	7,09		
33	2	1	2	9	21,6	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	34,72	6,09	0,40	50,00	13,81		
34	2	1	2	10	24	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	29,33	2,47	0,50	34,65	5,18		
35	2	1	2	11	24	8	285	74,4	285	0,723	206,06	15,33	50,00	12,06	0,60	50,00	12,65		
36	2	1	2	12	25,2	9	157	74,4	157	0,723	113,51	8,45	40,13	6,93	0,70	46,53	10,38		
37	2	1	2	13	26,5	9	162	74,4	162	0,723	117,13	8,71	41,91	7,15	0,80	45,76	9,37		
38	2	1	2	14	28	9	167	74,4	167	0,723	120,74	8,98	43,88	7,37	0,90	45,65	8,58		
39	2	1	2	15	28,9	8	323	74,4	323	0,723	233,53	17,37	50,00	9,79	1,00	50,00	10,26		
40	2	1	2	16	29	9	178	74,4	178	0,723	128,69	9,57	45,93	7,85	1,00	45,93	8,23		
41	2	1	2	17	28,6	9	174	74,4	174	0,723	125,80	9,36	45,15	7,67	1,00	45,15	8,05		
42	2	1	2	18	28,2	9	132	74,4	132	0,723	95,44	7,10	40,75	5,82	1,00	40,75	6,11		
43	2	1	2	19	27,6	10	15	74,4	15	0,723	10,85	0,81	29,03	0,66	1,00	29,03	0,69		
44	2	1	2	20	26,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	26,70	0,00	0,00	26,70	0,00		
45	2	1	2	21	25,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,60	0,00	0,00	25,60	0,00		
46	2	1	2	22	25,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,20	0,00	0,00	25,20	0,00		

47	2	1	2	23	25	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00	0,00
48	2	1	2	24	24,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,20	0,00	0,00	24,20	0,00
49	3	1	3	1	23,8	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,80	0,00	0,00	23,80	0,00
50	3	1	3	2	23,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,40	0,00	0,00	23,40	0,00
51	3	1	3	3	21,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
52	3	1	3	4	18,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,90	0,00	0,00	18,90	0,00
53	3	1	3	5	19,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,30	0,00	0,00	19,30	0,00
54	3	1	3	6	19,4	10	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	19,69	0,13	0,10	22,25	1,39
55	3	1	3	7	19,7	10	29	74,4	29	0,723	20,97	1,56	22,46	1,28	0,20	33,49	6,71
56	3	1	3	8	20	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	24,37	2,03	0,30	34,58	7,09
57	3	1	3	9	20,3	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	25,34	2,34	0,40	32,90	6,13
58	3	1	3	10	20,7	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	26,03	2,47	0,50	31,35	5,18
59	3	1	3	11	21,8	10	59	74,4	59	0,723	42,66	3,17	27,41	2,60	0,60	31,15	4,55
60	3	1	3	12	21,8	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	27,51	2,65	0,70	29,95	3,97
61	3	1	3	13	22,2	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	28,10	2,73	0,80	29,57	3,59
62	3	1	3	14	22	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	28,09	2,82	0,90	28,76	3,29
63	3	1	3	15	21,6	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	27,88	2,91	1,00	27,88	3,05
64	3	1	3	16	21	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	27,47	3,00	1,00	27,47	3,15
65	3	1	3	17	20,4	10	67	74,4	67	0,723	48,44	3,60	26,77	2,96	1,00	26,77	3,10
66	3	1	3	18	19,5	10	51	74,4	51	0,723	36,87	2,74	24,35	2,25	1,00	24,35	2,36
67	3	1	3	19	19,3	10	16	74,4	16	0,723	11,57	0,86	20,82	0,71	1,00	20,82	0,74
68	3	1	3	20	19,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,90	0,00	0,00	19,90	0,00
69	3	1	3	21	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
70	3	1	3	22	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
71	3	1	3	23	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
72	3	1	3	24	18	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	18,00	0,00
73	4	1	4	1	17	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	17,00	0,00
74	4	1	4	2	17,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,10	0,00	0,00	17,10	0,00
75	4	1	4	3	16,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,90	0,00	0,00	16,90	0,00
76	4	1	4	4	16,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	16,60	0,00
77	4	1	4	5	16	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00
78	4	1	4	6	15,8	10	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	16,09	0,13	0,10	18,65	1,39
79	4	1	4	7	15,5	10	29	74,4	29	0,723	20,97	1,56	18,26	1,28	0,20	29,29	6,71
80	4	1	4	8	16	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	20,37	2,03	0,30	30,58	7,09
81	4	1	4	9	16,5	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	21,54	2,34	0,40	29,10	6,13
82	4	1	4	10	16,6	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	21,93	2,47	0,50	27,25	5,18
83	4	1	4	11	17,2	10	59	74,4	59	0,723	42,66	3,17	22,81	2,60	0,60	26,55	4,55
84	4	1	4	12	16,7	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	22,41	2,65	0,70	24,85	3,97
85	4	1	4	13	17,2	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	23,10	2,73	0,80	24,57	3,59
86	4	1	4	14	17,6	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	23,69	2,82	0,90	24,36	3,29
87	4	1	4	15	19,3	10	67	74,4	67	0,723	48,44	3,60	25,67	2,96	1,00	25,67	3,10
88	4	1	4	16	18,1	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	24,66	3,04	1,00	24,66	3,19
89	4	1	4	17	18,3	10	67	74,4	67	0,723	48,44	3,60	24,67	2,96	1,00	24,67	3,10
90	4	1	4	18	18	10	52	74,4	52	0,723	37,60	2,80	22,95	2,29	1,00	22,95	2,41
91	4	1	4	19	17,6	10	16	74,4	16	0,723	11,57	0,86	19,12	0,71	1,00	19,12	0,74
92	4	1	4	20	17,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,50	0,00	0,00	17,50	0,00
93	4	1	4	21	16,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,60	0,00	0,00	16,60	0,00
94	4	1	4	22	16	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00
95	4	1	4	23	16	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00
96	4	1	4	24	15,8	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	15,80	0,00	0,00	15,80	0,00
97	5	1	5	1	16	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00
98	5	1	5	2	16,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,10	0,00	0,00	16,10	0,00
99	5	1	5	3	16	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00
100	5	1	5	4	15,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	15,80	0,00	0,00	15,80	0,00
101	5	1	5	5	16	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	16,00	0,00	0,00	16,00	0,00

102	5	1	5	6	16	10	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	16,29	0,13	0,10	18,85	1,39
103	5	1	5	7	16,5	10	29	74,4	29	0,723	20,97	1,56	19,26	1,28	0,20	30,29	6,71
104	5	1	5	8	16,6	10	47	74,4	47	0,723	33,98	2,53	21,07	2,07	0,30	31,50	7,25
105	5	1	5	9	17,6	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	22,64	2,34	0,40	30,20	6,13
106	5	1	5	10	19	10	57	74,4	57	0,723	41,21	3,07	24,42	2,51	0,50	29,84	5,27
107	5	1	5	11	19,6	10	59	74,4	59	0,723	42,66	3,17	25,21	2,60	0,60	28,95	4,55
108	5	1	5	12	21,6	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	27,31	2,65	0,70	29,75	3,97
109	5	1	5	13	22,4	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	28,30	2,73	0,80	29,77	3,59
110	5	1	5	14	21,4	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	27,49	2,82	0,90	28,16	3,29
111	5	1	5	15	21,4	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	27,68	2,91	1,00	27,68	3,05
112	5	1	5	16	21	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	27,47	3,00	1,00	27,47	3,15
113	5	1	5	17	20,8	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	27,08	2,91	1,00	27,08	3,05
114	5	1	5	18	20	10	52	74,4	52	0,723	37,60	2,80	24,95	2,29	1,00	24,95	2,41
115	5	1	5	19	19,9	10	16	74,4	16	0,723	11,57	0,86	21,42	0,71	1,00	21,42	0,74
116	5	1	5	20	19,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,70	0,00	0,00	19,70	0,00
117	5	1	5	21	19,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,10	0,00	0,00	19,10	0,00
118	5	1	5	22	18,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
119	5	1	5	23	18,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,40	0,00	0,00	18,40	0,00
120	5	1	5	24	18,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
121	6	1	6	1	18,4	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,40	0,00	0,00	18,40	0,00
122	6	1	6	2	18	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	18,00	0,00
123	6	1	6	3	17,2	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,20	0,00	0,00	17,20	0,00
124	6	1	6	4	17	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	17,00	0,00
125	6	1	6	5	17	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	17,00	0,00
126	6	1	6	6	17	9	7	74,4	7	0,723	5,06	0,38	17,67	0,31	0,10	23,66	3,24
127	6	1	6	7	17,8	10	29	74,4	29	0,723	20,97	1,56	20,56	1,28	0,20	31,59	6,71
128	6	1	6	8	19,9	9	121	74,4	121	0,723	87,48	6,51	31,41	5,34	0,30	50,00	14,64
129	6	1	6	9	20,8	9	139	74,4	139	0,723	100,50	7,48	34,02	6,13	0,40	50,00	14,20
130	6	1	6	10	22,7	6	556	74,4	556	0,723	401,99	29,91	50,00	12,66	0,50	50,00	13,28
131	6	1	6	11	23,2	9	153	74,4	153	0,723	110,62	8,23	37,75	6,75	0,60	47,45	11,80
132	6	1	6	12	25	8	294	74,4	294	0,723	212,56	15,81	50,00	11,60	0,70	50,00	12,16
133	6	1	6	13	25,3	8	303	74,4	303	0,723	219,07	16,30	50,00	11,46	0,80	50,00	12,01
134	6	1	6	14	26,4	6	629	74,4	629	0,723	454,77	33,83	50,00	10,95	0,90	50,00	11,48
135	6	1	6	15	27,3	8	321	74,4	321	0,723	232,08	17,27	50,00	10,53	1,00	50,00	11,04
136	6	1	6	16	27	8	330	74,4	330	0,723	238,59	17,75	50,00	10,67	1,00	50,00	11,19
137	6	1	6	17	25,6	9	174	74,4	174	0,723	125,80	9,36	42,15	7,67	1,00	42,15	8,05
138	6	1	6	18	25,6	8	253	74,4	253	0,723	182,92	13,61	49,66	11,16	1,00	49,66	11,70
139	6	1	6	19	26	8	80	74,4	80	0,723	57,84	4,30	33,61	3,53	1,00	33,61	3,70
140	6	1	6	20	25,4	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,40	0,00	0,00	25,40	0,00
141	6	1	6	21	22,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00
142	6	1	6	22	22	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
143	6	1	6	23	21,4	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
144	6	1	6	24	21	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
145	7	1	7	1	21,4	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
146	7	1	7	2	20,8	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,80	0,00	0,00	20,80	0,00
147	7	1	7	3	19,9	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,90	0,00	0,00	19,90	0,00
148	7	1	7	4	19	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
149	7	1	7	5	19,2	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
150	7	1	7	6	19,4	9	6	74,4	6	0,723	4,34	0,32	19,97	0,26	0,10	25,11	2,78
151	7	1	7	7	19,3	9	75	74,4	75	0,723	54,23	4,03	26,43	3,31	0,20	50,00	14,93
152	7	1	7	8	19,9	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	24,27	2,03	0,30	34,48	7,09
153	7	1	7	9	20,5	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	25,54	2,34	0,40	33,10	6,13
154	7	1	7	10	22,3	10	57	74,4	57	0,723	41,21	3,07	27,72	2,51	0,50	33,14	5,27
155	7	1	7	11	22,6	9	153	74,4	153	0,723	110,62	8,23	37,15	6,75	0,60	46,85	11,80
156	7	1	7	12	23,6	9	157	74,4	157	0,723	113,51	8,45	38,53	6,93	0,70	44,93	10,38

157	7	1	7	13	23,7	9	162	74,4	162	0,723	117,13	8,71	39,11	7,15	0,80	42,96	9,37
158	7	1	7	14	25,1	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	31,19	2,82	0,90	31,86	3,29
159	7	1	7	15	23,7	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	29,98	2,91	1,00	29,98	3,05
160	7	1	7	16	23,5	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	29,97	3,00	1,00	29,97	3,15
161	7	1	7	17	22,3	10	67	74,4	67	0,723	48,44	3,60	28,67	2,96	1,00	28,67	3,10
162	7	1	7	18	22,7	10	52	74,4	52	0,723	37,60	2,80	27,65	2,29	1,00	27,65	2,41
163	7	1	7	19	21,6	10	17	74,4	17	0,723	12,29	0,91	23,22	0,75	1,00	23,22	0,79
164	7	1	7	20	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
165	7	1	7	21	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
166	7	1	7	22	19,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
167	7	1	7	23	19,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
168	7	1	7	24	20,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
169	8	1	8	1	20	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
170	8	1	8	2	19,8	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
171	8	1	8	3	18,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,40	0,00	0,00	18,40	0,00
172	8	1	8	4	18,5	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,50	0,00	0,00	18,50	0,00
173	8	1	8	5	18,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,50	0,00	0,00	18,50	0,00
174	8	1	8	6	18,8	9	6	74,4	6	0,723	4,34	0,32	19,37	0,26	0,10	24,51	2,78
175	8	1	8	7	19,3	10	29	74,4	29	0,723	20,97	1,56	22,06	1,28	0,20	33,09	6,71
176	8	1	8	8	19,4	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	23,77	2,03	0,30	33,98	7,09
177	8	1	8	9	20,5	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	33,62	6,09	0,40	50,00	14,35
178	8	1	8	10	21,6	9	147	74,4	147	0,723	106,28	7,91	35,58	6,48	0,50	49,56	13,60
179	8	1	8	11	24,6	9	152	74,4	152	0,723	109,90	8,18	39,06	6,70	0,60	48,69	11,72
180	8	1	8	12	26	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	31,71	2,65	0,70	34,15	3,97
181	8	1	8	13	26	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	31,90	2,73	0,80	33,37	3,59
182	8	1	8	14	26,7	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	32,79	2,82	0,90	33,46	3,29
183	8	1	8	15	28,8	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	35,08	2,91	1,00	35,08	3,05
184	8	1	8	16	29	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	35,47	3,00	1,00	35,47	3,15
185	8	1	8	17	25,1	10	67	74,4	67	0,723	48,44	3,60	31,47	2,96	1,00	31,47	3,10
186	8	1	8	18	22,8	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	27,84	2,34	1,00	27,84	2,45
187	8	1	8	19	22	10	17	74,4	17	0,723	12,29	0,91	23,62	0,75	1,00	23,62	0,79
188	8	1	8	20	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
189	8	1	8	21	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
190	8	1	8	22	20,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
191	8	1	8	23	19,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
192	8	1	8	24	19,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,10	0,00	0,00	19,10	0,00
193	9	1	9	1	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
194	9	1	9	2	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
195	9	1	9	3	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
196	9	1	9	4	19,5	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
197	9	1	9	5	19,5	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
198	9	1	9	6	19,2	10	2	74,4	2	0,723	1,45	0,11	19,39	0,09	0,10	21,10	0,93
199	9	1	9	7	18,8	10	28	74,4	28	0,723	20,24	1,51	21,46	1,24	0,20	32,11	6,48
200	9	1	9	8	19	9	120	74,4	120	0,723	86,76	6,45	30,41	5,29	0,30	50,00	15,08
201	9	1	9	9	20,6	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	33,72	6,09	0,40	50,00	14,30
202	9	1	9	10	22	8	275	74,4	275	0,723	198,83	14,79	48,15	12,13	0,50	50,00	13,62
203	9	1	9	11	24,2	8	285	74,4	285	0,723	206,06	15,33	50,00	11,97	0,60	50,00	12,55
204	9	1	9	12	25	8	294	74,4	294	0,723	212,56	15,81	50,00	11,60	0,70	50,00	12,16
205	9	1	9	13	26	8	611	74,4	611	0,723	441,75	32,87	50,00	11,13	0,80	50,00	11,67
206	9	1	9	14	28,4	4	846	74,4	846	0,723	611,66	45,51	50,00	10,02	0,90	50,00	10,51
207	9	1	9	15	28,1	5	781	74,4	781	0,723	564,66	42,01	50,00	10,16	1,00	50,00	10,65
208	9	1	9	16	29,5	5	805	74,4	805	0,723	582,02	43,30	50,00	9,51	1,00	50,00	9,97
209	9	1	9	17	26,4	8	329	74,4	329	0,723	237,87	17,70	50,00	10,95	1,00	50,00	11,48
210	9	1	9	18	19	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	24,04	2,34	1,00	24,04	2,45
211	9	1	9	19	18,7	10	17	74,4	17	0,723	12,29	0,91	20,32	0,75	1,00	20,32	0,79

212	9	1	9	20	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
213	9	1	9	21	20,2	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
214	9	1	9	22	20	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
215	9	1	9	23	20	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
216	9	1	9	24	19,9	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,90	0,00	0,00	19,90	0,00
217	10	1	10	1	19,2	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
218	10	1	10	2	18,7	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,70	0,00	0,00	18,70	0,00
219	10	1	10	3	18,1	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,10	0,00	0,00	18,10	0,00
220	10	1	10	4	17,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,40	0,00	0,00	17,40	0,00
221	10	1	10	5	17,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,30	0,00	0,00	17,30	0,00
222	10	1	10	6	17,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,70	0,00	0,00	17,70	0,00
223	10	1	10	7	18,2	10	6	74,4	6	0,723	4,34	0,32	18,77	0,26	0,10	23,91	2,78
224	10	1	10	8	18,9	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	23,27	2,03	0,20	40,77	10,64
225	10	1	10	9	20,6	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	33,72	6,09	0,30	50,00	14,30
226	10	1	10	10	23,5	5	664	74,4	664	0,723	480,07	35,72	50,00	12,29	0,40	50,00	12,89
227	10	1	10	11	25,6	4	772	74,4	772	0,723	558,16	41,53	50,00	11,32	0,50	50,00	11,87
228	10	1	10	12	26,4	6	593	74,4	593	0,723	428,74	31,90	50,00	10,95	0,60	50,00	11,48
229	10	1	10	13	27,5	6	611	74,4	611	0,723	441,75	32,87	50,00	10,44	0,70	50,00	10,94
230	10	1	10	14	28	6	630	74,4	630	0,723	455,49	33,89	50,00	10,20	0,80	50,00	10,70
231	10	1	10	15	30,2	6	652	74,4	652	0,723	471,40	35,07	50,00	9,18	0,90	50,00	9,63
232	10	1	10	16	29	6	672	74,4	672	0,723	485,86	36,15	50,00	9,74	1,00	50,00	10,21
233	10	1	10	17	24,2	8	331	74,4	331	0,723	239,31	17,80	50,00	11,97	1,00	50,00	12,55
234	10	1	10	18	22,1	9	139	74,4	139	0,723	100,50	7,48	35,32	6,13	1,00	35,32	6,43
235	10	1	10	19	21	9	45	74,4	45	0,723	32,54	2,42	25,28	1,98	1,00	25,28	2,08
236	10	1	10	20	21,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
237	10	1	10	21	21,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
238	10	1	10	22	20,9	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,90	0,00	0,00	20,90	0,00
239	10	1	10	23	20,3	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
240	10	1	10	24	20,5	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
241	11	1	11	1	20,3	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
242	11	1	11	2	20,1	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
243	11	1	11	3	19,5	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
244	11	1	11	4	19,2	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
245	11	1	11	5	19,2	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
246	11	1	11	6	19	9	5	74,4	5	0,723	3,62	0,27	19,48	0,22	0,10	23,76	2,31
247	11	1	11	7	19,2	6	275	74,4	275	0,723	198,83	14,79	45,35	12,13	0,20	50,00	14,98
248	11	1	11	8	19,8	9	119	74,4	119	0,723	86,04	6,40	31,12	5,25	0,30	50,00	14,69
249	11	1	11	9	21,5	6	519	74,4	519	0,723	375,24	27,92	50,00	13,22	0,40	50,00	13,86
250	11	1	11	10	23,5	5	663	74,4	663	0,723	479,35	35,66	50,00	12,29	0,50	50,00	12,89
251	11	1	11	11	25,1	6	575	74,4	575	0,723	415,73	30,93	50,00	11,55	0,60	50,00	12,11
252	11	1	11	12	26,9	6	593	74,4	593	0,723	428,74	31,90	50,00	10,71	0,70	50,00	11,24
253	11	1	11	13	28	9	162	74,4	162	0,723	117,13	8,71	43,41	7,15	0,80	47,26	9,37
254	11	1	11	14	28,8	9	167	74,4	167	0,723	120,74	8,98	44,68	7,37	0,90	46,45	8,58
255	11	1	11	15	29,4	9	173	74,4	173	0,723	125,08	9,31	45,85	7,63	1,00	45,85	8,00
256	11	1	11	16	30,8	6	674	74,4	674	0,723	487,30	36,26	50,00	8,90	1,00	50,00	9,34
257	11	1	11	17	29,7	6	670	74,4	670	0,723	484,41	36,04	50,00	9,42	1,00	50,00	9,87
258	11	1	11	18	30,4	8	263	74,4	263	0,723	190,15	14,15	50,00	9,09	1,00	50,00	9,53
259	11	1	11	19	23	10	17	74,4	17	0,723	12,29	0,91	24,62	0,75	1,00	24,62	0,79
260	11	1	11	20	21	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
261	11	1	11	21	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
262	11	1	11	22	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
263	11	1	11	23	20,1	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
264	11	1	11	24	20,1	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
265	12	1	12	1	21,2	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,20	0,00	0,00	21,20	0,00
266	12	1	12	2	21	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00

267	12	1	12	3	19,9	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,90	0,00	0,00	19,90	0,00
268	12	1	12	4	19,6	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00
269	12	1	12	5	19,3	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,30	0,00	0,00	19,30	0,00
270	12	1	12	6	19	4	24	74,4	24	0,723	17,35	1,29	21,28	1,06	0,10	41,82	11,10
271	12	1	12	7	18,7	9	72	74,4	72	0,723	52,06	3,87	25,55	3,18	0,20	50,00	15,23
272	12	1	12	8	19,4	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	23,77	2,03	0,30	33,98	7,09
273	12	1	12	9	21,7	9	137	74,4	137	0,723	99,05	7,37	34,73	6,04	0,40	50,00	13,77
274	12	1	12	10	24	5	662	74,4	662	0,723	478,63	35,61	50,00	12,06	0,50	50,00	12,65
275	12	1	12	11	25,6	3	821	74,4	821	0,723	593,58	44,16	50,00	11,32	0,60	50,00	11,87
276	12	1	12	12	26,9	0	874	74,4	874	0,723	631,90	47,01	50,00	10,71	0,70	50,00	11,24
277	12	1	12	13	28	3	874	74,4	874	0,723	631,90	47,01	50,00	10,20	0,80	50,00	10,70
278	12	1	12	14	29	5	757	74,4	757	0,723	547,31	40,72	50,00	9,74	0,90	50,00	10,21
279	12	1	12	15	29	6	653	74,4	653	0,723	472,12	35,13	50,00	9,74	1,00	50,00	10,21
280	12	1	12	16	29,4	5	810	74,4	810	0,723	585,63	43,57	50,00	9,55	1,00	50,00	10,02
281	12	1	12	17	29,6	5	808	74,4	808	0,723	584,18	43,46	50,00	9,46	1,00	50,00	9,92
282	12	1	12	18	29,6	6	535	74,4	535	0,723	386,81	28,78	50,00	9,46	1,00	50,00	9,92
283	12	1	12	19	29,4	8	85	74,4	85	0,723	61,46	4,57	37,48	3,75	1,00	37,48	3,93
284	12	1	12	20	28,2	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	28,20	0,00	0,00	28,20	0,00
285	12	1	12	21	26,8	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	26,80	0,00	0,00	26,80	0,00
286	12	1	12	22	25,8	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,80	0,00	0,00	25,80	0,00
287	12	1	12	23	24,4	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,40	0,00	0,00	24,40	0,00
288	12	1	12	24	22	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
289	13	1	13	1	21,6	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,60	0,00	0,00	21,60	0,00
290	13	1	13	2	21,4	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
291	13	1	13	3	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
292	13	1	13	4	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
293	13	1	13	5	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
294	13	1	13	6	20,3	10	2	74,4	2	0,723	1,45	0,11	20,49	0,09	0,10	22,20	0,93
295	13	1	13	7	20,6	9	72	74,4	72	0,723	52,06	3,87	27,45	3,18	0,20	50,00	14,30
296	13	1	13	8	21	9	118	74,4	118	0,723	85,31	6,35	32,22	5,20	0,30	50,00	14,11
297	13	1	13	9	23,8	9	137	74,4	137	0,723	99,05	7,37	36,83	6,04	0,40	50,00	12,74
298	13	1	13	10	25,1	9	146	74,4	146	0,723	105,56	7,85	38,99	6,44	0,50	50,00	12,11
299	13	1	13	11	27,9	9	152	74,4	152	0,723	109,90	8,18	42,36	6,70	0,60	50,00	10,75
300	13	1	13	12	29,7	8	293	74,4	293	0,723	211,84	15,76	50,00	9,42	0,70	50,00	9,87
301	13	1	13	13	29,9	8	303	74,4	303	0,723	219,07	16,30	50,00	9,32	0,80	50,00	9,78
302	13	1	13	14	30,2	6	631	74,4	631	0,723	456,21	33,94	50,00	9,18	0,90	50,00	9,63
303	13	1	13	15	26,8	6	654	74,4	654	0,723	472,84	35,18	50,00	10,76	1,00	50,00	11,29
304	13	1	13	16	26,1	4	909	74,4	909	0,723	657,21	48,90	50,00	11,08	1,00	50,00	11,63
305	13	1	13	17	23	9	179	74,4	179	0,723	129,42	9,63	40,02	7,90	1,00	40,02	8,28
306	13	1	13	18	22,9	10	55	74,4	55	0,723	39,77	2,96	28,13	2,43	1,00	28,13	2,54
307	13	1	13	19	21,5	10	18	74,4	18	0,723	13,01	0,97	23,21	0,79	1,00	23,21	0,83
308	13	1	13	20	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
309	13	1	13	21	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
310	13	1	13	22	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
311	13	1	13	23	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
312	13	1	13	24	20,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
313	14	1	14	1	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
314	14	1	14	2	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
315	14	1	14	3	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
316	14	1	14	4	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
317	14	1	14	5	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
318	14	1	14	6	20,6	10	2	74,4	2	0,723	1,45	0,11	20,79	0,09	0,10	22,50	0,93
319	14	1	14	7	20,3	9	71	74,4	71	0,723	51,33	3,82	27,05	3,13	0,20	50,00	14,45
320	14	1	14	8	20,9	9	118	74,4	118	0,723	85,31	6,35	32,12	5,20	0,30	50,00	14,15
321	14	1	14	9	22,1	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	27,14	2,34	0,40	34,70	6,13

322	14	1	14	10	22,5	8	273	74,4	273	0,723	197,38	14,68	48,46	12,04	0,50	50,00	13,38
323	14	1	14	11	25,4	5	688	74,4	688	0,723	497,42	37,01	50,00	11,41	0,60	50,00	11,97
324	14	1	14	12	25	5	710	74,4	710	0,723	513,33	38,19	50,00	11,60	0,70	50,00	12,16
325	14	1	14	13	28,4	8	303	74,4	303	0,723	219,07	16,30	50,00	10,02	0,80	50,00	10,51
326	14	1	14	14	28,3	8	313	74,4	313	0,723	226,30	16,84	50,00	10,06	0,90	50,00	10,56
327	14	1	14	15	27,5	8	324	74,4	324	0,723	234,25	17,43	50,00	10,44	1,00	50,00	10,94
328	14	1	14	16	20,1	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	26,66	3,04	1,00	26,66	3,19
329	14	1	14	17	22,4	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	28,96	3,04	1,00	28,96	3,19
330	14	1	14	18	22,1	10	55	74,4	55	0,723	39,77	2,96	27,33	2,43	1,00	27,33	2,54
331	14	1	14	19	21	10	18	74,4	18	0,723	13,01	0,97	22,71	0,79	1,00	22,71	0,83
332	14	1	14	20	21	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
333	14	1	14	21	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
334	14	1	14	22	20,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
335	14	1	14	23	20	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
336	14	1	14	24	20,4	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
337	15	1	15	1	20,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
338	15	1	15	2	20,2	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
339	15	1	15	3	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
340	15	1	15	4	20,2	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
341	15	1	15	5	20,1	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
342	15	1	15	6	19,4	5	18	74,4	18	0,723	13,01	0,97	21,11	0,79	0,10	36,52	8,33
343	15	1	15	7	19,2	6	267	74,4	267	0,723	193,04	14,36	44,59	11,78	0,20	50,00	14,98
344	15	1	15	8	20	6	445	74,4	445	0,723	321,74	23,94	50,00	13,91	0,30	50,00	14,59
345	15	1	15	9	21,6	5	618	74,4	618	0,723	446,81	33,24	50,00	13,17	0,40	50,00	13,81
346	15	1	15	10	24	4	738	74,4	738	0,723	533,57	39,70	50,00	12,06	0,50	50,00	12,65
347	15	1	15	11	25,8	3	819	74,4	819	0,723	592,14	44,05	50,00	11,22	0,60	50,00	11,77
348	15	1	15	12	26,2	3	846	74,4	846	0,723	611,66	45,51	50,00	11,04	0,70	50,00	11,58
349	15	1	15	13	29	8	303	74,4	303	0,723	219,07	16,30	50,00	9,74	0,80	50,00	10,21
350	15	1	15	14	29,9	8	313	74,4	313	0,723	226,30	16,84	50,00	9,32	0,90	50,00	9,78
351	15	1	15	15	30,3	9	173	74,4	173	0,723	125,08	9,31	46,75	7,63	1,00	46,75	8,00
352	15	1	15	16	30,3	8	337	74,4	337	0,723	243,65	18,13	50,00	9,14	1,00	50,00	9,58
353	15	1	15	17	30,6	6	683	74,4	683	0,723	493,81	36,74	50,00	9,00	1,00	50,00	9,44
354	15	1	15	18	29,9	6	548	74,4	548	0,723	396,20	29,48	50,00	9,32	1,00	50,00	9,78
355	15	1	15	19	24,6	9	47	74,4	47	0,723	33,98	2,53	29,07	2,07	1,00	29,07	2,17
356	15	1	15	20	22,9	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,90	0,00	0,00	22,90	0,00
357	15	1	15	21	22,3	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,30	0,00	0,00	22,30	0,00
358	15	1	15	22	22	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
359	15	1	15	23	21,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,70	0,00	0,00	21,70	0,00
360	15	1	15	24	21,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
361	16	1	16	1	21,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,70	0,00	0,00	21,70	0,00
362	16	1	16	2	21,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,70	0,00	0,00	21,70	0,00
363	16	1	16	3	21,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
364	16	1	16	4	21,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,30	0,00	0,00	21,30	0,00
365	16	1	16	5	21,4	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
366	16	1	16	6	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
367	16	1	16	7	20	9	71	74,4	71	0,723	51,33	3,82	26,75	3,13	0,10	50,00	14,59
368	16	1	16	8	21,5	9	120	74,4	120	0,723	86,76	6,45	32,91	5,29	0,20	50,00	13,86
369	16	1	16	9	22	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	35,12	6,09	0,30	50,00	13,62
370	16	1	16	10	23,8	9	147	74,4	147	0,723	106,28	7,91	37,78	6,48	0,40	50,00	12,74
371	16	1	16	11	26	8	285	74,4	285	0,723	206,06	15,33	50,00	11,13	0,50	50,00	11,67
372	16	1	16	12	26,7	9	157	74,4	157	0,723	113,51	8,45	41,63	6,93	0,60	50,00	11,33
373	16	1	16	13	27,4	8	302	74,4	302	0,723	218,35	16,24	50,00	10,48	0,70	50,00	10,99
374	16	1	16	14	28,1	8	311	74,4	311	0,723	224,85	16,73	50,00	10,16	0,80	50,00	10,65
375	16	1	16	15	29	5	778	74,4	778	0,723	562,49	41,85	50,00	9,74	0,90	50,00	10,21
376	16	1	16	16	30	8	332	74,4	332	0,723	240,04	17,86	50,00	9,28	1,00	50,00	9,73



377	16	1	16	17	29,8	8	333	74,4	333	0,723	240,76	17,91	50,00	9,37	1,00	50,00	9,83
378	16	1	16	18	29,6	8	271	74,4	271	0,723	195,93	14,58	50,00	9,46	1,00	50,00	9,92
379	16	1	16	19	29	9	48	74,4	48	0,723	34,70	2,58	33,56	2,12	1,00	33,56	2,22
380	16	1	16	20	27,9	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	27,90	0,00	0,00	27,90	0,00
381	16	1	16	21	27,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	27,50	0,00	0,00	27,50	0,00
382	16	1	16	22	26,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	26,90	0,00	0,00	26,90	0,00
383	16	1	16	23	26	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	26,00	0,00	0,00	26,00	0,00
384	16	1	16	24	24,8	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,80	0,00	0,00	24,80	0,00
385	17	1	17	1	23,9	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,90	0,00	0,00	23,90	0,00
386	17	1	17	2	21	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
387	17	1	17	3	22,9	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,90	0,00	0,00	22,90	0,00
388	17	1	17	4	22	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
389	17	1	17	5	21,2	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,20	0,00	0,00	21,20	0,00
390	17	1	17	6	20,9	5	15	74,4	15	0,723	10,85	0,81	22,33	0,66	0,10	35,17	6,94
391	17	1	17	7	20,2	6	267	74,4	267	0,723	193,04	14,36	45,59	11,78	0,20	50,00	14,50
392	17	1	17	8	21	8	224	74,4	224	0,723	161,95	12,05	42,30	9,88	0,30	50,00	14,11
393	17	1	17	9	23,9	9	138	74,4	138	0,723	99,77	7,42	37,02	6,09	0,40	50,00	12,70
394	17	1	17	10	26	9	147	74,4	147	0,723	106,28	7,91	39,98	6,48	0,50	50,00	11,67
395	17	1	17	11	28,1	9	152	74,4	152	0,723	109,90	8,18	42,56	6,70	0,60	50,00	10,65
396	17	1	17	12	30,8	9	157	74,4	157	0,723	113,51	8,45	45,73	6,93	0,70	50,00	9,34
397	17	1	17	13	30,2	9	161	74,4	161	0,723	116,40	8,66	45,51	7,10	0,80	49,34	9,31
398	17	1	17	14	31,2	9	166	74,4	166	0,723	120,02	8,93	46,99	7,32	0,90	48,74	8,53
399	17	1	17	15	24,6	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	30,88	2,91	1,00	30,88	3,05
400	17	1	17	16	23,4	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	29,87	3,00	1,00	29,87	3,15
401	17	1	17	17	24	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	30,56	3,04	1,00	30,56	3,19
402	17	1	17	18	23,4	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	28,73	2,47	1,00	28,73	2,59
403	17	1	17	19	21,8	10	18	74,4	18	0,723	13,01	0,97	23,51	0,79	1,00	23,51	0,83
404	17	1	17	20	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
405	17	1	17	21	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
406	17	1	17	22	20,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
407	17	1	17	23	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
408	17	1	17	24	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
409	18	1	18	1	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
410	18	1	18	2	20,5	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
411	18	1	18	3	20	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
412	18	1	18	4	20,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
413	18	1	18	5	20,3	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,30	0,00	0,00	20,30	0,00
414	18	1	18	6	20,5	10	1	74,4	1	0,723	0,72	0,05	20,60	0,04	0,10	21,45	0,46
415	18	1	18	7	20,5	10	27	74,4	27	0,723	19,52	1,45	23,07	1,19	0,20	33,34	6,25
416	18	1	18	8	20,6	9	119	74,4	119	0,723	86,04	6,40	31,92	5,25	0,30	50,00	14,30
417	18	1	18	9	21	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	26,04	2,34	0,40	33,60	6,13
418	18	1	18	10	22,5	6	553	74,4	553	0,723	399,82	29,75	50,00	12,75	0,50	50,00	13,38
419	18	1	18	11	25	3	821	74,4	821	0,723	593,58	44,16	50,00	11,60	0,60	50,00	12,16
420	18	1	18	12	26,9	4	794	74,4	794	0,723	574,06	42,71	50,00	10,71	0,70	50,00	11,24
421	18	1	18	13	28,5	9	161	74,4	161	0,723	116,40	8,66	43,81	7,10	0,80	47,64	9,31
422	18	1	18	14	29,4	9	166	74,4	166	0,723	120,02	8,93	45,19	7,32	0,90	46,94	8,53
423	18	1	18	15	28,1	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	34,38	2,91	1,00	34,38	3,05
424	18	1	18	16	22,5	10	68	74,4	68	0,723	49,16	3,66	29,87	3,00	1,00	29,87	3,15
425	18	1	18	17	22,3	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	28,86	3,04	1,00	28,86	3,19
426	18	1	18	18	22	10	57	74,4	57	0,723	41,21	3,07	27,42	2,51	1,00	27,42	2,64
427	18	1	18	19	21,8	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	23,61	0,84	1,00	23,61	0,88
428	18	1	18	20	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
429	18	1	18	21	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
430	18	1	18	22	19,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00
431	18	1	18	23	19,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00

432	18	1	18	24	19	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
433	19	1	19	1	18,6	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
434	19	1	19	2	18,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
435	19	1	19	3	18,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,50	0,00	0,00	18,50	0,00
436	19	1	19	4	18,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,70	0,00	0,00	18,70	0,00
437	19	1	19	5	18,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,90	0,00	0,00	18,90	0,00
438	19	1	19	6	19	10	1	74,4	1	0,723	0,72	0,05	19,10	0,04	0,10	19,95	0,46
439	19	1	19	7	18,9	10	27	74,4	27	0,723	19,52	1,45	21,47	1,19	0,20	31,74	6,25
440	19	1	19	8	19,3	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	23,67	2,03	0,30	33,88	7,09
441	19	1	19	9	20,1	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	25,14	2,34	0,40	32,70	6,13
442	19	1	19	10	21,2	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	26,53	2,47	0,50	31,85	5,18
443	19	1	19	11	22,7	9	152	74,4	152	0,723	109,90	8,18	37,16	6,70	0,60	46,79	11,72
444	19	1	19	12	25	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	30,71	2,65	0,70	33,15	3,97
445	19	1	19	13	23,4	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	29,30	2,73	0,80	30,77	3,59
446	19	1	19	14	23,6	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	29,69	2,82	0,90	30,36	3,29
447	19	1	19	15	23,4	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	29,68	2,91	1,00	29,68	3,05
448	19	1	19	16	23,9	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	30,46	3,04	1,00	30,46	3,19
449	19	1	19	17	25	5	817	74,4	817	0,723	590,69	43,95	50,00	11,60	1,00	50,00	12,16
450	19	1	19	18	25,5	5	660	74,4	660	0,723	477,18	35,50	50,00	11,36	1,00	50,00	11,92
451	19	1	19	19	25,1	8	91	74,4	91	0,723	65,79	4,89	33,75	4,01	1,00	33,75	4,21
452	19	1	19	20	22,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00
453	19	1	19	21	21,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
454	19	1	19	22	21,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,20	0,00	0,00	21,20	0,00
455	19	1	19	23	21	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
456	19	1	19	24	21	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
457	20	1	20	1	19	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
458	20	1	20	2	18,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,80	0,00	0,00	18,80	0,00
459	20	1	20	3	18,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
460	20	1	20	4	18,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,50	0,00	0,00	18,50	0,00
461	20	1	20	5	18,3	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,30	0,00	0,00	18,30	0,00
462	20	1	20	6	18,5	9	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	18,79	0,13	0,10	21,35	1,39
463	20	1	20	7	19	9	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	25,56	3,04	0,20	50,00	15,08
464	20	1	20	8	19,2	8	223	74,4	223	0,723	161,23	12,00	40,41	9,84	0,30	50,00	14,98
465	20	1	20	9	23,4	6	519	74,4	519	0,723	375,24	27,92	50,00	12,34	0,40	50,00	12,94
466	20	1	20	10	24	8	273	74,4	273	0,723	197,38	14,68	49,96	12,04	0,50	50,00	12,65
467	20	1	20	11	26,1	8	284	74,4	284	0,723	205,33	15,28	50,00	11,08	0,60	50,00	11,63
468	20	1	20	12	26,4	9	156	74,4	156	0,723	112,79	8,39	41,24	6,88	0,70	47,59	10,31
469	20	1	20	13	26,4	9	161	74,4	161	0,723	116,40	8,66	41,71	7,10	0,80	45,54	9,31
470	20	1	20	14	27,7	9	166	74,4	166	0,723	120,02	8,93	43,49	7,32	0,90	45,24	8,53
471	20	1	20	15	27,6	9	172	74,4	172	0,723	124,36	9,25	43,96	7,59	1,00	43,96	7,96
472	20	1	20	16	26,3	9	179	74,4	179	0,723	129,42	9,63	43,32	7,90	1,00	43,32	8,28
473	20	1	20	17	24	10	70	74,4	70	0,723	50,61	3,77	30,66	3,09	1,00	30,66	3,24
474	20	1	20	18	23,1	10	58	74,4	58	0,723	41,93	3,12	28,62	2,56	1,00	28,62	2,68
475	20	1	20	19	21,3	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	23,11	0,84	1,00	23,11	0,88
476	20	1	20	20	20,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
477	20	1	20	21	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
478	20	1	20	22	20,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
479	20	1	20	23	20	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
480	20	1	20	24	19,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00
481	21	1	21	1	19,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
482	21	1	21	2	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
483	21	1	21	3	19,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
484	21	1	21	4	19,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,20	0,00	0,00	19,20	0,00
485	21	1	21	5	19	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
486	21	1	21	6	19,3	10	1	74,4	1	0,723	0,72	0,05	19,40	0,04	0,10	20,25	0,46

487	21	1	21	7	19,3	10	26	74,4	26	0,723	18,80	1,40	21,77	1,15	0,20	31,66	6,01
488	21	1	21	8	19,5	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	23,87	2,03	0,30	34,08	7,09
489	21	1	21	9	20	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	25,04	2,34	0,40	32,60	6,13
490	21	1	21	10	21	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	26,33	2,47	0,50	31,65	5,18
491	21	1	21	11	21,2	10	58	74,4	58	0,723	41,93	3,12	26,72	2,56	0,60	30,39	4,47
492	21	1	21	12	22,5	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	28,21	2,65	0,70	30,65	3,97
493	21	1	21	13	23,6	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	29,50	2,73	0,80	30,97	3,59
494	21	1	21	14	24,5	10	64	74,4	64	0,723	46,27	3,44	30,59	2,82	0,90	31,26	3,29
495	21	1	21	15	25,3	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	31,58	2,91	1,00	31,58	3,05
496	21	1	21	16	25,6	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	32,16	3,04	1,00	32,16	3,19
497	21	1	21	17	26,4	9	182	74,4	182	0,723	131,59	9,79	43,71	8,03	1,00	43,71	8,42
498	21	1	21	18	25,4	10	58	74,4	58	0,723	41,93	3,12	30,92	2,56	1,00	30,92	2,68
499	21	1	21	19	23	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	24,81	0,84	1,00	24,81	0,88
500	21	1	21	20	20,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,60	0,00	0,00	20,60	0,00
501	21	1	21	21	18,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,40	0,00	0,00	18,40	0,00
502	21	1	21	22	19,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,10	0,00	0,00	19,10	0,00
503	21	1	21	23	19	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
504	21	1	21	24	18,9	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,90	0,00	0,00	18,90	0,00
505	22	1	22	1	19	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
506	22	1	22	2	19,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
507	22	1	22	3	19,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,70	0,00	0,00	19,70	0,00
508	22	1	22	4	19,5	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
509	22	1	22	5	19,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
510	22	1	22	6	19,4	10	1	74,4	1	0,723	0,72	0,05	19,50	0,04	0,10	20,35	0,46
511	22	1	22	7	19,4	10	26	74,4	26	0,723	18,80	1,40	21,87	1,15	0,20	31,76	6,01
512	22	1	22	8	20	10	46	74,4	46	0,723	33,26	2,47	24,37	2,03	0,30	34,58	7,09
513	22	1	22	9	19,5	10	53	74,4	53	0,723	38,32	2,85	24,54	2,34	0,40	32,10	6,13
514	22	1	22	10	19	10	56	74,4	56	0,723	40,49	3,01	24,33	2,47	0,50	29,65	5,18
515	22	1	22	11	21,4	10	58	74,4	58	0,723	41,93	3,12	26,92	2,56	0,60	30,59	4,47
516	22	1	22	12	24,5	10	60	74,4	60	0,723	43,38	3,23	30,21	2,65	0,70	32,65	3,97
517	22	1	22	13	27	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	32,90	2,73	0,80	34,37	3,59
518	22	1	22	14	28,5	9	166	74,4	166	0,723	120,02	8,93	44,29	7,32	0,90	46,04	8,53
519	22	1	22	15	22	10	66	74,4	66	0,723	47,72	3,55	28,28	2,91	1,00	28,28	3,05
520	22	1	22	16	18,2	10	69	74,4	69	0,723	49,89	3,71	24,76	3,04	1,00	24,76	3,19
521	22	1	22	17	19	10	70	74,4	70	0,723	50,61	3,77	25,66	3,09	1,00	25,66	3,24
522	22	1	22	18	19,2	10	59	74,4	59	0,723	42,66	3,17	24,81	2,60	1,00	24,81	2,73
523	22	1	22	19	21	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	22,81	0,84	1,00	22,81	0,88
524	22	1	22	20	20,4	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
525	22	1	22	21	20,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
526	22	1	22	22	20	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
527	22	1	22	23	20,2	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,20	0,00	0,00	20,20	0,00
528	22	1	22	24	19,8	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
529	23	1	23	1	19,6	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00
530	23	1	23	2	19,1	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,10	0,00	0,00	19,10	0,00
531	23	1	23	3	18,6	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,60	0,00	0,00	18,60	0,00
532	23	1	23	4	18,3	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,30	0,00	0,00	18,30	0,00
533	23	1	23	5	18,2	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,20	0,00	0,00	18,20	0,00
534	23	1	23	6	18,3	4	10	74,4	10	0,723	7,23	0,54	19,25	0,44	0,10	27,81	4,63
535	23	1	23	7	18	6	255	74,4	255	0,723	184,37	13,72	42,25	11,25	0,20	50,00	15,57
536	23	1	23	8	19	5	536	74,4	536	0,723	387,53	28,83	50,00	14,38	0,30	50,00	15,08
537	23	1	23	9	21	5	620	74,4	620	0,723	448,26	33,35	50,00	13,45	0,40	50,00	14,11
538	23	1	23	10	24	0	811	74,4	811	0,723	586,35	43,62	50,00	12,06	0,50	50,00	12,65
539	23	1	23	11	26,3	0	843	74,4	843	0,723	609,49	45,35	50,00	10,99	0,60	50,00	11,53
540	23	1	23	12	27,1	1	877	74,4	877	0,723	634,07	47,17	50,00	10,62	0,70	50,00	11,14
541	23	1	23	13	28,1	6	607	74,4	607	0,723	438,86	32,65	50,00	10,16	0,80	50,00	10,65

542	23	1	23	14	29,2	6	628	74,4	628	0,723	454,04	33,78	50,00	9,65	0,90	50,00	10,12
543	23	1	23	15	31,2	8	323	74,4	323	0,723	233,53	17,37	50,00	8,72	1,00	50,00	9,14
544	23	1	23	16	31,5	9	180	74,4	180	0,723	130,14	9,68	48,62	7,94	1,00	48,62	8,33
545	23	1	23	17	25,5	10	70	74,4	70	0,723	50,61	3,77	32,16	3,09	1,00	32,16	3,24
546	23	1	23	18	22,2	10	59	74,4	59	0,723	42,66	3,17	27,81	2,60	1,00	27,81	2,73
547	23	1	23	19	20,5	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	22,31	0,84	1,00	22,31	0,88
548	23	1	23	20	20,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,80	0,00	0,00	20,80	0,00
549	23	1	23	21	20,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,70	0,00	0,00	20,70	0,00
550	23	1	23	22	20	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
551	23	1	23	23	19,8	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
552	23	1	23	24	19,8	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,80	0,00	0,00	19,80	0,00
553	24	1	24	1	19,5	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
554	24	1	24	2	19,5	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
555	24	1	24	3	19,5	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
556	24	1	24	4	19,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,50	0,00	0,00	19,50	0,00
557	24	1	24	5	19,6	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00
558	24	1	24	6	19,6	8	3	74,4	3	0,723	2,17	0,16	19,89	0,13	0,10	22,45	1,39
559	24	1	24	7	19,3	8	126	74,4	126	0,723	91,10	6,78	31,28	5,56	0,20	50,00	14,93
560	24	1	24	8	19,6	8	221	74,4	221	0,723	159,78	11,89	40,62	9,75	0,30	50,00	14,79
561	24	1	24	9	21,5	6	515	74,4	515	0,723	372,35	27,70	50,00	13,22	0,40	50,00	13,86
562	24	1	24	10	23,4	4	737	74,4	737	0,723	532,85	39,64	50,00	12,34	0,50	50,00	12,94
563	24	1	24	11	25	3	816	74,4	816	0,723	589,97	43,89	50,00	11,60	0,60	50,00	12,16
564	24	1	24	12	26,8	1	877	74,4	877	0,723	634,07	47,17	50,00	10,76	0,70	50,00	11,29
565	24	1	24	13	28,2	3	869	74,4	869	0,723	628,29	46,74	50,00	10,11	0,80	50,00	10,60
566	24	1	24	14	29	6	628	74,4	628	0,723	454,04	33,78	50,00	9,74	0,90	50,00	10,21
567	24	1	24	15	29,8	5	783	74,4	783	0,723	566,11	42,12	50,00	9,37	1,00	50,00	9,83
568	24	1	24	16	30,4	6	680	74,4	680	0,723	491,64	36,58	50,00	9,09	1,00	50,00	9,53
569	24	1	24	17	28,5	8	345	74,4	345	0,723	249,44	18,56	50,00	9,97	1,00	50,00	10,46
570	24	1	24	18	28,5	9	155	74,4	155	0,723	112,07	8,34	43,24	6,84	1,00	43,24	7,17
571	24	1	24	19	26,1	8	94	74,4	94	0,723	67,96	5,06	35,04	4,15	1,00	35,04	4,35
572	24	1	24	20	26	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	26,00	0,00	0,00	26,00	0,00
573	24	1	24	21	25,4	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,40	0,00	0,00	25,40	0,00
574	24	1	24	22	25	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00	0,00
575	24	1	24	23	24	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	24,00	0,00
576	24	1	24	24	23	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	23,00	0,00
577	25	1	25	1	23	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	23,00	0,00
578	25	1	25	2	23	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	23,00	0,00
579	25	1	25	3	23	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	23,00	0,00
580	25	1	25	4	22,8	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,80	0,00	0,00	22,80	0,00
581	25	1	25	5	22,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00
582	25	1	25	6	22	0	8	74,4	8	0,723	5,78	0,43	22,76	0,35	0,10	29,61	3,70
583	25	1	25	7	21,1	3	360	74,4	360	0,723	260,28	19,36	50,00	13,40	0,20	50,00	14,06
584	25	1	25	8	22,1	3	637	74,4	637	0,723	460,55	34,26	50,00	12,94	0,30	50,00	13,57
585	25	1	25	9	23,9	3	736	74,4	736	0,723	532,13	39,59	50,00	12,11	0,40	50,00	12,70
586	25	1	25	10	26	1	816	74,4	816	0,723	589,97	43,89	50,00	11,13	0,50	50,00	11,67
587	25	1	25	11	27,8	1	848	74,4	848	0,723	613,10	45,61	50,00	10,30	0,60	50,00	10,80
588	25	1	25	12	29,8	3	842	74,4	842	0,723	608,77	45,29	50,00	9,37	0,70	50,00	9,83
589	25	1	25	13	30,5	1	904	74,4	904	0,723	653,59	48,63	50,00	9,04	0,80	50,00	9,49
590	25	1	25	14	31,3	4	843	74,4	843	0,723	609,49	45,35	50,00	8,67	0,90	50,00	9,10
591	25	1	25	15	31,3	9	173	74,4	173	0,723	125,08	9,31	47,75	7,63	1,00	47,75	8,00
592	25	1	25	16	28	9	180	74,4	180	0,723	130,14	9,68	45,12	7,94	1,00	45,12	8,33
593	25	1	25	17	24,5	10	71	74,4	71	0,723	51,33	3,82	31,25	3,13	1,00	31,25	3,28
594	25	1	25	18	21,3	8	293	74,4	293	0,723	211,84	15,76	49,17	12,92	1,00	49,17	13,55
595	25	1	25	19	23	6	190	74,4	190	0,723	137,37	10,22	41,07	8,38	1,00	41,07	8,79
596	25	1	25	20	22,5	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00

597	25	1	25	21	21,1	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,10	0,00	0,00	21,10	0,00
598	25	1	25	22	21	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
599	25	1	25	23	20,8	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,80	0,00	0,00	20,80	0,00
600	25	1	25	24	20,7	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,70	0,00	0,00	20,70	0,00
601	26	1	26	1	20,4	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
602	26	1	26	2	20	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
603	26	1	26	3	19,4	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,40	0,00	0,00	19,40	0,00
604	26	1	26	4	19,3	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,30	0,00	0,00	19,30	0,00
605	26	1	26	5	19,3	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,30	0,00	0,00	19,30	0,00
606	26	1	26	6	19,2	6	5	74,4	5	0,723	3,62	0,27	19,68	0,22	0,10	23,96	2,31
607	26	1	26	7	19,1	6	250	74,4	250	0,723	180,75	13,45	42,88	11,03	0,20	50,00	15,03
608	26	1	26	8	19,5	10	45	74,4	45	0,723	32,54	2,42	23,78	1,98	0,30	33,77	6,94
609	26	1	26	9	20,6	8	255	74,4	255	0,723	184,37	13,72	44,85	11,25	0,40	50,00	14,30
610	26	1	26	10	22,4	6	547	74,4	547	0,723	395,48	29,42	50,00	12,80	0,50	50,00	13,43
611	26	1	26	11	28	1	847	74,4	847	0,723	612,38	45,56	50,00	10,20	0,60	50,00	10,70
612	26	1	26	12	29,5	0	867	74,4	867	0,723	626,84	46,64	50,00	9,51	0,70	50,00	9,97
613	26	1	26	13	29,5	1	903	74,4	903	0,723	652,87	48,57	50,00	9,51	0,80	50,00	9,97
614	26	1	26	14	31,2	3	898	74,4	898	0,723	649,25	48,30	50,00	8,72	0,90	50,00	9,14
615	26	1	26	15	32,5	4	877	74,4	877	0,723	634,07	47,17	50,00	8,12	1,00	50,00	8,51
616	26	1	26	16	31,6	4	917	74,4	917	0,723	662,99	49,33	50,00	8,53	1,00	50,00	8,95
617	26	1	26	17	30,6	3	895	74,4	895	0,723	647,09	48,14	50,00	9,00	1,00	50,00	9,44
618	26	1	26	18	29,5	3	656	74,4	656	0,723	474,29	35,29	50,00	9,51	1,00	50,00	9,97
619	26	1	26	19	27,7	5	229	74,4	229	0,723	165,57	12,32	49,48	10,10	1,00	49,48	10,59
620	26	1	26	20	27,2	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	27,20	0,00	0,00	27,20	0,00
621	26	1	26	21	25	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	25,00	0,00
622	26	1	26	22	23,3	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,30	0,00	0,00	23,30	0,00
623	26	1	26	23	22,5	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00
624	26	1	26	24	21,6	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,60	0,00	0,00	21,60	0,00
625	27	1	27	1	20,7	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,70	0,00	0,00	20,70	0,00
626	27	1	27	2	20,7	5	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,70	0,00	0,00	20,70	0,00
627	27	1	27	3	20	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	20,00	0,00
628	27	1	27	4	18,8	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,80	0,00	0,00	18,80	0,00
629	27	1	27	5	18,9	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,90	0,00	0,00	18,90	0,00
630	27	1	27	6	18,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,80	0,00	0,00	18,80	0,00
631	27	1	27	7	19	8	123	74,4	123	0,723	88,93	6,62	30,70	5,43	0,10	50,00	15,08
632	27	1	27	8	19	9	117	74,4	117	0,723	84,59	6,29	30,13	5,16	0,20	50,00	15,08
633	27	1	27	9	20,6	4	689	74,4	689	0,723	498,15	37,06	50,00	13,64	0,30	50,00	14,30
634	27	1	27	10	24	0	806	74,4	806	0,723	582,74	43,36	50,00	12,06	0,40	50,00	12,65
635	27	1	27	11	26,6	3	813	74,4	813	0,723	587,80	43,73	50,00	10,85	0,50	50,00	11,38
636	27	1	27	12	28	3	840	74,4	840	0,723	607,32	45,18	50,00	10,20	0,60	50,00	10,70
637	27	1	27	13	28,2	5	728	74,4	728	0,723	526,34	39,16	50,00	10,11	0,70	50,00	10,60
638	27	1	27	14	29,3	6	628	74,4	628	0,723	454,04	33,78	50,00	9,60	0,80	50,00	10,07
639	27	1	27	15	29,6	5	784	74,4	784	0,723	566,83	42,17	50,00	9,46	0,90	50,00	9,92
640	27	1	27	16	29,1	6	684	74,4	684	0,723	494,53	36,79	50,00	9,69	1,00	50,00	10,17
641	27	1	27	17	28	3	894	74,4	894	0,723	646,36	48,09	50,00	10,20	1,00	50,00	10,70
642	27	1	27	18	26,1	1	656	74,4	656	0,723	474,29	35,29	50,00	11,08	1,00	50,00	11,63
643	27	1	27	19	24,7	1	284	74,4	284	0,723	205,33	15,28	50,00	11,73	1,00	50,00	12,31
644	27	1	27	20	23,5	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,50	0,00	0,00	23,50	0,00
645	27	1	27	21	21,8	1	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,80	0,00	0,00	21,80	0,00
646	27	1	27	22	21,5	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
647	27	1	27	23	20,9	6	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,90	0,00	0,00	20,90	0,00
648	27	1	27	24	20,9	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,90	0,00	0,00	20,90	0,00
649	28	1	28	1	20,5	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
650	28	1	28	2	20,1	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
651	28	1	28	3	19,6	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,60	0,00	0,00	19,60	0,00

652	28	1	28	4	19	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	19,00	0,00	0,00	19,00	0,00
653	28	1	28	5	18,7	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	18,70	0,00	0,00	18,70	0,00
654	28	1	28	6	17,8	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	17,80	0,00	0,00	17,80	0,00
655	28	1	28	7	17,8	10	6	74,4	6	0,723	4,34	0,32	18,37	0,26	0,10	23,51	2,78
656	28	1	28	8	18,8	10	10	74,4	10	0,723	7,23	0,54	19,75	0,44	0,20	23,56	2,31
657	28	1	28	9	20,3	10	512	74,4	512	0,723	370,18	27,54	50,00	13,77	0,30	50,00	14,45
658	28	1	28	10	21,6	8	270	74,4	270	0,723	195,21	14,52	47,28	11,91	0,40	50,00	13,81
659	28	1	28	11	24	3	813	74,4	813	0,723	587,80	43,73	50,00	12,06	0,50	50,00	12,65
660	28	1	28	12	27,4	3	840	74,4	840	0,723	607,32	45,18	50,00	10,48	0,60	50,00	10,99
661	28	1	28	13	28,5	4	814	74,4	814	0,723	588,52	43,79	50,00	9,97	0,70	50,00	10,46
662	28	1	28	14	29,4	4	843	74,4	843	0,723	609,49	45,35	50,00	9,55	0,80	50,00	10,02
663	28	1	28	15	30,4	5	784	74,4	784	0,723	566,83	42,17	50,00	9,09	0,90	50,00	9,53
664	28	1	28	16	31	5	822	74,4	822	0,723	594,31	44,22	50,00	8,81	1,00	50,00	9,24
665	28	1	28	17	25,5	3	894	74,4	894	0,723	646,36	48,09	50,00	11,36	1,00	50,00	11,92
666	28	1	28	18	23,8	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	29,70	2,73	1,00	29,70	2,87
667	28	1	28	19	23	10	19	74,4	19	0,723	13,74	1,02	24,81	0,84	1,00	24,81	0,88
668	28	1	28	20	22,6	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,60	0,00	0,00	22,60	0,00
669	28	1	28	21	22,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,70	0,00	0,00	22,70	0,00
670	28	1	28	22	22,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	22,50	0,00
671	28	1	28	23	22,4	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,40	0,00	0,00	22,40	0,00
672	28	1	28	24	21,6	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,60	0,00	0,00	21,60	0,00
673	29	1	29	1	21,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
674	29	1	29	2	21,1	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,10	0,00	0,00	21,10	0,00
675	29	1	29	3	20,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,50	0,00	0,00	20,50	0,00
676	29	1	29	4	20,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,40	0,00	0,00	20,40	0,00
677	29	1	29	5	20,1	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
678	29	1	29	6	19,9	1	5	74,4	5	0,723	3,62	0,27	20,38	0,22	0,10	24,66	2,31
679	29	1	29	7	18,6	4	329	74,4	329	0,723	237,87	17,70	49,89	14,51	0,20	50,00	15,27
680	29	1	29	8	19,7	0	653	74,4	653	0,723	472,12	35,13	50,00	14,05	0,30	50,00	14,74
681	29	1	29	9	21,5	0	755	74,4	755	0,723	545,87	40,61	50,00	13,22	0,40	50,00	13,86
682	29	1	29	10	23,8	0	804	74,4	804	0,723	581,29	43,25	50,00	12,15	0,50	50,00	12,74
683	29	1	29	11	26,5	0	837	74,4	837	0,723	605,15	45,02	50,00	10,90	0,60	50,00	11,43
684	29	1	29	12	27,8	1	873	74,4	873	0,723	631,18	46,96	50,00	10,30	0,70	50,00	10,80
685	29	1	29	13	29,5	5	727	74,4	727	0,723	525,62	39,11	50,00	9,51	0,80	50,00	9,97
686	29	1	29	14	31,2	6	627	74,4	627	0,723	453,32	33,73	50,00	8,72	0,90	50,00	9,14
687	29	1	29	15	31,4	6	654	74,4	654	0,723	472,84	35,18	50,00	8,63	1,00	50,00	9,05
688	29	1	29	16	32,3	5	823	74,4	823	0,723	595,03	44,27	50,00	8,21	1,00	50,00	8,61
689	29	1	29	17	31,8	4	894	74,4	894	0,723	646,36	48,09	50,00	8,44	1,00	50,00	8,85
690	29	1	29	18	27,8	5	653	74,4	653	0,723	472,12	35,13	50,00	10,30	1,00	50,00	10,80
691	29	1	29	19	24	10	20	74,4	20	0,723	14,46	1,08	25,90	0,88	1,00	25,90	0,93
692	29	1	29	20	24,7	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,70	0,00	0,00	24,70	0,00
693	29	1	29	21	24,2	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,20	0,00	0,00	24,20	0,00
694	29	1	29	22	23	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00	23,00	0,00
695	29	1	29	23	23,2	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,20	0,00	0,00	23,20	0,00
696	29	1	29	24	22,4	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,40	0,00	0,00	22,40	0,00
697	30	1	30	1	21	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
698	30	1	30	2	21	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
699	30	1	30	3	20,8	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,80	0,00	0,00	20,80	0,00
700	30	1	30	4	21,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
701	30	1	30	5	21,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,50	0,00	0,00	21,50	0,00
702	30	1	30	6	21,6	0	4	74,4	4	0,723	2,89	0,22	21,98	0,18	0,10	25,40	1,85
703	30	1	30	7	21	0	366	74,4	366	0,723	264,62	19,69	50,00	13,45	0,20	50,00	14,11
704	30	1	30	8	21,5	0	667	74,4	667	0,723	482,24	35,88	50,00	13,22	0,30	50,00	13,86
705	30	1	30	9	23,2	0	767	74,4	767	0,723	554,54	41,26	50,00	12,43	0,40	50,00	13,04
706	30	1	30	10	25,2	3	787	74,4	787	0,723	569,00	42,33	50,00	11,50	0,50	50,00	12,06

707	30	1	30	11	28	0	841	74,4	841	0,723	608,04	45,24	50,00	10,20	0,60	50,00	10,70
708	30	1	30	12	28,9	0	866	74,4	866	0,723	626,12	46,58	50,00	9,79	0,70	50,00	10,26
709	30	1	30	13	30,7	3	864	74,4	864	0,723	624,67	46,48	50,00	8,95	0,80	50,00	9,39
710	30	1	30	14	30,2	5	748	74,4	748	0,723	540,80	40,24	50,00	9,18	0,90	50,00	9,63
711	30	1	30	15	30,5	5	776	74,4	776	0,723	561,05	41,74	50,00	9,04	1,00	50,00	9,49
712	30	1	30	16	30,5	9	179	74,4	179	0,723	129,42	9,63	47,52	7,90	1,00	47,52	8,28
713	30	1	30	17	28,5	9	185	74,4	185	0,723	133,76	9,95	46,09	8,16	1,00	46,09	8,56
714	30	1	30	18	24,5	10	62	74,4	62	0,723	44,83	3,34	30,40	2,73	1,00	30,40	2,87
715	30	1	30	19	24	9	52	74,4	52	0,723	37,60	2,80	28,95	2,29	1,00	28,95	2,41
716	30	1	30	20	24,5	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,50	0,00	0,00	24,50	0,00
717	30	1	30	21	24,4	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,40	0,00	0,00	24,40	0,00
718	30	1	30	22	24	4	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	24,00	0,00	0,00	24,00	0,00
719	30	1	30	23	23,6	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,60	0,00	0,00	23,60	0,00
720	30	1	30	24	23,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,50	0,00	0,00	23,50	0,00
721	31	1	31	1	23,5	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	23,50	0,00	0,00	23,50	0,00
722	31	1	31	2	21,9	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,90	0,00	0,00	21,90	0,00
723	31	1	31	3	21,7	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,70	0,00	0,00	21,70	0,00
724	31	1	31	4	21,4	0	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,40	0,00	0,00	21,40	0,00
725	31	1	31	5	21	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	21,00	0,00	0,00	21,00	0,00
726	31	1	31	6	20,1	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	20,10	0,00	0,00	20,10	0,00
727	31	1	31	7	19,6	10	25	74,4	25	0,723	18,08	1,34	21,98	1,10	0,10	43,38	11,57
728	31	1	31	8	20,3	10	11	74,4	11	0,723	7,95	0,59	21,35	0,49	0,20	25,53	2,54
729	31	1	31	9	21	9	137	74,4	137	0,723	99,05	7,37	34,03	6,04	0,30	50,00	14,11
730	31	1	31	10	23,1	8	272	74,4	272	0,723	196,66	14,63	48,97	12,00	0,40	50,00	13,08
731	31	1	31	11	26,7	6	569	74,4	569	0,723	411,39	30,61	50,00	10,81	0,50	50,00	11,33
732	31	1	31	12	28	5	704	74,4	704	0,723	508,99	37,87	50,00	10,20	0,60	50,00	10,70
733	31	1	31	13	29,4	5	724	74,4	724	0,723	523,45	38,94	50,00	9,55	0,70	50,00	10,02
734	31	1	31	14	29,8	6	623	74,4	623	0,723	450,43	33,51	50,00	9,37	0,80	50,00	9,83
735	31	1	31	15	30,6	6	646	74,4	646	0,723	467,06	34,75	50,00	9,00	0,90	50,00	9,44
736	31	1	31	16	30,8	6	675	74,4	675	0,723	488,03	36,31	50,00	8,90	1,00	50,00	9,34
737	31	1	31	17	26,8	8	347	74,4	347	0,723	250,88	18,67	50,00	10,76	1,00	50,00	11,29
738	31	1	31	18	26,4	9	163	74,4	163	0,723	117,85	8,77	41,90	7,19	1,00	41,90	7,54
739	31	1	31	19	24,8	8	97	74,4	97	0,723	70,13	5,22	34,02	4,28	1,00	34,02	4,49
740	31	1	31	20	22,7	10	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,70	0,00	0,00	22,70	0,00
741	31	1	31	21	22,2	8	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,20	0,00	0,00	22,20	0,00
742	31	1	31	22	22	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
743	31	1	31	23	22	9	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,00	0,00	0,00	22,00	0,00
744	31	1	31	24	22,2	3	0	74,4	0	0,723	0,00	0,00	22,20	0,00	0,00	22,20	0,00

Fonte – Autoria Própria (2023).