

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

CLEDSON LUIS TRAGNAGO

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE UMA USINA DE CONCENTRAÇÃO SOLAR DO TIPO
FRESNEL LINEAR PARA GERAÇÃO DE CALOR DE PROCESSO INDUSTRIAL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2017

CLEDSON LUIS TRAGNAGO

**DIMENSIONAMENTO E ANÁLISE DE UMA USINA DE CONCENTRAÇÃO SOLAR
DO TIPO FRESNEL LINEAR PARA GERAÇÃO DE CALOR DE PROCESSO
INDUSTRIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica da Coordenação de Engenharia Mecânica – COEME – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro.

Orientador: Prof. Dr. Robson Gonçalves Trentin

Co-orientador: Prof. Dr. Jean-Marc Stephane Lafay

PATO BRANCO

2017

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dimensionamento e análise de uma usina de concentração solar do tipo Fresnel linear para geração de calor de processo industrial

Cledson Luis Tragnago

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 16/11/2017 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

Prof. Dr. Luiz Carlos Martinelli Junior
(UTFPR)

Prof. Dr. Jean-Marc Stephane Lafay
(UTFPR)

Profa. Dr. Robson Gonçalves Trentin
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, por ter me dado todo o apoio que me foi disposto nos anos em que estive na universidade.

Agradeço, especialmente, ao meu pai, Clacir, e minha mãe, Lucia, por terem confiado em mim e se dedicado para que nunca me faltasse nada durante meu curso.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ao Curso de Engenharia Mecânica e a todos os professores que fizeram parte da minha jornada na universidade, por terem sido responsáveis pelo maior crescimento pessoal e profissional pelo qual já passei na minha vida.

À Hacker Industrial, em especial, ao Claudemir Hacker, por terem sido pacientes e disponibilizado recursos para que eu fizesse a maior parte deste trabalho em suas instalações após o término de meu estágio curricular obrigatório.

Ao meu orientador, Robson Gonçalves Trentin, e ao meu co-orientador, Jean-Marc Stephane Lafay, pelos seus conhecimentos, por terem sugerido este tema de pesquisa, pelo apoio e contribuições para este trabalho e para minha formação.

À minha namorada, Amanda Folmann dos Santos, por todo o amor e carinho destes últimos quase três anos, por ter me influenciado a me tornar uma pessoa melhor, por todo o apoio e compreensão nas horas em que foi necessária dedicação nos estudos.

Agradeço a todos os meus colegas de turma, por juntos termos formado uma turma unida, sem a qual, acredito que a passagem pela universidade teria sido muito mais difícil e menos prazerosa.

RESUMO

TRAGNAGO, Cledson Luis. **Dimensionamento e Análise de uma Usina de Concentração Solar do tipo Fresnel Linear para Geração de Calor de Processo Industrial**. 2017. 205 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Vários segmentos da indústria utilizam vapor saturado em seus processos industriais. A produção de calor de processo através de geradores de vapor tradicionais consome uma parcela significativa de energia que muitas vezes é fornecida através de fontes que geram impactos ambientais. Neste contexto de demanda de energia surgiram os concentradores solares e dentre eles, o Sistema de Concentração Solar Fresnel Linear, tanto para o fim de geração de energia elétrica, quanto para a geração de vapor como produto final. Entretanto, mesmo a tecnologia de concentração solar tendo se tornado significativa na produção de energia em muitos países, no Brasil a sua aplicação é quase inexistente, principalmente a tecnologia do tipo Fresnel. Com base nesta problemática, este trabalho teve o intuito de dimensionar uma usina de concentração solar do tipo Fresnel linear para uma característica de consumo de calor de processo típica de empresas da Microrregião de Pato Branco e analisar a produção de vapor em diferentes condições do ano para o projeto dimensionado. Para isso, estimou-se a irradiância direta para a cidade de Pato Branco para todos os dias do ano e foram analisadas as perdas ópticas e térmicas para o campo solar em dias representativos do ano, além das eficiências que o campo de concentração solar dimensionado obteve. Foi concluído que o projeto dimensionado serve como suporte na geração de calor de processo industrial para um gerador de vapor convencional e que sozinho atende à demanda em certas condições climáticas, mas não para todos os dias do ano e nem para todas as horas do dia. A utilização de uma usina de concentração solar com a tecnologia Fresnel para geração de vapor se mostrou promissora e o estudo de sua viabilidade econômica no suporte de geração de vapor pode se tornar interessante para diminuir custos na geração de vapor, visto que o sol é uma fonte gratuita e inesgotável de energia.

Palavras-chave: Energia de Concentração Solar, Energia Heliotérmica. Vapor, Calor de Processo Industrial. Fresnel.

ABSTRACT

TRAGNAGO, Cledson Luis. **Dimensioning and Analysis of a Linear Fresnel Solar Concentration Plant for Steam Generation**. 2017. 205 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

Several industry segments use saturated steam in their industrial processes. The process heat production through traditional steam generators consumes a significant portion of energy that often is done through sources that generate environmental impacts. In this context of energy demand that emerged the solar concentrators and among them, the Linear Fresnel Concentrators Systems, for the purpose of generating electric energy and for generating steam as the final product. However, even the solar concentrating technology having been had significant on several countries, it is almost nonexistent in Brazil, mainly the Fresnel type. Based on this, this undergraduate thesis aimed to size a linear Fresnel type of solar concentrating plant for steam consumption characteristic of a tipic Microrregião de Pato Branco industry, and to analyse the steam production in different conditions of the year for the project sized. To size the project, the direct irradiance for the city of Pato Branco was estimated for all days of the year and analyzed the optical and thermal losses for the solar field on representative days of the year, in addition to the efficiencies that the solar concentration field obtained. It was concluded that the project sized serves as support in the generation of industrial process heat for a conventional steam generator and that it can alone to supply the demand in certain climatic conditions, but not for every day of the year or for all hours of the day. The use of a solar concentrator with Fresnel technology for steam generation has shown promise and the study of its economic viability in the support of steam generation may become interesting for reducing costs in the steam generation, since the sun is a free and inexhaustible source of energy.

Key words: Concentrating Solar Power, Heliotermic Energy. Steam, Industrial Process Heat. Fresnel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trajetórias aparentes do Sol ao sul do Trópico de Capricórnio	27
Figura 2 – Sombras ao meio dia solar ao sul do Trópico de Capricórnio.....	27
Figura 3 – Inclinação do eixo da Terra	28
Figura 4 - Gráfico da declinação solar ao longo do ano	29
Figura 5 – ângulo de zênite, de elevação solar e de azimute	30
Figura 6 – Carta solar para Pato Branco no dia 29/09/2017.....	33
Figura 7 - Representação esquemática de uma usina heliotérmica com a finalidade de geração de energia.....	36
Figura 8 - Desenho esquemático de uma usina heliotérmica central de torre	39
Figura 9 - Usina heliotérmica do tipo central de torre	39
Figura 10 – Princípio do sistema dish Stirling	40
Figura 11 – Planta de concentração solar com concentradores do tipo dish Stirling	40
Figura 12 - Desenho ilustrativo de um concentrador solar cilindro-parabólico.....	41
Figura 13 - Refletor solar cilindro-parabólico	42
Figura 14 - Aproximação de parábolas por um conjunto de retas- A) lente de Fresnel; B) concentradores lineares tipo Fresnel.	43
Figura 15 - Aproximação de parábolas por um conjunto de retas - A) lente de Fresnel; B) concentradores lineares tipo Fresnel.	44
Figura 16 - Sistema de coletores lineares Fresnel da Industrial Solar GmbH instalada para a indústria farmacêutica Ram Pharma.....	44
Figura 17 – Vista superior dos componentes básicos de uma usina do tipo Fresnel	45
Figura 18 – Trajetórias aparentes do Sol durante o dia ao longo do ano	47
Figura 19 - Esquema dos ângulos de incidência e reflexão do concentrador linear tipo Fresnel.....	48
Figura 20 – Relação entre o Sol e a Terra.....	49
Figura 21 - Esquema de ângulos e trajetórias dos raios solares para um espelho abaixo do ponto focal e um à esquerda.	50
Figura 22 - Representação dos espelhos à esquerda do foco.....	50
Figura 23 - Refletor secundário do tipo “caixa-forno”.....	53
Figura 24 - Concentrador secundário parabólico.....	53
Figura 25 – Dimensionamento da largura do concentrador secundário	54
Figura 26 – Dimensionamento do perfil do concentrador secundário.....	55

Figura 27 – Tubo absorvedor comercial.....	56
Figura 28 – Desvio da direção Sul do campo de concentração solar.....	57
Figura 29 – Largura sombreada dos concentradores primários.....	58
Figura 30 – Perda óptica pelo fator cosseno, δ_{row} na parte inferior do espelho.....	59
Figura 31 – Perda óptica pelo fator cosseno, δ_{row} na parte superior do espelho.....	60
Figura 32 – Estudo lateral das perdas devido a não iluminação do tubo absorvedor.....	61
Figura 33 – Ângulos de incidência e projeções dos raios incidentes	61
Figura 34 – Perdas térmicas no tubo absorvedor.....	64
Figura 35 – Perdas térmicas no concentrador secundário	65
Figura 36 – Gráfico da equação do tempo	75
Figura 37 – Altitude solar às 12:00 (hora solar) para todos os dias do ano	76
Figura 38 – Ângulos solares para o dia 21/06/2017	77
Figura 39 - Ângulos solares para o dia 17/11/2017, às 09:14.	77
Figura 40 – Dimensionamento prévio transversal	79
Figura 41 – Variação de Q_{abs} em função da demanda de vazão mássica de vapor para diferentes temperaturas de vapor.....	81
Figura 42 – Variação do DNI para cada hora ao longo do ano e DNI médio diário...82	82
Figura 43 – Posicionamento e sistema de coordenadas adotado	85
Figura 44 – Sistema de coordenadas adotado e estudo dos vetores de reflexão	86
Figura 45 – Perdas térmicas no tubo absorvedor em função da temperatura de operação	89
Figura 46 – Comprimento e área de refletores primários necessários para atender diferentes demandas de vapor	92
Figura 47 – Perfil do refletor secundário	94
Figura 48 – Perfil do refletor secundário	95
Figura 49 – Variação de Q_{abs} durante o dia para o primeiro dia das quatro estações	98
Figura 50 – Eficiência global do sistema durante o dia para o primeiro dia das quatro estações em função da hora solar	98
Figura 51 - Eficiência global do sistema durante o dia para o primeiro dia das quatro estações em função da hora local.....	99
Figura 52 – Comportamento da eficiência do campo de concentração solar para o dia 23/04/2015 do trabalho de (BELTAGY et al., 2017).	100
Figura 53 – Eficiências para o primeiro dia do inverno.....	101

Figura 54 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia da primavera	105
Figura 55 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do verão	106
Figura 56 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do outono	106
Figura 57 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do inverno	107
Figura 58 – Potência requerida e DNI	183
Figura 59 – Perdas térmicas no tubo absorvedor e perdas pelas características dos materiais	184
Figura 60 - Perdas por $f_{shading}$	185
Figura 61 - Perdas por $f_{shading}$	186
Figura 62 – Perdas por $f_{shading}$	187
Figura 63 – Solução da equação	188
Figura 64 – Dimensionamento da largura do concentrador secundário	189
Figura 65 – Cálculo da energia necessária para o aquecimento da água de 60 °C a líquido saturado à 150 °C.....	199
Figura 66 – Aquecimento da água no início da manhã do primeiro dia da primavera e do verão.....	200
Figura 67 - Figura 68 – Aquecimento da água no início da manhã do primeiro dia do outono e do inverno	201

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixas de temperatura para vários processos industriais	37
Tabela 2 – Consumo total de vapor para indústrias típicas consumidoras de vapor	38
Tabela 3 – Distância do eixo de rotação dos refletores primários até a linha vertical do tubo absorvedor	80
Tabela 4 – Perdas ópticas	83
Tabela 5 – Comprimentos de concentradores primários necessários para atender às diferentes demandas	91
Tabela 6 – Tempo de aquecimento e geração de geração vapor, energia fornecida pelo sistema, potência média e produção de vapor para o primeiro dia das quatro estações	105
Tabela 7 – Potência requerida para diferentes consumos.....	117
Tabela 8 – Dados de entrada para os cálculos contidos nos Apêndices C, D, E e F	118
Tabela 9 - Ângulo de declinação solar, fator de correção b, equação do tempo, hora local equivalente a hora solar e ângulo horário para o ano todo	119
Tabela 10 - Ângulo de altitude solar, ângulo de azimute solar e fator de correção para a distância terra – sol.....	128
Tabela 11 - Δn_{refr} , ângulo de altitude solar true e massa de ar ótica relativa	137
Tabela 12 - espessura ótica de rayleigh, DNI horário, DNI médio diário e DNI médio anual.....	146
Tabela 13 – Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	156
Tabela 14 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	157
Tabela 15 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	158
Tabela 16 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	159
Tabela 17 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	160
Tabela 18 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)	161

Tabela 19 - Perdas ópticas para às 6:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	162
Tabela 20 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	163
Tabela 21 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	164
Tabela 22 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	165
Tabela 23 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	166
Tabela 24 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	167
Tabela 25 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)	168
Tabela 26 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	169
Tabela 27 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	170
Tabela 28 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	171
Tabela 29 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	172
Tabela 30 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	173
Tabela 31 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)	174
Tabela 32 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	175
Tabela 33 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	176
Tabela 34 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	177
Tabela 35 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	178

Tabela 36 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	179
Tabela 37 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)	180
Tabela 38 - Cálculos das perdas ópticas para o dia médio e para o instante médio	181
Tabela 39 – Entradas para o desenho do perfil da curva do refletor secundário....	189
Tabela 40 – Coordenadas do segmento de curva A-B do refletor secundário.....	190
Tabela 41 – Coordenadas do segmento de curva B – C do refletor secundário.....	190
Tabela 42 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera.....	191
Tabela 43 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera.....	191
Tabela 44 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera.....	192
Tabela 45 – Perdas ópticas às 06:00 e 07:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão	192
Tabela 46 - Perdas ópticas às 08:00 e 09:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão	193
Tabela 47 – Perdas ópticas às 10:00 e 11:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão	193
Tabela 48 - Perdas ópticas às 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão	194
Tabela 49 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono	194
Tabela 50 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono	195
Tabela 51 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono	195
Tabela 52 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno	196
Tabela 53 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno	196
Tabela 54 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno	197

Tabela 55 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia da primavera.....	197
Tabela 56 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do verão.....	198
Tabela 57 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do outono.....	198
Tabela 58 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do inverno.....	198
Tabela 59 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia da primavera.....	201
Tabela 60 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do verão.....	202
Tabela 61 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do outono.....	202
Tabela 62 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do inverno.....	203
Tabela 63 – Tabela de consumo de vapor para alguns consumidores de vapor típicos	204

LISTA DE SÍMBOLOS

δ	Ângulo de declinação solar
n	Número do dia do ano
α	Ângulo de elevação solar
λ	Latitude local
θ_z	Ângulo de zênite solar
ω	Ângulo horário
Ψ	Ângulo de azimute
LCT	Hora local (<i>Local Current Time</i>)
D	Fator de correção de verão / inverno
ET	Equação do Tempo
LC	Fator de correção de posição
L_{Local}	Longitude local
L_{st}	Longitude do meridiano de referência horário
E_0	Constante Solar
ε	fator de correção da distância Sol – Terra
α_s	Altitude solar
$T_L(AM2)$	Fator de turvação igual a dois, para a massa de ar
M	Massa de ar ótica relativa
$\delta_R(M)$	Espessura ótica de Rayleigh
ρ	Pressão atmosférica do ponto de observação
ρ_0	Pressão atmosférica ao nível do mar
z	Altitude local
f	Altura do concentrador secundário
ψ_i	Inclinação da linha de concentradores primários número i
$L_{pr,i}$	Distância da linha de concentradores primários número i
θ_t	Ângulo entre o raio solar projetado no plano transversal do campo solar e a vertical
ψ_i	Ângulo entre o espelho i , à esquerda do concentrador secundário, e a linha horizontal dos eixos
$L_{pr,i}$	Distância horizontal entre o espelho i e o foco
W_{pr}	Largura dos espelhos;

θ_t	Ângulo do entre a linha vertical e o raio solar projetado no plano transversal do campo de concentração solar;
ξ	Ângulo entre os raios solares na Terra ($32' = 4,65$ mrad)
ψ_e	Inclinação de um refletor primário à esquerda do foco
ψ_d	Inclinação de um refletor primário à direita do foco
W_{sr}	Largura do concentrador secundário
W ou W_{pr}	Largura dos concentradores primários
β_n	Inclinação do último refletor primários da esquerda
L_n	Distância do eixo do espelho n até a linha focal
θ_a	Ângulo de aceitação
\vec{i}	Vetor unitário de incidência solar
$f_{shading}$	Fator de sombreamento entre as linhas de concentradores primários vizinhas
A_{shaded}	Área total dos refletores primários sombreada
A_{pr}	Área total do refletores primários
L	Comprimento dos refletores primários
α_t	Ângulo de altitude solar projetado no plano transversal do campo solar
\vec{n}	Vetor unitário normal a uma linha de refletores primários
\vec{r}	Vetor unitário de reflexão
$L_{endloss}$	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado por uma linha de refletores primários
θ_l	Ângulo entre a projeção da incidência solar no plano que contém a direção norte-sul e a vertical do ponto de incidência
f_{nlp_row}	Fator de correção para a porção não iluminada do tubo absorvedor por uma linha de concentradores primários
L_p	Comprimento total do tubo absorvedor
$\cos(\delta_{row})$	Fator de correção devido a perdas pela inclinação dos refletores primários
IA_{row}	Incidência irradiante total no concentrador secundário
A_{row}	Área total de uma fileira de concentradores primários
ρ_{pr}	Reflectância dos concentradores primários
f_{cl_pr}	Fator de limpeza dos refletores primários

f_{cl_sr}	Fator de limpeza do refletor secundário
ρ_{sr}	Reflectância do refletor secundário
Q_{inc}	Potência total incidente no tubo absorvedor
Q_{abs}	Calor absorvido pela água pressurizada
\dot{m}_{vapor}	Vazão mássica de vapor do sistema
$\Delta H_{vaporização}$	Variação de entalpia de vaporização
$\dot{m}_{w,in}$	Vazão mássica de água de reposição do sistema
$T_{vaporização}$	Temperatura do vapor
$c_{p,vaporização}$	Calor específico da água na temperatura de vaporização
$T_{w,in}$	Temperatura da água de reposição
$c_{pT,w,in}$	Calor específico da água de reposição
τ_g	Transmitância do vidro de proteção
f_{cl_g}	Fator de perda devido à falta de limpeza no vidro invólucro do tubo absorvedor
α_p	Absortância do tubo absorvedor
f_{mif}	Porcentagem de concentradores primários em foco
Q_{gain}	Ganho solar
Q_{Cve}	Perdas térmicas por convecção para o ambiente
Q_r	Perdas térmicas por radiação entre o tubo receptor e o concentrador secundário
Q_{RDe}	Perdas térmicas por radiação entre o tubo receptor e o ambiente
Q_{loss}	Calor perdido
Q_{CVi}	Fluxo de calor convectivo forçado de entrada dentro do tubo de absorção
Q_{RDpg}	Fluxo de calor radiante entre o tubo de absorção e o envelope de vidro
σ	Constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$)
T_p	Temperatura do tubo absorvedor
T_g	Temperatura do vidro de proteção
ε_p	Emissividade do tubo absorvedor
ε_g	Emissividade do vidro invólucro do tubo absorvedor
A_p	Área do tubo absorvedor
A_g	Área do vidro invólucro do tubo absorvedor
T_{env}	Temperatura ambiente

$F_{R,G,P}$	Características dos refletores, do vidro invólucro do tubo absorvedor e do tubo absorvedor
f_{\cos_fnpl}	Somatório das perdas pelo fator cosseno e das perdas pela porção do tubo não iluminada
P_o	Perdas ópticas
k_{perda}	Constante de perda do catálogo do fabricante
θ_a	Ângulo de aceitação
η_{global}	Eficiência global
η_{optico}	Eficiência óptica
$\eta_{termica}$	Eficiência térmica

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	10
ABSTRACT	12
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS	12
SUMÁRIO	16
1 INTRODUÇÃO	23
1.1 OBJETIVOS.....	24
1.1.1 Objetivo geral	24
1.1.2 Objetivos específicos	24
1.2 JUSTIFICATIVAS	25
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	27
2.1 GEOMETRIA SOLAR	27
2.1.1 Declinação solar	28
2.1.2 Ângulo de azimute solar	29
2.1.3 Ângulo de zênite e de elevação solar	30
2.1.4 Hora Solar	30
2.1.4.1 Equação do tempo.....	31
2.1.4.2 Fator de correção LC	31
2.1.5 Ângulo horário	32
2.1.6 Carta solar	32
2.2 ESTIMATIVA DA IRRADIÂNCIA DIRETA DISPONÍVEL	33
2.2.1 Componente direta da irradiância solar na superfície terrestre sob o céu sem nuvens	34
2.3 ENERGIA SOLAR HELIOTÉRMICA.....	35
2.3.1 Calor para processos industriais	36
2.4 TECNOLOGIAS DE CONCENTRAÇÃO SOLAR.....	38
2.4.1 Concentradores Central de Torre	38
2.4.2 Concentradores <i>dish Stirling</i>	39
2.4.3 Concentradores cilindro-parabólicos	41

2.4.4 Concentradores Lineares tipo Fresnel – princípio, características e uma breve história.....	42
2.5 COMPONENTES PRINCIPAIS DE UMA PLANTA DE COLETORES SOLARES FRESNEL.....	45
2.5.1 Refletores primários.....	46
2.5.1.1 Dimensionamento e disposição espacial dos refletores primários	46
2.5.1.2 Curvatura dos espelhos.....	51
2.5.2 Receptor.....	52
2.5.2.1 Concentrador Secundário.....	52
2.5.2.2 Tubo absorvedor	56
2.6 MODELO ÓPTICO E TÉRMICO DO CONCENTRADOR	57
2.6.1 Modelo óptico	57
2.6.1.1 Fatores de correção de incidência solar	57
2.6.1.2 Potência total entregue ao tubo absorvedor	62
2.6.2 Modelo térmico	63
2.7 ENERGIA E POTÊNCIA.....	66
3 METODOLOGIA	69
3.2.1 Estudo de geometria solar	69
3.2.2 Dimensionamento do campo solar	69
3.2.2.1 Estipulação da potência requerida para o projeto	70
3.2.2.2 Estimativa de uma média de irradiância para o ano todo para a cidade de Pato Branco.....	71
3.2.2.3 Análise das perdas ópticas.....	71
3.2.2.4 Análise das perdas referentes aos materiais utilizados.....	72
3.2.2.5 Análise das perdas térmicas no tubo absorvedor.....	72
3.2.3 Dimensionamento do concentrador secundário	72
3.2.4 Produção de potência e eficiências ao longo do ano	72
3.2.5 Produção de vapor e energia oferecida pelo sistema ao longo do ano	73
3.2.5.1 Aquecimento da água líquida no início da manhã	73
3.2.5.2 Produção de vapor	74
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1 GEOMETRIA SOLAR.....	75
4.2 DIMENSIONAMENTO DO CAMPO SOLAR	78
4.2.1 Dimensionamento transversal prévio.....	79

4.2.2 Estipulação da potência requerida para o projeto, Q_{abs}	80
4.2.3 Média anual da irradiância direta entre às 08:00 e 16:00 (hora solar) para a cidade de Pato Branco	81
4.2.4 Análise das perdas ópticas	82
4.2.4.1 Perdas pelo fator cosseno, $\cos(\delta_{row(j)})$	84
4.2.4.2 Perdas pela porção do tubo não iluminada, f_{np_row}	84
4.2.4.3 Perdas pelo sombreamento entre as fileiras de espelhos, $f_{shading}$	88
4.2.5 Análise das perdas térmicas no tubo absorvedor	89
4.2.6 Análise das perdas devido a características dos refletores, do vidro invólucro do tubo absorvedor e do tubo absorvedor, $F_{R,G,P}$	90
4.2.7 Dimensões encontradas	90
4.3 DIMENSIONAMENTO DO CONCENTRADOR SECUNDÁRIO	93
4.4 PRODUÇÃO DE POTÊNCIA E EFICIÊNCIAS DO CAMPO SOLAR DIMENSIONADO AO LONGO DO ANO	95
4.5 PRODUÇÃO DE VAPOR E ENERGIA OFERECIDA PELO SISTEMA AO LONGO DO ANO	101
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS	109
5.1 TRABALHOS FUTUROS.....	112
REFERÊNCIAS	113
APÊNDICE A – CÁLCULO DA POTÊNCIA REQUERIDA PARA DIFERENTES CONSUMOS	117
APÊNDICE B – DADOS DE ENTRADA PARA OS APÊNDICES C, D, E e F	118
APÊNDICE C – ÂNGULO DE DECLINAÇÃO SOLAR, FATOR DE CORREÇÃO B, EQUAÇÃO DO TEMPO, HORA LOCAL EQUIVALENTE A HORA SOLAR E ÂNGULO HORÁRIO PARA O ANO TODO	119
APÊNDICE D – ÂNGULO DE ALTITUDE SOLAR, ÂNGULO DE AZIMUTE SOLAR E FATOR DE CORREÇÃO PARA A DISTÂNCIA TERRA – SOL	128
APÊNDICE E – $\Delta\alpha_{refr}$, ÂNGULO DE ALTITUDE SOLAR <i>TRUE</i> E MASSA DE AR ÓTICA RELATIVA	137
APÊNDICE F – ESPESSURA ÓTICA DE RAYLEIGH, DNI HORÁRIO, DNI MÉDIO DIÁRIO E DNI MÉDIO ANUAL	146
APÊNDICE G – CÁLCULOS DAS PERDAS ÓPTICAS PARA O PRIMEIRO DIA DAS 4 ESTAÇÕES	156

APÊNDICE H – CÁLCULOS DAS PERDAS ÓPTICAS PARA O DIA MÉDIO E PARA O INSTANTE MÉDIO	181
APÊNDICE I – DIMENSIONAMENTO GERAL DO PROJETO	183
APÊNDICE J – DIMENSIONAMENTO DO CONCENTRADOR SECUNDÁRIO	189
APÊNDICE K – CÁLCULOS DA GERAÇÃO DE POTÊNCIA E EFICIÊNCIAS PARA O PRIMEIRO DIA DAS QUATRO ESTAÇÕES	191
APÊNDICE L – CÁLCULOS DA ENERGIA NECESSÁRIA PARA O AQUECIMENTO DA ÁGUA NO INÍCIO DA MANHÃ.....	199
APÊNDICE M – CÁLCULOS DO TEMPO NECESSÁRIO PARA O AQUECIMENTO DA ÁGUA NO INÍCIO DA MANHÃ E PRODUÇÃO DE POTÊNCIA E ENERGIA PARA OS DIAS ESTUDADOS	200
ANEXO 1 – TABELA DE CONSUMO DE VAPOR PARA DIFERENTES INDÚSTRIAS	204

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos, a automação e a popularização da tecnologia trazem consigo uma crescente demanda energética. Estima-se que o consumo de energia irá aumentar em 48% entre 2012 e 2040 (U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2016). Diante desse cenário, novas tecnologias estão surgindo e sendo aprimoradas para o atendimento da demanda que cresce constantemente.

Os combustíveis fósseis são uma das principais formas de suprir a necessidade energética, porém são poluentes e não renováveis. Uma alternativa para esse recurso é o uso das chamadas fontes de energias renováveis, as quais fornecem energia limpa e inesgotável (CORTEZ, 2013).

Hoje em dia vê-se a energia solar como uma tecnologia relativamente nova e que representa uma fração minúscula no suprimento da demanda energética mundial. Entretanto, há pouco mais de 200 anos os recursos energéticos utilizados pelo homem provinham, quase que exclusivamente, do Sol. As pessoas da época utilizavam madeira para o aquecimento, animais para transporte, moinhos de vento e rodas d'água como moedores de grãos. Tudo o que era consumido na época utilizava, direta ou indiretamente, a energia provinda do Sol (PALZ, 2002).

Estima-se que em 90 minutos a quantidade de luz solar que atinge a terra é suficiente para suprir as necessidades energéticas de todo o planeta por um ano (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA, 2011). Com essa disponibilidade energética a conversão da energia solar em outras formas de energia torna-se um assunto muito relevante dentre as diversas fontes de energia renováveis. Existem várias formas de transformação de energia solar em energia térmica, o uso de concentradores e coletores solares são bons exemplos.

Os coletores solares são principalmente utilizados para o aquecimento de água a temperaturas inferiores a 100 °C. Já os sistemas com concentradores captam energia solar numa área relativamente grande e concentram em uma área muito menor fazendo o uso de superfícies refletoras. A tecnologia de concentração solar também é conhecida como energia solar térmica concentrada, energia heliotérmica, ou, como internacionalmente conhecida, *Concentrating Solar Power* (CSP).

As superfícies refletoras da tecnologia CSP podem ser parabólicas, esféricas ou planas e objetivam fazer com que os raios que nelas incidem, reflitam em um determinado ponto ou linha, chamado de foco. Através dos sistemas refletores pode-

se obter elevadas temperaturas que podem ser utilizadas para a geração de vapor e, conseqüentemente, para geração de energia elétrica nas chamadas usinas heliotérmicas (MMA apud NEGREIROS, 2015, P.23).

A tecnologia CSP do tipo Fresnel Linear atualmente se apresentam como uma das tecnologias mais promissoras e economicamente viáveis dentre as tecnologias de concentradores solares existentes. A tecnologia ainda está em fase de evolução e necessita de aprimoramentos, principalmente no que se refere a precisão do sistema, a qual, na sua falta, pode gerar perdas significativas de eficiência (BENYAKHLEF et al., 2016).

Neste trabalho, visto da necessidade de maiores estudos na área de tecnologias de geração de energia renovável, pretende-se realizar o dimensionamento geral e análise de um projeto de usina heliotérmica com a tecnologia Fresnel para suprir as necessidades de calor de processo industrial para uma empresa com consumo de vapor típico da região de Pato Branco, bem como elaborar tabelas que possibilitem a análise das dimensões necessárias para uma ampla faixa de consumo e temperatura de vapor.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Dimensionar uma planta CSP com a tecnologia Fresnel linear para uma empresa com consumo de vapor típico dentre as empresas da região de Pato Branco e analisar a geração de vapor em condições específicas ao longo do ano.

1.1.2 Objetivos específicos

- i. Pesquisar as necessidades reais, em termos de consumo de vapor saturado, de empresas típicas utilizadoras de calor de processo em seu processo industrial.
- ii. Gerar dados de fluxo radiante em condições específicas para todos os dias do ano para a cidade de Pato Branco.
- iii. Criar tabelas e gráficos para a análise rápida das dimensões necessárias de uma usina CSP Fresnel para atender a demanda de empresas com temperaturas e consumos variados de vapor.

- iv. Aprofundar o dimensionamento e analisar a geração de vapor, potência e energia teórica, para um campo de concentração solar dimensionado na região de Pato Branco para atender uma demanda de consumo de vapor específica.

1.2 JUSTIFICATIVAS

Este trabalho se justifica pelo fato de a demanda energética estar aumentando a um passo maior que o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, fazendo com que o estudo desta área se torne um processo chave para o desenvolvimento do país.

O presente projeto, juntamente com o apoio de futuros estudos, pode vir a fomentar a criação de um projeto mais amplo, como uma planta de uma usina heliotérmica de baixa escala. Um projeto de uma usina utilizando coletores lineares Fresnel seria inédito no Brasil, como observa-se no Quadro 1, feito com base no Mapa Virtual da Plataforma Online de Energia Heliotérmica do Instituto Brasileiro de Informação em Ciências e Tecnologia (IBICIT, 2017). Observa-se, também, que existem apenas 5 projetos de usinas heliotérmicas no Brasil e dentre elas, não há nenhuma usina em operação para fins comerciais e nenhuma utilizando a tecnologia de coletores lineares Fresnel.

Quadro 1 – Usinas heliotérmicas no Brasil

Nome	Status	Tecnologia	Propósito	Local
Smile Planta 1	Em desenvolvimento	Torre Solar	Pesquisa e desenvolvimento	Pirassununga – SP
Laboratório Solar Térmico UNIFEI	Em operação	Calha Cilindro - Parabólico e Disco Parabólico	Pesquisa e desenvolvimento	Itajubá – MG
Usina Solar CEFET - MG	Em operação	Calha Cilindro - Parabólico	Pesquisa e desenvolvimento	Belo Horizonte – MG
Petrolina	Em construção	Calha Cilindro - Parabólico	Demonstração de geração de energia elétrica	Petrolina – PE
Smile Planta 2	Em desenvolvimento	Torre Solar	Comercial	Caiçara do Rio do Vento – RN

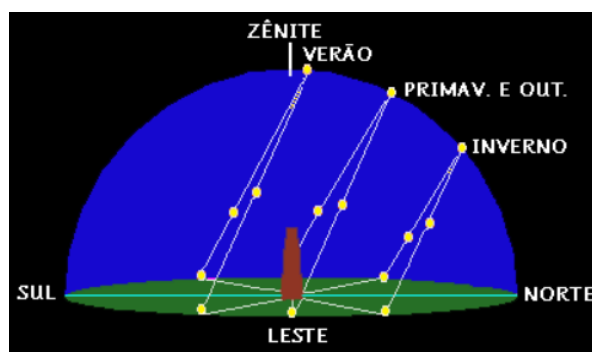
Fonte: Autoria própria

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 GEOMETRIA SOLAR

O comportamento da incidência dos raios solares que atingem a superfície da Terra varia ao longo do ano, ao longo do dia e também em função da localização geográfica. Isso pode ser observado na Figura 1, que representa um ponto de observação ao sul do Trópico de Capricórnio e as trajetórias aparentes do Sol ao longo do dia e do ano.

Figura 1 – Trajetórias aparentes do Sol ao sul do Trópico de Capricórnio



Fonte: CASA DA CIÊNCIA, (2017)

Na Figura 2 pode ser observado o comprimento da sombra projetada na superfície por um corpo localizado também ao sul do Trópico de Capricórnio ao meio dia solar do primeiro dia de cada estação do ano.

Figura 2 – Sombras ao meio dia solar ao sul do Trópico de Capricórnio



Fonte: CASA DA CIÊNCIA, (2017)

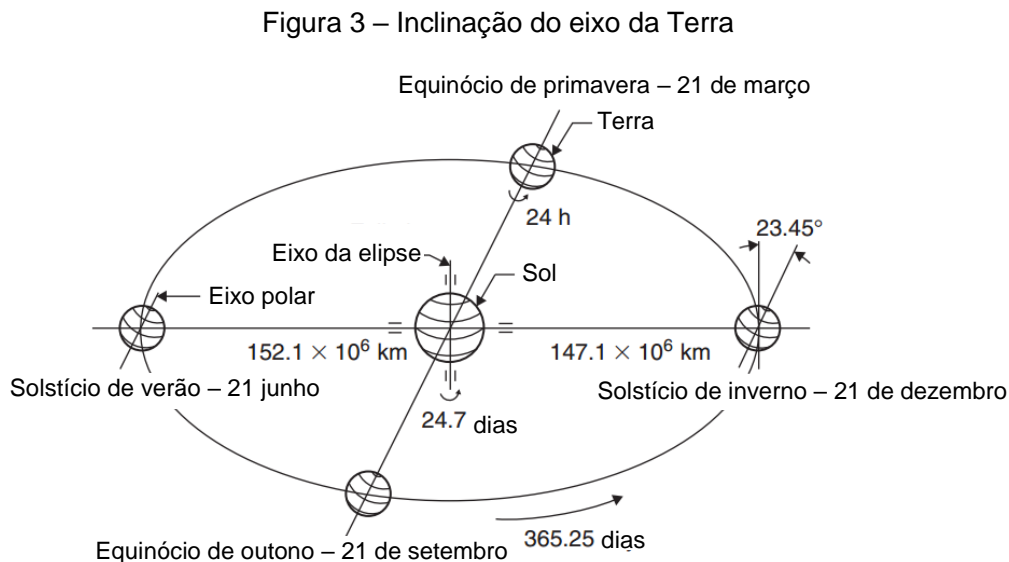
Como se pode observar nas figuras acima a incidência solar varia ao longo do ano. Sendo assim, para a implementação de qualquer sistema de aproveitamento de energia solar é desejável estudar os movimentos aparentes do Sol.

A potência oferecida pelo Sol, ou fluxo radiante disponível é uma função da posição do Sol, ou seja, da hora do dia, da posição geográfica e do dia do ano.

Neste trabalho foi utilizado um modelo de estimativa de irradiância, que é a potência oferecida pelo Sol por metro quadrado na superfície da Terra. Para sua utilização, bem como para qualquer análise de potência oferecida pelo Sol, é necessário o conhecimento de conceitos como declinação solar, hora solar, ângulo horário e ângulo de elevação solar.

2.1.1 Declinação solar

É de conhecimento geral que, para a mesma hora de cada dia, o Sol tem posições aparente diferentes ao longo do ano. Isso ocorre, pois, o eixo da Terra é inclinado $23,45^\circ$ com relação ao eixo da elipse formada pelo movimento de rotação da Terra ao redor do Sol durante o ano, como observado na Figura 3.



Fonte: KALOGIROU, (2009)

O ângulo formado entre o plano equatorial terrestre e a linha imaginária que vai do centro da Terra até ao centro do Sol é chamado de Declinação solar, δ . Ele varia ao longo do ano conforme mostrado na Figura 4 e pode ser obtido com a Equação (1) (ALMEIDA, 2013).

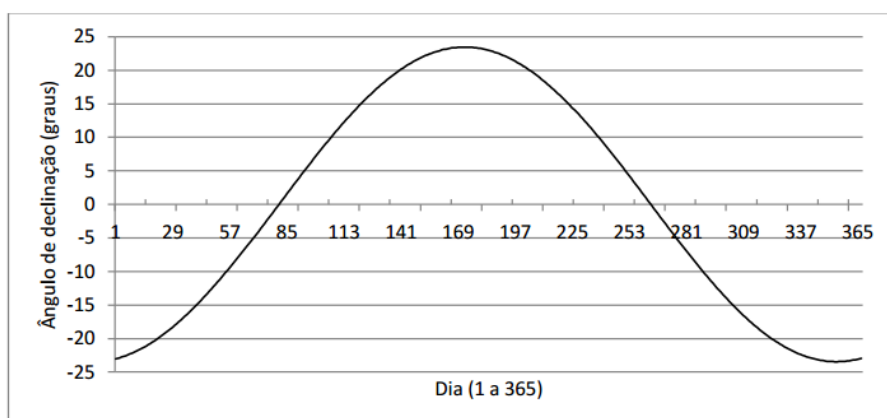
$$\delta = 23,45 \cdot \text{sen} \left(\frac{360^\circ \cdot (n - 80)}{365,25} \right) \quad (1)$$

Onde n é o número do dia do ano.

Além de ser responsável pela diferença de posição aparente do Sol para a mesma hora ao longo do ano, a declinação solar também é responsável pelas diferentes durações de insolação diária e estações do ano.

Como pode ser observado na Figura 3, o ângulo de declinação máximo, $23,45^\circ$, ocorre por volta do dia 21 de junho. Neste dia os raios solares estão incidindo perpendicularmente ao Trópico de Câncer (latitude $23^\circ 27'N$). O ângulo de declinação é mínimo, $-23,45^\circ$, por volta do dia 21 de dezembro, quando no Hemisfério Sul, os raios solares estão incidindo perpendicularmente à Terra no Trópico de Capricórnio (latitude $23^\circ 27' S$) (ALMEIDA, 2013).

Figura 4 - Gráfico da declinação solar ao longo do ano



Fonte: ALMEIDA, (2013)

2.1.2 Ângulo de azimute solar

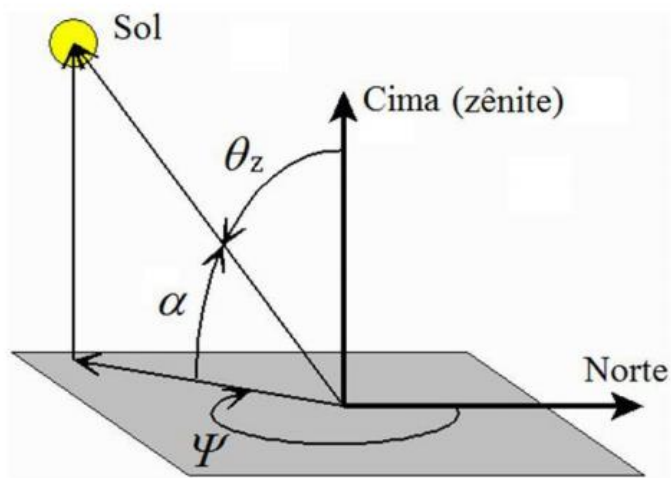
O ângulo de azimute solar é medido no plano da superfície terrestre, entre a direção do polo norte e a projeção da incidência solar direta de irradiação no plano horizontal. O ângulo é função do ângulo de elevação solar, α , do ângulo de declinação solar, δ , e da latitude local, λ . Pode ser obtido pela Equação (2) e observado na Figura 5 (CAMPOS; ALCÂNTARA, 2013).

$$\Psi = a \cos \left(\frac{-\text{sen}\alpha \cdot \text{sen}\lambda + \text{sen}\delta}{\cos \alpha \cdot \cos \lambda} \right) \quad (2)$$

2.1.3 Ângulo de zênite e de elevação solar

O ângulo de zênite, θ_z , consiste no ângulo formado pela linha imaginária do ponto de observação até o centro do Sol e o vetor vertical perpendicular à superfície. O ângulo de elevação solar, α_s , consiste no ângulo complementar ao ângulo de zênite. Como pode se observar na Figura 5 (ALMEIDA, 2013).

Figura 5 – ângulo de zênite, de elevação solar e de azimute



Fonte: DUFFIE; BECKMAN; WOREK, (2003)

O ângulo de altitude solar pode ser obtido por:

$$\alpha_s = \arcsen(\cos \lambda \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega + \text{sen} \lambda \cdot \text{sen} \delta) \quad (3)$$

Onde, λ , é a latitude do local de observação, ω , é o ângulo horário e δ , é o ângulo de declinação solar.

2.1.4 Hora Solar

Para se prever a incidência dos raios solares com exatidão ao longo do dia deve-se recorrer à hora solar, que consiste na hora exata com relação ao movimento aparente do Sol.

A hora dos relógios não é a hora exata quando o observador não está sobre um dos meridianos principais, pois a hora local é estipulada, geralmente, para uma extensão de $7,5^\circ$ para mais e para menos de cada meridiano principal (MACAGNAN, 2010).

A hora solar pode ser obtida através da Equação (4) (ALMEIDA, 2013):

$$hs = LCT - D + \frac{ET}{60} + LC \quad (4)$$

Onde:

- LCT – Hora local;
- D – Fator de correção de verão/ inverno (1 para verão e 0 para inverno);
- ET – Equação do Tempo;
- LC – É um fator de correção de posição.

2.1.4.1 Equação do tempo

A equação do tempo é um fator de correção que leva em conta a variação de velocidade de translação da Terra ao redor do Sol. A equação é função do dia do ano, n , tem seu resultado em minutos e é dada pela Equação (5) (ALMEIDA, 2013):

$$ET = E_1 + E_2 \cdot \cos(B) - E_3 \cdot \sin(B) - E_4 \cdot \cos(2B) - E_5 \cdot \sin(2B) \quad (5)$$

Sendo:

- $E_1 = 0,0171885$ min;
- $E_2 = 0,42810824$ min;
- $E_3 = 7,35140686$ min;
- $E_4 = 3,3494657$ min;
- $E_5 = 9,3711702$ min;
- B, é dado pela Equação:

$$B = \frac{360^\circ}{365} \cdot (n - 1) \quad (6)$$

2.1.4.2 Fator de correção LC

O fator de correção LC corrige a longitude da posição do observador, L_{Local} , em relação a longitude do meridiano de referência horário, L_{st} . Por exemplo, para localidades dentro da região em que a hora local é igual ao horário de Brasília, deve-se utilizar o meridiano de -45° como meridiano de referência. LC é dado por:

$$LC = \left(\frac{L_{Local} - L_{st}}{15^\circ} \right) \cdot 1hr \quad (7)$$

2.1.5 Ângulo horário

O ângulo horário, h , de um ponto na superfície da Terra é definido como o ângulo através do qual a terra giraria para trazer o meridiano do ponto de observação diretamente sob o Sol (KALOGIROU, 2009). Ou seja, o ângulo entre o meridiano local e o meridiano do planeta onde naquele momento é meio dia. Portanto, ao meio dia o ângulo horário é zero, pela manhã é negativo e de tarde é positivo. O ângulo horário é dado pela seguinte expressão (ALMEIDA, 2013):

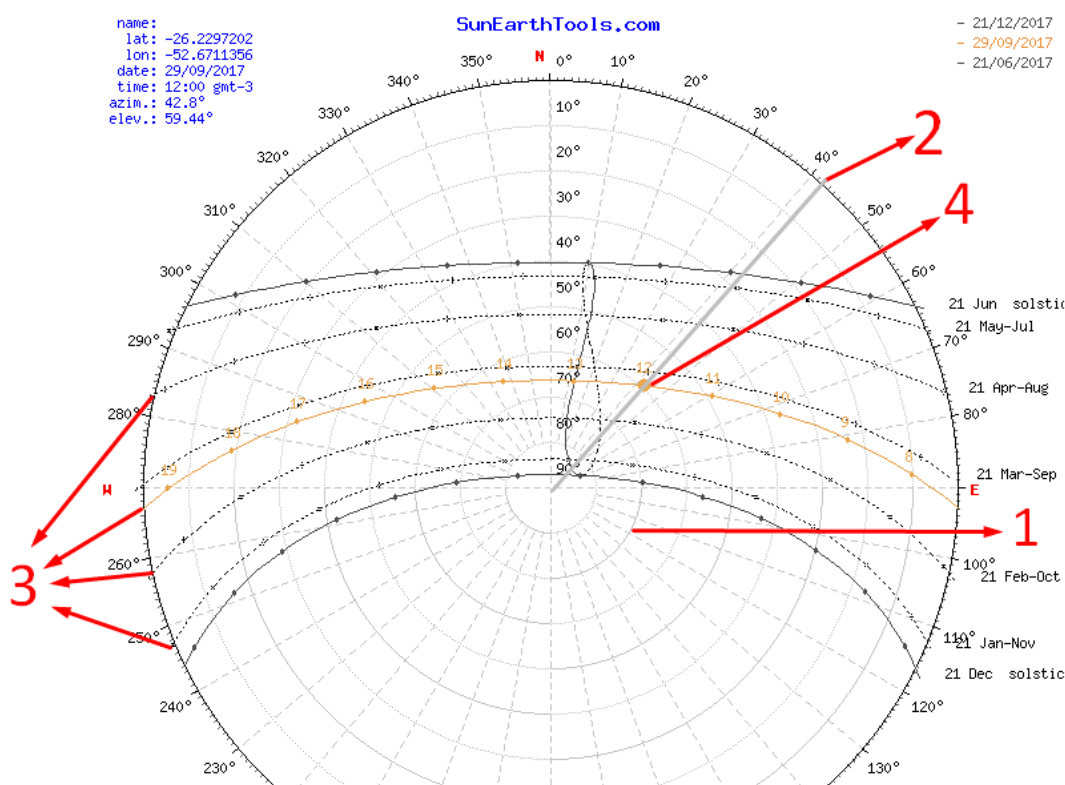
$$\omega = 15^\circ \cdot \left(\frac{hs - 12hr}{hr} \right) \quad (8)$$

2.1.6 Carta solar

Para a aferição dos ângulos calculados pelas equações acima descritas, sites de consulta de dados em tempo real podem ser utilizados. Para este trabalho foi utilizado o site *SunEarthTools.com* que, a partir da localização do ponto onde se quer obter os dados e da data e hora, disponibiliza dados da posição aparente do Sol, bem como a carta solar para o local e gráficos do ângulo de azimute pelo ângulo de elevação.

Uma carta solar é uma projeção dos pontos cardeais, altitudes solares e trajetórias aparentes do Sol sobre o plano de observação. Como pode-se ver na Figura 6 a carta solar possui as projeções das altitudes solares projetadas em círculos concêntricos (1), sendo que o ponto central representa a altitude de 90° e o círculo externo representa a altitude de 0° . Ao redor do círculo do ângulo de elevação de 0° é possível obter os ângulos de azimute (2), para cada dia do ano (3). Para isso, é necessário traçar uma linha do centro dos círculos, passando pelo ponto (4 – hora local) sobre a linha que representa o dia do ano (3) até a extremidade dos círculos. Os dias do ano ficam dentro do limite contemplado pelo solstício de verão e de inverno e sobre a curva de cada dia existem os pontos das horas locais (4).

Figura 6 – Carta solar para Pato Branco no dia 29/09/2017



Fonte: SUNEARTH TOOLS.COM, (2017)

A Figura 6 é a carta solar para Pato Branco, do dia 29/09/2017. Observa-se que às 12:00 (hora local, representada pelo ponto (4)) onde a linha cruza o dia 22/09 (3)) a elevação solar é de aproximadamente 60°, fazendo-se uma reta a partir do centro dos círculos, passando pelo ponto das 12:00 e estendendo até a extremidade do círculo obtêm-se um ângulo de azimute de aproximadamente 43°.

2.2 ESTIMATIVA DA IRRADIÂNCIA DIRETA DISPONÍVEL

O Sol está constantemente fundindo núcleos de hidrogênio e transformando-os em hélio. Deste processo uma parte da enorme quantidade da energia que é produzida é irradiada em todas as direções do espaço sob a forma de radiação eletromagnética. A energia percorre longas distâncias viajando na velocidade da luz e uma pequena fração desta energia atinge a Terra (DASCOMB, 2009).

A energia que atinge a Terra na camada externa à atmosfera terrestre possui uma densidade de fluxo radiante, ou irradiância, E_0 , de 1,367 kW/m², que é denominada constante solar.

Parte deste potencial por unidade de área é refletida ou absorvida pela atmosfera, sendo que a radiação que efetivamente atinge um objeto na superfície terrestre é composta por três componentes da constante solar:

- Direta: radiação provinda diretamente do Sol através dos raios solares diretos;
- Difusa: proveniente de todo o céu, exceto do disco solar;
- Refletida: provinda da reflexão do solo e de objetos circundantes.

As tecnologias de concentração solar, até o presente momento, utilizam apenas a componente direta da radiação solar, *DNI* (ALMEIDA, 2013).

Para conhecer o potencial energético oferecido pelo Sol na superfície terrestre pode-se recorrer à *softwares*, dados de estações meteorológicas, mapas solarimétricos e estimativas através de cálculos solares.

Este trabalho utilizou o modelo *On The Clear Sky Model of The ESRA – European Solar Radiation Atlas With Respec to the Heliosat Method*, de Rigollier, Bauer e Wald, (2000), para estimar a irradiância direta presente na cidade de Pato Branco. O método foi desenvolvido para a confecção do novo Atlas digital Europeu de Radiação Solar (ESRA) e, segundo os autores, é o melhor modelo de estimativa de radiação no que se refere à precisão e robustez. O modelo utilizado foi o da componente direta da irradiância global sob céus sem nuvens.

2.2.1 Componente direta da irradiância solar na superfície terrestre sob o céu sem nuvens

Rigollier; Bauer e Wald, (2000) definem que a irradiância direta em uma superfície horizontal para um ponto do globo sob o céu sem nuvens é dada por:

$$DNI = E_0 \cdot \varepsilon \cdot \text{sen} \alpha_s \cdot e^{-0,8662 \cdot T_L(AM2) \cdot M \cdot \delta_R(M)} \quad (9)$$

Onde E_0 é a constante solar, ε , é o fator de correção da distância Sol - Terra; α_s , é o ângulo de altitude solar; $T_L(AM2)$, é o fator de turvação igual a dois, para a massa de ar; M é a massa de ar ótica relativa e $\delta_R(M)$ é a espessura ótica de Rayleigh.

O fator de correção para a distância Sol – Terra, ε , pode ser obtido segundo a Equação (SPENCER, 1971, apud MELO; GRIMONI, 2012, P.35):

$$\varepsilon = 1,000110 + 0,034221 \cdot \cos B + 0,001280 \cdot \text{sen} B + 0,000719 \cdot \cos 2B + 0,000077 \cdot \text{sen} 2B \quad (10)$$

Onde B é dado pela Equação (6), já apresentada.

A massa de ar ótica relativa é dada por:

$$M = \frac{\left(\frac{p}{p_0}\right)}{\operatorname{sen}\alpha_s^{true} + 0,50572 \cdot (\alpha_s^{true} + 6,07995)^{-1,6364}} \quad (11)$$

Onde a razão entre a pressão atmosférica do ponto de observação, p , e a pressão atmosférica a nível do mar, p_0 , pode ser obtida por:

$$\frac{p}{p_0} = e^{\left(\frac{-z}{z_h}\right)} \quad (12)$$

Sendo que z é a altitude local e z_h é igual a 8434,5 m.

Para a Equação (11) deve-se corrigir a altitude solar por:

$$\alpha_s^{true} = \alpha_s + \Delta\alpha_{refr} \quad (13)$$

Onde:

$$\Delta\alpha_{refr} = 0,061359 \cdot \left(\frac{180}{\pi}\right) \cdot \frac{0,1594 + 1,1230 \cdot (\pi/180) \cdot \alpha_s + 0,065656 \cdot (\pi/180)^2 \cdot \alpha_s^2}{1 + 28,9344 \cdot (\pi/180) \cdot \alpha_s + 277,3971 \cdot (\pi/180)^2 \cdot \alpha_s^2} \quad (14)$$

Com α_s em graus.

E por fim, a espessura ótica de Rayleigh, para a faixa de variação do ângulo solar durante a operação do concentrador é igual a:

$$\delta_R(M) = \frac{1}{6,62960 + 1,75130 \cdot M - 0,12020 \cdot M^2 + 0,00650 \cdot M^3 - 0,00013 \cdot M^4} \quad (15)$$

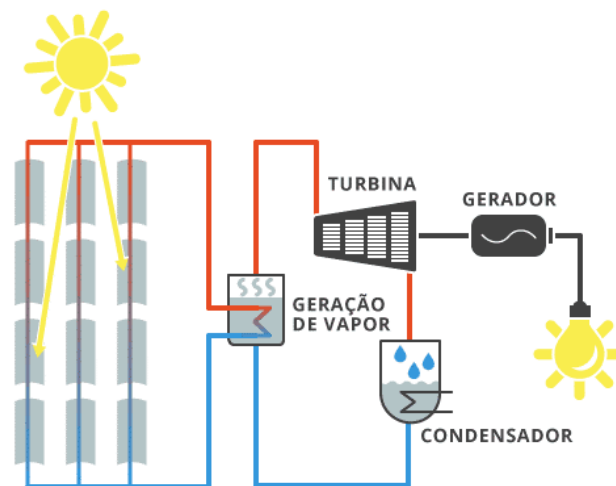
2.3 ENERGIA SOLAR HELIOTÉRMICA

O princípio básico de funcionamento de uma usina heliotérmica é acumular o calor proveniente da radiação solar e, através de superfícies refletoras, nas mais diferentes configurações, concentrar essa radiação em uma área reduzida. Este acúmulo de energia é então utilizado para o aquecimento de um fluido de trabalho, o

qual usualmente é água, que então se transforma em vapor. O vapor de água é utilizado num processo praticamente convencional, muito semelhante ao de uma usina termoelétrica, movimentando uma turbina acoplada a um gerador elétrico e então produzindo energia elétrica, como representado simplificadaamente na Figura 7. Também pode-se utilizar o fluido de trabalho em processos industriais (IBICT, 201[?]).

Para alguns sistemas de concentração solar, onde altas temperaturas são conseguidas, pode-se realizar um armazenamento de calor com o uso de materiais de mudança de fase, termoquímicos e também sais fundidos pelo armazenamento de calor sensível (SOARES NEGREIROS, 2015).

Figura 7 - Representação esquemática de uma usina heliotérmica com a finalidade de geração de energia



Fonte: IBICT, (201[?])

2.3.1 Calor para processos industriais

Além da produção de vapor para a geração de energia, existe uma grande demanda de vapor para processos industriais. Vapor de média a alta temperatura (80 – 240 °C) tem diversas aplicações em diferentes ramos da indústria. A demanda de calor para processos industriais constitui aproximadamente 15% de toda a demanda de energia final nos países do sul da Europa (KALOGIROU, 2009).

Aproximadamente 57% de toda a demanda é requerida a temperaturas abaixo dos 100 °C. Esta faixa de temperaturas poderia ser suprida, através da energia solar, apenas com aquecimento solar direto.

Os tipos usuais de empresas que utilizam a maior parte da energia são as indústrias de alimentos e de fabricação de produtos minerais não metálicos. Das

indústrias alimentícias, os laticínios, cervejarias e indústria de carnes embutidas são os tipos particulares de indústrias que podem comportar instalações de produção de calor para processos industriais provindo da energia solar pois o tratamento e armazenamento de alimentos são processos com alto consumo de energia e alto tempo de execução, sendo que as temperaturas usuais variam de próximas a ambiente até as correspondentes a vapor a baixa pressão (KALOGIROU, 2009).

Na

Tabela 1 observa-se as faixas de temperaturas para vários processos em indústrias diferentes. Nota-se que estas indústrias estão presentes na Região Sul do país e que algumas estão presentes até na microrregião de Pato Branco.

Tabela 1 – Faixas de temperatura para vários processos industriais

Indústria	Processo	Temperatura (°C)
Laticínios	Pressurização	60 - 80
	Esterilização	100 - 120
	Secagem	120 - 180
	Concentrados	60 - 80
	Água de alimentação de caldeiras	60 - 90
Alimentos enlatados	Esterilização	110 - 120
	Pasteurização	60 - 80
	Cozimento	60 - 90
Têxtil	Branqueamento, tingimento	60 - 90
	Tingimento	70 - 90
	Desengorduramento	100 - 130
	Fixação	160 - 180
	Estamparia	80 - 100
Papel	Cozimento e secagem	60 - 80
	Água de alimentação de caldeiras	60 - 90
	Branqueamento	130 - 150
Carne	Lavagem, esterilização	60 - 90
	Cozimento	90 - 100
Bebidas	Lavagem, esterilização	60 - 80
	Pasteurização	60 - 70
Madeira e subprodutos	Secagem	60 - 100
	Pré-aquecimento de água	60 - 90
	Preparação de polpa	120 - 170

Fonte: Adaptado de KALOGIROU, (2009)

A Tabela 2 foi adaptada da Tabela 63 do Anexo 1 e apresenta o consumo total de vapor para indústrias consumidoras de vapor típicas. Os dados detalhados estão presentes no Anexo 1.

Tabela 2 – Consumo total de vapor para indústrias típicas consumidoras de vapor

Indústria	Máxima pressão de operação (bar)	Consumo total (kg/h)
Padarias	1	48
Cervejarias	0,3	136
Indústria de doces e chocolates	5	34
Laticínios	3	276
Hospitais	3	62
Lavanderias	7	182
Indústria de plásticos moldados	9	14
Indústria de papel	12	195
Restaurantes	1	181
Lojas de pneus	7	14

Fonte: Adaptado de THE ENGINEERING TOOLBOX, (201[?])

O baixo custo é a principal vantagem do vapor como fluido de trabalho. Outra vantagem é a capacidade de armazenamento de energia e a possibilidade de se conseguir temperaturas as vezes superiores à 400 °C.

2.4 TECNOLOGIAS DE CONCENTRAÇÃO SOLAR

Existem várias tecnologias existentes de concentração solar. As principais diferenças entre elas se resumem aos tipos de refletores utilizados, que podem ser planos, côncavos ou convexos; a quantidade de eixos do sistema mecânico de seguimento solar e a área de concentração solar.

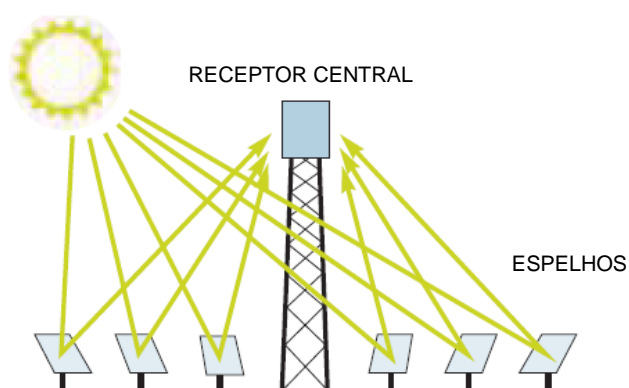
As principais tecnologias de concentração solar atuais existentes são Concentradores Cilindro-Parabólico, Concentradores Central de Torre, Concentradores Lineares tipo Fresnel e Concentradores Solares *Dish Stirling*.

2.4.1 Concentradores Central de Torre

O sistema de concentração Central de Torre utiliza espelhos de grandes dimensões, chamados de heliostatos, que com o comando de um sistema de controle, rotacionam em dois eixos de modo que o reflexo da radiação solar incida sobre um

receptor central, o qual geralmente está no topo de uma grande torre. Este sistema é de alta temperatura, onde o fluido de trabalho pode passar de 1000°C e ser utilizado em forma de sal fundido, para, mesmo à noite ser usado para a produção de energia elétrica (CANAVARRO, 2010). As Figuras 8 e 9 representam o desenho esquemático e uma instalação de concentradores central de torre, respectivamente.

Figura 8 - Desenho esquemático de uma usina heliotérmica central de torre



Fonte: ESTELA; GREENPEACE; SOLARPACES, (2016)

Figura 9 - Usina heliotérmica do tipo central de torre

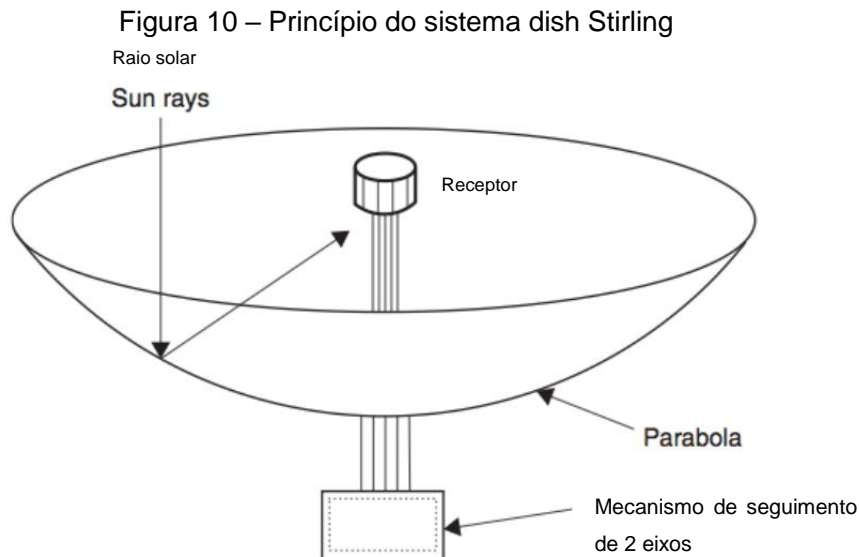


Fonte: TORRESOL ENERGY, (2011)

2.4.2 Concentradores *dish Stirling*

A tecnologia de concentração do tipo *dish Stirling* é uma tecnologia de concentração pontual que consiste em um espelho com forma parabólica que

concentra a radiação solar em um ponto onde é posicionado um receptor, como pode ser observado nas Figuras 10 e 11.



Fonte: SCHLAIFER, (2012)

É a única tecnologia que é modular, o que significa que pode ser utilizada em grandes plantas de concentração solar bem como na forma de sistemas de energia autônomos (SCHLAIFER, 2012).

A tecnologia possui um sistema de seguimento solar de dois eixos que garante a concentração ideal dos refletores. É a mais eficiente tecnologia dentre todos os coletores solares e pode atingir um rácio de concentração de até 2000. Gerando temperaturas acima de 1500 °C e pressões acima de 150 bar, (SCHLAIFER, 2012).

Figura 11 – Planta de concentração solar com concentradores do tipo dish Stirling



Fonte: SCHLAIFER, (2012)

O fluido de trabalho é utilizado para movimentar um motor, geralmente um motor de Stirling, e por fim um gerador converte a energia mecânica em eletricidade. Um sistema de concentração *dish Stirling* pode produzir entre 5 e 25 kWe (potência medida em condições específicas) e não se tem como armazenar ou transportar energia. A energia é diretamente convertida em eletricidade, (SCHLAIFER, 2012).

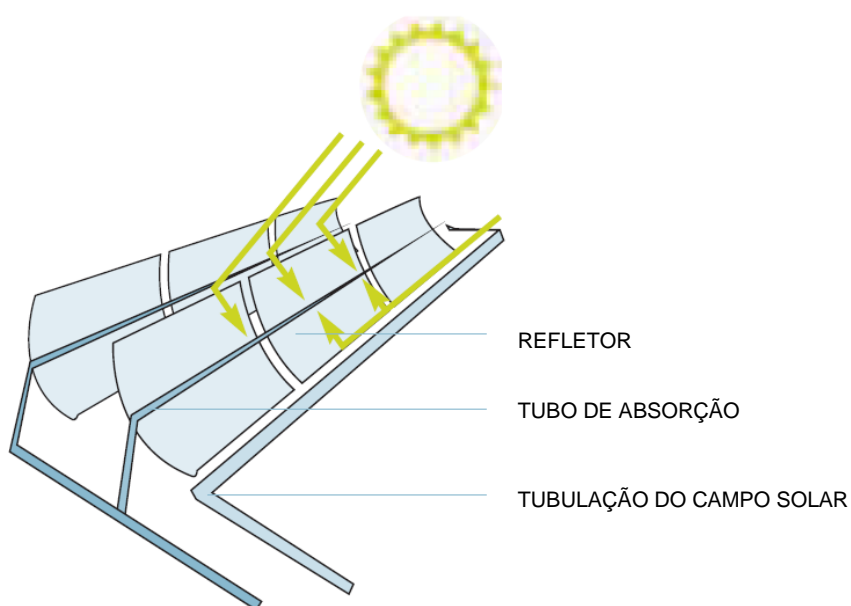
2.4.3 Concentradores cilindro-parabólicos

Os concentradores cilindro-parabólicos refletem a radiação solar, através de espelhos curvos em forma de parábolas, e concentram-na em um tubo de vácuo onde circula o fluido que tipicamente é água. A água pode atingir 400°C, dependendo do tamanho do sistema e o sistema de espelhos normalmente rotaciona através de um único eixo.

O tubo de absorção geralmente é composto por dois tubos concêntricos, onde o tubo interior é metálico e de elevada absorvidade e baixa emissividade para um maior rendimento térmico. Por outro lado, o tubo exterior tem o objetivo de reduzir as perdas de calor por convecção e ser o mais transparente possível (PAREDES, 2012).

As Figuras 12 e 13 representam o desenho esquemático e uma instalação de concentradores cilindro-parabólicos respectivamente.

Figura 12 - Desenho ilustrativo de um concentrador solar cilindro-parabólico



Fonte: ESTELA; GREENPEACE; SOLARPACES, (2016)

Figura 13 - Refletor solar cilindro-parabólico



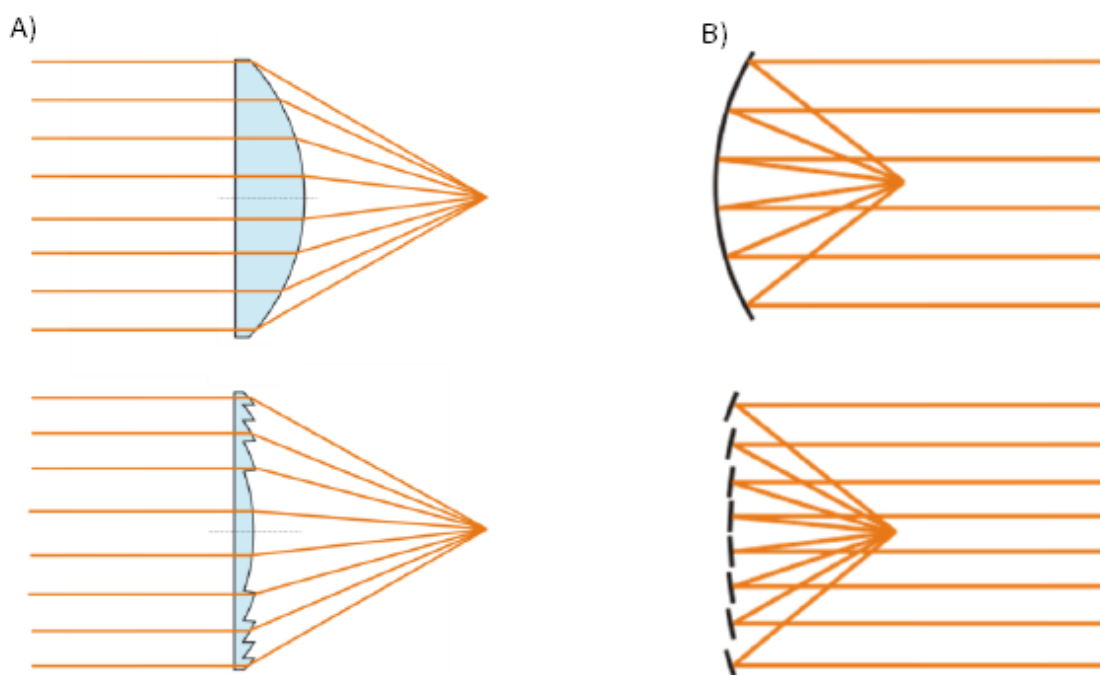
Fonte: ANTIN, (201[?])

2.4.4 Concentradores Lineares tipo Fresnel – princípio, características e uma breve história

A tecnologia CSP Fresnel recebe este nome devido ao desenvolvimento da lente para faróis Fresnel do físico francês Augustin-Jean Fresnel, feita no século XVII. A lente de Fresnel objetiva aproximar uma parábola por um conjunto de retas, porém são as lentes espessas padrão em forma de parábola que são aproximadas a uma lente com um conjunto de superfícies descontínuas, às custas de reduzir a qualidade da imagem obtida, mas diminuindo o custo e peso. A Figura 14-A ilustra a lente de Fresnel.

Os concentradores lineares tipo Fresnel, objeto deste trabalho, foram desenvolvidos inicialmente como uma alternativa aos sistemas cilindro-parabólicos com base no princípio de aproximação de uma parábola por um conjunto de segmentos de reta (Figura 14-B). Isso é interessante devido a economia de implantação, principalmente no que se refere aos custos dos espelhos, que podem ser planos, a relativa simplicidade do sistema e também à menor necessidade de área de terreno, devido a possibilidade de os espelhos ficarem pertos uns dos outros (CANAVARRO, 2010).

Figura 14 - Aproximação de parábolas por um conjunto de retas- A) lente de Fresnel; B) concentradores lineares tipo Fresnel.



Fonte: GUNTHER, (2011)

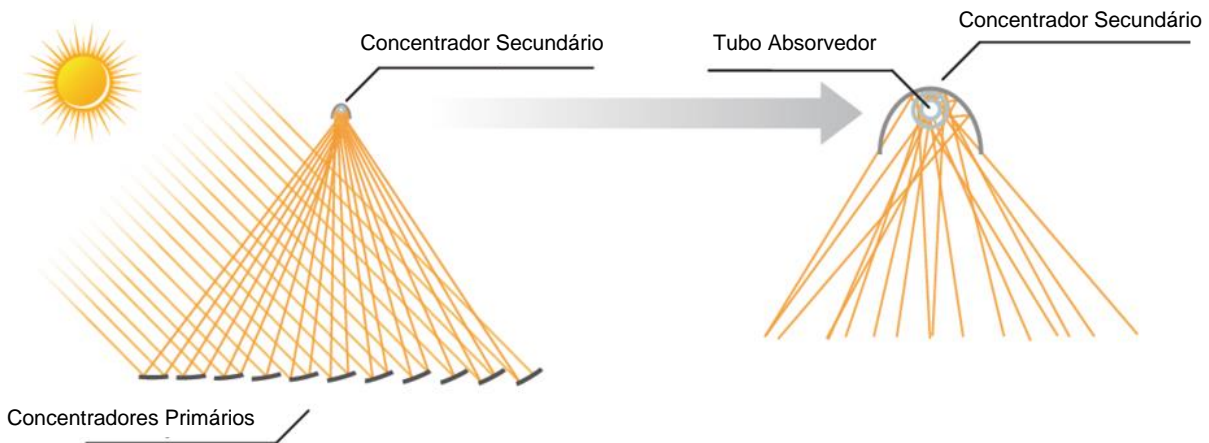
O primeiro protótipo de um concentrador linear Fresnel foi construído em 1964 pelo matemático Giovanni Francia, na estação solar de Lacédémone-Marseille – Itália. Entretanto, a tecnologia só ganhou mais influência no início dos anos 2000, quando a empresa Solarmundo construiu um protótipo em Liège, na Bélgica, seu país de origem, sendo assim, a primeira empresa a construir um protótipo Fresnel (GUNTHER, 2011).

A principal característica dos concentradores lineares Fresnel é uso de conjuntos de espelhos planos, chamados neste trabalho de refletores primários, paralelamente dispostos, os quais rotacionam em torno de um único eixo de forma a refletir a luz incidente para um receptor central, estacionário, acima dos espelhos. O receptor central, como pode ser visto na Figura 15, é composto por uma superfície refletora, chamada neste trabalho de refletor secundário, e um tubo de absorção, onde circula o fluido que transporta a energia concentrada do Sol.

A tecnologia apresenta um desempenho menor que as demais tecnologias de concentração solar, porém tem se mostrado competitiva principalmente pelo baixo custo de implantação.

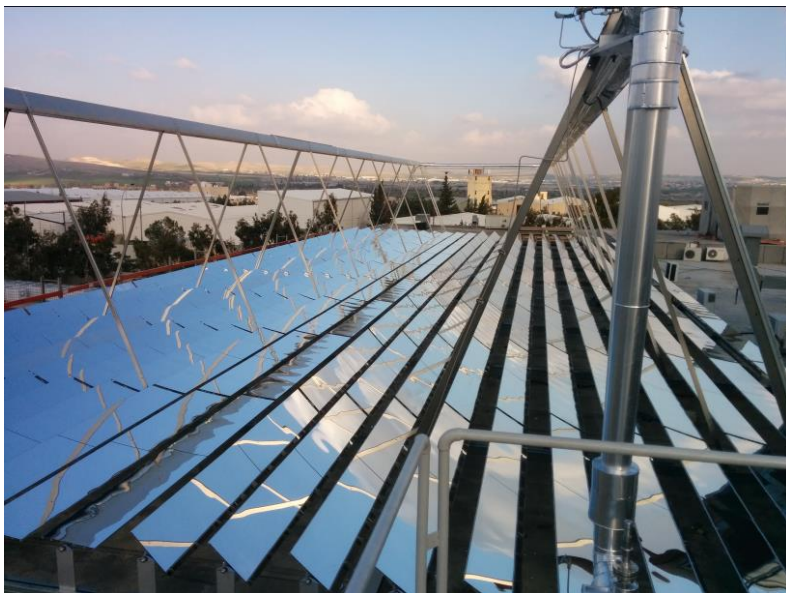
A Figura 15 e a Figura 16 representam o desenho esquemático de uma instalação de concentradores solares linear Fresnel e o primeiro sistema coletor de Fresnel solar para processos de vapor da Jordânia, respectivamente.

Figura 15 - Aproximação de parábolas por um conjunto de retas - A) lente de Fresnel; B) concentradores lineares tipo Fresnel.



Fonte: INDUSTRIAL SOLAR, (201[?])

Figura 16 - Sistema de coletores lineares Fresnel da Industrial Solar GmbH instalada para a indústria farmacêutica Ram Pharma



Direitos autorais: © 2015 Industrial Solar GmbH

Fonte: PRESSE BOX (2015)

Para um menor custo de instalação no que se refere a área utilizada, é interessante dispor os espelhos próximos uns dos outros. Porém, há uma

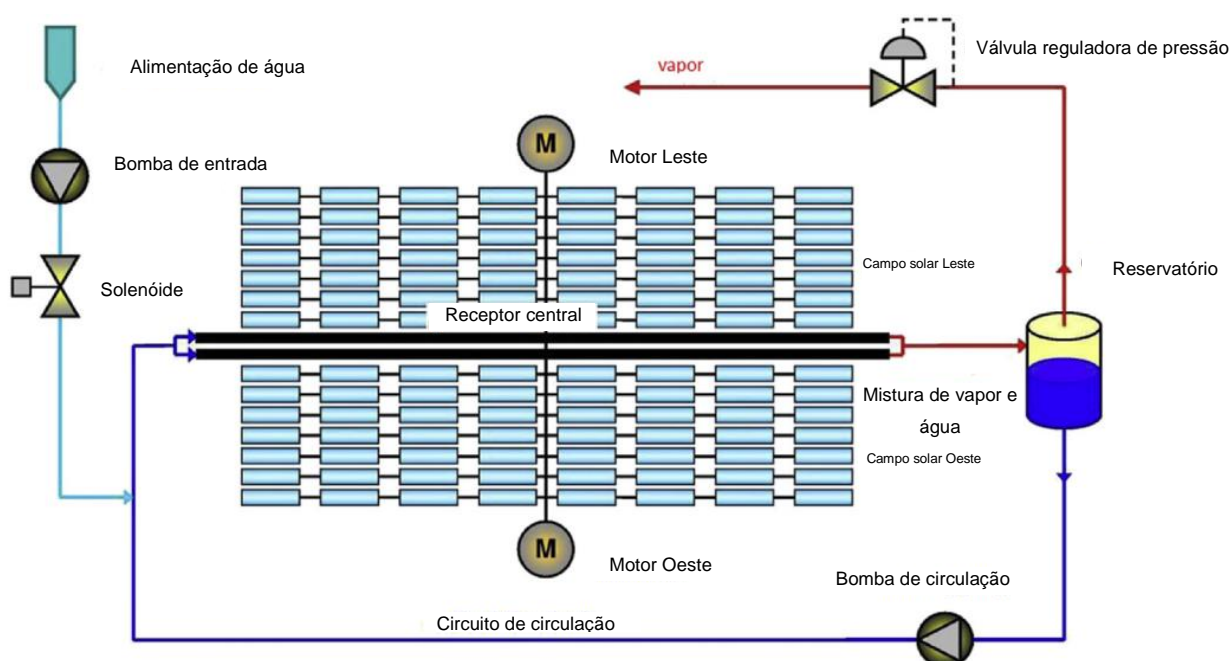
desvantagem dos refletores lineares Fresnel devido ao cuidado que deve se ter para que um espelho não cause sombra no espelho próximo. Essa dificuldade pode ser minimizada com o uso de mais linhas de concentração ou aumentando a altura dos receptores o que de qualquer forma acarretará em custos adicionais (KALOGIROU, 2009).

2.5 COMPONENTES PRINCIPAIS DE UMA PLANTA DE COLETORES SOLARES FRESNEL

Um sistema de funcionamento típico de produção de vapor de uma usina Fresnel e alguns componentes podem ser observados na Figura 17.

Para produção de vapor, o sistema, primeiramente, aquece o volume de água do reservatório circulando a água através da bomba de circulação. Quando o fluido atinge a pressão de saturação desejada a válvula reguladora de pressão é aberta e então o sistema passa a trabalhar em circuito aberto, saindo uma vazão mássica de vapor saturado e entrando a mesma vazão mássica de água líquida para reposição.

Figura 17 – Vista superior dos componentes básicos de uma usina do tipo Fresnel



Fonte: Beltagy et al., (2017)

Nessa etapa do trabalho, serão discutidas apenas as partes principais de uma instalação de coletores solares Fresnel, ou seja, os refletores primários, o refletor secundário e o tubo absorvedor.

2.5.1 Refletores primários

São formados, basicamente, pelas superfícies refletoras e uma estrutura para os mesmos. Para alguns modelos, há uma estrutura levemente côncava com a função de servir como base para o espelho ser colado e também se tornar côncavo através de deformação elástica. Neste trabalho, o conjunto de refletores primários, suas dimensões e posicionamento, serão tratados com o termo *campo solar*.

Parâmetros importantes em relação aos refletores devem ser levados em consideração, como a largura dos espelhos, largura total do conjunto de espelhos para um receptor, número de espelhos e o espaçamento entre os espelhos (GUNTHER, 2011).

Os refletores não devem ser estreitos, pois isso faz com que sejam necessárias várias linhas de espelhos, causando elevados custos no que se refere a estrutura e sistema de rastreamento. Os refletores também não devem ser largos, pois demasiada largura reduz a eficácia de operação pelo princípio do astigmatismo e exigindo uma maior largura do absorvedor (GUNTHER, 2011).

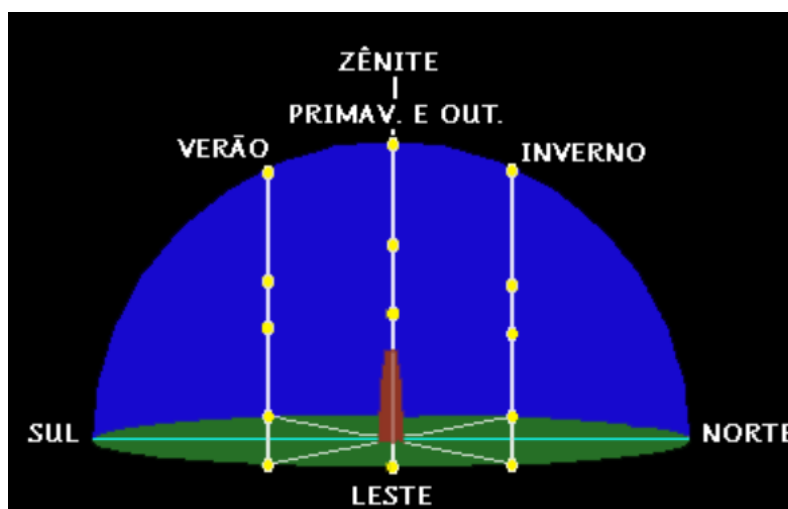
A qualidade óptica das superfícies refletoras tem impacto direto na eficiência térmica de qualquer sistema de reflexão solar. Deve-se fazer uma avaliação qualitativa dos espelhos antes da instalação e durante a operação, realizando, regularmente, a limpeza das superfícies (ARANCIBIA-BULNES et al., 2017).

2.5.1.1 Dimensionamento e disposição espacial dos refletores primários

As equações de dimensionamento a seguir consideram a projeção dos raios solares no plano leste oeste perpendicular à superfície terrestre para um campo solar com os refletores primários alinhados à direção Norte – Sul.

Como pode ser visto na Figura 18, para um observador sobre a linha do equador, os ângulos de projeção dos raios solares em tal plano somente representam os ângulos solares ao longo do primeiro dia de cada estação do ano. Já para outras localizações o mesmo não ocorre em nenhum dia do ano. Isso também pode ser observado na Figura 1.

Figura 18 – Trajetórias aparentes do Sol durante o dia ao longo do ano



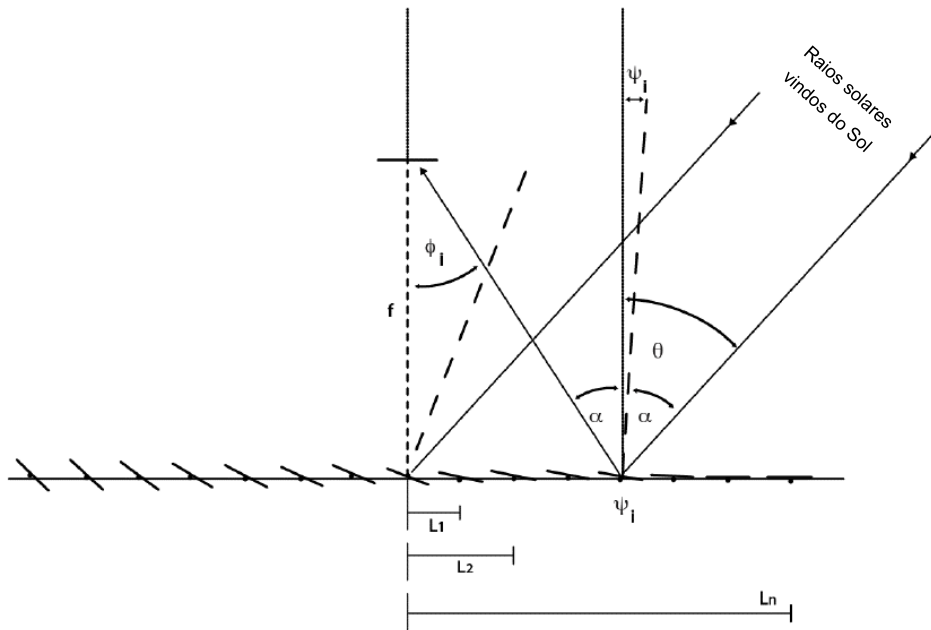
Fonte: CASA DA CIÊNCIA, (2017)

Com base na lei da reflexão, para uma superfície espelhada, o ângulo de incidência de um feixe de luz é igual ao ângulo de reflexão em relação a normal da superfície. Cruz (2012) desenvolveu uma metodologia para a obtenção dos parâmetros dimensionais do conjunto de concentradores primários de modo que, no período de operação desejado, uma fileira de espelhos não projetasse sombra na fileira de concentrador primário vizinha.

A Figura 19 representa um CLTF com espelhos de mesma largura. O receptor se encontra a uma altura, f , acima da linha dos eixos dos espelhos. O ângulo de inclinação, ψ_i , de cada espelho posicionado à uma distância horizontal, $L_{pr,i}$, entre seu eixo de rotação e o coletor, é o ângulo para que um raio solar incidente com um ângulo projetado no plano, θ_t , seja dirigido até a linha focal.

Com base na Figura 19, nota-se que para o mesmo ângulo de incidência solar, quanto mais à esquerda estiver uma fileira de concentradores primários, mais inclinada a mesma estará. Nota-se, também, que se o distanciamento entre as fileiras consecutivas de concentradores primários não for corretamente dimensionado, uma fileira de concentradores fará sombra na fileira consecutiva.

Figura 19 - Esquema dos ângulos de incidência e reflexão do concentrador linear tipo Fresnel



Fonte: CRUZ, (2012)

A solução para o não sombreamento de linhas de refletores é aumentar a distância entre os espelhos ou diminuir a largura dos espelhos. Ambas as alternativas acarretam em maiores custos para a planta de concentração solar.

Cruz (2012), desenvolveu duas expressões matemáticas para a obtenção do ângulo e distância de cada refletor primário à esquerda da linha focal de modo que uma linha de concentradores primários não projetasse sombra na linha vizinha. Observa-se nas Equações (16) e (17) que o ângulo, ψ_i , e posição, $L_{pr,i}$, de cada espelho depende do ângulo, ψ_{i-1} , e posição, $L_{pr,i-1}$, do espelho anterior em relação ao foco. As equações devem ser resolvidas de forma iterativa. As componentes das equações podem ser vistas na Figura 21 e na Figura 22.

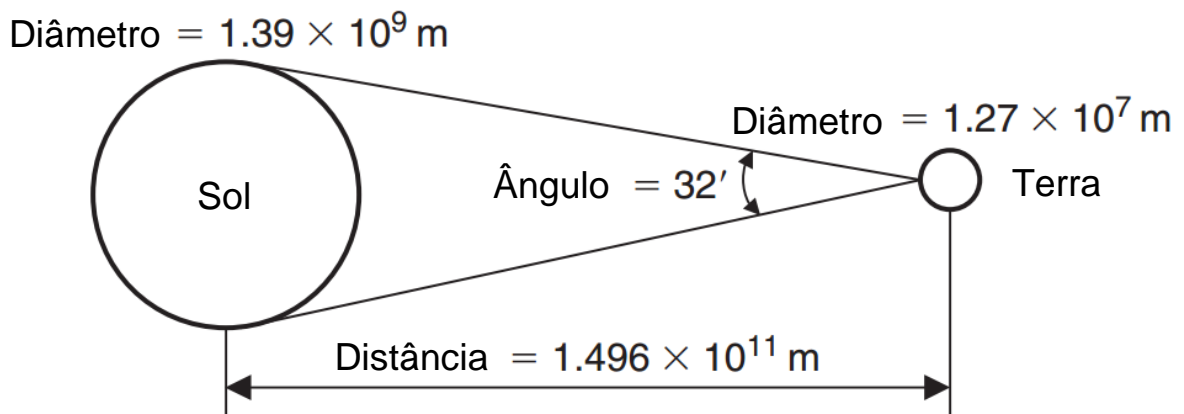
$$\psi_i = \frac{1}{2} \arctan \left[\frac{L_{pr,i-1}}{f} + \frac{W_{pr}}{2f} \left(\frac{\text{sen}\psi_{i-1} + \text{sen}\psi_i}{\tan(90^\circ - \theta_i + \xi)} + \cos\psi_{i-1} + \cos\psi_i \right) \right] + \frac{\theta_i}{2} \quad (16)$$

$$L_{pr,i} = L_{pr,i-1} + \frac{W_{pr}}{2} \left(\frac{\text{sen}\psi_{i-1} + \text{sen}\psi_i}{\tan(90^\circ - \theta_i + \xi)} + \cos\psi_{i-1} + \cos\psi_i \right) \quad (17)$$

Onde:

- ψ_i - ângulo entre o espelho i , à esquerda do concentrador secundário, e a linha horizontal dos eixos;
- $L_{pr,i}$ - distância horizontal entre o espelho i e o foco;
- W_{pr} - largura dos espelhos;
- θ_t - ângulo do entre a linha vertical e o raio solar projetado no plano transversal do campo de concentração solar;
- f - Altura do coletor em relação à linha dos eixos dos espelhos;
- ξ - ângulo entre os raios solares na Terra ($32' = 4,65$ mrad). Esse ângulo é utilizado devido ao fato de os raios solares não serem exatamente paralelos. O ângulo pode ser obtido por trigonometria com base na distância entre a Terra e o Sol e o raio do Sol, como pode ser observado na Figura 20.

Figura 20 – Relação entre o Sol e a Terra



Fonte: KALOGIROU, (2009)

A inclinação dos espelhos à direita, ψ_d , para qualquer hora solar, pode ser encontrada por (CRUZ, 2012):

$$\psi_d = \frac{\theta_s - \arctan\left[\frac{L_{pr,i}}{f}\right]}{2} \quad (18)$$

Onde:

- ψ_d - ângulo entre o espelho da direita, d , e a linha horizontal dos eixos;
- $L_{pr,i}$ - distância horizontal entre o espelho i da direita e o foco;
- f - Altura do coletor em relação à linha dos eixos dos espelhos;

A Equação (16) só é válida para o período, considerado no projeto, em que uma linha de concentradores primários não fará sombra na linha vizinha. Para se obter o ângulo dos concentradores primários à esquerda do foco para qualquer hora do dia utiliza-se a Equação (19).

$$\psi_e = \frac{\theta_s + \arctan\left[\frac{L_{pr,i}}{f}\right]}{2} \quad (19)$$

2.5.1.2 Curvatura dos espelhos

Uma das principais vantagens dos CLTF é o baixo custo de implantação que ocorre devido, principalmente, a utilização de espelhos planos. Entretanto, a fim de se obter maior eficiência do sistema, pode-se optar em flexionar mecanicamente os espelhos, através de técnicas mecânicas ou colagem.

Benyakhlef et al., (2016), fizeram um estudo sobre o impacto da curvatura dos espelhos no desempenho óptico do sistema. Verificaram que para o sistema analisado, o coeficiente de flexão para alcançar uma concentração elevada variava entre 1 e 2 mm e que a curvatura é inversamente proporcional à altura do receptor, fazendo com que a necessidade de espelhos curvados seja maior para sistemas com o absorvedor mais baixo. Concluíram, também, que receptores dispostos a uma altura maior aumentam a eficiência tanto de sistemas com espelhos planos, quanto sistemas com espelhos curvados, entretanto, o incremento na altura do receptor gera maiores custos devido à necessidade de uma estrutura de sustentação mais robusta.

2.5.2 Receptor

O receptor é formado por dois componentes principais, o concentrador secundário, também chamado de refletor secundário, e o tubo absorvedor. Para receptores longos, é necessária a fixação em rolos para compensar a expansão térmica devido às altas temperaturas durante o funcionamento. Para receptores construídos em aço, a expansão térmica longitudinal para temperaturas elevadas é de aproximadamente 0,6% (GUNTHER, 2011).

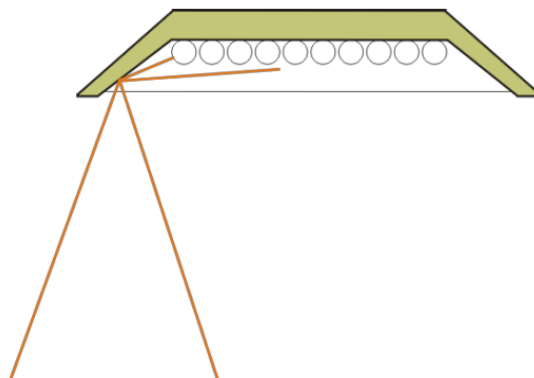
O receptor também pode possuir um vidro na sua parte inferior, como pode ser observado nas Figuras 23 e 24. O vidro tem por objetivo permitir a entrada de radiação vinda dos refletores primários e impedir a troca de calor por convecção entre o tubo de absorção e o meio. Isso possibilita o uso de um tubo de absorção simples sem isolamento a vácuo. Também existem no mercado, tubos absorvedores com um invólucro construído em vidro e um isolamento à vácuo, o que faz com que não haja necessidade do vidro de proteção.

2.5.2.1 Concentrador Secundário

O refletor secundário tem por objetivo diminuir ainda mais a área de absorção da radiação. As perdas térmicas são proporcionais a área superficial, portanto, absorvedores com menor área apresentam menores perdas térmicas (ALMEIDA, 2013).

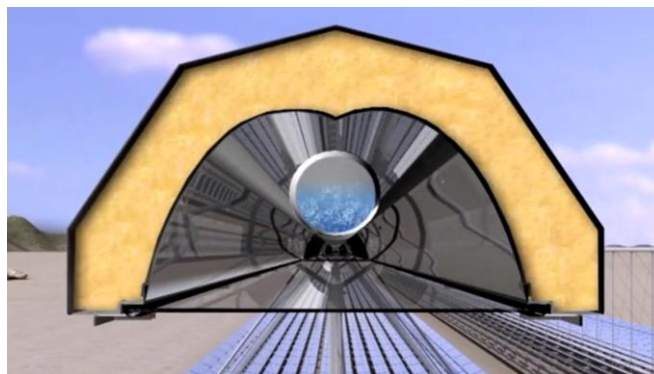
Os dois conceitos mais conhecidos de refletores secundários são a “caixa-forno” e o concentrador parabólico. O primeiro conceito, representado na Figura 23 utiliza um conjunto de pequenos tubos de absorção paralelos e alinhados dentro de uma cavidade refletora trapezoidal. Este conceito tem a vantagem de ter uma área de absorção menor, fazendo que o concentrador secundário não tenha uma importância tão grande. Já o segundo, representado pela Figura 24, como o próprio nome já diz, é um refletor parabólico, projetado de forma a concentrar os raios vindos dos refletores primários em um único tubo absorvedor (ALMEIDA, 2013).

Figura 23 - Refletor secundário do tipo “caixa-forno”



Fonte: Gunther, (2011)

Figura 24 - Concentrador secundário parabólico



Fonte: NOVATEC SOLAR, (201[?])

2.5.2.1.1 LARGURA DO REFLETOR SECUNDÁRIO

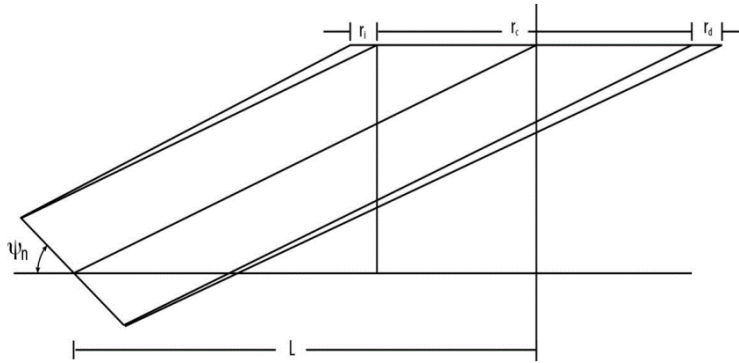
Através de um estudo geométrico, Cruz, (2012), propõe que a largura total do refletor secundário, seja na forma parabólica, seja na forma caixa-forno, deve ser dimensionada a partir do último concentrador primário da esquerda do campo de concentração em sua maior inclinação, ou seja, para o início do período de funcionamento do projeto.

Como pode ser observado na Figura 25, a largura do refletor secundário, W_{sr} , deve ser calculado por:

$$W_{sr} = r_i + r_c + r_d \quad (20)$$

Onde as componentes r_i e r_d , dependem do ângulo que os raios solares atingem a Terra, ξ .

Figura 25 – Dimensionamento da largura do concentrador secundário



Fonte: CRUZ, (2012)

As componentes da largura do concentrador secundário são calculadas por:

$$r_i = \left(f - \frac{W_{pr}}{2} \cdot \sin \beta_n \right) \cdot \left(\tan \left[a \tan \left[\frac{L_n}{f} \right] \right] - \tan \left[a \tan \left[\frac{L_n}{f} - \xi \right] \right] \right) \quad (21)$$

$$r_c = W_{pr} \cdot \cos \beta_n + W_{pr} \cdot \sin \beta_n \cdot \tan \left[a \tan \left[\frac{L_n}{f} \right] \right] \quad (22)$$

$$r_d = \left(f + \frac{W_{pr}}{2} \cdot \sin \beta_n \right) \cdot \left(\tan \left[a \tan \left[\frac{L_n}{f} + \xi \right] \right] - \tan \left[a \tan \left[\frac{L_n}{f} \right] \right] \right) \quad (23)$$

Onde β_n , é a inclinação do último espelho da esquerda, W_{pr} , é a largura dos concentradores primários, f , é a altura do concentrador secundário e L_n , é a distância do eixo do último espelho da esquerda até a linha focal.

2.5.2.1.2 DESENHO REFLETOR SECUNDÁRIO

O perfil construtivo do refletor secundário deve ser estabelecido de forma a concentrar toda a radiação provinda dos refletores primários no tubo absorvedor. Para isso, o perfil construtivo é calculado através de dois segmentos matemáticos com um ponto em comum. Como pode ser observado na Figura 26, o primeiro segmento, AB , é uma envolvente do círculo de raio r_2 e o segundo começa a partir do final do segmento AB .

Sendo que:

$$\frac{\pi}{2} + \theta_a < \theta_0 \leq \theta_{0,máx} \quad (29)$$

Para os dois segmentos de curva:

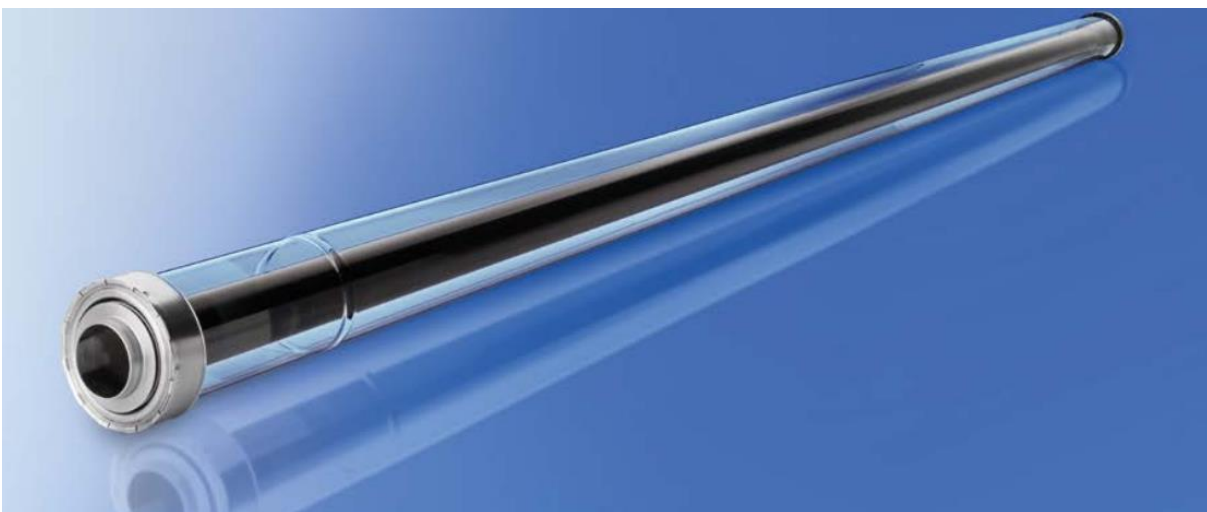
$$\beta = \sqrt{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 - 1} - a \cos\left(\frac{r_1}{r_2}\right) \quad (30)$$

2.5.2.2 Tubo absorvedor

Os tubos absorvedores de CLTF geralmente devem resistir à altas pressões e temperaturas, o que depende do tamanho da instalação. Para aplicações de geração direta de vapor, onde o vapor é gerado diretamente no tubo, não se deve usar os tubos absorvedores dos concentradores cilindro-parabólicos, pois os mesmos não resistem a pressões usuais obtidas em CLTF (GUNTHER, 2011).

Tubos absorvedores com isolamento a vácuo estão sendo utilizados para aplicações em CLTF também, como pode ser observado na Figura 27. Neste caso, como já existe um vidro invólucro de proteção, não se necessita de um vidro de proteção para o concentrador secundário inteiro, utilizar dois vidros só faria com que a eficiência óptica diminuísse devido ao fato de a radiação ter que passar por dois obstáculos.

Figura 27 – Tubo absorvedor comercial



Fonte: SCHOTT SOLAR, (201[?])

2.6 MODELO ÓPTICO E TÉRMICO DO CONCENTRADOR

2.6.1 Modelo óptico

O modelo óptico utilizado neste trabalho terá como base o trabalho de Pino e Rosa, (2013). O principal objetivo do modelo é calcular a radiação solar que é refletida pelos concentradores primários e atinge o tubo de absorção. A radiação solar calculada pelo modelo óptico serve como parâmetro de entrada para o modelo térmico. São levadas em conta as inclinações dos refletores primários, as sombras entre linhas de espelhos consecutivas, perdas pelo fator cosseno e também perdas causadas pela porção do tubo absorvedor não iluminada.

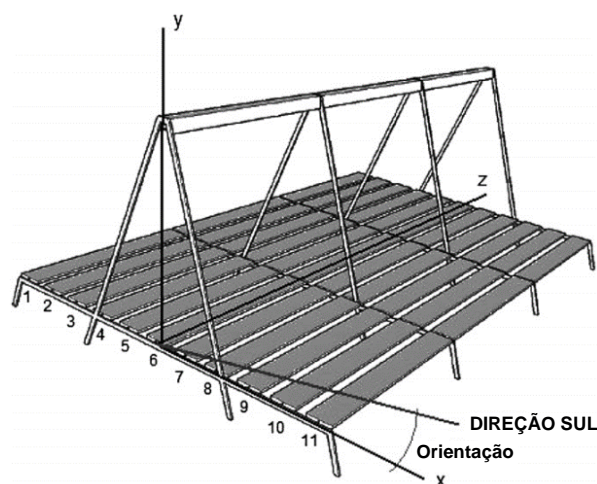
2.6.1.1 Fatores de correção de incidência solar

Primeiramente, deve-se calcular o vetor unitário de incidência solar, que é uma função da altitude solar, α , do ângulo de azimute, Ψ , e do ângulo de orientação do campo de espelhos, e é dado por:

$$\vec{i} = \begin{bmatrix} \cos(\alpha) \cdot \cos(-\Psi + \text{Orientação}) \\ \sin(\alpha) \\ \cos(\alpha) \cdot \sin(-\Psi + \text{Orientação}) \end{bmatrix} \quad (31)$$

O ângulo de orientação é o ângulo de desvio de alinhamento do campo de concentração solar com a direção Sul, como pode ser observado na Figura 28.

Figura 28 – Desvio da direção Sul do campo de concentração solar



Fonte: PINO; ROSA, (2013)

Outro fator que deve ser calculado é a perda óptica, causada pela inclinação das linhas de espelhos. Como pode-se observar na Figura 30 e Figura 31, a área efetiva de um refletor primário que recebe radiação direta deve ser corrigida para que a constante DNI seja usada, já que a mesma se refere à incidência solar direta de raios em uma superfície perpendicular à direção de incidência solar.

O fator de correção é dado pelo cosseno do ângulo entre o refletor e a aresta representativa da área efetiva. Observa-se que o ângulo muda dependendo da posição do espelho em relação à incidência solar, fazendo que o ângulo se posicione na parte superior ou inferior do refletor.

O ângulo δ_{row} , estando na posição inferior e superior é dado pelas Equações (35) e (36), respectivamente:

$$\delta_{row} = \frac{\pi}{2} - \alpha_t - \psi_i \quad (35)$$

$$\delta_{row} = \frac{\pi}{2} - \alpha_t + \psi_i \quad (36)$$

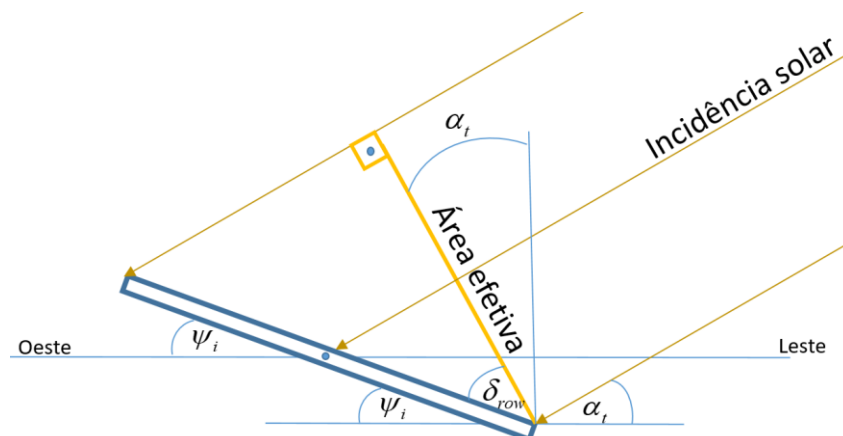
Onde ψ_i é a inclinação da fileira de espelhos e α_t é o ângulo de altitude solar projetado no plano que contem a direção Leste – Oeste e a vertical do ponto.

O ângulo α_t pode ser calculado por:

$$\alpha_t = \frac{\pi}{2} - a \tan \left(\frac{\text{sen} \Psi}{\tan a_s} \right) \quad (37)$$

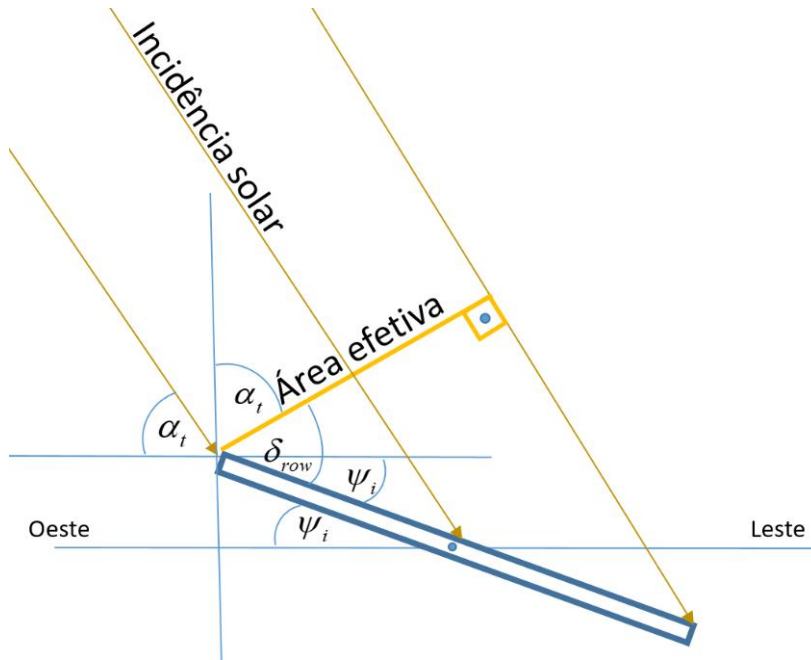
Onde Ψ e α_s são os ângulos de azimute e altitude solar, respectivamente.

Figura 30 – Perda óptica pelo fator cosseno, δ_{row} na parte inferior do espelho



Fonte: Autoria própria

Figura 31 – Perda óptica pelo fator cosseno, δ_{row} na parte superior do espelho



Fonte: Autoria própria

O vetor unitário normal para cada linha de refletores primários deve ser calculado conforme a equação (38):

$$\vec{n} = \begin{bmatrix} \text{sen}(\psi_i) \\ \text{cos}(\psi_i) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (38)$$

Onde ψ_i é o ângulo de inclinação de cada espelho.

A partir dos vetores unitários de inclinação solar e normal de cada linha de espelhos é possível calcular o vetor unitário de reflexão pela Equação (56).

$$\vec{i} \times \vec{n} = \vec{n} \times \vec{r} \quad (39)$$

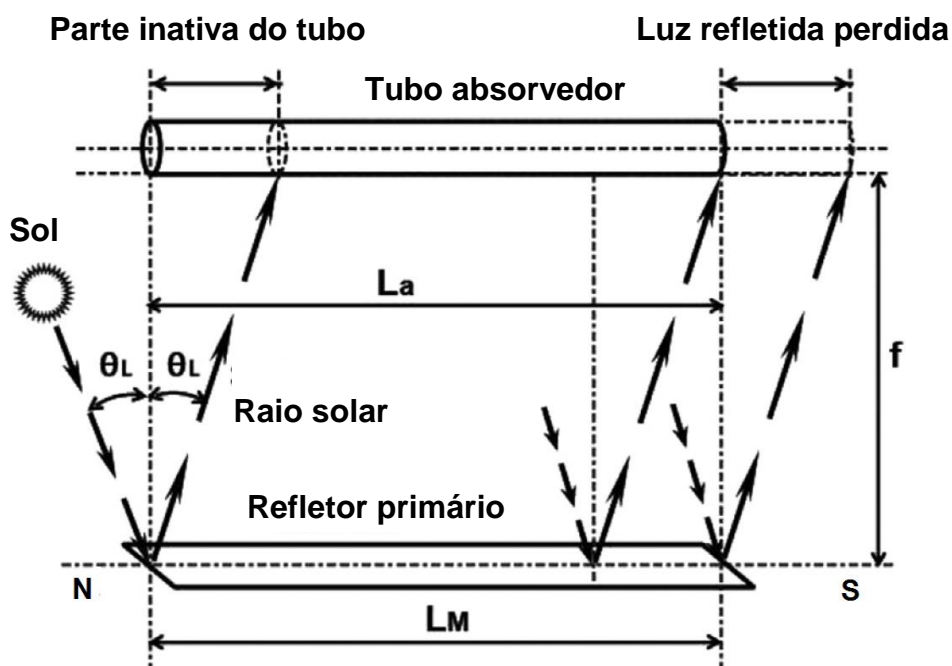
Sabendo-se o vetor unitário de reflexão para cada linha de espelhos é possível calcular o comprimento do tubo absorvedor que não será iluminado para cada linha de espelhos.

Segundo Barbón et al., (2016), como pode ser visto na Figura 32, o comprimento não iluminado do tubo pode ser dado por:

$$L_{endloss} = f \cdot \tan(\theta_l) \quad (40)$$

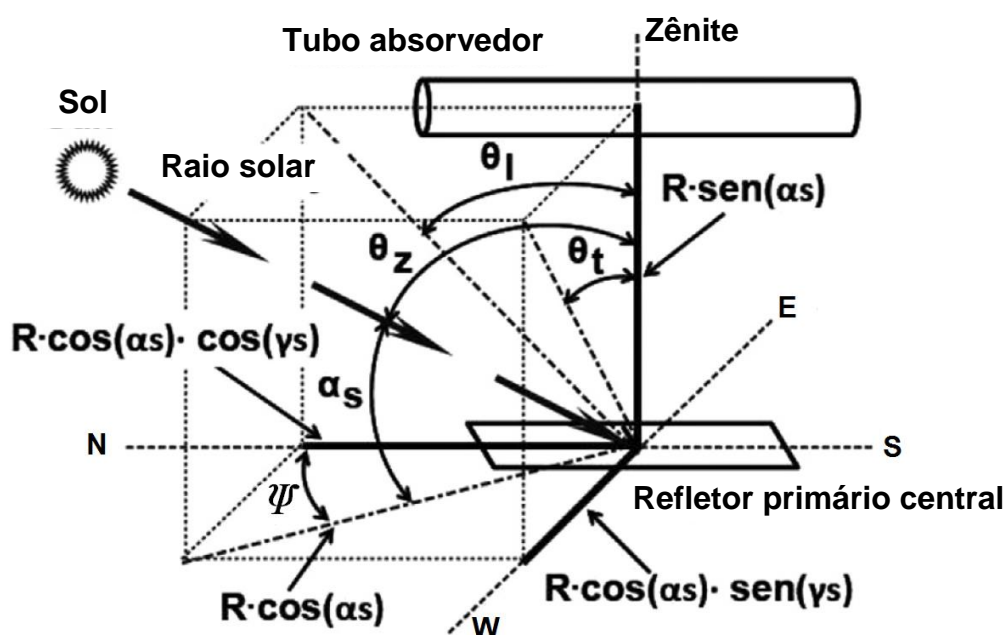
Onde θ_l é o ângulo entre a projeção da incidência solar no plano que contém a direção norte-sul e a vertical do ponto de incidência, como podemos ver na Figura 33.

Figura 32 – Estudo lateral das perdas devido a não iluminação do tubo absorvedor



Fonte: adaptado de BARBÓN et al., (2016)

Figura 33 – Ângulos de incidência e projeções dos raios incidentes



Fonte: adaptado de BARBÓN et al., (2016)

Da Figura 33, temos que:

$$\theta_t = a \tan \left(\frac{\text{sen} \Psi}{\tan \alpha_s} \right) \quad (41)$$

$$\theta_l = a \tan \left(\frac{\cos \Psi}{\tan \alpha_s} \right) \quad (42)$$

Onde Ψ e α_s são os ângulos de azimute e altitude solar, respectivamente.

Com o comprimento não iluminado do tubo absorvedor para cada fileira de espelhos calcula-se o fator de correção para a porção não iluminada do tubo absorvedor pela equação:

$$f_{nlp_row} = \frac{L_p - L_{endloss}}{L_p} \quad (43)$$

Onde L_p é o comprimento total do tubo absorvedor.

2.6.1.2 Potência total entregue ao tubo absorvedor

A incidência total no concentrador secundário, provinda de cada linha de espelhos é calculada de acordo com a equação a seguir:

$$IA_{row} = DNI \cdot A_{row} \cdot \cos(\delta_{row}) \cdot f_{npl_row} \cdot (\rho_{pr} \cdot f_{cl_pr}) \quad (44)$$

Onde A_{row} é a área da linha de espelhos que está sendo calculada, ρ_{pr} e f_{cl_pr} são a reflectância e fator de limpeza dos refletores primários.

A potência total incidente no tubo absorvedor é calculada pela soma das potências incidentes vindas de todas as fileiras de refletores, multiplicada pelo fator de sombreamento, pela reflectância, ρ_{sr} , do refletor secundário e fator de limpeza do concentrador secundário, f_{cl_sr} , como visto na Equação (45).

$$Q_{inc} = \sum_{j=1}^{j=n} IA_{row(j)} \cdot f_{shading} \cdot (\rho_{sr} \cdot f_{cl_sr}) \quad (45)$$

2.6.2 Modelo térmico

O modelamento térmico deste trabalho será feito com base nos estudos feitos por Pino e Rosa, (2013), e por Beltagy et al., (2017), que apresentam um modelo térmico que calcula parâmetros como potência, vazão e temperatura do sistema. Os principais parâmetros são a temperatura da água e a potência absorvida pelo fluido para diferentes vazões mássicas.

A Figura 34 e a Figura 35 apresentam os fluxos térmicos considerados no modelo, para o tubo absorvedor e para o concentrador secundário, respectivamente.

O calor absorvido pela água pressurizada, Q_{abs} , pode ser calculado para as duas fases de operação do sistema. A primeira fase consiste no aumento da temperatura, e conseqüentemente da pressão, do volume de água do reservatório e a segunda da produção de vapor, propriamente dita.

Durante o aumento de temperatura, a água circula em um circuito fechado e a potência absorvida do sol é igual à vazão mássica de água vezes o calor específico da água à pressão constante vezes o diferencial de temperatura (PINO; ROSA, 2013) e (BELTAGY et al., 2017):

$$Q_{abs} = \dot{m}_w \cdot cp_w \cdot (T_{w,out} - T_{w,in}) \quad (46)$$

Após a temperatura desejada ser alcançada começa-se então a produção de vapor em um circuito aberto. Para este regime a potência absorvida é calculada pela Equação (47) (BELTAGY et al., 2017).

$$Q_{abs} = \dot{m}_{vapor} \cdot \Delta H_{vaporização} + \dot{m}_{w,in} \cdot (T_{vaporização} \cdot cp_{T,vaporização} - T_{w,in} \cdot cp_{T,w,in}) \quad (47)$$

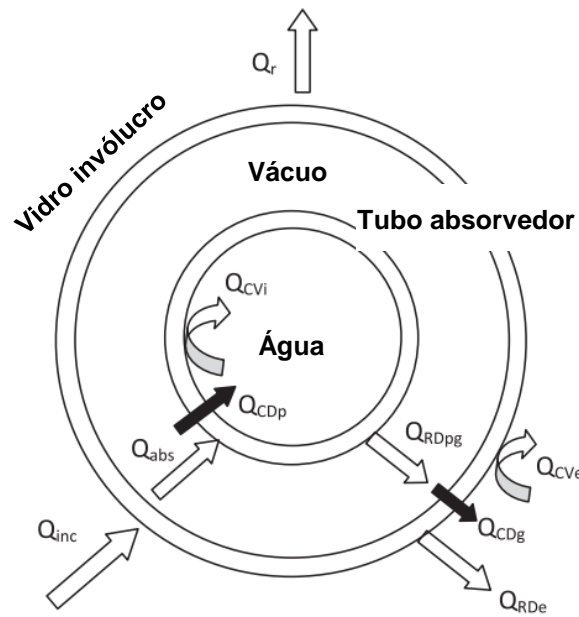
Onde \dot{m}_{vapor} é a vazão mássica de vapor do sistema, $\Delta H_{vaporização}$, é a variação de entalpia de vaporização, $\dot{m}_{w,in}$, é a vazão mássica de água de reposição do sistema, $T_{vaporização}$, é a temperatura do vapor, $cp_{vaporização}$, é o calor específico da água na temperatura de vaporização, $T_{w,in}$, é a temperatura da água de reposição e $cp_{T,w,in}$, é o calor específico da água de reposição.

Com referência ao tubo absorvedor, Figura 34, é feito um balanço de potência, que é verdadeiro para os dois regimes de operação. Pode-se igualar o calor absorvido

também com o ganho solar através do vidro de proteção do tubo absorvedor menos as perdas térmicas (Equação (48) (PINO; ROSA, 2013)).

$$Q_{abs} = Q_{gain} - Q_{loss} \quad (48)$$

Figura 34 – Perdas térmicas no tubo absorvedor



Fonte: PINO; ROSA, (2013)

A radiação incidente no tubo absorvedor, Q_{inc} , multiplicada pela transmitância do vidro de proteção, τ_g , fator de perda devido à falta de limpeza no vidro de proteção, f_{cl_g} , absorptância do tubo absorvedor, α_p e porcentagem de concentradores primários em foco, f_{mif} , é igual ao ganho solar Q_{gain} , (PINO; ROSA, 2013):

$$Q_{gain} = Q_{inc} \cdot \tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif} \quad (49)$$

O calor perdido é calculado com base nas perdas por convecção para o ambiente, Q_{CVe} , e nas perdas por radiação entre o tubo receptor e o concentrador secundário, Q_r , e entre o tubo receptor e o ambiente, Q_{RDe} , (PINO; ROSA, 2013).

$$Q_{loss} = Q_{CVe} + Q_{RDe} + Q_r \quad (50)$$

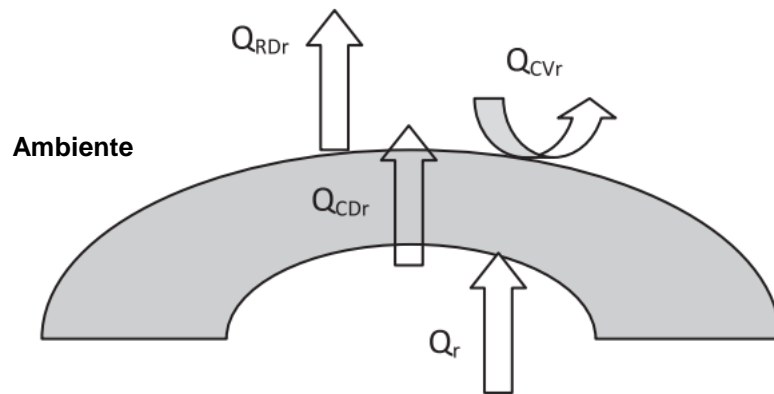
Na estrutura do concentrador secundário, as perdas térmicas também devem ser consideradas. Como pode ser observado na Figura 35, o balanço de calor entre a

superfície interna e externa do concentrador são representados pelas Equações (51) e (52), (PINO; ROSA, 2013).

$$Q_r = Q_{CDr} \quad (51)$$

$$Q_{CDr} = Q_{CVr} + Q_{RDr} \quad (52)$$

Figura 35 – Perdas térmicas no concentrador secundário



Fonte: PINO; ROSA, (2013)

Os fluxos de calor convectivo natural externo para o vidro do tubo absorvedor e para a estrutura do concentrador secundário, Q_{Cve} e Q_{CVr} , são calculados considerando a temperatura da superfície em cada caso (temperatura do vidro e temperatura da superfície externa do refletor secundário) e a temperatura ambiente.

O fluxo de calor convectivo forçado de entrada dentro do tubo de absorção, Q_{CVi} , é calculado considerando a temperatura média do tubo e a temperatura média do fluxo de água através do tubo.

O fluxo de calor radiante entre o tubo de absorção e o envelope de vidro, Q_{RDpg} , é calculado considerando a temperatura média do vidro e o tubo de absorção:

$$Q_{RDpg} = \frac{\sigma(T_p^4 - T_g^4)}{\frac{1 - \varepsilon_p}{A_p \cdot \varepsilon_p} + \frac{1}{A_p} + \frac{1 - \varepsilon_g}{A_g \cdot \varepsilon_g}} \quad (53)$$

Onde σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$), T_p é a temperatura do tubo absorvedor, T_g é a temperatura do vidro de proteção, ε_p e ε_g , são as emissividades do tubo absorvedor e do vidro, respectivamente. E A_p e A_g são as áreas do tubo absorvedor e do vidro, respectivamente, (PINO; ROSA, 2013).

O fluxo de calor radiante entre o envelope de vidro e o concentrador secundário, Q_r , é dado por:

$$Q_r = \frac{\sigma (T_g^4 - T_{sr,in}^4)}{\frac{1 - \varepsilon_g}{A_g \cdot \varepsilon_g} + \frac{2}{A_g} + \frac{1 - \varepsilon_{sr}}{A_{sr} \cdot \varepsilon_{sr}}} \quad (54)$$

Onde os subscritos sr e sr,in significam concentrador secundário e face interna do concentrador secundário.

O fluxo de calor radiante entre o envelope de vidro e o ambiente, Q_{RDe} é calculado por:

$$Q_{RDe} = \frac{\sigma (T_g^4 - T_{env}^4)}{\frac{1 - \varepsilon_g}{A_g \cdot \varepsilon_g} + \frac{2}{A_g}} \quad (55)$$

Onde T_{env} é a temperatura ambiente.

Como pode-se perceber nas equações apresentadas no modelamento térmico, para a estimativa da potência absorvida pela água é necessário o conhecimento de vários parâmetros difíceis de serem estimados, necessitando, assim, de medições ou simulação numérica computacional. Devido ao fato de este trabalho não contemplar a construção do projeto, a estimativa da potência absorvida pela água não terá como ser feita através do método analítico descrito. Entretanto, alguns fabricantes de tubos absorvedores, em seus catálogos, disponibilizam informações de perdas térmicas em função da temperatura de operação do sistema. Portanto, neste trabalho serão estes dados de catálogo que serão considerados para a estimativa das perdas térmicas do concentrador secundário.

2.7 ENERGIA E POTÊNCIA

Como já visto, neste trabalho, os termos energia e potência foram utilizados várias vezes. Portanto, a relação dos mesmos se torna importante para o entendimento geral do projeto.

Muitas análises termodinâmicas estão preocupadas com o intervalo de tempo em que certa quantidade de energia é transferida. A taxa de transferência de energia por unidade de tempo é chamada de potência e podemos relacionar energia com potência pela Equação (56) (SHAPIRO et al., 2011).

$$Energia = \int_{t_1}^{t_2} Q \cdot dt \quad (56)$$

Onde Q é a potência, que pode ser um valor constante, ou uma função em relação ao tempo.

3 METODOLOGIA

3.2.1 Estudo de geometria solar

Para o projeto de um concentrador solar é necessário o entendimento aprofundado de geometria solar para o correto uso dos ângulos aparentes do Sol. Foi feita uma planilha de Excel para, sempre que necessário, poder estimar os ângulos de azimute, declinação solar e altitude solar para qualquer latitude, longitude e hora local. No caso do projeto a planilha foi utilizada com a localização geográfica do centro de Pato Branco.

Para a conferência da precisão dos ângulos solares calculados foram feitas consultas no sítio da *SunEarthTools.com* para o centro de Pato Branco e comparados os resultados com os valores calculados.

3.2.2 Dimensionamento do campo solar

Foi feito um dimensionamento geral, que consiste, basicamente, na área e disposição espacial dos refletores primários, de modo a atender as necessidades de vapor para a maior quantidade de dias do ano visando não superdimensionar o campo de concentração solar. Para isso foram feitas médias tanto de *DNI*, quanto das perdas ópticas e térmicas, para representar uma única situação média do ano todo.

Para o dimensionamento geral do projeto as equações pesquisadas no referencial teórico envolvidas na Equação (48) foram agrupadas de modo a formar uma única expressão. Desta expressão as componentes foram divididas em potência requerida para o projeto, irradiância direta, perdas ópticas, perdas referentes aos materiais utilizados, área de concentradores primários e perdas térmicas. Isto foi feito de modo a organizar os cálculos e também ao fim, dar possibilidade de análise dos impactos de cada componente da equação.

Para o dimensionamento foi necessário estipular arbitrariamente as dimensões transversais do projeto, ou seja, a altura do concentrador secundário, a quantidade de refletores primários, a largura de cada linha de refletores primários e a orientação do campo de concentração solar. Estas estipulações foram necessárias para o estudo das perdas ópticas e sua influência não foi estudada. Sendo assim, o equacionamento foi desenvolvido para encontrar o comprimento, *L*, dos refletores primários para o dimensionamento transversal adotado.

O dimensionamento foi feito para uma demanda de 150 kg/h de vapor à 150 °C para posterior análise com mais aprofundamento durante o ano (quatro dias do ano – o primeiro dia de cada estação). Este consumo de vapor específico foi escolhido com base nas tabelas da seção 2.3.1 e através de pesquisas de consumo de vapor para empresas da região de Pato Branco.

Por fim, mantendo o mesmo dimensionamento transversal, os valores de temperatura e demanda foram variados a fim de se obter outros resultados de comprimento de refletores primários para interessados com outras demandas de vapor. Foram calculados valores para vazões mássicas variando de 25 a 300 kg/h de vapor e para as temperaturas de 150, 175, 250 e 300 °C. Os valores foram escolhidos de modo a abranger as demandas de vapor das tabelas da seção 2.3.1.

A metodologia de todas as componentes envolvidas na equação formada está descrita a seguir.

3.2.2.1 Estipulação da potência requerida para o projeto

Foi escolhido um consumo arbitrário de uma empresa para servir como exemplo de dimensionamento e analisar as dimensões necessárias e características do projeto para atender esta demanda. O consumo escolhido, como já dito, foi de 150 kg/h de vapor saturado à 150 °C. O cálculo foi feito utilizando a Equação (47), que se refere a potência que o campo solar deve fornecer continuamente para a produção de vapor em circuito aberto.

Entretanto, como Q_{abs} varia linearmente com a vazão mássica de vapor a potência requerida foi calculada para demandas entre 25 kg/h e 300 kg/h de vapor. Os cálculos foram feitos para vapor a temperaturas de 150, 175, 250 e 300 °C. As faixas de temperatura e de consumo de vapor utilizadas, como visto nas tabelas da seção 2.3.1, atendem à demanda, em consumo e temperatura, de indústrias características da região.

Os valores de entalpia de vaporização e calor específicos utilizados foram obtidos através de tabelas termodinâmicas.

Vale ressaltar, que as pressões de saturação para algumas temperaturas consideradas nos cálculos excedem a pressão máxima de operação do tubo absorvedor, 41 bar de pressão absoluta. Entretanto, como este trabalho não visa a

construção de um campo solar, as temperaturas elevadas serão consideradas para efeito de cálculo e análise de potências requeridas.

3.2.2.2 Estimativa de uma média de irradiância para o ano todo para a cidade de Pato Branco

Com o intuito de dimensionar um projeto que atendesse a demanda na maior quantidade de dias do ano, sob condições de céu claro, foi necessário calcular uma irradiância média para Pato Branco. Pois se o projeto fosse dimensionado utilizando a irradiância do verão, por exemplo, o mesmo não atenderia a demanda do inverno e assim por diante.

Para se obter uma média de irradiância para o dimensionamento geral do projeto foi realizada uma média diária da irradiância em Pato Branco para cada dia do ano e então feita uma média de irradiância, fazendo uma média dos valores de DNI médio diário, sempre levando em consideração dias de céu limpo e entre as 8:00 da manhã e as 16:00 da tarde (hora solar).

Foram utilizadas horas solares e não horas locais para a análise pois desta forma somente as 8 horas do dia com maior insolação seriam utilizadas.

3.2.2.3 Análise das perdas ópticas

Utilizando o dimensionamento transversal inicial foram calculadas as perdas ópticas ($\cos(\delta_{row(j)})$, f_{nlp_row} e $f_{shading}$) de hora em hora solar entre as 8:00 e as 16:00 para o primeiro dia das 4 estações do ano. Isso foi feito com o intuito de analisar o comportamento das perdas ao longo do ano da mesma forma como para a irradiância, porém, apenas para os 4 dias mais característicos do ano.

Foram utilizadas horas solares no cálculo com o intuito de analisar somente o período da manhã e igualá-lo com o da tarde, visto que se tratando de horas solares o comportamento das perdas ópticas é simétrico em relação ao meio dia solar. Ou seja, a perda óptica pelo fator cosseno, por exemplo, da quarta fileira de concentradores primários de um lado do campo solar, às 9:00 da manhã (hora solar), é igual a perda óptica pelo fator cosseno da quarta fileira de concentradores primários do outro lado do campo de concentração solar às 15:00 (hora solar).

3.2.2.4 Análise das perdas referentes aos materiais utilizados

As características de reflectância e limpeza dos refletores primários e do secundário, a absorvância do tubo absorvedor, e a transmitância do vidro envolvente do tubo absorvedor influenciam diretamente na eficiência do sistema.

Na análise feita todos os parâmetros que se referem a características dos materiais utilizados foram agrupados em uma única expressão para posterior análise de sua influência global.

3.2.2.5 Análise das perdas térmicas no tubo absorvedor

Pelo fato de este projeto não contemplar sua construção, a análise das perdas térmicas do tubo absorvedor foi feita apenas com os dados de catálogo do fabricante do tubo SCHOTT PTR® 70.

Nas especificações técnicas é disponibilizada uma perda de potência por metro de tubo absorvedor em função da temperatura de operação. Sendo assim, o valor de perda de potência por metro foi utilizado no cálculo do dimensionamento geral do projeto.

3.2.3 Dimensionamento do concentrador secundário

Para o dimensionamento do refletor secundário primeiramente foi calculada a sua largura necessária para que toda irradiância incidente do campo de refletores primários fosse concentrada no tubo absorvedor. Para isso, as Equações (20), (21), (22) e (23) foram utilizadas.

Após o dimensionamento da largura do concentrador secundário a curva do perfil do concentrador foi calculada com as equações da seção 2.5.2.1.2. As dimensões utilizadas para o tubo absorvedor foram obtidas do catálogo do fabricante do tubo absorvedor SCHOTT PTR® 70.

3.2.4 Produção de potência e eficiências ao longo do ano

Devido ao fato de o projeto ter sido dimensionado com características de perdas ópticas e *DNI* para um instante médio, a produção de potência para atender 150 kg/h de vapor à 150 °C não vai ser constante ao longo do ano e nem ao longo das horas de um dia. Sendo assim, foi estudada a produção de potência e rendimentos

para o primeiro dia das 4 estações e para praticamente o período de insolação inteiro de cada dia. Os quatro dias escolhidos representam os extremos do comportamento do campo de concentração solar ao longo do ano.

A eficiência global do campo de concentração solar, ou seja, quanto da potência incidente na área de refletores primários do campo de concentração solar que realmente foi entregue ao vapor na saída do tubo absorvedor, para melhor avaliação, foi dividida entre eficiência térmica do tubo absorvedor, eficiência dos materiais e eficiência óptica (devido às perdas por $F_{shading}$, $\cos(\delta_{row})$ e f_{nlp}). Todas as expressões de rendimento, ou eficiências, foram deduzidas.

3.2.5 Produção de vapor e energia oferecida pelo sistema ao longo do ano

Com os valores de produção de potência para os primeiros dias das 4 estações calculados, foi analisada a produção de vapor produzida pelo sistema dimensionado.

Para uma análise de produção de vapor poder ser feita foi necessário levar em consideração outros componentes do sistema, como tanque de armazenamento, tubulações e válvulas, como pode ser observado na Figura 17.

O sistema pode ser comparado com uma panela de pressão, ou seja, com dois processos de consumo de energia distintos, aquecimento da água e produção de vapor. Considerou-se, primeiramente, que a água é aquecida até a temperatura em que a válvula de alívio é aberta, neste ponto têm-se líquido saturado onde para se chegar a este estado foi fornecida uma quantidade de energia. Após isso, a energia fornecida ao sistema, ou à panela, gera vapor saturado.

As duas situações de consumo de potência foram analisadas, como pode ser visto nas seções 3.2.4.1 e 3.2.4.2, abaixo.

3.2.5.1 Aquecimento da água líquida no início da manhã

De um dia para o outro, ao final do período de insolação do dia anterior, a temperatura do fluido no reservatório e nas tubulações começa a cair até que, no outro dia, o campo solar começa a ser iluminado novamente. Neste instante, considerou-se que a água estará no estado líquido e com uma temperatura menor que a temperatura de geração de vapor do sistema durante o dia. A temperatura no início da manhã depende do isolamento do tanque de armazenamento, do isolamento das tubulações e das condições climáticas.

Durante as primeiras horas de insolação de cada dia, foi considerado que a potência será destinada a aquecer todo o volume de água líquida do sistema, da temperatura que se encontra no início do período de insolação até a temperatura desejada de vapor, no caso estudado, 150 °C. Neste ponto, como o sistema estará pressurizado, a água estará à 150 °C e com título praticamente igual a zero, ou seja, líquido saturado.

Para a análise da quantidade de energia destinada ao aquecimento da água, da temperatura do reservatório no início do período de insolação até água líquida à 150 °C (com título igual a zero), foi considerado que a temperatura inicial da água, nos dias analisados, tem um valor de 60 °C.

Considerou-se, também, que o volume de água a ser aquecido, ou seja, o volume de água líquida do sistema, é composto pelo volume de água líquida para preencher toda a tubulação do sistema fechado adicionado à um nível mínimo de água líquida no tanque de armazenamento. A água líquida circula em circuito fechado até atingir o estado de líquido saturado à 150 °C.

3.2.5.2 Produção de vapor

Da mesma forma que foi apresentada na Seção 2.5, considerou-se que a válvula de saída de vapor abrirá quando a pressão do sistema atingir a pressão de saturação do vapor na temperatura desejada, no caso, a pressão para água saturada à 150 °C, e só a partir deste momento é que vapor saturado será destinado ao processo industrial e o sistema começará a trabalhar em circuito aberto.

Como o fornecimento de potência não é constante ao longo do dia, considerou-se que o vapor sempre sairá do sistema à 150 °C e a vazão variará conforme o fornecimento de potência do sistema. Portanto, a temperatura de vapor não varia e sim a vazão.

A partir do momento em que vapor saturado começa a sair do sistema o mesmo começa a funcionar em circuito aberto, ou seja, a vazão mássica de vapor que sai do sistema é igual a vazão mássica de água fria que entra. Considerou-se que a energia que incide no tubo absorvedor em circuito aberto é utilizada para transformar o líquido saturado em vapor e aquecer a vazão mássica que entra à temperatura ambiente (considerada para todos os casos 25 °C) até o estado de líquido saturado à temperatura de operação.

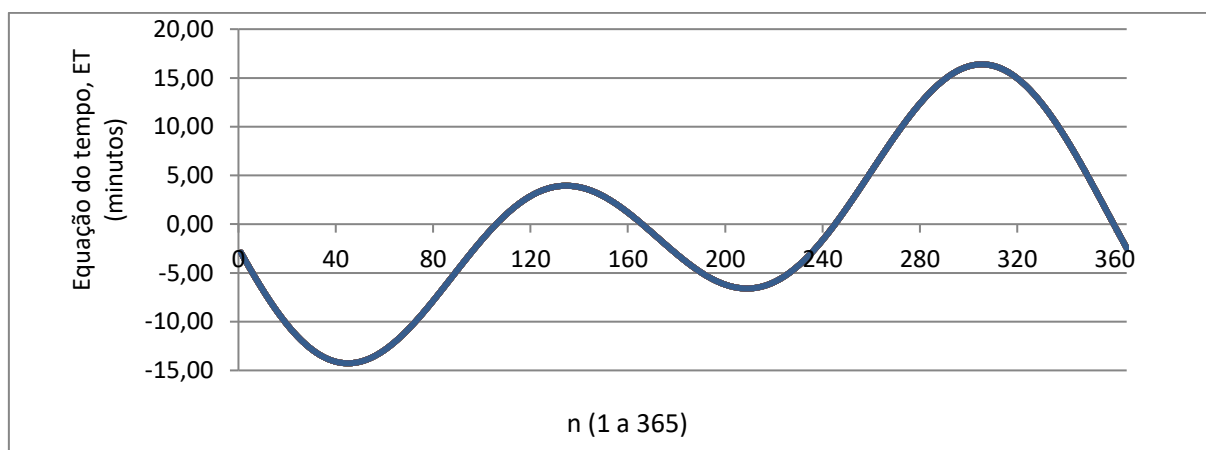
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GEOMETRIA SOLAR

Os ângulos de declinação solar, altitude solar e azimute solar foram gerados para todos os dias do ano e para todas as horas solares de operação em que o projeto foi estudado em uma planilha eletrônica. Os valores estão contidos nos Apêndices C e D. Foram utilizadas as coordenadas do centro da cidade (latitude: $26^{\circ} 13' 43''$ S e longitude: $52^{\circ} 40' 14''$ W), os valores estão contidos no Apêndice B juntamente com outros dados de entrada para os cálculos dos Apêndices C, D, E e F.

Na Figura 36 observa-se o gráfico da equação do tempo calculada com os valores em função do dia do ano. Os valores do gráfico estão contidos no Apêndice C.

Figura 36 – Gráfico da equação do tempo

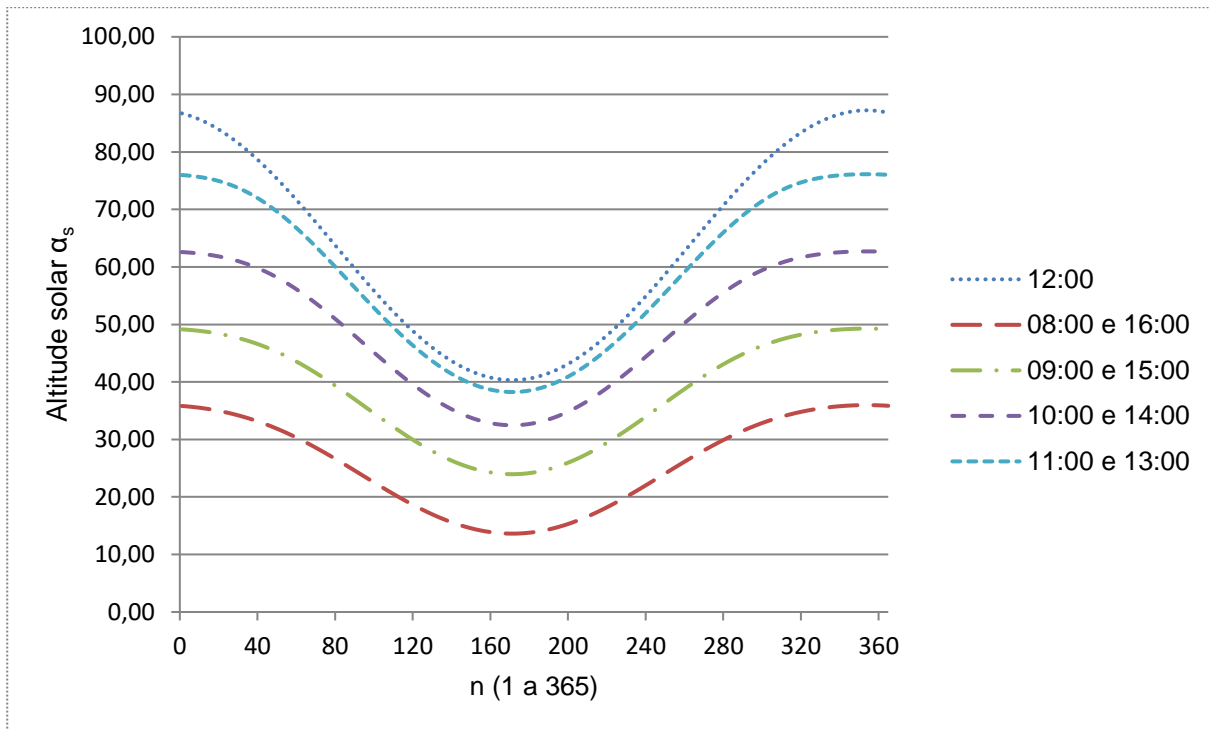


Fonte: Autoria própria

A Figura 37 é o gráfico da altitude solar para o período das 08:00 às 16:00 (hora solar) em Pato Branco em função do dia do ano. Observa-se que os ângulos se repetem durante a manhã e durante a tarde. Por exemplo, o ângulo de altitude solar às 09:00 é igual ao ângulo às 15:00. Isso se deve ao fato de os ângulos terem sido calculados em função da hora solar e não da hora local. Como já dito na metodologia, esse método foi escolhido para que as perdas ópticas do período da tarde pudessem ser igualadas com as perdas do período da manhã, devido a simetria do sistema causada pelo direcionamento norte-sul das linhas de espelhos. Os valores utilizados

no gráfico estão no Apêndice D e no Apêndice C têm-se a hora local equivalente para cada hora solar utilizada para todos os dias do ano.

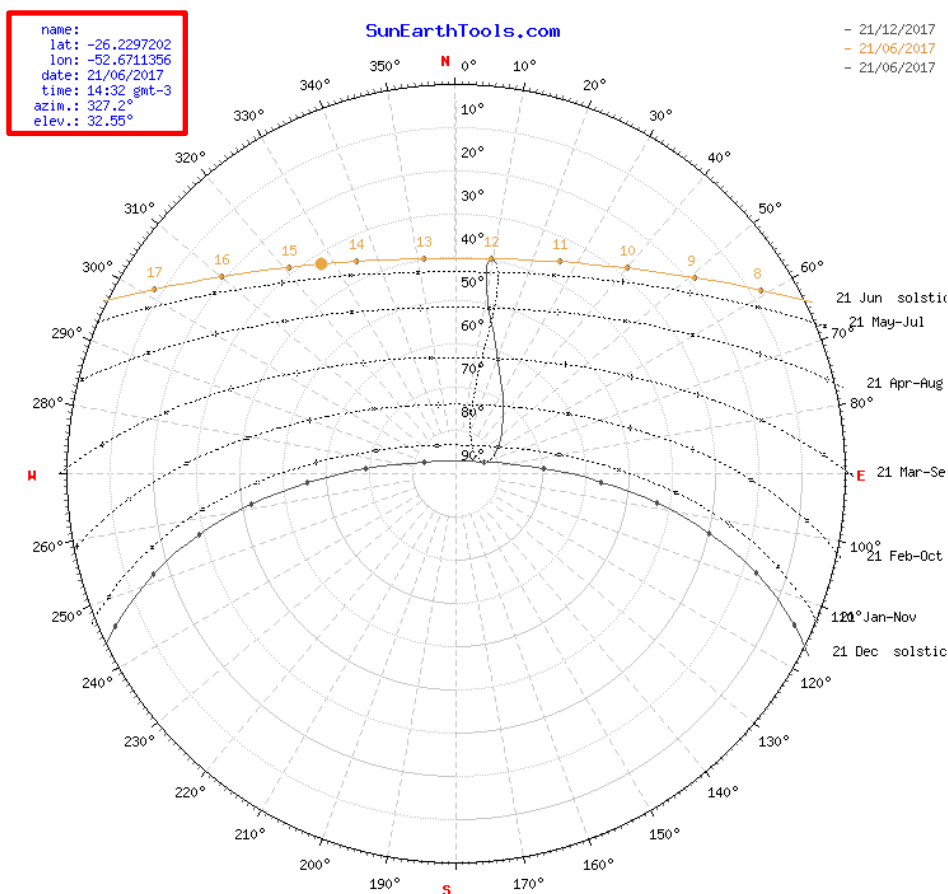
Figura 37 – Altitude solar às 12:00 (hora solar) para todos os dias do ano



Fonte: Autoria Própria

Observa-se no Apêndice D que para o dia 21 de junho, primeiro dia do inverno, a altitude solar e a azimute solar, às 14:00 (hora solar ou, no horário local, 14h 31min 48s (14,53h)), são $32,47^\circ$ e $327,06^\circ$, respectivamente. Na Figura 38, observa-se que foram utilizadas as coordenadas de latitude e longitude de Pato Branco, na mesma data e hora, com diferença de 12 segundos e os valores obtidos pelo site foram $32,55^\circ$ e $327,2^\circ$ para a elevação solar e azimute solar, respectivamente (resultados no canto superior esquerdo da figura). A sigla gtm-3 significa que o horário em Pato Branco, na data estudada, é 3 horas atrasado em relação ao horário local no Meridiano de Greenwich pois o meridiano de referência horário local em Pato Branco é o de -45° .

Figura 38 – Ângulos solares para o dia 21/06/2017

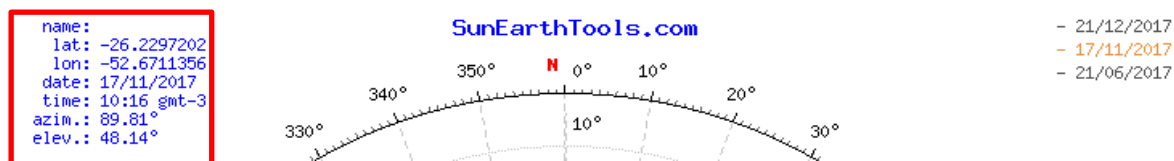


Fonte: Fonte: SUNEARTH TOOLS.COM, (2017)

Na Figura 39, vemos que para o dia 17/11, às 10:16 (hora solar 09:00), os ângulos de elevação e de azimute solar foram, respectivamente, 48,14° e 89,81°. Os valores calculados foram 48,28° e 90,83, conforme o Apêndice D.

Com os dois exemplos observa-se que os cálculos feitos correspondem aos ângulos solares fornecidos pelo site, visto que os erros ficam todos menores que 1,13%.

Figura 39 - Ângulos solares para o dia 17/11/2017, às 09:14.



Fonte: Fonte: SUNEARTH TOOLS.COM, (2017)

4.2 DIMENSIONAMENTO DO CAMPO SOLAR

Das Equações (48) e (49) temos que:

$$Q_{abs} = \left(Q_{inc} \cdot \tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif} \right) - Q_{loss} \quad (57)$$

Utilizando a Equação (45) podemos reescrever na forma:

$$Q_{abs} = \left(\left(\sum_{j=1}^{j=n} IA_{row(j)} \right) \cdot f_{shading} \cdot (\rho_{sr} \cdot f_{cl_sr}) \cdot \tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif} \right) - Q_{loss} \quad (58)$$

Novamente, podemos reescrever utilizando a Equação (44):

$$Q_{abs} = \left(\left(\sum_{j=1}^{j=n} \left(DNI \cdot A_{row} \cdot \cos(\delta_{row(j)}) \cdot f_{npl_row(j)} \cdot (\rho_{pr} \cdot f_{cl_pr}) \right) \right) \cdot f_{shading} \cdot (\rho_{sr} \cdot f_{cl_sr}) \cdot \tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif} \right) - Q_{loss} \quad (59)$$

Tirando do somatório os termos em comum para as fileiras de concentradores primários, criando o termo $F_{R,G,P}$ para as características dos refletores, do vidro invólucro do tubo absorvedor e do tubo absorvedor, e criando o termo f_{cos_fnpl} para o somatório das perdas pelo fator cosseno e das perdas pela porção do tubo não iluminada, temos:

$$Q_{abs} = \left(\left(DNI \cdot F_{cos_fnpl_t} \cdot f_{shading} \cdot F_{R,G,P} \cdot (W \cdot L) \right) \right) - Q_{loss} \quad (60)$$

Onde W e L são a largura e comprimento dos concentradores primários, respectivamente, e $F_{R,G,P}$ e f_{cos_fnpl} são, respectivamente:

$$F_{R,G,P} = \left(\rho_{pr} \cdot f_{cl_pr} \right) \cdot \left(\rho_{sr} \cdot f_{cl_sr} \right) \cdot \left(\tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif} \right) \quad (61)$$

$$F_{cos_fnpl_t} = \sum_{j=1}^{j=n} \left(\cos(\delta_{row(j)}) \cdot f_{npl_row(j)} \right) \quad (62)$$

Como já dito na metodologia, para o dimensionamento foi necessário estipular arbitrariamente as dimensões transversais iniciais do campo de concentração solar (largura dos concentradores primários, quantidade de concentradores primários e altura do concentrador secundário) pois as perdas ópticas dependem destas características. A Equação (60) foi desenvolvida de modo a se encontrar o

comprimento, L , do campo de concentração solar para atender a demanda de potência do projeto, Q_{abs} .

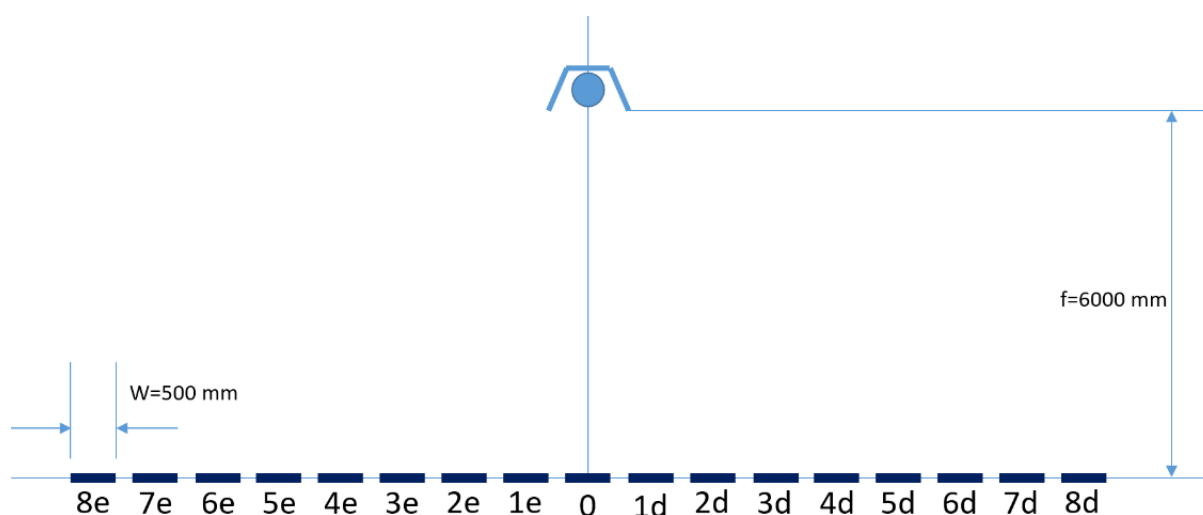
A escolha das dimensões prévias do projeto pode gerar um campo de concentração muito longo, por exemplo, tornando, assim, o processo iterativo até que se encontre um dimensionamento que atenda a necessidade energética da empresa e que seja instalável na área disponível para tal.

As seções a seguir apresentam os cálculos utilizados no dimensionamento e por fim são apresentados os valores encontrados na seção 4.2.7.

4.2.1 Dimensionamento transversal prévio

O campo de concentração solar será composto por 17 fileiras de concentradores primários com largura de 500 mm, alinhadas com a direção Norte-Sul e com o concentrador secundário à uma altura, f , de 6000 mm. Esses valores foram utilizados como dados iniciais para os cálculos e sua influência na eficiência global do sistema não será analisada. A Figura 40 representa o dimensionamento prévio do projeto para um observador posicionado ao sul do campo de concentração solar. A nomeação de concentrador primário 7e, por exemplo, significa o sétimo concentrador primário à esquerda do centro para um observador ao sul do campo solar.

Figura 40 – Dimensionamento prévio transversal



Fonte: Autoria própria

A partir das Equações (16), (17) e (18) foram calculadas, em uma planilha eletrônica, as distâncias de cada linha de espelhos até o centro do campo para que

em $-45^\circ \leq \theta_t \leq 45^\circ$ nenhuma linha de refletores faça sombra nas linhas vizinhas. Os valores estão contidos na Tabela 3 e θ_t é o ângulo entre a vertical e um raio solar projetado no plano da Figura 40. θ_t pode ser entendido também na Figura 33.

Tabela 3 – Distância do eixo de rotação dos refletores primários até a linha vertical do tubo absorvedor

i	L _{pr,i}
0	0,00
1e	658,29
2e	1329,14
3e	2010,39
4e	2699,77
5e	3395,14
6e	4094,60
7e	4796,60
8e	5499,94
1d	658,29
2d	1329,14
3d	2010,39
4d	2699,77
5d	3395,14
6d	4094,60
7d	4796,60
8d	5499,94

Fonte: Autoria própria

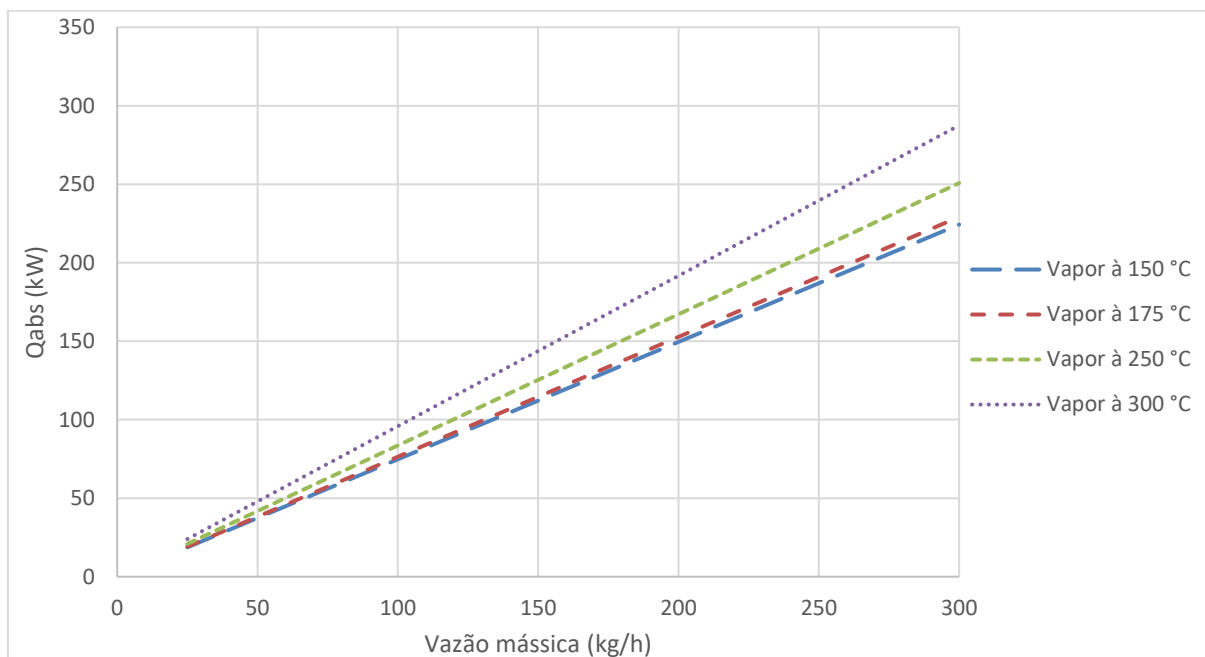
4.2.2 Estipulação da potência requerida para o projeto, Q_{abs}

Para a produção de 150 kg/h de vapor à 150 °C a potência que deve ser fornecida pelo sistema continuamente para a geração de vapor calculada foi de 112,155 kW através da Equação (47). Isto significa que o campo de concentração solar deve fornecer esta potência durante uma hora para gerar 150 kg de vapor.

Os códigos utilizados para a obtenção dos valores de entalpia e calor específico estão no Apêndice A, assim como as considerações envolvidas no cálculo.

Os valores obtidos de potência requerida para vapor a temperaturas de 150, 175, 250 e 300 °C estão contidos no Apêndice A e foram adicionados na Figura 41. Como era esperado, podemos observar na Figura 41 que quanto maior a temperatura e vazão requerida, maior é a potência absoluta necessária.

Figura 41 – Variação de Q_{abs} em função da demanda de vazão mássica de vapor para diferentes temperaturas de vapor



Fonte: Autoria própria

A potência absoluta é composta pela potência ganha menos as perdas térmicas do tubo absorvedor, como visto na Equação (48).

4.2.3 Média anual da irradiância direta entre às 08:00 e 16:00 (hora solar) para a cidade de Pato Branco

Para estimativa da irradiância horária para os 365 dias do ano em Pato Branco, foram utilizados os dados de entrada para os cálculos contidos no Apêndice B. Os resultados de todos os cálculos realizados para o cálculo de DNI , para cada dia do ano, estão contidos nos Apêndices D, E e F.

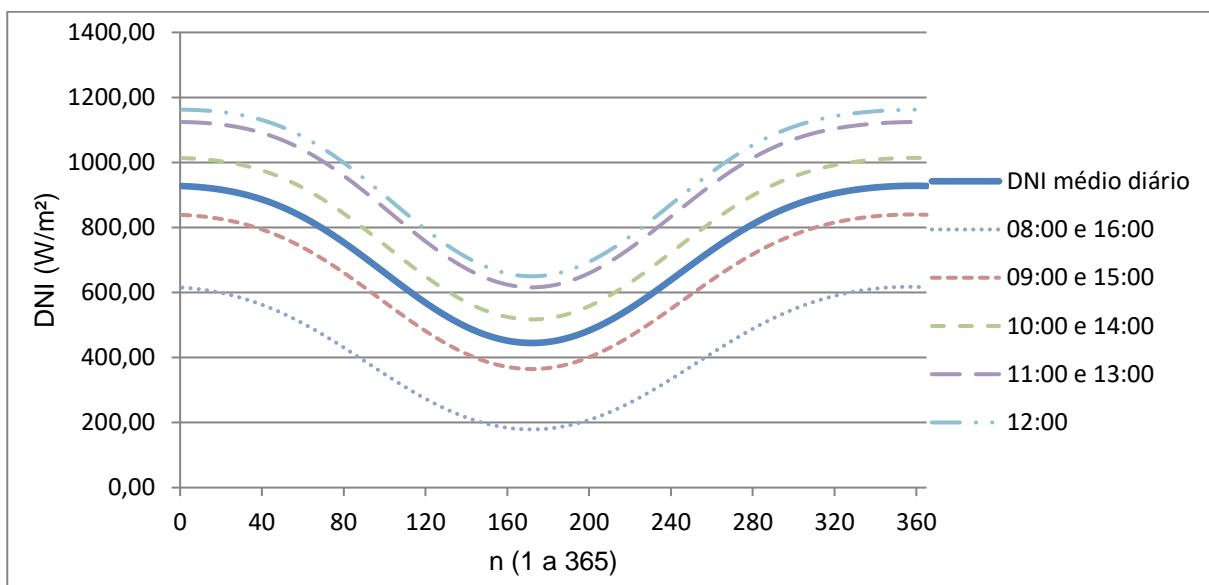
Como se pode observar no Apêndice F, a estimativa de irradiância, para um dia de céu limpo, no primeiro dia do verão de 2017, dia 21 de dezembro, ao meio dia solar (13h 28min 48s (Apêndice C)) é de 1162,24 W/m², a média diária do mesmo dia, no período calculado (08:00 às 16:00 – hora solar), é de 928,11 W/m². Já para o primeiro dia do inverno de 2017, dia 21 de junho, ao meio dia solar (12h 31min 48s (Apêndice C)) a irradiância calculada é de apenas 649,97 W/m², tendo uma média diária de 444,87 W/m² considerando o período de análise com céu limpo.

O gráfico da Figura 42 foi gerado a partir dos dados do Apêndice F. Observe-se que as curvas do gráfico possuem comportamento semelhante ao gráfico da Figura

37. Isso se deve ao fato de a irradiância ser dependente do ângulo de altitude solar. Assim sendo, da mesma maneira que para a altitude solar, os valores de DNI se repetem para as horas solares onde os ângulos de azimute e de elevação solar se repetem.

A média da irradiância anual do período considerado que foi utilizada nos cálculos para o dimensionamento do campo solar da quantidade de área de concentradores primários foi calculada em $716,84 \text{ W/m}^2$ e, como já dito, é uma média dos valores da curva DNI médio diário do gráfico da Figura 42. O valor está contido ao final do Apêndice F.

Figura 42 – Variação do DNI para cada hora ao longo do ano e DNI médio diário



Fonte: Autoria própria

4.2.4 Análise das perdas ópticas

A largura de concentradores primários sombreada média calculada foi de $528,31 \text{ mm}$ para o instante médio, como pode ser observado no Apêndice H. A Tabela 4 contém os valores, para o mesmo instante, das perdas pelo fator cosseno e da porção de tubo não iluminada para cada fileira de refletores primários. Seus valores foram obtidos com a média das perdas diárias do dia médio (Apêndice H). As perdas ópticas do dia médio foram obtidas pelas médias dos quatro dias analisados (Apêndice G).

As perdas ópticas da Tabela 4 e a largura de refletores primários não sombreada foram utilizadas no cálculo do dimensionamento do campo de concentração solar do Apêndice I.

Tabela 4 – Perdas ópticas

i	$\cos(\delta_{row})$	$L_{endloss}$ (mm)
0	0,9351	2595,52
1e	0,9502	2611,09
2e	0,9625	2658,44
3e	0,9717	2737,34
4e	0,9779	2846,16
5e	0,9815	2982,24
6e	0,9829	3142,31
7e	0,9827	3322,96
8e	0,9814	3520,97
1d	0,9171	2611,09
2d	0,8965	2658,44
3d	0,8763	2737,34
4d	0,8584	2846,16
5d	0,8417	2982,24
6d	0,8280	3142,31
7d	0,8173	3322,96
8d	0,8093	3520,97

Fonte: Autoria Própria

Os cálculos da tabela acima foram feitos como descrito em 4.2.1.1, 4.2.1.2 e 4.2.1.3, adiante.

De modo a organizar os cálculos, a Equação (62) foi dividida entre os refletores primários da direita, da esquerda e refletor primário central.

Os valores de $L_{endloss}$ da Tabela 4 foram aplicados na Equação (43) criando um fator em função do comprimento do tubo absorvedor, L , e então esta função foi multiplicada com os valores de $\cos(\delta_{row(j)})$. Assim sendo, a Equação (62) foi levada como uma função de L no dimensionamento geral do projeto, como pode ser visto na Figura 62 do Apêndice I.

4.2.4.1 Perdas pelo fator cosseno, $\cos(\delta_{row(i)})$

As perdas pelo fator cosseno foram calculados com base nas Equações (35), (36) e (37) para cada hora solar entre às 8:00 e 12:00 para o primeiro dia das quatro estações do ano e para as 17 fileiras como pode ser observado no Apêndice G. Em seguida foram feitas as médias de cada hora para os quatro dias e para as 17 fileiras, obtendo, assim, perdas ópticas para um dia médio anual (Apêndice H). Por fim, foi feita uma média das horas deste dia, fazendo a média, para cada fileira, no período inteiro (08:00 às 16:00), como pode ser visto na Tabela 4.

Pelo fato de o dimensionamento considerar as horas solares de cada dia, a altitude solar e ângulo de azimute para as 08:00 e para as 16:00 resultam nos mesmos valores de perdas ópticas, da mesma forma que para as 09:00 e para as 15:00 e assim por diante. Portanto, para calcular as perdas ópticas do instante médio, tanto devido ao fator cosseno, porção do tubo absorvedor não iluminada e sombreamento entre fileiras de refletores vizinhas, foi considerado:

$$P_{\acute{o},i} = \frac{(2.P_{\acute{o},08:00} + 2.P_{\acute{o},09:00} + 2.P_{\acute{o},10:00} + 2.P_{\acute{o},11:00} + P_{\acute{o},12:00})}{9} \quad (63)$$

Onde $P_{\acute{o}}$ significa perdas ópticas e o número 9 representa a quantidade de instantes considerados no cálculo, ou seja, das 08:00 às 16:00 (oito horas de duração, mas 9 instantes analisados).

4.2.4.2 Perdas pela porção do tubo não iluminada, f_{nlp_row}

Foram calculadas para cada hora entre às 8:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia das quatro estações do ano e para as 17 fileiras (Apêndice G). Da mesma maneira que para o item anterior, foram feitas médias a fim de se obter um dia médio (Apêndice H) e por fim uma hora média (Tabela 4). Para o valor final de $L_{endloss}$, no cálculo de L , foi diminuído, em cada conta dos fatores $f_{nlp_row(i)}$, 1 m, pois foi estipulado que o tubo absorvedor será 1 metro mais longo que o comprimento dos concentradores primários nas direções norte e sul. O cálculo de f_{nlp_row} pode ser visto no Apêndice I.

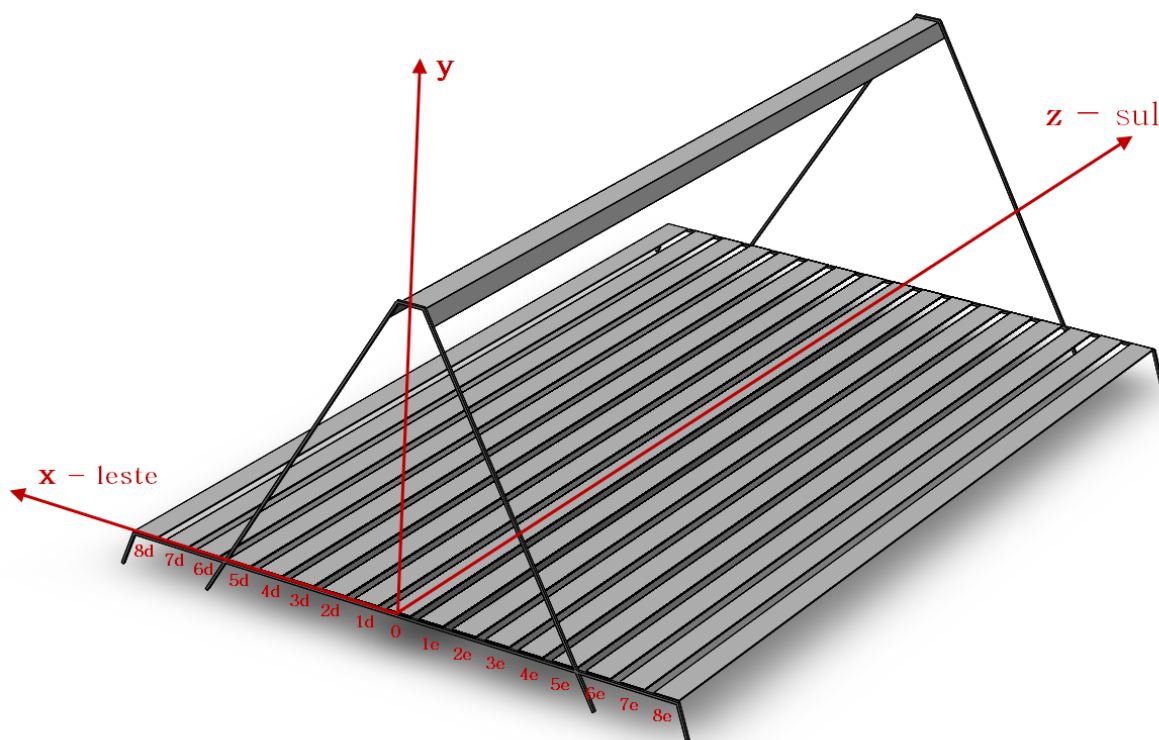
Observação: O fator é dependente do comprimento do tubo absorvedor, que depende do comprimento total dos concentradores primários, objetivo do cálculo.

Portanto, os valores foram levados à Equação (60) como funções de L , como pode ser visto no Apêndice I.

Para realizar os cálculos acima descritos foi utilizada a Equação (39), que estipula que o produto vetorial do vetor de incidência com o vetor normal ao refletor primário é igual ao produto vetorial do vetor normal com o vetor de reflexão. Também foram adotados os sistemas de coordenadas representados na Figura 43 e na Figura 44, convencionado que os espelhos da direita (para um observador ao sul do campo de concentração solar) estão na direção leste, os da esquerda à oeste, e as linhas de espelhos paralelas à direção norte-sul. A equação (39) pode ser entendida pela Figura 44, que apresenta os vetores envolvidos no cálculo para um espelho à esquerda do tubo absorvedor para uma incidência solar no período da manhã.

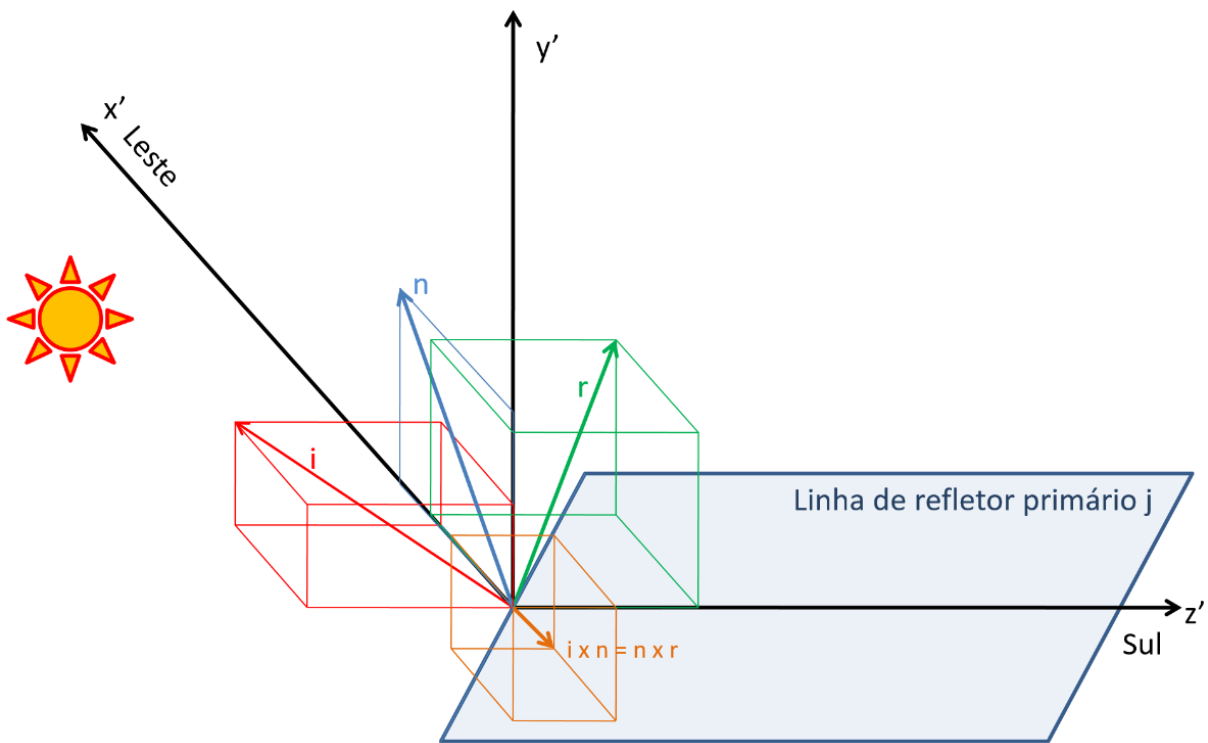
Pelas propriedades de produto vetorial, os três vetores da equação possuem um ângulo de 90 graus com o resultado do produto vetorial, portanto, estão no mesmo plano. O ângulo formado entre o vetor de incidência e o vetor normal é igual ao ângulo entre o vetor normal e o vetor do raio refletido pela lei da reflexão.

Figura 43 – Posicionamento e sistema de coordenadas adotado



Fonte: Autoria própria

Figura 44 – Sistema de coordenadas adotado e estudo dos vetores de reflexão



Fonte: Autoria própria

Os vetores de incidência solar para cada dia e hora solar foram conseguidos pela equação (31) com os ângulos de altitude solar e de azimute de cada situação do Apêndice E. Os vetores normais aos refletores primários foram conseguidos pela equação (38) com os ângulos de inclinação dos espelhos calculados pelas Equações (16) (18) e (19). Para saber a porção do tubo não iluminada por cada fileira de espelho foi necessário calcular, para cada hora solar e para cada fileira, os vetores de reflexão.

Como pode ser observado na Equação (64), obtida pelas Equações (31), (38) e (39), o cálculo dos componentes do vetor unitário de reflexão é feito a partir de produtos vetoriais. Observa-se que foi dado um sinal de negativo para a componente z do vetor de incidência. Isso foi feito pois o sistema em estudo está ao sul da linha do equador ao contrário do trabalho de Pino e Rosa, (2013), que foi feito em Sevilla, na Espanha, ao norte.

$$\begin{bmatrix} \cos(\alpha) \cdot \cos(-\Psi + \text{Orientação}) \\ \text{sen}(\alpha) \\ -\cos(\alpha) \cdot \text{sen}(-\Psi + \text{Orientação}) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \text{sen}(\psi_i) \\ \cos(\psi_i) \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{sen}(\psi_i) \\ \cos(\psi_i) \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_x \\ r_y \\ r_z \end{bmatrix} \quad (64)$$

Ou, para simplificar a visualização:

$$\begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_x \\ r_y \\ r_z \end{bmatrix} \quad (65)$$

Para resolver a equação, ou seja, calcular as componentes do vetor reflexão, foi necessário calcular o determinante para os dois lados da equação e igualar as componentes em x, y e z de cada lado da igualdade.

$$\begin{bmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ i_x & i_y & i_z \\ n_x & n_y & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{i} \\ \vec{j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ n_x & n_y & 0 \\ r_x & r_y & r_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vec{i} \\ \vec{j} \end{bmatrix} \quad (66)$$

Resultando, para x, y e z do produto vetorial, respectivamente:

$$\vec{i} \rightarrow -(i_z \cdot n_y) = n_y \cdot r_z \rightarrow n_y \cdot r_z + i_z \cdot n_y = 0 \quad (67)$$

$$\vec{j} \rightarrow i_z \cdot n_x = n_x \cdot r_z \rightarrow n_x \cdot r_z - i_z \cdot n_x = 0 \quad (68)$$

$$\vec{k} \rightarrow i_x \cdot n_y - i_y \cdot n_x = n_x \cdot r_y - n_y \cdot r_x \rightarrow i_x \cdot n_y - i_y \cdot n_x - n_x \cdot r_y + n_y \cdot r_x = 0 \quad (69)$$

Observa-se, nas equações acima, que para determinar a componente na direção z do vetor de reflexão, r_z , tanto a Equação (67), quanto a (68) poderia ser utilizada. Entretanto, os valores nas direções x e y, r_x e r_y , não são possíveis de serem determinados pela Equação (69), pois têm-se uma equação e duas incógnitas (r_x e r_y).

Como tratam-se de vetores unitários, ou seja, o módulo dos três vetores em questão é igual a 1, temos que:

$$r_x^2 + r_y^2 + r_z^2 - 1 = 0 \quad (70)$$

Assim, através de um sistema com as Equações (69) e (70), foi possível determinar, para cada instante estudado, e para cada fileira de concentradores primários, o vetor de reflexão, como pode ser observado nas tabelas do Apêndice G.

A partir do vetor de reflexão foi possível calcular o ângulo do vetor de reflexão projetado no plano y-z da Figura 43 com a vertical. Com este ângulo e a altura do

concentrador secundário, formou-se um triângulo retângulo no plano y-z e então foi possível calcular, para cada situação, a porção do tubo não iluminada, $L_{endloss}$.

No Apêndice G, para o primeiro dia de cada estação e para cada linha de espelhos são apresentados os vetores de incidência, normal e de reflexão. As componentes em z dos vetores reflexão foram calculadas com a Equação (67) e as componentes em x e y foram calculadas resolvendo os sistemas de equações com as Equações (69) e (70) para cada fileira. Para isso foi utilizado o suplemento Solver, do Excel.

Observa-se no Apêndice G, que as equações apresentam o valor de zero e que os módulos dos vetores de reflexão são iguais a 1, ou seja, as componentes em x e y dos vetores de reflexão satisfazem as equações e o vetores reflexão são vetores unitários. Sendo assim, sabe-se que as componentes do vetor de reflexão satisfazem a Equação (39).

4.2.4.3 Perdas pelo sombreamento entre as fileiras de espelhos, $f_{shading}$

Foi calculada uma largura total sombreada do campo, somando a largura sombreada de cada fileira, para cada hora entre as 8:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia das quatro estações do ano (Apêndice G). Foi feita uma média de cada hora, levando à uma situação de um dia médio e por fim feita uma média deste dia levando a um instante médio (Apêndice H). A largura total de refletores primários média obtida foi de 528,31 mm, gerando um $f_{shading}$ de 0,94. Para o cálculo do fator de sombreamento a Equação (32) foi simplificada para:

$$f_{shading} = 1 - \left(\frac{A_{shaded}}{A_{pr}} \right) = 1 - \left(\frac{W_{shaded_total} \cdot L}{N \cdot W \cdot L} \right) = 1 - \left(\frac{W_{shaded_total}}{N \cdot W} \right) \quad (71)$$

Onde N é o número de fileiras, no caso do projeto, 17.

Observa-se, da Tabela 13 até a Tabela 37 do Apêndice G, que nenhuma fileira de concentradores primários faz sombra na fileira vizinha, W_{shaded} , para valores de θ_t menores que 45° . Isso se deve ao fato, como já dito, de o distanciamento das fileiras de concentradores primários (Tabela 3) ter sido dimensionado para que no intervalo de $45^\circ \leq \theta_t \leq 45^\circ$ nenhuma linha de projetasse sombra na fileira de refletores vizinha.

4.2.5 Análise das perdas térmicas no tubo absorvedor

Como já dito, as perdas térmicas foram calculadas com base no catálogo do fabricante do tubo absorvedor escolhido.

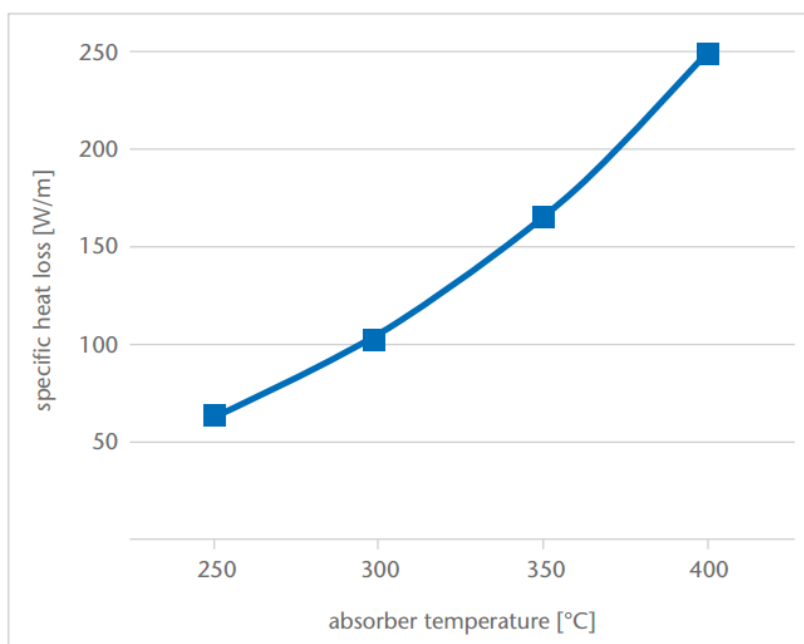
Na Figura 45, observa-se a curva de perdas térmicas em função da temperatura de operação do sistema. Segundo o fabricante, para o tubo absorvedor operando à uma temperatura de 250 °C perde-se menos de 70 W à cada metro de tubo. Portanto, para uma análise mais conservadora, será utilizada esta perda para de potência para a temperatura de operação do projeto. Sendo assim, o calor perdido no tubo absorvedor pode ser expresso por:

$$Q_{loss} = k_{perda} \cdot (L + 2) \quad (72)$$

Onde k_{perda} é a constante de perda do catálogo do fabricante, L é o comprimento do tubo absorvedor e os dois metros adicionados referem-se aos dois metros a mais de tubo absorvedor (um metro a mais para norte e um metro a mais para sul).

Pela Equação (72) observa-se que Q_{loss} é uma função do comprimento do tubo absorvedor. Sendo assim, o fator foi levado como função de L à Equação (60), como pode ser observado na Figura 59 do Apêndice I.

Figura 45 – Perdas térmicas no tubo absorvedor em função da temperatura de operação



Fonte: Fonte: SCHOTT SOLAR, (201[?])

4.2.6 Análise das perdas devido a características dos refletores, do vidro invólucro do tubo absorvedor e do tubo absorvedor, $F_{R,G,P}$

Para o cálculo, de $F_{R,G,P}$ foi utilizado, para todos os fatores de limpeza envolvidos, ($f_{cl,pr}$, $f_{cl,sr}$ e $f_{cl,g}$), um valor de 0,95.

As reflectâncias utilizadas para os concentradores primários e secundários foram de 0,92 e 0,77, respectivamente, tomando como base os trabalhos de Pino et al., (2013) e Yu Qiu et al., (2015).

Os valores da transmitância do vidro de envelope do tubo absorvedor e a absorptância do tubo absorvedor utilizados foram de 0,97 e 0,94, respectivamente. Para esses, foi utilizado o catálogo do fabricante do tubo absorvedor SCHOTT PTR® 70.

O valor de $F_{R,G,P}$ calculado foi de 0,554 e representa uma diminuição significativa na eficiência geral do projeto. Sua influência é discutida adiante e o cálculo do fator $F_{R,G,P}$ está presente no Apêndice I, juntamente com o cálculo das perdas térmicas no tubo absorvedor.

4.2.7 Dimensões encontradas

A partir da Equação (60) foi possível determinar as dimensões do projeto. As dimensões calculadas estão presentes no Apêndice I e os valores para os cálculos apresentados neste apêndice são tratados nos Apêndices de A a H.

Para atender a demanda de 150 kg/h de vapor à 150 °C foi dimensionado um campo de concentração solar com a tecnologia Fresnel linear com 17 fileiras de concentradores primários de 41,70 m de comprimento por 0,5 m de largura cada, alinhados de Norte à Sul. Totalizando, assim, uma área de 354,45 m² de área de concentradores primários, que geram 112,155 kW de potência útil.

O *DNI* médio anual utilizado para o cálculo, 716,84 W/m², incidindo na área de concentradores primários de 354,45 m², sem perdas, produziria uma potência de aproximadamente 254,1 kW e o projeto, com a mesma área de concentradores primários devido às suas perdas ópticas e térmicas, 112,155 kW de potência. Sendo assim, a eficiência global calculada para o sistema nestas condições foi de 44,14%.

A área total dedicada ao campo de concentração pode ser conseguida adicionando os dois metros à mais de tubo absorvedor considerados para diminuir as perdas ópticas pelo fator $f_{endloss}$ no comprimento e para a largura basta somar a

distância dos refletores primários $8e$ e $8d$ da Tabela 3 e adicionar 0,5 m pois as distâncias são referentes ao centro dos refletores primários. A área total do campo de concentração solar para atender a demanda de 150 kg/h de vapor à 150 °C é de:

$$(41,7 + 2) \times (5,49994 + 5,49994 + 0,5) = 43,7 \times 11,50 = 502,54m^2$$

Variando os valores de demanda de 25 kg/h à 300 kg/h de vapor e de temperatura de 150 °C à 300 °C foram encontrados os valores de L presentes na Tabela 5.

Tabela 5 – Comprimentos de concentradores primários necessários para atender às diferentes demandas

Vazão mássica de vapor (kg/h)	150 °C		175 °C		250 °C		300 °C	
	Q_{abs} (kW)	L (m)	Q_{abs} (kW)	L (m)	Q_{abs} (kW)	L (m)	Q_{abs} (kW)	L (m)
25	18,693	8,66	19,097	8,80	20,894	9,44	23,958	10,52
50	37,385	15,26	38,194	15,55	41,789	16,82	47,917	18,99
75	56,078	21,87	57,291	22,30	62,683	24,21	71,875	27,46
100	74,77	28,48	76,388	29,05	83,577	31,60	95,834	35,93
125	93,463	35,09	95,485	35,81	104,471	38,98	119,792	44,40
150	112,155	41,70	114,582	42,56	125,366	46,37	143,751	52,87
175	130,848	48,31	133,679	49,31	146,26	53,76	167,709	61,34
200	149,54	54,92	152,776	56,06	167,154	61,14	191,667	69,81
250	186,925	68,13	190,971	69,56	208,943	75,92	239,584	86,75
300	224,31	81,35	229,165	83,07	250,732	90,69	287,501	103,69

Fonte: Autoria própria

Na Figura 46 pode-se observar o comprimento de concentradores primários necessário para atender diferentes demandas de vapor. No eixo vertical da direita têm-se a área de refletores primários considerando o dimensionamento transversal prévio, onde foi considerada uma largura de 0,5 m.

Observa-se que o comportamento do gráfico da Figura 46 é praticamente idêntico com o do gráfico da Figura 41. Isso se deve ao fato de o comprimento dos refletores primários ser diretamente proporcional à Q_{abs} .

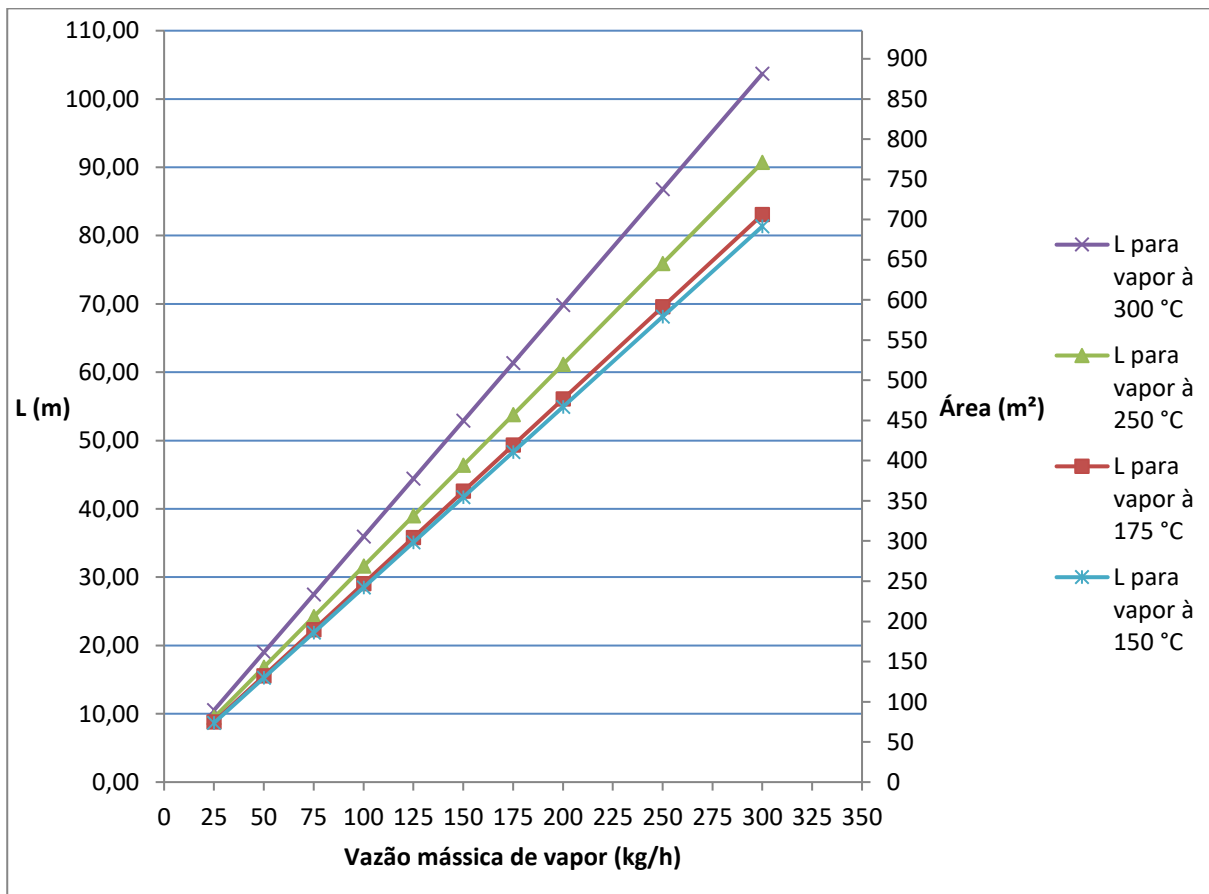
Foram utilizados valores altos para a temperatura de vapor (300 °C) apenas para analisar as dimensões necessárias. Entretanto, como visto em 2.3.1, às

demandas de indústrias típicas utilizadoras de calor para seus processos não ultrapassam os 200 °C.

A Figura 46 pode ser utilizada por indústrias da região de Pato Branco com consumos de vapor até 300 kg/h para analisar as dimensões gerais necessárias de uma usina heliotérmica com as dimensões transversais utilizadas.

Para casos onde não se dispõe de um espaço orientado de Norte à Sul, ou que não acomode as 17 fileiras de concentradores primários utilizadas no dimensionamento transversal prévio, a metodologia de cálculo apresentada e os dados de irradiância do Apêndice F são suficientes para dimensionar um campo de concentração solar com a tecnologia Fresnel linear que atenda uma demanda específica de calor de processo industrial.

Figura 46 – Comprimento e área de refletores primários necessários para atender diferentes demandas de vapor



Fonte: Autoria própria

Vale ressaltar que, pelo fato de haverem dias em que o céu não estará limpo, um gerador de vapor não pode ser dispensado. Sendo assim, para um processo

produtivo que requer vapor saturado, uma usina heliotérmica para a geração de calor de processo, serve como suporte e alternativa a um gerador de vapor apenas para dias ensolarados.

4.3 DIMENSIONAMENTO DO CONCENTRADOR SECUNDÁRIO

A largura encontrada para o concentrador secundário foi de 711,49 mm e essa largura é a largura da projeção dos raios refletidos do espelho da extrema esquerda do campo de concentração solar às 8:00 (hora solar) no primeiro dia do inverno, que, como pode ser observado no Apêndice G, tem uma inclinação de 57,34 °. Foi utilizada esta situação pois neste horário se tem a maior inclinação de um refletor primário, a qual causa uma maior largura necessária.

No Apêndice J pode ser observado o dimensionamento da largura através da Figura 64.

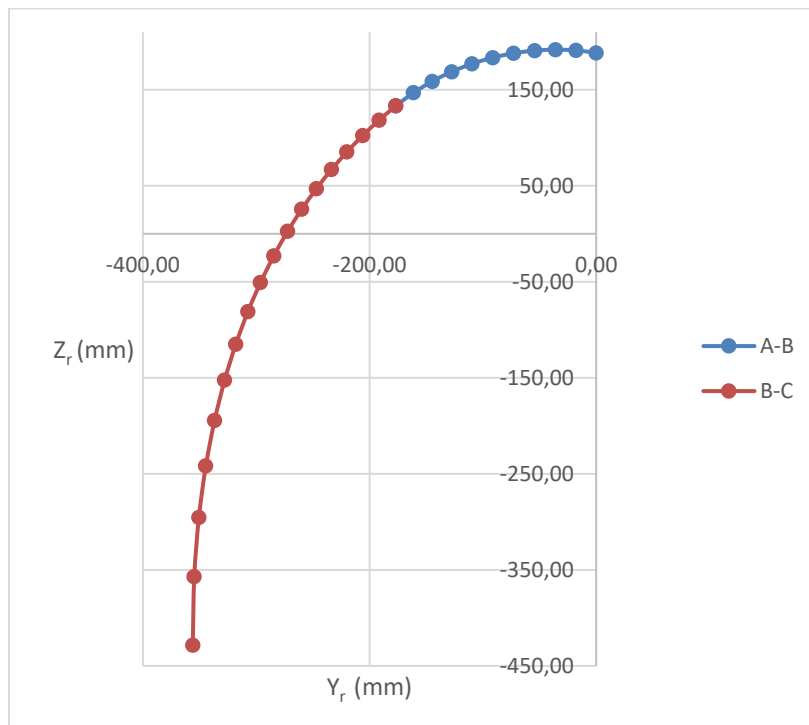
Para o dimensionamento das duas curvas do perfil do concentrador secundários, foram utilizadas as dimensões do tubo absorvedor SCHOTT PTR® 70, a largura calculada, 711,49 mm, e a máxima angulação que um raio refletido chega até o receptor, θ_a , ou ângulo de abertura:

$$\theta_a = a \tan\left(\frac{L_{pr,n}}{f}\right) \quad (73)$$

Onde, $L_{pr,n}$, é a distância horizontal do foco até o centro de rotação do refletor primário de uma das extremidades do campo de concentração solar (refletor primário δ_e ou δ_d).

Na Figura 47 pode ser observado o perfil obtido para o refletor secundário. A figura é um gráfico dos resultados das componentes em y_r e z_r da Tabela 40 e da Tabela 41 do Apêndice J, para as curvas A – B e B – C.

Figura 47 – Perfil do refletor secundário



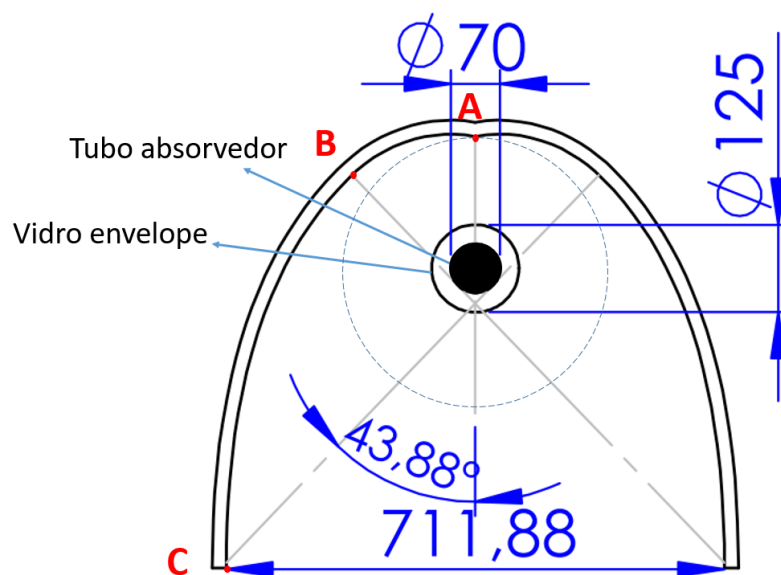
Fonte: Autoria própria

A Figura 48 foi obtida através das coordenadas cartesianas calculadas. Foi criada uma nuvem de pontos no *software* de modelagem 3D com os pontos posicionados nas coordenadas y_r e z_r das tabelas do Apêndice J e em seguida foi traçada uma curva *spline*.

Para que a abertura do perfil fosse suficiente para a largura máxima calculada (711,49 mm) foi necessário utilizar um r_2 de 188,5 mm, o que causou um elevado afastamento do tubo absorvedor. Desta forma, o centro do tubo absorvedor ficou 188,5 mm do ponto A.

O ponto B representa o fim da curva involuta A – B e também o ponto onde um raio refletido com um ângulo θ_a , tangente ao tubo absorvedor, intercepta a curva do perfil do refletor secundário.

Figura 48 – Perfil do refletor secundário



Fonte: Autoria própria

4.4 PRODUÇÃO DE POTÊNCIA E EFICIÊNCIAS DO CAMPO SOLAR DIMENSIONADO AO LONGO DO ANO

O cálculo da produção de potência foi feito para praticamente o período de insolação diário inteiro para o primeiro dia das quatro estações considerando dias de céu limpo. Para isso, as perdas ópticas e térmicas que no dimensionamento geral foram levadas à Equação (60) como função do comprimento do campo de concentração solar e todas das 08:00 às 16:00 (hora solar), foram calculadas e para períodos maiores de insolação. O cálculo do somatório das perdas ópticas de todas as fileiras de concentradores primários para cada hora estão contidos entre a Tabela 42 e a Tabela 54 do Apêndice K.

Os valores das perdas devido às características dos materiais e as perdas térmicas estão contidas apenas na Tabela 55 pois não variam ao longo do ano e sim em função dos materiais e do comprimento do tubo absorvedor, respectivamente.

Da Tabela 55 até a Tabela 58, do Apêndice K, são apresentadas todas as variáveis calculadas da Equação (60) para o cálculo de Q_{abs} entre às 07:00 e 17:00 para os primeiros dias da primavera, outono e inverno e entre às 06:00 e 18:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão.

Nas tabelas acima citadas foram calculadas também eficiências para a análise dos impactos do tubo absorvedor, dos materiais e das perdas ópticas no sistema.

A eficiência térmica, $\eta_{térmico}$, foi calculada como a razão entre Q_{loss} e Q_{abs} diminuída de 1, como pode ser observado na Equação (74). Pode-se entendê-la como a quantidade da potência que foi entregue ao tubo absorvedor que saiu com o vapor na saída do tubo absorvedor.

$$\eta_{térmico} = 1 - \frac{Q_{loss}}{Q_{abs}} \quad (74)$$

A eficiência dos materiais já havia sido calculada no dimensionamento do campo de concentração solar, ($\eta_{materiais} = F_{R,G,P} = 0,55$) e como será pode ser visto abaixo, representa o maior impacto negativo de perda de potência. A eficiência dos materiais é uma eficiência óptica, entretanto, foi tratada separadamente e com outro nome devido ao fato de ser intrínseca dos materiais e não poder ser modificada com o dimensionamento espacial dos componentes do campo de concentração solar, e sim, com o uso de materiais melhores e limpeza dos refletores.

A eficiência óptica de um campo de concentração solar pode ser entendida como a parcela da quantidade de potência que atinge o campo solar que realmente é entregue ao tubo absorvedor, isso envolve tanto os materiais ($F_{R,G,P}$) quanto o dimensionamento (perdas por $F_{shading}$, $\cos(\delta_{row})$ e f_{nlp}). Como dito acima, com o intuito de se avaliar separadamente o efeito dos materiais, o que chamou-se de eficiência óptica neste trabalho é a eficiência devido apenas às perdas ópticas de $F_{shading}$, $\cos(\delta_{row})$ e f_{nlp} . Assim, o cálculo foi feito na forma:

$$\eta_{óptico} = \frac{DNI \cdot F_{\cos_fnlp_t} \cdot f_{shading} \cdot W \cdot L}{DNI \cdot N \cdot W \cdot L} = \frac{F_{\cos_fnlp_t} \cdot F_{shading}}{N} \quad (75)$$

Onde, N é o número de linhas de refletores primários.

A eficiência global do sistema pode ser entendida como o quanto da potência incidente em toda a área de refletores primários que realmente foi transformada em calor de processo industrial na saída do tubo absorvedor. Ela pode ser calculada conforme a Equação (76).

$$\eta_{global} = \frac{Q_{abs}}{DNI.N.W.L} = \eta_{t\acute{e}rmico} \cdot \eta_{materiais} \cdot \eta_{\acute{o}ptico} \quad (76)$$

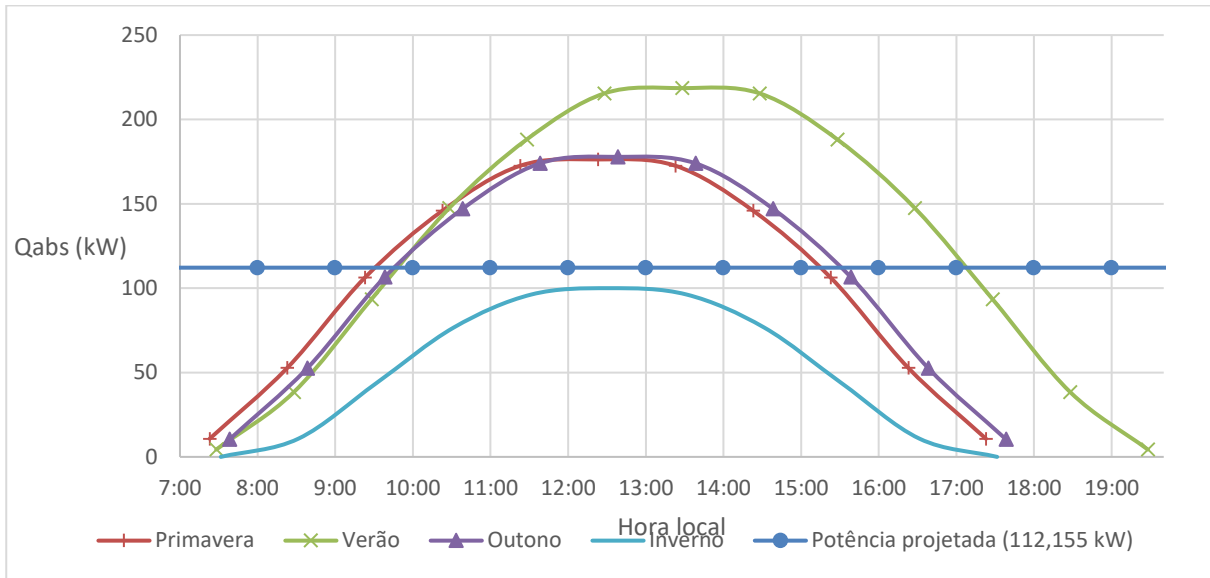
Devido ao fato de a posição aparente do Sol e, conseqüentemente, a irradiância incidente na superfície variar consideravelmente ao longo do ano, o comportamento da produção de potência do campo de concentração solar variou consideravelmente ao longo do ano, como se pode observar na Figura 49, que apresenta a produção de potência, Q_{abs} , para as horas de insolação diárias estudadas para os primeiros dias das quatro estações do ano em função da hora local em comparação com a potência média para que o projeto foi dimensionado, 112,155 kW. Os valores do gráfico estão nas tabelas do Apêndice K.

O pico de DNI diário se d, em qualquer dia, às 12:00 (hora solar). Na Figura 49 observamos como a hora solar varia com a hora local, principalmente no verão, pois na região de Pato Branco o relógio é ajustado com o horário de verão.

Como pode ser visto na Figura 49, existem momentos em que a potência não atende à demanda de 112,155 kW durante o dia, para as primeiras e últimas horas no início da primavera, outono e verão e para nenhuma hora do dia durante o primeiro dia do inverno. No verão, durante a maior parte do intervalo estudado gera-se mais que a potência requerida em condições de céu limpo, gerando, às 13:28:30 (12:00 solar), uma potência de 218,57 kW.

O fato de nem sempre o campo gerar a potência requerida refora o argumento de que uma usina CSP do tipo Fresnel para geração de calor de processo industrial não substitui um gerador de vapor, principalmente quando dimensionada para suprir a necessidade nominal de vapor do processo industrial. Entretanto, mesmo que a potência de dimensionamento fosse muito maior que a potência requerida, existem dias em que o céu não está limpo, fazendo, assim, com que o campo de concentração solar não gere a potência necessária para gerar a produção requerida de vapor para o processo industrial, mais uma vez, reforando a impossibilidade de se abrir mão de uma outra alternativa de geração de vapor.

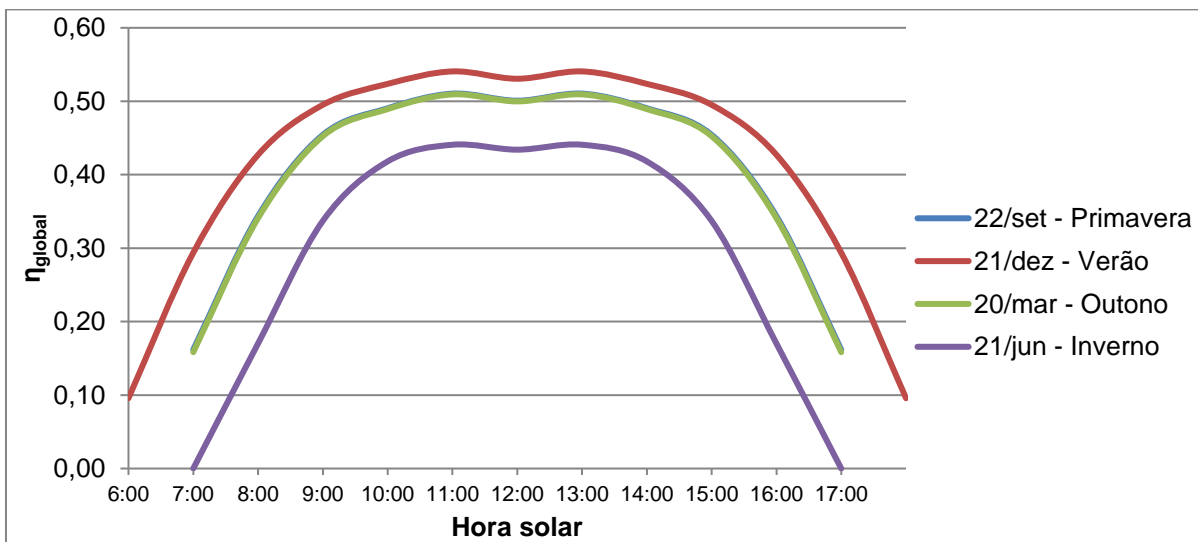
Figura 49 – Variação de Q_{abs} durante o dia para o primeiro dia das quatro estações



Fonte: Autoria própria

Na Figura 50 podem ser observadas as curvas de eficiência global do campo de concentração solar durante o primeiro dia de cada estação em função da hora solar. Observa-se que o comportamento da eficiência para a primavera e para o outono é tão parecido, que graficamente pode ser considerado idêntico pois uma curva sobrepõe a outra. Os valores do gráfico podem ser consultados da Tabela 55 até a Tabela 58 do Apêndice K.

Figura 50 – Eficiência global do sistema durante o dia para o primeiro dia das quatro estações em função da hora solar

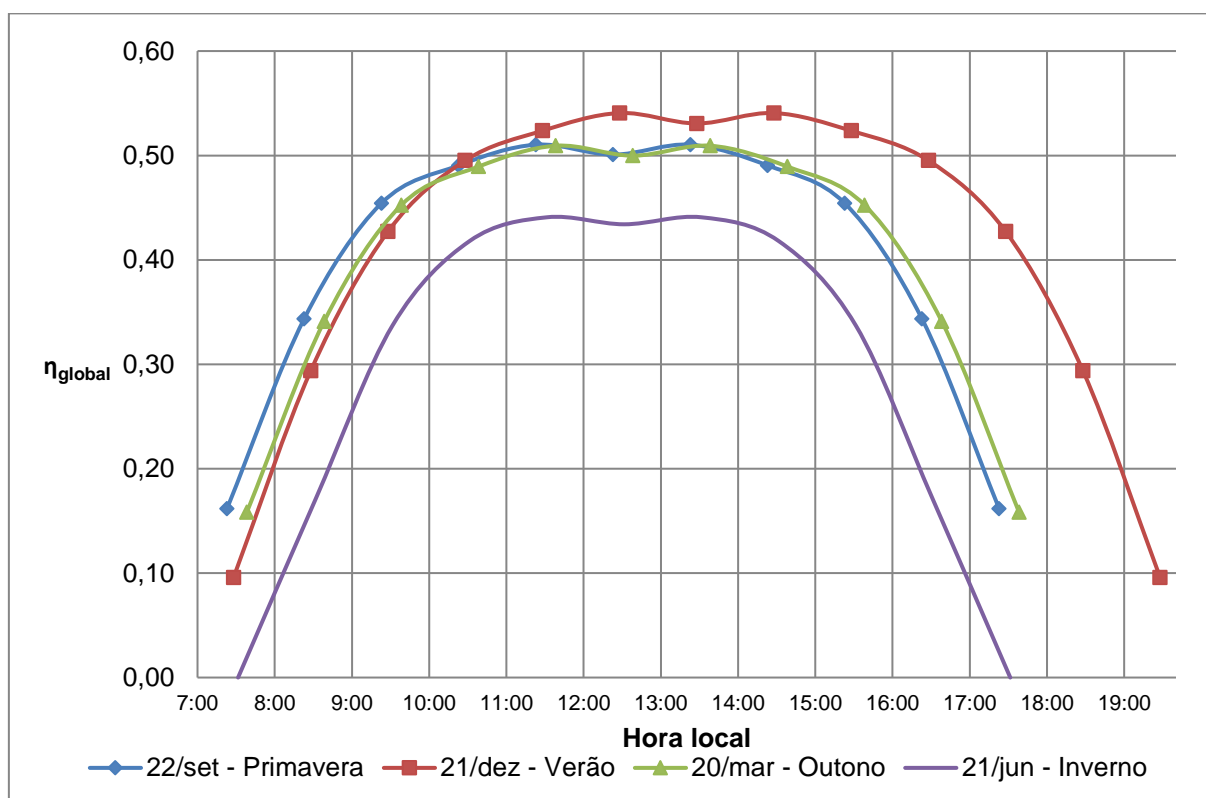


Fonte: Autoria própria

Para uma melhor análise, na Figura 51, com os mesmos valores de eficiência global foi gerado um gráfico em função da hora local. Observa-se novamente a grande diferença entre o horário de verão e os demais horários.

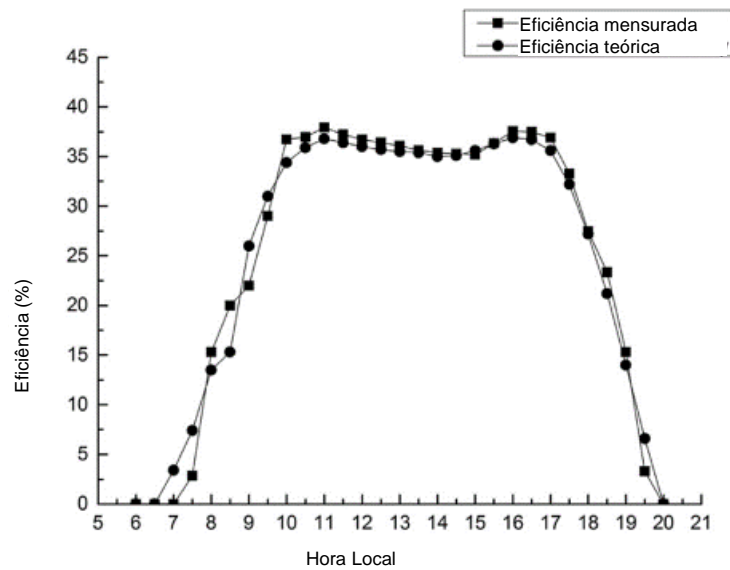
A Figura 52 representa uma curva típica de eficiência global para um campo de concentração do tipo Fresnel para o período de insolação diário inteiro de um dia do ano referente ao trabalho de (BELTAGY et al., 2017). A característica do perfil da curva da Figura 52 pode ser vista nas curvas da Figura 51, principalmente para o inverno, pois o período de insolação é menor já que é o dia “mais curto” do ano (Solstício de Inverno no hemisfério sul). Para o verão, observa-se que em função do período de insolação ser mais longo, a curva referente à eficiência abrange uma maior quantidade de horas.

Figura 51 - Eficiência global do sistema durante o dia para o primeiro dia das quatro estações em função da hora local



Fonte: Autoria própria

Figura 52 – Comportamento da eficiência do campo de concentração solar para o dia 23/04/2015 do trabalho de (BELTAGY et al., 2017).



Fonte: BELTAGY et al., (2017).

Na Figura 53 foi feita uma análise para o primeiro dia do inverno das componentes da eficiência global. Este dia foi o escolhido pois é o dia em que se tem a menor eficiência global. As 3 curvas superiores referem-se às eficiências dos materiais, óptica e térmica. Observa-se que a o fator que mais impacta na eficiência global são as características dos materiais ($\eta_{materiais}=0,55$), que para todas as situações diminui em 45 % a eficiência global do sistema.

Os valores das curvas da Figura 53 podem ser consultados da Tabela 55 até a Tabela 58, nas quais pode-se observar que para a maior quantidade de horas calculadas a ordem de impacto negativo na eficiência global é:

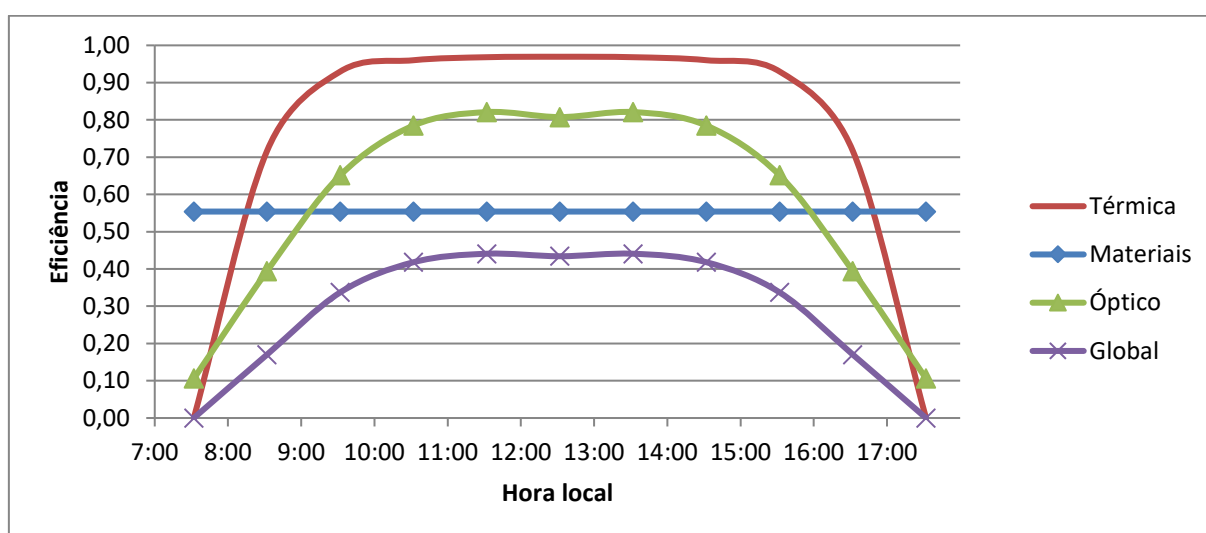
- 1) Materiais
- 2) Perdas ópticas
- 3) Perdas térmicas.

A maior eficiência global encontrada foi de 0,54 para às 11:00 e 13:00 (hora solar) do solstício de verão (12:28 e 14:28 do dia 21/12), no mesmo horários da maior eficiência óptica, 0,99. Essa eficiência óptica é conseguida devido ao fato de apenas as perdas pelo fator cosseno estarem atuando, pois não existe porção do tubo não iluminada, devido ao um metro à mais de tubo absorvedor para Norte e para Sul e não haver sombreamento entre fileiras vizinhas de concentradores primários.

Por outro lado, a menor eficiência global encontrada foi de 0,00 para a primeira e última hora calculada do solstício de inverno (07:32 e 17:32 do dia 21/06), no mesmo horário da menor eficiência óptica, 0,11.

O valor de maior eficiência térmica foi de 0,99 e ocorreu em vários momentos. A eficiência térmica, tendo fixado o comprimento do tubo absorvedor, depende diretamente de Q_{abs} , pois neste trabalho foi fixado 70 W/m de perda térmica, totalizando em 3,68 kW. Entretanto, em uma análise real as perdas térmicas variam com a temperatura de operação e condições climáticas como o vento e temperatura externa.

Figura 53 – Eficiências para o primeiro dia do inverno



Fonte: Autoria própria

4.5 PRODUÇÃO DE VAPOR E ENERGIA OFERECIDA PELO SISTEMA AO LONGO DO ANO

Como dito na Seção 3.2.5.1, para todos os dias estudados, considerou-se que todo o volume de água líquida do sistema estará à 60 °C. A água começa a circular em circuito fechado até que se atinja o estado de líquido saturado à 150 °C.

Para o cálculo da energia necessária para este processo foi considerado o volume de água necessário para preencher o tubo absorvedor, 100 litros considerados como nível mínimo do reservatório em circuito fechado e mais 57,7 m da tubulação do circuito fechado com o mesmo diâmetro do tubo absorvedor, 70 mm. Este valor de

comprimento de tubulação foi estimado levando em consideração a altura do tubo absorvedor e considerando que o reservatório está à 2 m do campo solar.

A consideração de que a tubulação terá o mesmo diâmetro do tubo absorvedor foi feita para que se evitassem problemas com escoamentos em velocidades altas que, conseqüentemente, causam perdas de carga no sistema e exigem mais potência da bomba de circulação. Entretanto, a tubulação pode ser dimensionada, de modo a apresentar uma perda de carga aceitável e diminuindo o diâmetro da tubulação. Isto faria com que um menor volume de água tivesse que ser aquecido no início da manhã, e conseqüentemente, mais energia poderia ser aproveitada na geração de vapor ao longo do dia, que é o objetivo do campo de concentração solar.

O volume calculado de água a ser aquecida foi de 490,233 litros e a energia necessária para o aquecimento deste volume de água foi calculada em 189697,872 kJ, como pode ser visto no Apêndice L

Sabendo que a Equação (46) calcula a potência para que certa vazão de água seja aquecida, se trocarmos o termo de vazão mássica por apenas massa, o resultado será a energia para que a massa de água seja aquecida e não energia por unidade de tempo (potência) para que a vazão mássica de água aquecida seja mantida. O mesmo pode ser dito para a Equação (47). Sendo assim, para os cálculos de energia, tanto para aquecimento da água, quanto para produção de vapor, as (46) e (47) foram utilizadas trocando o termo vazão mássica por massa de água.

Para cada dia do ano, o campo solar levará um tempo diferente até que a água chegue no estado de líquido saturado à 150 °C. Para o cálculo deste tempo, com base na Equação (56), foram realizadas integrações das curvas de potência da Figura 49 para cada dia e calculado o tempo necessário para que o resultado integral fosse igual a energia para o aquecimento do volume de água (189697,872 kJ). A integral de uma curva de potência por tempo representa, matematicamente, a área abaixo da curva e, fisicamente, a energia fornecida pelo sistema, como visto na Seção 2.7.

As funções das curvas de potência para os dias analisados foram aproximadas com o software SigmaPlot e a resolução da integral foi feita com o software MathCad, como pode ser visto no Apêndice M.

A área abaixo das curvas, ou seja, a energia, foi calculada com o software SigmaPlot.

Da Figura 54 até a Figura 57 podem ser observadas as mesmas curvas da Figura 49 em função do tempo em segundos e não da hora. A energia, em Joules,

para o aquecimento da água para cada um dos quatro dias estudados pode ser entendida como a área abaixo das curvas *Aquecimento* de cada gráfico. A partir do final destas curvas a potência fornecida pelo sistema é utilizada na geração de vapor saturado e a energia, em joules, para este processo ao longo do dia pode ser entendida como a área abaixo das curvas *Geração de vapor* de cada gráfico

A energia para a geração de vapor pode ser representada no gráfico em kWh através das médias da variação de potência para a geração de vapor conseguida através da integração das curvas de geração de vapor e dividindo o resultado pelo intervalo estudado. Assim, consegue-se valores de potência média em todo o intervalo de geração de vapor, representado pelas retas horizontais nas figuras abaixo. As áreas abaixo das curvas *Geração de vapor* são iguais as áreas abaixo das retas de *Potência média* de cada gráfico.

Na Tabela 6 pode-se observar o tempo necessário para que a água seja aquecida pela manhã para os dias estudados no período diário considerado. Observa-se que no inverno o campo solar leva consideravelmente mais tempo para aquecer a água. Vale ressaltar que o tempo de aquecimento foi contado a partir da primeira hora solar estudada para cada dia (primavera – 7:00; verão – 6:00; outono – 7:00 e inverno – 7:00) e não para a hora do nascer do Sol, deste modo, no instante considerado como sendo o segundo zero, nas análises abaixo, o Sol já tem alguma altitude solar (primavera – 13,86°; verão – 10,12°; outono – 13,61° e inverno – 2,13°). Isto também explica o fato de as curvas dos gráficos da Figura 54 até a Figura 57 não iniciarem com potência zero. Sendo assim, o tempo de aquecimento real da água pode variar para uma análise desde o instante de nascer do Sol de cada dia.

Observa-se na Tabela 6 que a energia para o aquecimento da água até que o sistema atinja o estado de geração de vapor é igual para todos os dias estudados. Isso se deve ao fato de que, para todos os dias, foi considerado que a estará a uma temperatura de 60 °C. Entretanto, em condições reais, para temperaturas ambientes diferentes a temperatura da água no início da manhã terá temperaturas diferentes em função do isolamento térmico do sistema.

Na Tabela 6 pode-se observar também a energia total para geração de vapor proporcionada pelo sistema em dias de céu limpo durante o tempo analisado. Na Seção 4.2 foi dimensionado o sistema para gerar, numa situação média do ano todo, das 08:00 às 16:00, 112,155 kW de potência. Como esse é um valor médio, entende-se que o projeto foi dimensionado para que a média de produção de potência em

qualquer dia analisado fosse 112,155 kW. Isso seria equivalente a dizer que o projeto produz, em média 112,155 kWh de energia em uma hora. Na Tabela 6 podemos observar que para os quatro dias analisados a potência média diária ficou em torno da potência média projetada, sendo que para o inverno a potência média não supriu as necessidades para as quais o projeto foi dimensionado.

Os valores de potência média, que, numericamente, também representam a energia em kWh da Tabela 6 podem ser observados das retas dos gráficos da Figura 54 até a Figura 57.

Na Tabela 6 podem ser observados os resultados da produção total de vapor calculada no período considerado para os quatro dias analisados. Observa-se que há uma grande variação de produção de vapor entre o inverno e verão e que para o outono e primavera a produção de vapor é semelhante.

Mesmo levando em consideração de que todos os dias analisados o céu está limpo, observa-se que a produção de vapor não é constante ao longo do dia. Isso se deve ao fato de a altitude solar, *DNI*, perdas ópticas e térmicas variarem ao longo do dia. Para situações reais outros fenômenos são envolvidos, como a presença de nuvens, sombreamento do campo solar, chuvas, etc. Isto reforça a ideia de que para um processo industrial que exija calor de processo em quantidade constante, o uso de um campo de concentração solar do tipo Fresnel deve ser feito em paralelo com alguma outra forma de geração de vapor.

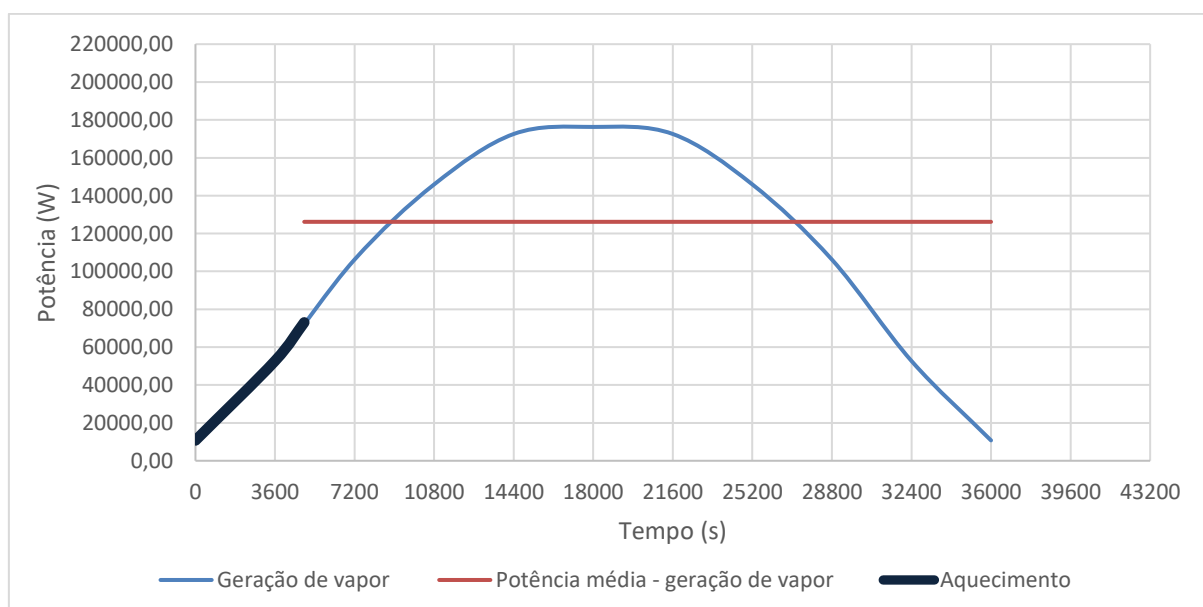
Os valores de quantidade total de vapor produzido podem ser utilizados para análises de viabilidade econômica de projetos de investimento pois representam a quantidade de vapor que pode deixar de ser produzido, em um dia, em outro instrumento de geração de vapor. Fazendo que haja economia de energia na geração de calor de processo industrial para dias em que as condições climáticas sejam favoráveis ao aproveitamento da energia solar.

Tabela 6 – Tempo de aquecimento e geração de geração vapor, energia fornecida pelo sistema, potência média e produção de vapor para o primeiro dia das quatro estações

		Primavera 22/set	Verão 21/dez	Outono 20/mar	Inverno 21/iun
Tempo necessário para o aquecimento da água no intervalo considerado	(s)	4922	5649	4939	8849
	(h)	1,37	1,57	1,37	2,46
Tempo para geração de vapor durante o dia no intervalo considerado	(s)	31078,13	37551,33	31060,60	27150,86
	(h)	8,63	10,43	8,63	7,54
Energia para o aquecimento da água	(kJ)	189697,87	189697,87	189697,87	189697,87
Energia para a geração de vapor	(kJ)	3921651,53	5529787,21	3946191,12	1806761,97
	(kWh)	126,19	147,26	127,05	66,55
Potência média para a geração de vapor	(kW)	126,19	147,26	127,05	66,55
Média da quantidade de vapor produzido no dia	kg/hr	168,77	196,95	169,92	89,00
Quantidade total de vapor produzido no dia	kg	1456,93	2054,37	1466,05	671,23

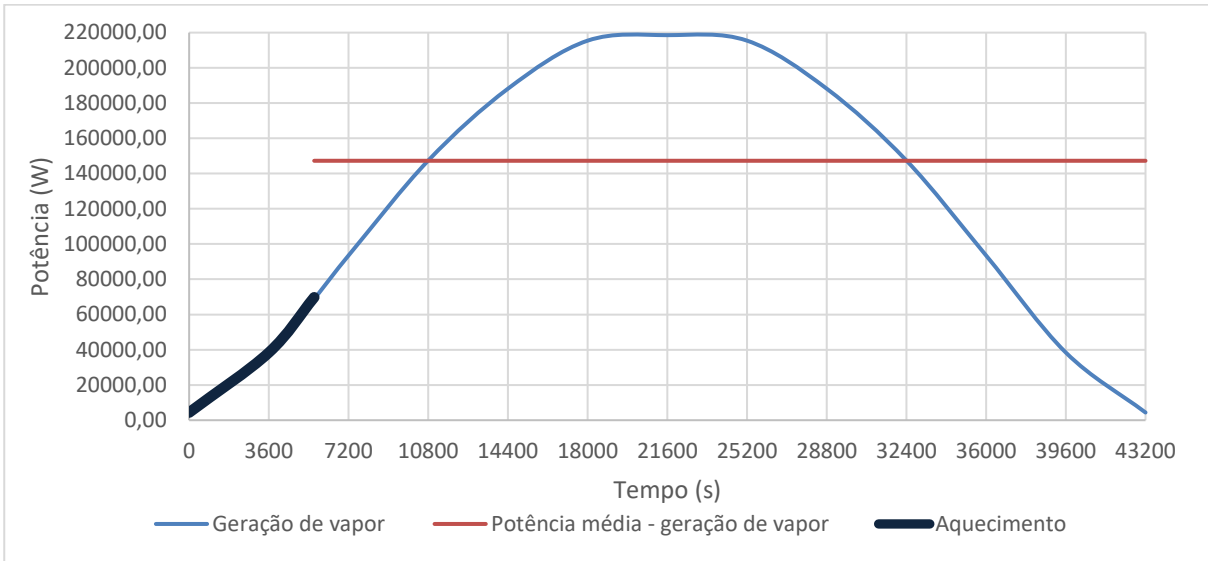
Fonte: Autoria própria

Figura 54 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia da primavera



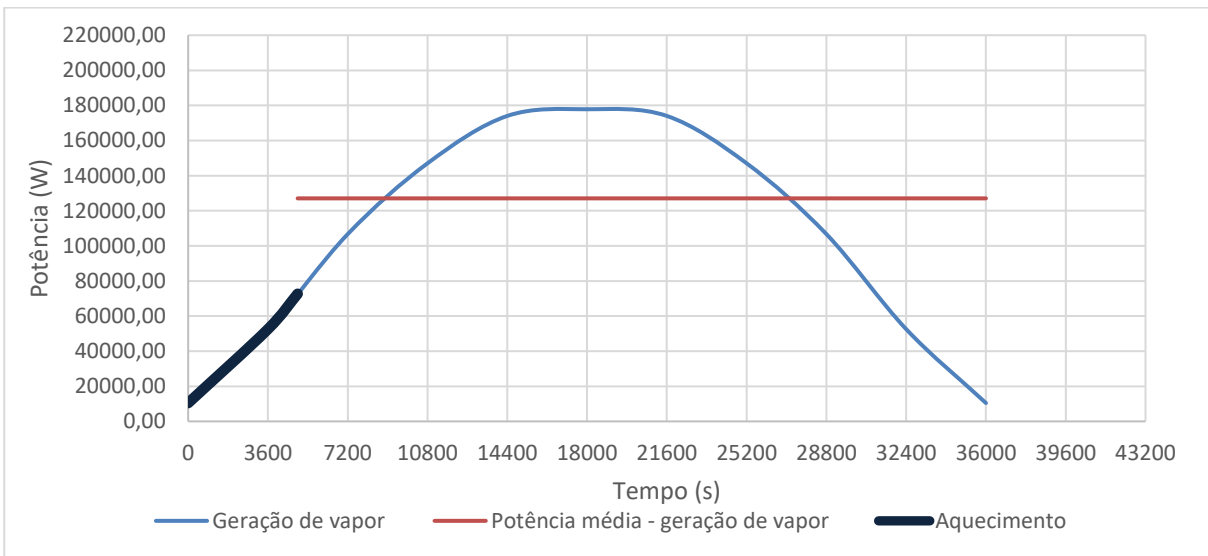
Fonte: Autoria própria

Figura 55 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do verão



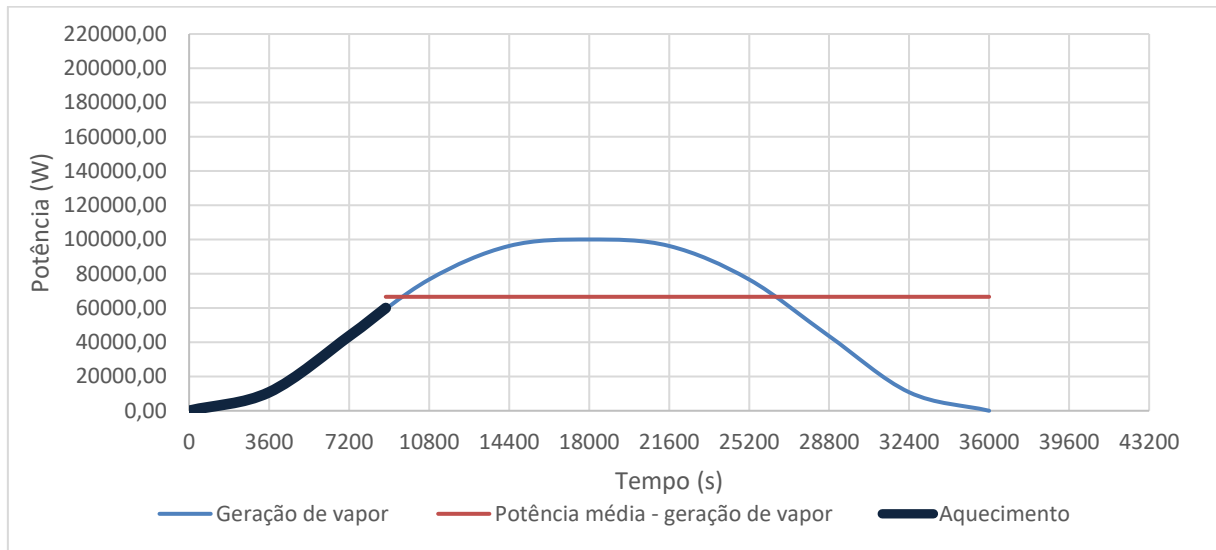
Fonte: Autoria própria

Figura 56 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do outono



Fonte: Autoria própria

Figura 57 – Curva de potência para aquecimento da água e produção de vapor para o primeiro dia do inverno



Fonte: Autoria própria

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Para o cumprimento do objetivo geral se levaram várias etapas. Primeiramente, foi dado início ao estudo do potencial oferecido pelo Sol para a cidade. Para isso, devido ao fato de não se dispor de equipamentos de medição de irradiância, foi necessário fazer um estudo aprofundado de geometria solar, ângulos aparentes do Sol e estimar a irradiância através de cálculos considerando dias de céu limpo.

Com o potencial oferecido pelo Sol calculado, foi dado início ao dimensionamento do campo solar. O primeiro passo foi encontrar um consumo de vapor (vazão e temperatura) que representasse um consumo típico das empresas da microrregião de Pato Branco. Para isso, foram pesquisadas na literatura as características de consumo de vapor de indústrias típicas consumidoras de calor de processo e escolhido um consumo de vapor e temperatura para servir como dado de entrada para o dimensionamento. Além de pesquisa bibliográfica, consultas em empresas foram feitas, bem como consultas com profissionais da área. A demanda escolhida para o dimensionamento do projeto foi um consumo de 150 kg/h de vapor saturado à 150 °C.

Outro dado que serviu como entrada para o dimensionamento foi a escolha da quantidade de refletores primários, direção das fileiras de refletores, largura e altura do refletor secundário, estipulações que no trabalho foram denominadas de dimensionamento transversal prévio. Os cálculos foram feitos para um dimensionamento transversal prévio com 17 fileiras de concentradores primários de 0,5 m de largura, alinhadas na direção Norte – Sul e com o receptor à uma altura de 6 m.

A partir do dimensionamento transversal prévio e da demanda de vapor, iniciou-se o dimensionamento do campo solar.

Para um dimensionamento que atendesse a demanda na maior quantidade de dias do ano, todas as componentes envolvidas nos cálculos de dimensionamento foram utilizadas em forma de médias. A irradiância utilizada no dimensionamento foi a média das médias de irradiância diária entre às 08:00 e 16:00 (hora solar) de todos os dias do ano, o valor encontrado foi de 716,84 W/m². As perdas ópticas foram calculadas para o primeiro dia de cada estação do ano e, da mesma forma que para a irradiância, foi calculada uma situação de um dia médio e por fim de um instante de perdas ópticas médio.

Para que o campo de concentração solar dimensionado atendesse o consumo de projeto para o qual foi calculado, seria necessário produzir uma potência média de 112,155 kW. Para produzir esta potência, nas condições médias acima citadas, foi calculado que os refletores primários devem ter 41,70 m de comprimento, totalizando uma área de concentradores primários de 354,45 m² e, em termos de espaço total destinado para o campo solar projetado, uma área de 502,54 m² (43,7 m por 11,5 m). O projeto, nas condições médias, apresentou uma eficiência global de 44,14%.

Foi também gerado um gráfico para dimensionamento de projetos para atender outras demandas, mas com as mesmas dimensões transversais. Foram calculados os comprimentos de concentradores primários e áreas para vazões variando de 25 a 300 kg/h de vapor com temperaturas variando de 150 a 300 °C.

Após o dimensionamento da área de concentradores primários e área total do campo solar, foi dimensionado o perfil do refletor secundário de modo que toda a irradiância refletida pelos refletores primários atingisse o tubo absorvedor, foram calculadas as coordenadas cartesianas de vários pontos da curvatura do perfil do concentrador secundário e traçada a curva de perfil do mesmo.

Após o dimensionamento do campo solar e do concentrador secundário foi iniciado o estudo da produção de potência oferecida pelo sistema em diferentes dias do ano e para períodos de insolação maiores que das 08:00 às 16:00 de cada dia, com o intuito de analisar se o projeto produziria, em média, os 112,155 kW de potência para o qual foi projetado.

Concluiu-se que a entrega de potência pelo sistema não atingiu a média nos quatro dias estudados e que varia muito ao longo de cada dia. No primeiro dia da primavera a média da curva de potência encontrada foi de 126,19 kW; do verão, de 147,26 kW; do outono, de 127,05 kW e do inverno, 66,55 kW.

Foi analisado, também, eficiências devido às perdas ópticas, devido aos materiais, devido às perdas térmicas e eficiência global nos quatro dias analisados. Em geral a eficiência global do sistema foi maior para o verão, intermediária para a primavera e outono, e menor para o inverno. A maior eficiência global encontrada para cada dia analisado foi de 0,51; 0,54; 0,51 e 0,44 para os primeiros dias da primavera, verão, outono e inverno, respectivamente, e ocorreram sempre às 11:00 e 13:00 (hora solar) de cada dia analisado.

As menores eficiências globais encontradas foram de 0,16; 0,10; 0,16 e 0,00 para o primeiro dia da primavera, verão, outono e inverno, para as primeiras e últimas horas da análise de cada dia.

Das componentes da eficiência global, o que mais afeta negativamente a eficiência global do sistema, é a qualidade dos materiais utilizados, que em todas as situações diminuiu em 45% a entrega de potência pelo sistema, seguido das perdas ópticas (influenciada pelo fator cosseno, porção do tubo não iluminada e sombreamento entre linhas de refletores primários vizinhas) e por fim as perdas térmicas.

Por fim foi analisada a produção de vapor para os primeiros dias de cada estação do ano para, da mesma forma que na análise de potência, avaliar se o campo solar dimensionado atende à demanda em vapor todos os dias do ano e calcular a quantidade total de vapor produzido. Na análise foi considerado o tempo necessário para o campo de concentração solar aquecer a água líquida no início da manhã.

Foi calculado que o campo solar leva 1,37; 1,57; 1,37 e 2,46 horas para fazer com que a água no início do período analisado chegue à condição de líquido saturado à 150 °C, partindo de uma temperatura de 60 °C, para o primeiro dia da primavera, verão, outono e inverno, respectivamente.

A produção total de vapor produzida calculada foi de 1456,93; 2054,37; 1466,05 e 671,23 quilogramas de vapor para o primeiro dia da primavera, verão, outono e inverno, respectivamente.

Vale ressaltar que, da mesma forma que para a potência, a produção de vapor não é constante ao longo do dia. Sendo assim, mesmo para o primeiro dia do verão, que em condições de céu claro, produziria a maior curva de potência do ano, nas primeiras e últimas horas do período de insolação não é entregue a potência e quantidade de vapor projetada. Isso faz com que o projeto não seja adequado para ser utilizado com única fonte produtora de calor de processo para uma indústria que necessite de vapor em condições contínuas todas as horas do dia. Isso faz com que o projeto dimensionado seja um suporte e não alternativa na geração de vapor.

Porém, mesmo não sendo uma alternativa na geração de vapor, o projeto mostrou-se capaz de gerar expressivas quantidades de calor de processo, o que representa economia de energia, visto que o Sol é uma fonte limpa, inesgotável e que todos têm acesso.

Para interessados em dimensionar um projeto de uma usina de concentração solar do tipo Fresnel em outras condições e para outras demandas, o trabalho serve como base para os cálculos de dimensionamento e análise.

Uma alternativa de dimensionamento, para um atendimento mais criterioso da demanda, seria projetar o campo solar para atender a demanda no dia mais desfavorável do ano, ou seja, primeiro dia do inverno. Isso faria com que o projeto ficasse superdimensionado no verão, por exemplo, mas daria mais segurança no suporte de calor de processo. Entretanto, mesmo um projeto superdimensionado, é dependente das condições climáticas do local onde está instalado, que no trabalho foram consideradas as mais favoráveis possíveis.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Analisar através de simulação fluidodinâmica computacional o comportamento das perdas térmicas do receptor;
- Analisar, com o uso de softwares, a incidência dos raios solares no tubo absorvedor e no concentrador secundário ao longo do dia;
- Construir um protótipo de uma usina CSP do tipo Fresnel e aprofundar os estudos das perdas térmicas do receptor
- Fazer análise de viabilidade econômica de projetos de investimentos, comparando com o custo por quilograma de vapor de outras máquinas geradoras de vapor e levando em consideração fatores climatológicos como quantidade de horas e dias em que o céu está limpo, variação de temperatura, chuva, etc.
- Fazer medições de irradiância com equipamentos para este fim e avaliar se a estimativa utilizada neste trabalho corresponde aos dados reais.
- Fazer um estudo bibliográfico das alternativas de sistemas mecânicos de seguimento solar;
- Fazer o projeto mecânico inteiro de uma usina CSP do tipo Fresnel.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G. S. M. **Pesquisa e Desenvolvimento de um Sistema Termoelétrico do tipo Linear Fresnel Reflector**. Lisboa, Portugal: Universidade Nova de Lisboa, 2013.
- ANTIN INFRASTRUCTURE PARTNERS. **Andasol I and II**. Disponível em <<http://www.antin-ip.com/andasol-12>> acesso em 20 abr. 2017.
- ARANCIBIA-BULNES, C. A. et al. **A survey of methods for the evaluation of reflective solar concentrator optics**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 69, n. October 2015, p. 673–684, 2017.
- BARBÓN, A. et al. **Optimization of the length and position of the absorber tube in small-scale Linear Fresnel Concentrators**. Renewable Energy, v. 99, p. 986–995, 2016.
- BELTAGY, H. et al. **Theoretical and experimental performance analysis of a Fresnel type solar concentrator**. Renewable Energy, v. 101, p. 782–793, 2017.
- BENYAKHLEF, S. et al. **Impact of heliostat curvature on optical performance of Linear Fresnel solar concentrators**. Renewable Energy, v. 89, p. 463–474, 2016.
- CAMPOS, M. S. (UNIVERSIDADE F. R. DA A.; ALCÂNTARA, L. D. DE S. (UNIVERSIDADE F. R. DA A. **Programa para o cálculo da variação da direção de incidência dos raios solares ao longo do ano**. 2013.
- CANAVARRO, D. C. DE S. **Modelização de campos de colectores solares lineares do tipo Fresnel ; aplicação a um concentrador inovador do tipo CLFR**. Lisboa, Portugal: Universidade Técnica de Lisboa, 2010.
- CASA DA CIÊNCIA UFRJ. **Arqueoastronomia**. Disponível em: <<http://www.casadaciencia.ufrj.br/cienciaparapoetas/Astronomia/Tuparetama/arqueoastronomia/arquivos/17.html>> acesso em 20 ago. 2017.
- CORTEZ, R. J. M. **Sistema de Seguimento Solar em Produção de Energia Fotovoltaica**. Porto, Portugal: Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, 2013.
- CRUZ, J. A. M. **DISEÑO DE UN CONCENTRADOR SOLAR LINEAL TIPO FRESNEL DE BAJA ENTALPÍA PARA CALOR DE PROCESOS**. XALAPA ENRÍQUEZ, México: Universidad Veracruzana, 2012.

DASCOMB, J. **LOW-COST CONCENTRATING SOLAR COLLECTOR FOR STEAM GENERATION**. Tallahassee, USA: FLORIDA STATE UNIVERSITY, 2009.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A.; WOREK, W. M. **Solar Engineering of Thermal Processes, 4th ed.** [s.l: s.n.]. v. 116

ESTELA; GREENPEACE; SOLARPACES. **Solar Thermal Electricity - Global Outlook 2016**. p. 114, 2016.

GUNTHER, M. **Advanced CSP Teaching Materials - Linear Fresnel Technology. Advanced CSP teaching materials**, p. 1–43, 2011.

INDUSTRIAL SOLAR. **Fresnel Collector**. Disponível em: <<http://www.industrial-solar.de/content/en/maerkte/fresnel-collector/>> Acesso em 30 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). **Como Funciona?**. MapaVirtual. Energia Heliotérmica. gov.br. 2017. Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>> acesso em 15 abr. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT). **Mapa Virtual. Energia Heliotérmica**. gov.br. 2017. Disponível em: <<http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/tour-virtual>> acesso em 15 abr. 2017.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY IEA. **Solar Energy Perspectives**, p. 234, 2011.

KALOGIROU, S. **Solar Energy Engineering Processes and Systems**. Second ed. [s.l: s.n.].

MACAGNAN, M. H. **Introdução à radiação solar**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, v. 1, 2010.

MELO, E. G. DE; GRIMONI, D. J. A. B. **Geração Solar Fotovoltaica: estimativa do fator de sombreamento e irradiação em modelos tridimensionais de edificações**. Escola Politécnica, v. Dissertação, p. 130, 2012.

PALZ, W. **Energia solar e fontes alternativas**. Primeira ed. [s.l.] Hemus, 2002.

PAREDES, C. **Diseño de captador solar cilindro parabólico para aplicaciones rurales en paraguay**. p. 1–83, 2012.

PINO, F. J.; ROSA, F. **Experimental validation of an optical and thermal model of**

a linear Fresnel collector system. Applied Thermal Engineering, v. 50, n. 2, p. 1463–1471, 2013.

PRESSE BOX. **Inauguration of Solar Process Steam System in Jordan.** 2015. Disponível em: <<https://www.pressebox.com/pressrelease/industrial-solar-gmbh/Inauguration-of-Solar-Process-Steam-System-in-Jordan/boxid/739249>> acesso em 25 mar. 2017.

RIGOLLIER, C.; BAUER, O.; WALD, L. **On the clear sky model of the ESRA — European Solar Radiation Atlas with respect to the heliosat method.** Solar Energy, v. 68, n. 1, p. 33–48, 2000.

SCHLAIFER, P. **Performance Calculations and Optimization of a Fresnel Direct Steam Generation CSP Plant with Heat Storage.** Master Thesis, n. July, 2012.

SCHOTT. **SCHOTT PTR TM 70 Receiver for solar thermal power plants.** Disponível em: <http://www.schott.com/d/csp/370a8801-3271-4b2a-a3e6-c0b5c78b01ae/1.0/schott_ptr70_4th_generation_brochure.pdf> Acesso em 29 nov. 2017.

SHAPIRO, H. N. (WAYNE S. U. et al. **Fundamentals of Engineering Thermodynamics.** [s.l.] John Wiley and Sons, Inc., 2011.

SHARMA, V.; JAYANTA, K.; KEDARE, S. B. **Effects of shading and blocking in linear Fresnel reflector field.** v. 113, p. 114–138, 2015.

SOARES NEGREIROS, I. **Desenvolvimento do Sistema de Rastreamento de um Protótipo de Concentrador Solar Fresnel Linear.** v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2015.

SUNEARTHTOOLS.COM - FERRAMENTAS PARA DESIGNERS E CONSUMIDORES DE ENERGIA SOLAR. **Sun Position.** Disponível em: <https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang%20=pt> acesso em 02 dez. 2017.

THE ENGINEERING TOOLBOX. **Steam Consumption for some Typical Steam Heated Consumers.** Disponível em: <https://www.engineeringtoolbox.com/steam-consumption-d_289.html> acesso em 02 out. 2017.

TORRESOL ENERGY. **Images.** Disponível em: <http://www.torresolenergy.com/EPORTAL_IMGS/GENERAL/SENERV2/IMG2-cw4e41253840d81/gemasolar-plant-june2011-2b.jpg> acesso em 20 abr. 2017.

U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **International Energy Outlook**

2016. [s.l: s.n.], v. 0484(2016)

YU QIU, YA-LING HE, ZE-DONG CHENG, K. W. **Study on optical and thermal performance of a linear Fresnel solar reflector using molten salt as HTF with MCRT and ...** APPLIED ENERGY, v. 146, n. April, p. 162–173, 2015.

APÊNDICE A – CÁLCULO DA POTÊNCIA REQUERIDA PARA DIFERENTES CONSUMOS

Tabela 7 – Potência requerida para diferentes consumos

	150 °C	175 °C	250 °C	300 °C
$T_{\text{vaporização}}$ =	423,15 K	448,15 K	523,15 K	573,15 K
$T_{w,in}$ =	298,15 K	298,15 K	298,15 K	298,15 K
$\Delta H_{\text{vaporização}}$ =	2114260 J/kg	2032000 J/kg	1715000 J/kg	1405000 J/kg
$cp_{t \text{ vaporização}}$ =	4312 J/kg.K	4385 J/kg.K	4857 J/kg.K	5744 J/kg.K
$cp_{t \text{ w in}}$ =	4183 J/kg.K	4183 J/kg.K	4183 J/kg.K	4183 J/kg.K
$m_{\text{vapor}}/m_{w,in}$	(Q_{abs} (kW))	(Q_{abs} (kW))	(Q_{abs} (kW))	(Q_{abs} (kW))
25	18,69	19,10	20,89	23,96
50	37,39	38,19	41,79	47,92
75	56,08	57,29	62,68	71,88
100	74,77	76,39	83,58	95,83
125	93,46	95,49	104,47	119,79
150	112,16	114,58	125,37	143,75
175	130,85	133,68	146,26	167,71
200	149,54	152,78	167,15	191,67
250	186,93	190,97	208,94	239,58
300	224,31	229,16	250,73	287,50

Fonte: Autoria própria

A equação utilizada foi a Equação (47):

$$Q_{\text{abs}} = \dot{m}_{\text{vapor}} \cdot \Delta H_{\text{vaporização}} + \dot{m}_{w,in} \cdot (T_{\text{vaporização}} \cdot cp_{T,\text{vaporização}} - T_{w,in} \cdot cp_{T,w,in})$$

Os valores de vazão mássica de água de entrada e de vazão mássica de vapor são igualados de modo a manter o volume do tanque de vapor e a temperatura de água considerada na entrada foi de 25 °C.

Os valores de entalpia de vaporização, $\Delta H_{\text{vaporização}}$ ou h_{lv} , bem como de calor específico utilizados foram gerados através de um *software* com as funções de informação:

- $h_{lv} = (\text{Enthalpy}(\text{Water}; T=T_2; x=x_{2\text{vap}})) - (\text{Enthalpy}(\text{Water}; T=T_2; x=x_{2\text{liq}}))$
- $cp_1 = Cp(\text{Water}; T=T_1; P=P_1)$
- $cp_2 = Cp(\text{Water}; T=T_2; x=x_{2\text{liq}})$

Onde, T_1 e T_2 são as temperaturas da água de reposição e de vapor na saída, respectivamente. $x_{2\text{vap}}$ e $x_{2\text{liq}}$ são o título de vapor saturado e de líquido saturado (1 e 0), respectivamente e P_1 é a pressão atmosférica.

APÊNDICE B – DADOS DE ENTRADA PARA OS APÊNDICES C, D, E e F

Tabela 8 – Dados de entrada para os cálculos contidos nos Apêndices C, D, E e F

E_0	1367	w/m ²	Constante solar
E_1	0,0171885		Constantes para a Equação do Tempo
E_2	0,42810824		
E_3	7,35140686		
E_4	3,3494657		
E_5	9,3711702		
B	-0,98630137		
L_{local}	-52,67056	°	Longitude local
L_{mestre}	-45	°	Longitude do meridiano de referência
LC	-30,68224	min	Diferença entre a hora solar e a hora do meridiando de referência
λ	-26,22861	°	Latitude de PB
z	760	m	Altitude de PB
R_p	0,9138		Relação de pressões
T_{IAM}	2		Fator de turvação
α_{min}	40,32173	°	Elevação mínima do Sol durante o ano
$\alpha_{máx}$	87,22137645	°	Elevação máxima do Sol durante o ano

Fonte: Aatoria própria

**APÊNDICE C – ÂNGULO DE DECLINAÇÃO SOLAR, FATOR DE CORREÇÃO B, EQUAÇÃO DO TEMPO, HORA LOCAL
EQUIVALENTE A HORA SOLAR E ÂNGULO HORÁRIO PARA O ANO TODO**

Tabela 9 - Ângulo de declinação solar, fator de correção b, equação do tempo, hora local equivalente a hora solar e ângulo horário para o ano todo

	Dia	n	D	δ	B	ET	Hora local equivalente a hora solar								Ângulo Horário									
							8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16
jan	1	1	1	-22,93	0,00	-2,90	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	17,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	2	2	1	-22,84	0,99	-3,35	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	17,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	3	3	1	-22,74	1,97	-3,79	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	17,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	4	4	1	-22,64	2,96	-4,23	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	17,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	5	5	1	-22,53	3,95	-4,67	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	17,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	6	6	1	-22,42	4,93	-5,09	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	17,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	7	7	1	-22,30	5,92	-5,52	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	17,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	8	8	1	-22,17	6,90	-5,93	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	17,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	9	9	1	-22,03	7,89	-6,34	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	17,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	10	10	1	-21,89	8,88	-6,74	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	17,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	11	11	1	-21,74	9,86	-7,14	9,63	10,63	11,63	12,63	13,63	14,63	15,63	16,63	17,63	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	12	12	1	-21,59	10,85	-7,52	9,64	10,64	11,64	12,64	13,64	14,64	15,64	16,64	17,64	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	13	13	1	-21,43	11,84	-7,90	9,64	10,64	11,64	12,64	13,64	14,64	15,64	16,64	17,64	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	14	14	1	-21,26	12,82	-8,27	9,65	10,65	11,65	12,65	13,65	14,65	15,65	16,65	17,65	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	15	15	1	-21,09	13,81	-8,63	9,66	10,66	11,66	12,66	13,66	14,66	15,66	16,66	17,66	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	16	16	1	-20,91	14,79	-8,99	9,66	10,66	11,66	12,66	13,66	14,66	15,66	16,66	17,66	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	17	17	1	-20,72	15,78	-9,33	9,67	10,67	11,67	12,67	13,67	14,67	15,67	16,67	17,67	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	18	18	1	-20,53	16,77	-9,66	9,67	10,67	11,67	12,67	13,67	14,67	15,67	16,67	17,67	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	19	19	1	-20,33	17,75	-9,99	9,68	10,68	11,68	12,68	13,68	14,68	15,68	16,68	17,68	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	20	20	1	-20,13	18,74	-10,30	9,68	10,68	11,68	12,68	13,68	14,68	15,68	16,68	17,68	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	21	21	1	-19,92	19,73	-10,60	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	17,69	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	22	22	1	-19,70	20,71	-10,89	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	17,69	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	23	23	1	-19,48	21,70	-11,18	9,70	10,70	11,70	12,70	13,70	14,70	15,70	16,70	17,70	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	24	24	1	-19,25	22,68	-11,45	9,70	10,70	11,70	12,70	13,70	14,70	15,70	16,70	17,70	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	25	25	1	-19,02	23,67	-11,70	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	17,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	26	26	1	-18,78	24,66	-11,95	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	17,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	27	27	1	-18,54	25,64	-12,19	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	17,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	28	28	1	-18,29	26,63	-12,41	9,72	10,72	11,72	12,72	13,72	14,72	15,72	16,72	17,72	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	29	29	1	-18,03	27,62	-12,62	9,72	10,72	11,72	12,72	13,72	14,72	15,72	16,72	17,72	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	30	30	1	-17,77	28,60	-12,82	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	17,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jan	31	31	1	-17,51	29,59	-13,00	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	17,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	1	32	1	-17,24	30,58	-13,18	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	17,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

fev	2	33	1	-16,96	31,56	-13,34	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	17,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	3	34	1	-16,68	32,55	-13,49	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	17,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	4	35	1	-16,39	33,53	-13,62	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	17,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	5	36	1	-16,10	34,52	-13,75	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	17,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	6	37	1	-15,81	35,51	-13,86	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	17,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	7	38	1	-15,51	36,49	-13,95	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	17,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	8	39	1	-15,20	37,48	-14,04	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	9	40	1	-14,89	38,47	-14,11	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	10	41	1	-14,58	39,45	-14,16	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	11	42	1	-14,26	40,44	-14,21	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	12	43	1	-13,94	41,42	-14,24	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	13	44	1	-13,61	42,41	-14,26	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	14	45	1	-13,28	43,40	-14,27	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	15	46	1	-12,95	44,38	-14,26	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	16	47	1	-12,61	45,37	-14,24	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	17	48	1	-12,27	46,36	-14,21	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	18	49	1	-11,92	47,34	-14,17	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	17,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	19	50	0	-11,57	48,33	-14,11	8,75	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	20	51	0	-11,22	49,32	-14,04	8,75	9,75	10,75	11,75	12,75	13,75	14,75	15,75	16,75	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	21	52	0	-10,86	50,30	-13,96	8,74	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	22	53	0	-10,50	51,29	-13,87	8,74	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	23	54	0	-10,14	52,27	-13,76	8,74	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	24	55	0	-9,78	53,26	-13,65	8,74	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	25	56	0	-9,41	54,25	-13,52	8,74	9,74	10,74	11,74	12,74	13,74	14,74	15,74	16,74	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	26	57	0	-9,04	55,23	-13,39	8,73	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	27	58	0	-8,66	56,22	-13,24	8,73	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
fev	28	59	0	-8,29	57,21	-13,08	8,73	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	1	60	0	-7,91	58,19	-12,91	8,73	9,73	10,73	11,73	12,73	13,73	14,73	15,73	16,73	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	2	61	0	-7,53	59,18	-12,73	8,72	9,72	10,72	11,72	12,72	13,72	14,72	15,72	16,72	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	3	62	0	-7,15	60,16	-12,54	8,72	9,72	10,72	11,72	12,72	13,72	14,72	15,72	16,72	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	4	63	0	-6,76	61,15	-12,35	8,72	9,72	10,72	11,72	12,72	13,72	14,72	15,72	16,72	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	5	64	0	-6,37	62,14	-12,14	8,71	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	6	65	0	-5,98	63,12	-11,92	8,71	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	7	66	0	-5,59	64,11	-11,70	8,71	9,71	10,71	11,71	12,71	13,71	14,71	15,71	16,71	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	8	67	0	-5,20	65,10	-11,47	8,70	9,70	10,70	11,70	12,70	13,70	14,70	15,70	16,70	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	9	68	0	-4,81	66,08	-11,23	8,70	9,70	10,70	11,70	12,70	13,70	14,70	15,70	16,70	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	10	69	0	-4,41	67,07	-10,98	8,69	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	11	70	0	-4,01	68,05	-10,72	8,69	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	12	71	0	-3,62	69,04	-10,46	8,69	9,69	10,69	11,69	12,69	13,69	14,69	15,69	16,69	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	13	72	0	-3,22	70,03	-10,19	8,68	9,68	10,68	11,68	12,68	13,68	14,68	15,68	16,68	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	14	73	0	-2,82	71,01	-9,92	8,68	9,68	10,68	11,68	12,68	13,68	14,68	15,68	16,68	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	15	74	0	-2,42	72,00	-9,64	8,67	9,67	10,67	11,67	12,67	13,67	14,67	15,67	16,67	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	16	75	0	-2,01	72,99	-9,36	8,67	9,67	10,67	11,67	12,67	13,67	14,67	15,67	16,67	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

mar	17	76	0	-1,61	73,97	-9,07	8,66	9,66	10,66	11,66	12,66	13,66	14,66	15,66	16,66	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	18	77	0	-1,21	74,96	-8,77	8,66	9,66	10,66	11,66	12,66	13,66	14,66	15,66	16,66	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	19	78	0	-0,81	75,95	-8,47	8,65	9,65	10,65	11,65	12,65	13,65	14,65	15,65	16,65	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	20	79	0	-0,40	76,93	-8,17	8,65	9,65	10,65	11,65	12,65	13,65	14,65	15,65	16,65	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	21	80	0	0,00	77,92	-7,86	8,64	9,64	10,64	11,64	12,64	13,64	14,64	15,64	16,64	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	22	81	0	0,40	78,90	-7,55	8,64	9,64	10,64	11,64	12,64	13,64	14,64	15,64	16,64	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	23	82	0	0,81	79,89	-7,24	8,63	9,63	10,63	11,63	12,63	13,63	14,63	15,63	16,63	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	24	83	0	1,21	80,88	-6,93	8,63	9,63	10,63	11,63	12,63	13,63	14,63	15,63	16,63	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	25	84	0	1,61	81,86	-6,61	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	26	85	0	2,01	82,85	-6,29	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	27	86	0	2,42	83,84	-5,97	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	28	87	0	2,82	84,82	-5,66	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	29	88	0	3,22	85,81	-5,34	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	30	89	0	3,62	86,79	-5,02	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
mar	31	90	0	4,01	87,78	-4,70	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	1	91	0	4,41	88,77	-4,38	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	2	92	0	4,81	89,75	-4,06	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	3	93	0	5,20	90,74	-3,75	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	4	94	0	5,59	91,73	-3,44	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	5	95	0	5,98	92,71	-3,13	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	6	96	0	6,37	93,70	-2,82	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	7	97	0	6,76	94,68	-2,51	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	8	98	0	7,15	95,67	-2,21	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	9	99	0	7,53	96,66	-1,92	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	10	100	0	7,91	97,64	-1,62	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	11	101	0	8,29	98,63	-1,34	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	12	102	0	8,66	99,62	-1,05	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	13	103	0	9,04	100,60	-0,78	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	14	104	0	9,41	101,59	-0,50	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	15	105	0	9,78	102,58	-0,24	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	16	106	0	10,14	103,56	0,02	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	17	107	0	10,50	104,55	0,28	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	18	108	0	10,86	105,53	0,52	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	19	109	0	11,22	106,52	0,76	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	20	110	0	11,57	107,51	1,00	8,49	9,49	10,49	11,49	12,49	13,49	14,49	15,49	16,49	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	21	111	0	11,92	108,49	1,22	8,49	9,49	10,49	11,49	12,49	13,49	14,49	15,49	16,49	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	22	112	0	12,27	109,48	1,44	8,49	9,49	10,49	11,49	12,49	13,49	14,49	15,49	16,49	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	23	113	0	12,61	110,47	1,65	8,48	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	24	114	0	12,95	111,45	1,85	8,48	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	25	115	0	13,28	112,44	2,04	8,48	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	26	116	0	13,61	113,42	2,23	8,47	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	27	117	0	13,94	114,41	2,40	8,47	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
abr	28	118	0	14,26	115,40	2,57	8,47	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

jun	11	162	0	23,15	158,79	0,81	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	12	163	0	23,21	159,78	0,60	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	13	164	0	23,26	160,77	0,40	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	14	165	0	23,31	161,75	0,19	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	15	166	0	23,35	162,74	-0,02	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	16	167	0	23,39	163,73	-0,24	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	17	168	0	23,41	164,71	-0,45	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	18	169	0	23,43	165,70	-0,67	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	19	170	0	23,44	166,68	-0,89	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	20	171	0	23,45	167,67	-1,11	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	21	172	0	23,45	168,66	-1,32	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	22	173	0	23,44	169,64	-1,54	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	23	174	0	23,42	170,63	-1,76	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	24	175	0	23,40	171,62	-1,98	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	25	176	0	23,37	172,60	-2,20	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	26	177	0	23,34	173,59	-2,42	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	27	178	0	23,29	174,58	-2,63	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	28	179	0	23,25	175,56	-2,84	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	29	180	0	23,19	176,55	-3,05	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jun	30	181	0	23,13	177,53	-3,26	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	1	182	0	23,05	178,52	-3,46	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	2	183	0	22,98	179,51	-3,66	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	3	184	0	22,89	180,49	-3,86	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	4	185	0	22,80	181,48	-4,05	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	5	186	0	22,71	182,47	-4,24	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	6	187	0	22,60	183,45	-4,42	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	7	188	0	22,49	184,44	-4,60	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	8	189	0	22,37	185,42	-4,77	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	9	190	0	22,25	186,41	-4,93	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	10	191	0	22,12	187,40	-5,09	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	11	192	0	21,98	188,38	-5,24	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	12	193	0	21,84	189,37	-5,39	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	13	194	0	21,69	190,36	-5,53	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	14	195	0	21,53	191,34	-5,66	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	15	196	0	21,37	192,33	-5,79	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	16	197	0	21,20	193,32	-5,90	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	17	198	0	21,02	194,30	-6,01	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	18	199	0	20,84	195,29	-6,11	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	19	200	0	20,65	196,27	-6,20	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	20	201	0	20,46	197,26	-6,28	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	21	202	0	20,26	198,25	-6,35	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	22	203	0	20,05	199,23	-6,42	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	23	204	0	19,84	200,22	-6,47	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

jul	24	205	0	19,62	201,21	-6,52	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	25	206	0	19,40	202,19	-6,55	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	26	207	0	19,17	203,18	-6,58	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	27	208	0	18,93	204,16	-6,59	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	28	209	0	18,69	205,15	-6,60	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	29	210	0	18,45	206,14	-6,59	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	30	211	0	18,19	207,12	-6,57	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
jul	31	212	0	17,94	208,11	-6,55	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	1	213	0	17,67	209,10	-6,51	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	2	214	0	17,41	210,08	-6,46	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	3	215	0	17,13	211,07	-6,41	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	4	216	0	16,86	212,05	-6,34	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	5	217	0	16,57	213,04	-6,26	8,62	9,62	10,62	11,62	12,62	13,62	14,62	15,62	16,62	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	6	218	0	16,28	214,03	-6,17	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	7	219	0	15,99	215,01	-6,07	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	8	220	0	15,69	216,00	-5,96	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	9	221	0	15,39	216,99	-5,83	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	10	222	0	15,09	217,97	-5,70	8,61	9,61	10,61	11,61	12,61	13,61	14,61	15,61	16,61	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	11	223	0	14,78	218,96	-5,56	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	12	224	0	14,46	219,95	-5,40	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	13	225	0	14,14	220,93	-5,24	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	14	226	0	13,82	221,92	-5,07	8,60	9,60	10,60	11,60	12,60	13,60	14,60	15,60	16,60	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	15	227	0	13,49	222,90	-4,88	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	16	228	0	13,16	223,89	-4,69	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	17	229	0	12,82	224,88	-4,48	8,59	9,59	10,59	11,59	12,59	13,59	14,59	15,59	16,59	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	18	230	0	12,48	225,86	-4,27	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	19	231	0	12,14	226,85	-4,05	8,58	9,58	10,58	11,58	12,58	13,58	14,58	15,58	16,58	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	20	232	0	11,79	227,84	-3,82	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	21	233	0	11,44	228,82	-3,57	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	22	234	0	11,09	229,81	-3,32	8,57	9,57	10,57	11,57	12,57	13,57	14,57	15,57	16,57	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	23	235	0	10,73	230,79	-3,06	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	24	236	0	10,37	231,78	-2,80	8,56	9,56	10,56	11,56	12,56	13,56	14,56	15,56	16,56	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	25	237	0	10,01	232,77	-2,52	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	26	238	0	9,64	233,75	-2,24	8,55	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	27	239	0	9,27	234,74	-1,95	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	28	240	0	8,90	235,73	-1,65	8,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	29	241	0	8,52	236,71	-1,34	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	30	242	0	8,15	237,70	-1,03	8,53	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
ago	31	243	0	7,77	238,68	-0,71	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	1	244	0	7,39	239,67	-0,38	8,52	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	2	245	0	7,00	240,66	-0,05	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	3	246	0	6,62	241,64	0,29	8,51	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	4	247	0	6,23	242,63	0,63	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

set	5	248	0	5,84	243,62	0,98	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	6	249	0	5,45	244,60	1,33	8,49	9,49	10,49	11,49	12,49	13,49	14,49	15,49	16,49	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	7	250	0	5,05	245,59	1,69	8,48	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	8	251	0	4,66	246,58	2,05	8,48	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	9	252	0	4,26	247,56	2,41	8,47	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	10	253	0	3,86	248,55	2,78	8,47	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	11	254	0	3,47	249,53	3,15	8,46	9,46	10,46	11,46	12,46	13,46	14,46	15,46	16,46	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	12	255	0	3,07	250,52	3,52	8,45	9,45	10,45	11,45	12,45	13,45	14,45	15,45	16,45	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	13	256	0	2,67	251,51	3,89	8,45	9,45	10,45	11,45	12,45	13,45	14,45	15,45	16,45	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	14	257	0	2,27	252,49	4,27	8,44	9,44	10,44	11,44	12,44	13,44	14,44	15,44	16,44	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	15	258	0	1,86	253,48	4,64	8,43	9,43	10,43	11,43	12,43	13,43	14,43	15,43	16,43	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	16	259	0	1,46	254,47	5,02	8,43	9,43	10,43	11,43	12,43	13,43	14,43	15,43	16,43	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	17	260	0	1,06	255,45	5,40	8,42	9,42	10,42	11,42	12,42	13,42	14,42	15,42	16,42	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	18	261	0	0,66	256,44	5,77	8,42	9,42	10,42	11,42	12,42	13,42	14,42	15,42	16,42	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	19	262	0	0,25	257,42	6,15	8,41	9,41	10,41	11,41	12,41	13,41	14,41	15,41	16,41	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	20	263	0	-0,15	258,41	6,52	8,40	9,40	10,40	11,40	12,40	13,40	14,40	15,40	16,40	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	21	264	0	-0,55	259,40	6,90	8,40	9,40	10,40	11,40	12,40	13,40	14,40	15,40	16,40	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	22	265	0	-0,96	260,38	7,27	8,39	9,39	10,39	11,39	12,39	13,39	14,39	15,39	16,39	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	23	266	0	-1,36	261,37	7,64	8,38	9,38	10,38	11,38	12,38	13,38	14,38	15,38	16,38	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	24	267	0	-1,76	262,36	8,01	8,38	9,38	10,38	11,38	12,38	13,38	14,38	15,38	16,38	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	25	268	0	-2,17	263,34	8,37	8,37	9,37	10,37	11,37	12,37	13,37	14,37	15,37	16,37	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	26	269	0	-2,57	264,33	8,73	8,37	9,37	10,37	11,37	12,37	13,37	14,37	15,37	16,37	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	27	270	0	-2,97	265,32	9,09	8,36	9,36	10,36	11,36	12,36	13,36	14,36	15,36	16,36	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	28	271	0	-3,37	266,30	9,44	8,35	9,35	10,35	11,35	12,35	13,35	14,35	15,35	16,35	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	29	272	0	-3,77	267,29	9,79	8,35	9,35	10,35	11,35	12,35	13,35	14,35	15,35	16,35	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
set	30	273	0	-4,16	268,27	10,13	8,34	9,34	10,34	11,34	12,34	13,34	14,34	15,34	16,34	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	1	274	0	-4,56	269,26	10,47	8,34	9,34	10,34	11,34	12,34	13,34	14,34	15,34	16,34	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	2	275	0	-4,95	270,25	10,80	8,33	9,33	10,33	11,33	12,33	13,33	14,33	15,33	16,33	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	3	276	0	-5,35	271,23	11,13	8,33	9,33	10,33	11,33	12,33	13,33	14,33	15,33	16,33	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	4	277	0	-5,74	272,22	11,44	8,32	9,32	10,32	11,32	12,32	13,32	14,32	15,32	16,32	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	5	278	0	-6,13	273,21	11,76	8,32	9,32	10,32	11,32	12,32	13,32	14,32	15,32	16,32	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	6	279	0	-6,52	274,19	12,06	8,31	9,31	10,31	11,31	12,31	13,31	14,31	15,31	16,31	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	7	280	0	-6,91	275,18	12,36	8,31	9,31	10,31	11,31	12,31	13,31	14,31	15,31	16,31	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	8	281	0	-7,29	276,16	12,65	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	13,30	14,30	15,30	16,30	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	9	282	0	-7,67	277,15	12,93	8,30	9,30	10,30	11,30	12,30	13,30	14,30	15,30	16,30	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	10	283	0	-8,05	278,14	13,20	8,29	9,29	10,29	11,29	12,29	13,29	14,29	15,29	16,29	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	11	284	0	-8,43	279,12	13,46	8,29	9,29	10,29	11,29	12,29	13,29	14,29	15,29	16,29	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	12	285	0	-8,80	280,11	13,71	8,28	9,28	10,28	11,28	12,28	13,28	14,28	15,28	16,28	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	13	286	0	-9,18	281,10	13,95	8,28	9,28	10,28	11,28	12,28	13,28	14,28	15,28	16,28	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	14	287	0	-9,55	282,08	14,19	8,27	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	15	288	1	-9,91	283,07	14,41	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	17,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	16	289	1	-10,28	284,05	14,62	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	17,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	17	290	1	-10,64	285,04	14,82	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

out	18	291	1	-11,00	286,03	15,01	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	19	292	1	-11,35	287,01	15,19	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	20	293	1	-11,70	288,00	15,36	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	21	294	1	-12,05	288,99	15,51	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	22	295	1	-12,40	289,97	15,66	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	23	296	1	-12,74	290,96	15,79	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	24	297	1	-13,07	291,95	15,91	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	25	298	1	-13,41	292,93	16,01	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	26	299	1	-13,73	293,92	16,11	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	27	300	1	-14,06	294,90	16,19	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	28	301	1	-14,38	295,89	16,25	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	29	302	1	-14,70	296,88	16,31	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	30	303	1	-15,01	297,86	16,35	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
out	31	304	1	-15,32	298,85	16,37	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	1	305	1	-15,62	299,84	16,39	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	2	306	1	-15,92	300,82	16,39	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	3	307	1	-16,21	301,81	16,37	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	4	308	1	-16,50	302,79	16,35	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	5	309	1	-16,79	303,78	16,31	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	6	310	1	-17,06	304,77	16,25	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	7	311	1	-17,34	305,75	16,18	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	8	312	1	-17,61	306,74	16,10	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	9	313	1	-17,87	307,73	16,01	9,24	10,24	11,24	12,24	13,24	14,24	15,24	16,24	17,24	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	10	314	1	-18,13	308,71	15,90	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	11	315	1	-18,38	309,70	15,77	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	12	316	1	-18,63	310,68	15,64	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	13	317	1	-18,87	311,67	15,49	9,25	10,25	11,25	12,25	13,25	14,25	15,25	16,25	17,25	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	14	318	1	-19,11	312,66	15,33	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	15	319	1	-19,34	313,64	15,15	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	16	320	1	-19,57	314,63	14,96	9,26	10,26	11,26	12,26	13,26	14,26	15,26	16,26	17,26	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	17	321	1	-19,79	315,62	14,76	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	17,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	18	322	1	-20,00	316,60	14,55	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	17,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	19	323	1	-20,21	317,59	14,32	9,27	10,27	11,27	12,27	13,27	14,27	15,27	16,27	17,27	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	20	324	1	-20,41	318,58	14,08	9,28	10,28	11,28	12,28	13,28	14,28	15,28	16,28	17,28	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	21	325	1	-20,60	319,56	13,83	9,28	10,28	11,28	12,28	13,28	14,28	15,28	16,28	17,28	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	22	326	1	-20,79	320,55	13,57	9,29	10,29	11,29	12,29	13,29	14,29	15,29	16,29	17,29	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	23	327	1	-20,98	321,53	13,30	9,29	10,29	11,29	12,29	13,29	14,29	15,29	16,29	17,29	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	24	328	1	-21,15	322,52	13,01	9,29	10,29	11,29	12,29	13,29	14,29	15,29	16,29	17,29	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	25	329	1	-21,33	323,51	12,71	9,30	10,30	11,30	12,30	13,30	14,30	15,30	16,30	17,30	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	26	330	1	-21,49	324,49	12,41	9,30	10,30	11,30	12,30	13,30	14,30	15,30	16,30	17,30	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	27	331	1	-21,65	325,48	12,09	9,31	10,31	11,31	12,31	13,31	14,31	15,31	16,31	17,31	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	28	332	1	-21,80	326,47	11,76	9,32	10,32	11,32	12,32	13,32	14,32	15,32	16,32	17,32	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
nov	29	333	1	-21,95	327,45	11,42	9,32	10,32	11,32	12,32	13,32	14,32	15,32	16,32	17,32	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

nov	30	334	1	-22,08	328,44	11,07	9,33	10,33	11,33	12,33	13,33	14,33	15,33	16,33	17,33	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	1	335	1	-22,22	329,42	10,72	9,33	10,33	11,33	12,33	13,33	14,33	15,33	16,33	17,33	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	2	336	1	-22,34	330,41	10,35	9,34	10,34	11,34	12,34	13,34	14,34	15,34	16,34	17,34	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	3	337	1	-22,46	331,40	9,98	9,35	10,35	11,35	12,35	13,35	14,35	15,35	16,35	17,35	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	4	338	1	-22,57	332,38	9,59	9,35	10,35	11,35	12,35	13,35	14,35	15,35	16,35	17,35	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	5	339	1	-22,68	333,37	9,20	9,36	10,36	11,36	12,36	13,36	14,36	15,36	16,36	17,36	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	6	340	1	-22,78	334,36	8,80	9,36	10,36	11,36	12,36	13,36	14,36	15,36	16,36	17,36	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	7	341	1	-22,87	335,34	8,40	9,37	10,37	11,37	12,37	13,37	14,37	15,37	16,37	17,37	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	8	342	1	-22,96	336,33	7,98	9,38	10,38	11,38	12,38	13,38	14,38	15,38	16,38	17,38	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	9	343	1	-23,04	337,32	7,56	9,39	10,39	11,39	12,39	13,39	14,39	15,39	16,39	17,39	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	10	344	1	-23,11	338,30	7,14	9,39	10,39	11,39	12,39	13,39	14,39	15,39	16,39	17,39	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	11	345	1	-23,17	339,29	6,71	9,40	10,40	11,40	12,40	13,40	14,40	15,40	16,40	17,40	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	12	346	1	-23,23	340,27	6,27	9,41	10,41	11,41	12,41	13,41	14,41	15,41	16,41	17,41	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	13	347	1	-23,28	341,26	5,83	9,41	10,41	11,41	12,41	13,41	14,41	15,41	16,41	17,41	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	14	348	1	-23,33	342,25	5,38	9,42	10,42	11,42	12,42	13,42	14,42	15,42	16,42	17,42	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	15	349	1	-23,37	343,23	4,93	9,43	10,43	11,43	12,43	13,43	14,43	15,43	16,43	17,43	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	16	350	1	-23,40	344,22	4,48	9,44	10,44	11,44	12,44	13,44	14,44	15,44	16,44	17,44	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	17	351	1	-23,42	345,21	4,02	9,44	10,44	11,44	12,44	13,44	14,44	15,44	16,44	17,44	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	18	352	1	-23,44	346,19	3,56	9,45	10,45	11,45	12,45	13,45	14,45	15,45	16,45	17,45	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	19	353	1	-23,45	347,18	3,10	9,46	10,46	11,46	12,46	13,46	14,46	15,46	16,46	17,46	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	20	354	1	-23,45	348,16	2,64	9,47	10,47	11,47	12,47	13,47	14,47	15,47	16,47	17,47	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	21	355	1	-23,45	349,15	2,17	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	17,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	22	356	1	-23,44	350,14	1,71	9,48	10,48	11,48	12,48	13,48	14,48	15,48	16,48	17,48	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	23	357	1	-23,42	351,12	1,24	9,49	10,49	11,49	12,49	13,49	14,49	15,49	16,49	17,49	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	24	358	1	-23,39	352,11	0,78	9,50	10,50	11,50	12,50	13,50	14,50	15,50	16,50	17,50	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	25	359	1	-23,36	353,10	0,31	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	17,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	26	360	1	-23,32	354,08	-0,16	9,51	10,51	11,51	12,51	13,51	14,51	15,51	16,51	17,51	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	27	361	1	-23,28	355,07	-0,62	9,52	10,52	11,52	12,52	13,52	14,52	15,52	16,52	17,52	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	28	362	1	-23,22	356,05	-1,08	9,53	10,53	11,53	12,53	13,53	14,53	15,53	16,53	17,53	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	29	363	1	-23,17	357,04	-1,54	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	17,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	30	364	1	-23,10	358,03	-2,00	9,54	10,54	11,54	12,54	13,54	14,54	15,54	16,54	17,54	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00
dez	31	365	1	-23,03	359,01	-2,45	9,55	10,55	11,55	12,55	13,55	14,55	15,55	16,55	17,55	-60,00	-45,00	-30,00	-15,00	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE D – ÂNGULO DE ALTITUDE SOLAR, ÂNGULO DE AZIMUTE SOLAR E FATOR DE CORREÇÃO PARA A DISTÂNCIA TERRA – SOL

Tabela 10 - Ângulo de altitude solar, ângulo de azimute solar e fator de correção para a distância terra – sol

Dia	n	Ângulo de altitude solar (°)										Ângulo de azimute solar (°)										ε
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
jan	1	1	35,82	49,14	62,58	75,97	86,70	75,97	62,58	49,14	35,82	100,37	95,40	89,62	79,60	0,00	280,40	270,38	264,60	259,63	1,04	
jan	2	2	35,80	49,12	62,56	75,95	86,61	75,95	62,56	49,12	35,80	100,26	95,27	89,43	79,25	1,00	280,75	270,57	264,73	259,74	1,04	
jan	3	3	35,77	49,10	62,54	75,92	86,51	75,92	62,54	49,10	35,77	100,15	95,13	89,23	78,88	2,00	281,12	270,77	264,87	259,85	1,04	
jan	4	4	35,74	49,07	62,51	75,89	86,41	75,89	62,51	49,07	35,74	100,03	94,98	89,02	78,48	3,00	281,52	270,98	265,02	259,97	1,04	
jan	5	5	35,71	49,05	62,49	75,86	86,30	75,86	62,49	49,05	35,71	99,90	94,82	88,79	78,06	4,00	281,94	271,21	265,18	260,10	1,04	
jan	6	6	35,67	49,02	62,46	75,82	86,19	75,82	62,46	49,02	35,67	99,77	94,65	88,55	77,61	5,00	282,39	271,45	265,35	260,23	1,04	
jan	7	7	35,64	48,99	62,43	75,78	86,07	75,78	62,43	48,99	35,64	99,62	94,47	88,29	77,14	6,00	282,86	271,71	265,53	260,38	1,04	
jan	8	8	35,60	48,95	62,40	75,74	85,94	75,74	62,40	48,95	35,60	99,47	94,28	88,02	76,65	7,00	283,35	271,98	265,72	260,53	1,03	
jan	9	9	35,56	48,92	62,36	75,69	85,80	75,69	62,36	48,92	35,56	99,31	94,09	87,74	76,14	8,00	283,86	272,26	265,91	260,69	1,03	
jan	10	10	35,52	48,88	62,33	75,64	85,66	75,64	62,33	48,88	35,52	99,15	93,88	87,45	75,60	9,00	284,40	272,55	266,12	260,85	1,03	
jan	11	11	35,47	48,84	62,29	75,59	85,52	75,59	62,29	48,84	35,47	98,98	93,66	87,14	75,05	10,00	284,95	272,86	266,34	261,02	1,03	
jan	12	12	35,43	48,80	62,25	75,54	85,36	75,54	62,25	48,80	35,43	98,80	93,44	86,82	74,47	11,00	285,53	273,18	266,56	261,20	1,03	
jan	13	13	35,38	48,76	62,20	75,48	85,20	75,48	62,20	48,76	35,38	98,61	93,20	86,49	73,87	12,00	286,13	273,51	266,80	261,39	1,03	
jan	14	14	35,33	48,71	62,16	75,41	85,03	75,41	62,16	48,71	35,33	98,41	92,96	86,15	73,26	13,00	286,74	273,85	267,04	261,59	1,03	
jan	15	15	35,27	48,66	62,11	75,34	84,86	75,34	62,11	48,66	35,27	98,21	92,71	85,79	72,63	14,00	287,37	274,21	267,29	261,79	1,03	
jan	16	16	35,22	48,61	62,06	75,27	84,68	75,27	62,06	48,61	35,22	98,00	92,45	85,42	71,98	15,00	288,02	274,58	267,55	262,00	1,03	
jan	17	17	35,16	48,56	62,00	75,19	84,49	75,19	62,00	48,56	35,16	97,79	92,18	85,04	71,32	16,00	288,68	274,96	267,82	262,21	1,03	
jan	18	18	35,10	48,50	61,95	75,11	84,30	75,11	61,95	48,50	35,10	97,56	91,90	84,65	70,64	17,00	289,36	275,35	268,10	262,44	1,03	
jan	19	19	35,04	48,45	61,89	75,03	84,10	75,03	61,89	48,45	35,04	97,33	91,61	84,25	69,95	18,00	290,05	275,75	268,39	262,67	1,03	
jan	20	20	34,97	48,39	61,82	74,94	83,90	74,94	61,82	48,39	34,97	97,10	91,32	83,84	69,24	19,00	290,76	276,16	268,68	262,90	1,03	
jan	21	21	34,91	48,32	61,76	74,84	83,69	74,84	61,76	48,32	34,91	96,85	91,02	83,42	68,52	20,00	291,48	276,58	268,98	263,15	1,03	
jan	22	22	34,84	48,26	61,69	74,74	83,48	74,74	61,69	48,26	34,84	96,60	90,71	82,99	67,80	21,00	292,20	277,01	269,29	263,40	1,03	
jan	23	23	34,77	48,19	61,62	74,64	83,25	74,64	61,62	48,19	34,77	96,35	90,39	82,55	67,06	22,00	292,94	277,45	269,61	263,65	1,03	
jan	24	24	34,69	48,12	61,54	74,52	83,03	74,52	61,54	48,12	34,69	96,09	90,07	82,10	66,31	23,00	293,69	277,90	269,93	263,91	1,03	
jan	25	25	34,62	48,05	61,46	74,41	82,79	74,41	61,46	48,05	34,62	95,82	89,74	81,64	65,56	24,00	294,44	278,36	270,26	264,18	1,03	
jan	26	26	34,54	47,97	61,38	74,29	82,55	74,29	61,38	47,97	34,54	95,55	89,40	81,17	64,80	25,00	295,20	278,83	270,60	264,45	1,03	
jan	27	27	34,46	47,89	61,29	74,16	82,31	74,16	61,29	47,89	34,46	95,27	89,05	80,69	64,03	26,00	295,97	279,31	270,95	264,73	1,03	
jan	28	28	34,37	47,81	61,20	74,03	82,06	74,03	61,20	47,81	34,37	94,98	88,70	80,21	63,26	27,00	296,74	279,79	271,30	265,02	1,03	
jan	29	29	34,28	47,73	61,11	73,89	81,81	73,89	61,11	47,73	34,28	94,69	88,34	79,72	62,48	28,00	297,52	280,28	271,66	265,31	1,03	
jan	30	30	34,20	47,64	61,01	73,74	81,54	73,74	61,01	47,64	34,20	94,40	87,98	79,22	61,70	29,00	298,30	280,78	272,02	265,60	1,03	
jan	31	31	34,10	47,55	60,91	73,59	81,28	73,59	60,91	47,55	34,10	94,09	87,61	78,71	60,92	30,00	299,08	281,29	272,39	265,91	1,03	
fev	1	32	34,01	47,46	60,80	73,44	81,01	73,44	60,80	47,46	34,01	93,79	87,23	78,20	60,14	31,00	299,86	281,80	272,77	266,21	1,03	

fev	2	33	33,91	47,36	60,69	73,28	80,73	73,28	60,69	47,36	33,91	93,48	86,85	77,68	59,36	32,00	300,64	282,32	273,15	266,52	1,03
fev	3	34	33,81	47,26	60,58	73,11	80,45	73,11	60,58	47,26	33,81	93,16	86,46	77,16	58,58	33,00	301,42	282,84	273,54	266,84	1,03
fev	4	35	33,71	47,16	60,46	72,94	80,16	72,94	60,46	47,16	33,71	92,84	86,07	76,63	57,80	34,00	302,20	283,37	273,93	267,16	1,03
fev	5	36	33,61	47,05	60,34	72,76	79,87	72,76	60,34	47,05	33,61	92,51	85,67	76,10	57,02	35,00	302,98	283,90	274,33	267,49	1,03
fev	6	37	33,50	46,95	60,21	72,57	79,58	72,57	60,21	46,95	33,50	92,18	85,27	75,56	56,25	36,00	303,75	284,44	274,73	267,82	1,03
fev	7	38	33,39	46,83	60,08	72,38	79,28	72,38	60,08	46,83	33,39	91,85	84,86	75,01	55,48	37,00	304,52	284,99	275,14	268,15	1,03
fev	8	39	33,28	46,72	59,95	72,18	78,97	72,18	59,95	46,72	33,28	91,51	84,45	74,46	54,72	38,00	305,28	285,54	275,55	268,49	1,03
fev	9	40	33,16	46,60	59,81	71,98	78,66	71,98	59,81	46,60	33,16	91,16	84,03	73,91	53,96	39,00	306,04	286,09	275,97	268,84	1,03
fev	10	41	33,05	46,48	59,67	71,77	78,35	71,77	59,67	46,48	33,05	90,82	83,61	73,36	53,20	40,00	306,80	286,64	276,39	269,18	1,03
fev	11	42	32,93	46,35	59,52	71,56	78,03	71,56	59,52	46,35	32,93	90,46	83,18	72,80	52,46	41,00	307,54	287,20	276,82	269,54	1,03
fev	12	43	32,80	46,23	59,37	71,34	77,71	71,34	59,37	46,23	32,80	90,11	82,76	72,24	51,72	42,00	308,28	287,76	277,24	269,89	1,03
fev	13	44	32,68	46,10	59,21	71,11	77,38	71,11	59,21	46,10	32,68	89,75	82,32	71,68	50,99	43,00	309,01	288,32	277,68	270,25	1,03
fev	14	45	32,55	45,96	59,05	70,88	77,05	70,88	59,05	45,96	32,55	89,39	81,89	71,12	50,26	44,00	309,74	288,88	278,11	270,61	1,03
fev	15	46	32,42	45,82	58,88	70,64	76,72	70,64	58,88	45,82	32,42	89,02	81,45	70,55	49,55	45,00	310,45	289,45	278,55	270,98	1,03
fev	16	47	32,29	45,68	58,72	70,40	76,38	70,40	58,72	45,68	32,29	88,66	81,01	69,99	48,84	46,00	311,16	290,01	278,99	271,34	1,03
fev	17	48	32,15	45,54	58,54	70,15	76,04	70,15	58,54	45,54	32,15	88,28	80,57	69,42	48,15	47,00	311,85	290,58	279,43	271,72	1,02
fev	18	49	32,01	45,39	58,36	69,90	75,69	69,90	58,36	45,39	32,01	87,91	80,12	68,86	47,46	48,00	312,54	291,14	279,88	272,09	1,02
fev	19	50	31,87	45,24	58,18	69,64	75,34	69,64	58,18	45,24	31,87	87,53	79,67	68,29	46,78	49,00	313,22	291,71	280,33	272,47	1,02
fev	20	51	31,73	45,09	57,99	69,37	74,99	69,37	57,99	45,09	31,73	87,15	79,22	67,72	46,11	50,00	313,89	292,28	280,78	272,85	1,02
fev	21	52	31,59	44,93	57,80	69,11	74,63	69,11	57,80	44,93	31,59	86,77	78,77	67,16	45,45	51,00	314,55	292,84	281,23	273,23	1,02
fev	22	53	31,44	44,77	57,61	68,83	74,28	68,83	57,61	44,77	31,44	86,39	78,32	66,60	44,81	52,00	315,19	293,40	281,68	273,61	1,02
fev	23	54	31,29	44,60	57,41	68,55	73,91	68,55	57,41	44,60	31,29	86,00	77,87	66,03	44,17	53,00	315,83	293,97	282,13	274,00	1,02
fev	24	55	31,13	44,44	57,21	68,27	73,55	68,27	57,21	44,44	31,13	85,62	77,41	65,47	43,54	54,00	316,46	294,53	282,59	274,38	1,02
fev	25	56	30,98	44,27	57,00	67,98	73,18	67,98	57,00	44,27	30,98	85,23	76,95	64,91	42,93	55,00	317,07	295,09	283,05	274,77	1,02
fev	26	57	30,82	44,10	56,79	67,69	72,81	67,69	56,79	44,10	30,82	84,83	76,50	64,35	42,32	56,00	317,68	295,65	283,50	275,17	1,02
fev	27	58	30,66	43,92	56,57	67,39	72,44	67,39	56,57	43,92	30,66	84,44	76,04	63,80	41,73	57,00	318,27	296,20	283,96	275,56	1,02
fev	28	59	30,50	43,74	56,35	67,09	72,06	67,09	56,35	43,74	30,50	84,05	75,58	63,25	41,15	58,00	318,85	296,75	284,42	275,95	1,02
mar	1	60	30,34	43,56	56,13	66,79	71,68	66,79	56,13	43,56	30,34	83,65	75,12	62,70	40,57	59,00	319,43	297,30	284,88	276,35	1,02
mar	2	61	30,17	43,37	55,90	66,48	71,30	66,48	55,90	43,37	30,17	83,26	74,66	62,15	40,01	60,00	319,99	297,85	285,34	276,74	1,02
mar	3	62	30,00	43,18	55,67	66,17	70,92	66,17	55,67	43,18	30,00	82,86	74,20	61,61	39,46	61,00	320,54	298,39	285,80	277,14	1,02
mar	4	63	29,83	42,99	55,43	65,85	70,53	65,85	55,43	42,99	29,83	82,46	73,74	61,07	38,92	62,00	321,08	298,93	286,26	277,54	1,02
mar	5	64	29,66	42,80	55,20	65,53	70,14	65,53	55,20	42,80	29,66	82,06	73,29	60,53	38,39	63,00	321,61	299,47	286,71	277,94	1,02
mar	6	65	29,48	42,60	54,95	65,21	69,76	65,21	54,95	42,60	29,48	81,66	72,83	60,00	37,87	64,00	322,13	300,00	287,17	278,34	1,02
mar	7	66	29,30	42,40	54,71	64,88	69,36	64,88	54,71	42,40	29,30	81,26	72,37	59,47	37,36	65,00	322,64	300,53	287,63	278,74	1,02
mar	8	67	29,13	42,20	54,46	64,55	68,97	64,55	54,46	42,20	29,13	80,86	71,92	58,94	36,86	66,00	323,14	301,06	288,08	279,14	1,02
mar	9	68	28,95	42,00	54,21	64,22	68,58	64,22	54,21	42,00	28,95	80,46	71,46	58,42	36,37	67,00	323,63	301,58	288,54	279,54	1,01
mar	10	69	28,76	41,79	53,95	63,88	68,18	63,88	53,95	41,79	28,76	80,06	71,01	57,91	35,89	68,00	324,11	302,09	288,99	279,94	1,01
mar	11	70	28,58	41,58	53,70	63,54	67,79	63,54	53,70	41,58	28,58	79,66	70,56	57,40	35,42	69,00	324,58	302,60	289,44	280,34	1,01
mar	12	71	28,39	41,37	53,44	63,20	67,39	63,20	53,44	41,37	28,39	79,26	70,11	56,89	34,96	70,00	325,04	303,11	289,89	280,74	1,01
mar	13	72	28,20	41,16	53,17	62,86	66,99	62,86	53,17	41,16	28,20	78,86	69,66	56,39	34,51	71,00	325,49	303,61	290,34	281,14	1,01
mar	14	73	28,01	40,94	52,91	62,52	66,59	62,52	52,91	40,94	28,01	78,46	69,22	55,89	34,07	72,00	325,93	304,11	290,78	281,54	1,01
mar	15	74	27,82	40,72	52,64	62,17	66,19	62,17	52,64	40,72	27,82	78,06	68,77	55,40	33,63	73,00	326,37	304,60	291,23	281,94	1,01
mar	16	75	27,63	40,50	52,36	61,82	65,79	61,82	52,36	40,50	27,63	77,66	68,33	54,92	33,21	74,00	326,79	305,08	291,67	282,34	1,01

mar	17	76	27,44	40,28	52,09	61,47	65,38	61,47	52,09	40,28	27,44	77,26	67,89	54,44	32,80	75,00	327,20	305,56	292,11	282,74	1,01
mar	18	77	27,24	40,05	51,81	61,12	64,98	61,12	51,81	40,05	27,24	76,87	67,45	53,96	32,39	76,00	327,61	306,04	292,55	283,13	1,01
mar	19	78	27,05	39,83	51,54	60,76	64,58	60,76	51,54	39,83	27,05	76,47	67,02	53,49	32,00	77,00	328,00	306,51	292,98	283,53	1,01
mar	20	79	26,85	39,60	51,26	60,41	64,17	60,41	51,26	39,60	26,85	76,08	66,59	53,03	31,61	78,00	328,39	306,97	293,41	283,92	1,01
mar	21	80	26,65	39,37	50,97	60,05	63,77	60,05	50,97	39,37	26,65	75,69	66,16	52,57	31,23	79,00	328,77	307,43	293,84	284,31	1,01
mar	22	81	26,45	39,14	50,69	59,69	63,37	59,69	50,69	39,14	26,45	75,29	65,73	52,11	30,86	80,00	329,14	307,89	294,27	284,71	1,01
mar	23	82	26,25	38,90	50,40	59,34	62,96	59,34	50,40	38,90	26,25	74,90	65,31	51,66	30,49	81,00	329,51	308,34	294,69	285,10	1,01
mar	24	83	26,05	38,67	50,12	58,98	62,56	58,98	50,12	38,67	26,05	74,52	64,89	51,22	30,14	82,00	329,86	308,78	295,11	285,48	1,01
mar	25	84	25,84	38,43	49,83	58,62	62,16	58,62	49,83	38,43	25,84	74,13	64,47	50,79	29,79	83,00	330,21	309,21	295,53	285,87	1,01
mar	26	85	25,64	38,20	49,54	58,26	61,76	58,26	49,54	38,20	25,64	73,74	64,05	50,36	29,45	84,00	330,55	309,64	295,95	286,26	1,00
mar	27	86	25,44	37,96	49,25	57,89	61,36	57,89	49,25	37,96	25,44	73,36	63,64	49,93	29,11	85,00	330,89	310,07	296,36	286,64	1,00
mar	28	87	25,23	37,72	48,96	57,53	60,95	57,53	48,96	37,72	25,23	72,98	63,23	49,51	28,79	86,00	331,21	310,49	296,77	287,02	1,00
mar	29	88	25,02	37,48	48,66	57,17	60,55	57,17	48,66	37,48	25,02	72,60	62,83	49,10	28,47	87,00	331,53	310,90	297,17	287,40	1,00
mar	30	89	24,82	37,24	48,37	56,81	60,16	56,81	48,37	37,24	24,82	72,22	62,43	48,69	28,16	88,00	331,84	311,31	297,57	287,78	1,00
mar	31	90	24,61	37,00	48,07	56,45	59,76	56,45	48,07	37,00	24,61	71,85	62,03	48,29	27,85	89,00	332,15	311,71	297,97	288,15	1,00
abr	1	91	24,41	36,76	47,78	56,09	59,36	56,09	47,78	36,76	24,41	71,48	61,64	47,89	27,55	90,00	332,45	312,11	298,36	288,52	1,00
abr	2	92	24,20	36,52	47,48	55,73	58,96	55,73	47,48	36,52	24,20	71,11	61,25	47,50	27,26	91,00	332,74	312,50	298,75	288,89	1,00
abr	3	93	23,99	36,27	47,19	55,37	58,57	55,37	47,19	36,27	23,99	70,74	60,86	47,11	26,97	92,00	333,03	312,89	299,14	289,26	1,00
abr	4	94	23,79	36,03	46,89	55,01	58,18	55,01	46,89	36,03	23,79	70,37	60,48	46,74	26,69	93,00	333,31	313,26	299,52	289,63	1,00
abr	5	95	23,58	35,79	46,60	54,65	57,79	54,65	46,60	35,79	23,58	70,01	60,10	46,36	26,42	94,00	333,58	313,64	299,90	289,99	1,00
abr	6	96	23,37	35,54	46,30	54,30	57,40	54,30	46,30	35,54	23,37	69,65	59,73	45,99	26,15	95,00	333,85	314,01	300,27	290,35	1,00
abr	7	97	23,16	35,30	46,01	53,94	57,01	53,94	46,01	35,30	23,16	69,30	59,36	45,63	25,89	96,00	334,11	314,37	300,64	290,70	1,00
abr	8	98	22,96	35,06	45,71	53,59	56,63	53,59	45,71	35,06	22,96	68,94	58,99	45,28	25,63	97,00	334,37	314,72	301,01	291,06	1,00
abr	9	99	22,75	34,81	45,42	53,23	56,24	53,23	45,42	34,81	22,75	68,59	58,63	44,93	25,38	98,00	334,62	315,07	301,37	291,41	1,00
abr	10	100	22,55	34,57	45,13	52,88	55,86	52,88	45,13	34,57	22,55	68,24	58,28	44,58	25,14	99,00	334,86	315,42	301,72	291,76	1,00
abr	11	101	22,34	34,33	44,83	52,53	55,48	52,53	44,83	34,33	22,34	67,90	57,92	44,24	24,90	100,00	335,10	315,76	302,08	292,10	1,00
abr	12	102	22,14	34,09	44,54	52,19	55,11	52,19	44,54	34,09	22,14	67,56	57,57	43,91	24,67	101,00	335,33	316,09	302,43	292,44	0,99
abr	13	103	21,93	33,85	44,25	51,84	54,73	51,84	44,25	33,85	21,93	67,22	57,23	43,58	24,44	102,00	335,56	316,42	302,77	292,78	0,99
abr	14	104	21,73	33,61	43,96	51,50	54,36	51,50	43,96	33,61	21,73	66,89	56,89	43,26	24,21	103,00	335,79	316,74	303,11	293,11	0,99
abr	15	105	21,53	33,37	43,67	51,15	53,99	51,15	43,67	33,37	21,53	66,56	56,55	42,94	23,99	104,00	336,01	317,06	303,45	293,44	0,99
abr	16	106	21,33	33,13	43,38	50,81	53,63	50,81	43,38	33,13	21,33	66,23	56,22	42,63	23,78	105,00	336,22	317,37	303,78	293,77	0,99
abr	17	107	21,13	32,89	43,10	50,48	53,27	50,48	43,10	32,89	21,13	65,90	55,90	42,32	23,57	106,00	336,43	317,68	304,10	294,10	0,99
abr	18	108	20,93	32,66	42,82	50,14	52,91	50,14	42,82	32,66	20,93	65,58	55,57	42,02	23,37	107,00	336,63	317,98	304,43	294,42	0,99
abr	19	109	20,73	32,42	42,53	49,81	52,55	49,81	42,53	32,42	20,73	65,27	55,26	41,73	23,17	108,00	336,83	318,27	304,74	294,73	0,99
abr	20	110	20,53	32,19	42,25	49,48	52,20	49,48	42,25	32,19	20,53	64,96	54,94	41,44	22,97	109,00	337,03	318,56	305,06	295,04	0,99
abr	21	111	20,34	31,96	41,98	49,16	51,85	49,16	41,98	31,96	20,34	64,65	54,63	41,15	22,78	110,00	337,22	318,85	305,37	295,35	0,99
abr	22	112	20,14	31,73	41,70	48,83	51,50	48,83	41,70	31,73	20,14	64,34	54,33	40,87	22,59	111,00	337,41	319,13	305,67	295,66	0,99
abr	23	113	19,95	31,50	41,43	48,51	51,16	48,51	41,43	31,50	19,95	64,04	54,03	40,60	22,41	112,00	337,59	319,40	305,97	295,96	0,99
abr	24	114	19,76	31,28	41,15	48,20	50,82	48,20	41,15	31,28	19,76	63,74	53,74	40,33	22,23	113,00	337,77	319,67	306,26	296,26	0,99
abr	25	115	19,57	31,05	40,89	47,88	50,49	47,88	40,89	31,05	19,57	63,45	53,45	40,07	22,06	114,00	337,94	319,93	306,55	296,55	0,99
abr	26	116	19,38	30,83	40,62	47,57	50,16	47,57	40,62	30,83	19,38	63,16	53,16	39,81	21,89	115,00	338,11	320,19	306,84	296,84	0,99
abr	27	117	19,20	30,61	40,36	47,27	49,83	47,27	40,36	30,61	19,20	62,88	52,88	39,55	21,73	116,00	338,27	320,45	307,12	297,12	0,99
abr	28	118	19,02	30,39	40,09	46,96	49,51	46,96	40,09	30,39	19,02	62,60	52,61	39,31	21,56	117,00	338,44	320,69	307,39	297,40	0,99

abr	29	119	18,83	30,17	39,84	46,66	49,19	46,66	39,84	30,17	18,83	62,32	52,34	39,06	21,41	118,00	338,59	320,94	307,66	297,68	0,99
abr	30	120	18,66	29,96	39,58	46,37	48,88	46,37	39,58	29,96	18,66	62,05	52,07	38,83	21,25	119,00	338,75	321,17	307,93	297,95	0,99
maio	1	121	18,48	29,75	39,33	46,08	48,57	46,08	39,33	29,75	18,48	61,78	51,81	38,59	21,10	120,00	338,90	321,41	308,19	298,22	0,98
maio	2	122	18,30	29,54	39,08	45,79	48,26	45,79	39,08	29,54	18,30	61,52	51,55	38,37	20,96	121,00	339,04	321,63	308,45	298,48	0,98
maio	3	123	18,13	29,34	38,84	45,51	47,96	45,51	38,84	29,34	18,13	61,26	51,30	38,14	20,81	122,00	339,19	321,86	308,70	298,74	0,98
maio	4	124	17,96	29,13	38,59	45,23	47,67	45,23	38,59	29,13	17,96	61,01	51,06	37,92	20,67	123,00	339,33	322,08	308,94	298,99	0,98
maio	5	125	17,79	28,93	38,36	44,95	47,38	44,95	38,36	28,93	17,79	60,76	50,81	37,71	20,54	124,00	339,46	322,29	309,19	299,24	0,98
maio	6	126	17,63	28,74	38,12	44,68	47,09	44,68	38,12	28,74	17,63	60,51	50,58	37,50	20,41	125,00	339,59	322,50	309,42	299,49	0,98
maio	7	127	17,46	28,54	37,89	44,42	46,81	44,42	37,89	28,54	17,46	60,27	50,35	37,30	20,28	126,00	339,72	322,70	309,65	299,73	0,98
maio	8	128	17,30	28,35	37,66	44,15	46,53	44,15	37,66	28,35	17,30	60,04	50,12	37,10	20,15	127,00	339,85	322,90	309,88	299,96	0,98
maio	9	129	17,14	28,16	37,44	43,90	46,26	43,90	37,44	28,16	17,14	59,80	49,90	36,91	20,03	128,00	339,97	323,09	310,10	300,20	0,98
maio	10	130	16,99	27,98	37,22	43,65	46,00	43,65	37,22	27,98	16,99	59,58	49,68	36,72	19,91	129,00	340,09	323,28	310,32	300,42	0,98
maio	11	131	16,84	27,80	37,00	43,40	45,74	43,40	37,00	27,80	16,84	59,36	49,47	36,54	19,80	130,00	340,20	323,46	310,53	300,64	0,98
maio	12	132	16,69	27,62	36,79	43,16	45,48	43,16	36,79	27,62	16,69	59,14	49,26	36,36	19,69	131,00	340,31	323,64	310,74	300,86	0,98
maio	13	133	16,54	27,44	36,59	42,92	45,23	42,92	36,59	27,44	16,54	58,93	49,06	36,18	19,58	132,00	340,42	323,82	310,94	301,07	0,98
maio	14	134	16,40	27,27	36,38	42,69	44,99	42,69	36,38	27,27	16,40	58,72	48,87	36,01	19,47	133,00	340,53	323,99	311,13	301,28	0,98
maio	15	135	16,26	27,10	36,18	42,46	44,75	42,46	36,18	27,10	16,26	58,52	48,67	35,85	19,37	134,00	340,63	324,15	311,33	301,48	0,98
maio	16	136	16,12	26,94	35,99	42,24	44,52	42,24	35,99	26,94	16,12	58,33	48,49	35,69	19,27	135,00	340,73	324,31	311,51	301,67	0,98
maio	17	137	15,99	26,78	35,80	42,03	44,29	42,03	35,80	26,78	15,99	58,13	48,31	35,53	19,18	136,00	340,82	324,47	311,69	301,87	0,98
maio	18	138	15,86	26,63	35,62	41,82	44,07	41,82	35,62	26,63	15,86	57,95	48,13	35,38	19,08	137,00	340,92	324,62	311,87	302,05	0,98
maio	19	139	15,73	26,47	35,44	41,61	43,85	41,61	35,44	26,47	15,73	57,77	47,96	35,24	18,99	138,00	341,01	324,76	312,04	302,23	0,98
maio	20	140	15,61	26,32	35,26	41,41	43,64	41,41	35,26	26,32	15,61	57,59	47,79	35,10	18,91	139,00	341,09	324,90	312,21	302,41	0,98
maio	21	141	15,49	26,18	35,09	41,22	43,44	41,22	35,09	26,18	15,49	57,42	47,63	34,96	18,82	140,00	341,18	325,04	312,37	302,58	0,98
maio	22	142	15,37	26,04	34,93	41,03	43,24	41,03	34,93	26,04	15,37	57,26	47,48	34,83	18,74	141,00	341,26	325,17	312,52	302,74	0,98
maio	23	143	15,25	25,90	34,76	40,85	43,05	40,85	34,76	25,90	15,25	57,10	47,33	34,70	18,66	142,00	341,34	325,30	312,67	302,90	0,97
maio	24	144	15,14	25,77	34,61	40,67	42,86	40,67	34,61	25,77	15,14	56,94	47,18	34,58	18,59	143,00	341,41	325,42	312,82	303,06	0,97
maio	25	145	15,04	25,65	34,46	40,50	42,68	40,50	34,46	25,65	15,04	56,79	47,04	34,46	18,52	144,00	341,48	325,54	312,96	303,21	0,97
maio	26	146	14,94	25,52	34,31	40,33	42,51	40,33	34,31	25,52	14,94	56,65	46,91	34,34	18,45	145,00	341,55	325,66	313,09	303,35	0,97
maio	27	147	14,84	25,40	34,17	40,17	42,34	40,17	34,17	25,40	14,84	56,51	46,78	34,23	18,38	146,00	341,62	325,77	313,22	303,49	0,97
maio	28	148	14,74	25,29	34,04	40,02	42,18	40,02	34,04	25,29	14,74	56,37	46,65	34,13	18,32	147,00	341,68	325,87	313,35	303,63	0,97
maio	29	149	14,65	25,18	33,91	39,87	42,03	39,87	33,91	25,18	14,65	56,25	46,53	34,03	18,26	148,00	341,74	325,97	313,47	303,75	0,97
maio	30	150	14,56	25,07	33,78	39,73	41,88	39,73	33,78	25,07	14,56	56,12	46,42	33,93	18,20	149,00	341,80	326,07	313,58	303,88	0,97
maio	31	151	14,48	24,97	33,66	39,60	41,74	39,60	33,66	24,97	14,48	56,01	46,31	33,84	18,14	150,00	341,86	326,16	313,69	303,99	0,97
jun	1	152	14,40	24,88	33,55	39,47	41,60	39,47	33,55	24,88	14,40	55,89	46,20	33,75	18,09	151,00	341,91	326,25	313,80	304,11	0,97
jun	2	153	14,32	24,78	33,44	39,35	41,48	39,35	33,44	24,78	14,32	55,79	46,11	33,67	18,04	152,00	341,96	326,33	313,89	304,21	0,97
jun	3	154	14,25	24,70	33,34	39,23	41,35	39,23	33,34	24,70	14,25	55,69	46,01	33,59	17,99	153,00	342,01	326,41	313,99	304,31	0,97
jun	4	155	14,18	24,61	33,24	39,12	41,24	39,12	33,24	24,61	14,18	55,59	45,92	33,52	17,95	154,00	342,05	326,48	314,08	304,41	0,97
jun	5	156	14,11	24,54	33,15	39,02	41,13	39,02	33,15	24,54	14,11	55,50	45,84	33,45	17,91	155,00	342,09	326,55	314,16	304,50	0,97
jun	6	157	14,05	24,46	33,07	38,92	41,03	38,92	33,07	24,46	14,05	55,42	45,76	33,38	17,87	156,00	342,13	326,62	314,24	304,58	0,97
jun	7	158	13,99	24,40	32,99	38,83	40,93	38,83	32,99	24,40	13,99	55,34	45,69	33,32	17,83	157,00	342,17	326,68	314,31	304,66	0,97
jun	8	159	13,94	24,33	32,91	38,75	40,85	38,75	32,91	24,33	13,94	55,27	45,62	33,27	17,80	158,00	342,20	326,73	314,38	304,73	0,97
jun	9	160	13,89	24,27	32,84	38,67	40,76	38,67	32,84	24,27	13,89	55,20	45,56	33,21	17,77	159,00	342,23	326,79	314,44	304,80	0,97
jun	10	161	13,85	24,22	32,78	38,60	40,69	38,60	32,78	24,22	13,85	55,14	45,50	33,17	17,74	160,00	342,26	326,83	314,50	304,86	0,97

jun	11	162	13,81	24,17	32,72	38,53	40,62	38,53	32,72	24,17	13,81	55,08	45,45	33,12	17,71	161,00	342,29	326,88	314,55	304,92	0,97
jun	12	163	13,77	24,13	32,67	38,47	40,56	38,47	32,67	24,13	13,77	55,03	45,41	33,09	17,69	162,00	342,31	326,91	314,59	304,97	0,97
jun	13	164	13,74	24,09	32,62	38,42	40,51	38,42	32,62	24,09	13,74	54,99	45,36	33,05	17,67	163,00	342,33	326,95	314,64	305,01	0,97
jun	14	165	13,71	24,06	32,58	38,38	40,46	38,38	32,58	24,06	13,71	54,95	45,33	33,02	17,65	164,00	342,35	326,98	314,67	305,05	0,97
jun	15	166	13,69	24,03	32,55	38,34	40,42	38,34	32,55	24,03	13,69	54,92	45,30	33,00	17,63	165,00	342,37	327,00	314,70	305,08	0,97
jun	16	167	13,67	24,00	32,52	38,31	40,39	38,31	32,52	24,00	13,67	54,89	45,27	32,98	17,62	166,00	342,38	327,02	314,73	305,11	0,97
jun	17	168	13,65	23,98	32,50	38,28	40,36	38,28	32,50	23,98	13,65	54,87	45,25	32,96	17,61	167,00	342,39	327,04	314,75	305,13	0,97
jun	18	169	13,64	23,97	32,48	38,26	40,34	38,26	32,48	23,97	13,64	54,85	45,24	32,95	17,60	168,00	342,40	327,05	314,76	305,15	0,97
jun	19	170	13,63	23,96	32,47	38,25	40,33	38,25	32,47	23,96	13,63	54,84	45,23	32,94	17,60	169,00	342,40	327,06	314,77	305,16	0,97
jun	20	171	13,63	23,96	32,47	38,25	40,32	38,25	32,47	23,96	13,63	54,84	45,22	32,93	17,60	170,00	342,40	327,07	314,78	305,16	0,97
jun	21	172	13,63	23,96	32,47	38,25	40,32	38,25	32,47	23,96	13,63	54,84	45,22	32,94	17,60	171,00	342,40	327,06	314,78	305,16	0,97
jun	22	173	13,63	23,96	32,48	38,26	40,33	38,26	32,48	23,96	13,63	54,84	45,23	32,94	17,60	172,00	342,40	327,06	314,77	305,16	0,97
jun	23	174	13,64	23,97	32,49	38,27	40,35	38,27	32,49	23,97	13,64	54,86	45,24	32,95	17,61	173,00	342,39	327,05	314,76	305,14	0,97
jun	24	175	13,66	23,99	32,51	38,29	40,37	38,29	32,51	23,99	13,66	54,88	45,26	32,96	17,62	174,00	342,38	327,04	314,74	305,12	0,97
jun	25	176	13,67	24,01	32,53	38,32	40,40	38,32	32,53	24,01	13,67	54,90	45,28	32,98	17,63	175,00	342,37	327,02	314,72	305,10	0,97
jun	26	177	13,69	24,04	32,56	38,35	40,43	38,35	32,56	24,04	13,69	54,93	45,31	33,01	17,64	176,00	342,36	326,99	314,69	305,07	0,97
jun	27	178	13,72	24,07	32,60	38,39	40,48	38,39	32,60	24,07	13,72	54,96	45,34	33,03	17,66	177,00	342,34	326,97	314,66	305,04	0,97
jun	28	179	13,75	24,10	32,64	38,44	40,53	38,44	32,64	24,10	13,75	55,00	45,38	33,06	17,68	178,00	342,32	326,94	314,62	305,00	0,97
jun	29	180	13,78	24,14	32,69	38,50	40,58	38,50	32,69	24,14	13,78	55,05	45,42	33,10	17,70	179,00	342,30	326,90	314,58	304,95	0,97
jun	30	181	13,82	24,19	32,74	38,56	40,65	38,56	32,74	24,19	13,82	55,10	45,47	33,14	17,72	180,00	342,28	326,86	314,53	304,90	0,97
jul	1	182	13,86	24,24	32,80	38,62	40,72	38,62	32,80	24,24	13,86	55,16	45,52	33,18	17,75	181,00	342,25	326,82	314,48	304,84	0,97
jul	2	183	13,91	24,30	32,87	38,70	40,79	38,70	32,87	24,30	13,91	55,23	45,58	33,23	17,78	182,00	342,22	326,77	314,42	304,77	0,97
jul	3	184	13,96	24,36	32,94	38,78	40,88	38,78	32,94	24,36	13,96	55,29	45,65	33,29	17,81	183,00	342,19	326,71	314,35	304,71	0,97
jul	4	185	14,02	24,42	33,01	38,86	40,97	38,86	33,01	24,42	14,02	55,37	45,72	33,34	17,84	184,00	342,16	326,66	314,28	304,63	0,97
jul	5	186	14,07	24,49	33,10	38,96	41,07	38,96	33,10	24,49	14,07	55,45	45,79	33,41	17,88	185,00	342,12	326,59	314,21	304,55	0,97
jul	6	187	14,14	24,57	33,19	39,06	41,17	39,06	33,19	24,57	14,14	55,54	45,87	33,47	17,92	186,00	342,08	326,53	314,13	304,46	0,97
jul	7	188	14,20	24,65	33,28	39,16	41,28	39,16	33,28	24,65	14,20	55,63	45,96	33,54	17,96	187,00	342,04	326,46	314,04	304,37	0,97
jul	8	189	14,27	24,73	33,38	39,27	41,40	39,27	33,38	24,73	14,27	55,72	46,05	33,62	18,01	188,00	341,99	326,38	313,95	304,28	0,97
jul	9	190	14,35	24,82	33,48	39,39	41,52	39,39	33,48	24,82	14,35	55,83	46,14	33,70	18,06	189,00	341,94	326,30	313,86	304,17	0,97
jul	10	191	14,42	24,91	33,59	39,52	41,65	39,52	33,59	24,91	14,42	55,94	46,24	33,78	18,11	190,00	341,89	326,22	313,76	304,06	0,97
jul	11	192	14,51	25,01	33,71	39,65	41,79	39,65	33,71	25,01	14,51	56,05	46,35	33,87	18,16	191,00	341,84	326,13	313,65	303,95	0,97
jul	12	193	14,59	25,11	33,83	39,78	41,93	39,78	33,83	25,11	14,59	56,17	46,46	33,97	18,22	192,00	341,78	326,03	313,54	303,83	0,97
jul	13	194	14,68	25,22	33,96	39,93	42,08	39,93	33,96	25,22	14,68	56,29	46,58	34,06	18,28	193,00	341,72	325,94	313,42	303,71	0,97
jul	14	195	14,78	25,33	34,09	40,08	42,24	40,08	34,09	25,33	14,78	56,42	46,70	34,17	18,34	194,00	341,66	325,83	313,30	303,58	0,97
jul	15	196	14,87	25,45	34,22	40,23	42,40	40,23	34,22	25,45	14,87	56,56	46,82	34,27	18,40	195,00	341,60	325,73	313,18	303,44	0,97
jul	16	197	14,97	25,57	34,37	40,39	42,57	40,39	34,37	25,57	14,97	56,70	46,96	34,39	18,47	196,00	341,53	325,61	313,04	303,30	0,97
jul	17	198	15,08	25,69	34,51	40,56	42,75	40,56	34,51	25,69	15,08	56,85	47,09	34,50	18,54	197,00	341,46	325,50	312,91	303,15	0,97
jul	18	199	15,19	25,82	34,67	40,73	42,93	40,73	34,67	25,82	15,19	57,00	47,24	34,62	18,62	198,00	341,38	325,38	312,76	303,00	0,97
jul	19	200	15,30	25,96	34,82	40,91	43,12	40,91	34,82	25,96	15,30	57,15	47,38	34,75	18,69	199,00	341,31	325,25	312,62	302,85	0,97
jul	20	201	15,41	26,09	34,99	41,10	43,31	41,10	34,99	26,09	15,41	57,32	47,54	34,88	18,77	200,00	341,23	325,12	312,46	302,68	0,97
jul	21	202	15,53	26,23	35,15	41,29	43,51	41,29	35,15	26,23	15,53	57,48	47,69	35,01	18,85	201,00	341,15	324,99	312,31	302,52	0,97
jul	22	203	15,65	26,38	35,33	41,48	43,72	41,48	35,33	26,38	15,65	57,66	47,86	35,15	18,94	202,00	341,06	324,85	312,14	302,34	0,97
jul	23	204	15,78	26,53	35,50	41,69	43,93	41,69	35,50	26,53	15,78	57,83	48,02	35,29	19,03	203,00	340,97	324,71	311,98	302,17	0,97

jul	24	205	15,91	26,68	35,69	41,89	44,15	41,89	35,69	26,68	15,91	58,02	48,20	35,44	19,12	204,00	340,88	324,56	311,80	301,98	0,97
jul	25	206	16,04	26,84	35,87	42,11	44,37	42,11	35,87	26,84	16,04	58,21	48,37	35,59	19,21	205,00	340,79	324,41	311,63	301,79	0,97
jul	26	207	16,17	27,00	36,06	42,32	44,60	42,32	36,06	27,00	16,17	58,40	48,56	35,75	19,31	206,00	340,69	324,25	311,44	301,60	0,97
jul	27	208	16,31	27,17	36,26	42,55	44,84	42,55	36,26	27,17	16,31	58,60	48,75	35,91	19,41	207,00	340,59	324,09	311,25	301,40	0,97
jul	28	209	16,45	27,34	36,46	42,78	45,08	42,78	36,46	27,34	16,45	58,80	48,94	36,08	19,51	208,00	340,49	323,92	311,06	301,20	0,97
jul	29	210	16,60	27,51	36,66	43,01	45,33	43,01	36,66	27,51	16,60	59,01	49,14	36,25	19,62	209,00	340,38	323,75	310,86	300,99	0,97
jul	30	211	16,74	27,68	36,87	43,25	45,58	43,25	36,87	27,68	16,74	59,22	49,34	36,42	19,73	210,00	340,27	323,58	310,66	300,78	0,97
jul	31	212	16,89	27,86	37,08	43,49	45,83	43,49	37,08	27,86	16,89	59,44	49,55	36,61	19,84	211,00	340,16	323,39	310,45	300,56	0,97
ago	1	213	17,05	28,05	37,30	43,74	46,10	43,74	37,30	28,05	17,05	59,66	49,76	36,79	19,96	212,00	340,04	323,21	310,24	300,34	0,97
ago	2	214	17,20	28,23	37,52	43,99	46,36	43,99	37,52	28,23	17,20	59,89	49,98	36,98	20,08	213,00	339,92	323,02	310,02	300,11	0,97
ago	3	215	17,36	28,42	37,75	44,25	46,64	44,25	37,75	28,42	17,36	60,12	50,20	37,18	20,20	214,00	339,80	322,82	309,80	299,88	0,97
ago	4	216	17,52	28,61	37,98	44,52	46,92	44,52	37,98	28,61	17,52	60,36	50,43	37,38	20,33	215,00	339,67	322,62	309,57	299,64	0,97
ago	5	217	17,69	28,81	38,21	44,78	47,20	44,78	38,21	28,81	17,69	60,60	50,67	37,58	20,46	216,00	339,54	322,42	309,33	299,40	0,97
ago	6	218	17,85	29,01	38,44	45,05	47,49	45,05	38,44	29,01	17,85	60,85	50,90	37,79	20,59	217,00	339,41	322,21	309,10	299,15	0,97
ago	7	219	18,02	29,21	38,68	45,33	47,78	45,33	38,68	29,21	18,02	61,10	51,15	38,01	20,73	218,00	339,27	321,99	308,85	298,90	0,97
ago	8	220	18,19	29,41	38,93	45,61	48,08	45,61	38,93	29,41	18,19	61,36	51,40	38,23	20,87	219,00	339,13	321,77	308,60	298,64	0,97
ago	9	221	18,37	29,62	39,17	45,90	48,38	45,90	39,17	29,62	18,37	61,62	51,65	38,45	21,01	220,00	338,99	321,55	308,35	298,38	0,97
ago	10	222	18,54	29,83	39,42	46,19	48,69	46,19	39,42	29,83	18,54	61,88	51,91	38,68	21,16	221,00	338,84	321,32	308,09	298,12	0,97
ago	11	223	18,72	30,04	39,68	46,48	49,00	46,48	39,68	30,04	18,72	62,15	52,17	38,91	21,31	222,00	338,69	321,09	307,83	297,85	0,97
ago	12	224	18,90	30,26	39,93	46,77	49,31	46,77	39,93	30,26	18,90	62,42	52,44	39,15	21,47	223,00	338,53	320,85	307,56	297,58	0,97
ago	13	225	19,08	30,47	40,19	47,08	49,63	47,08	40,19	30,47	19,08	62,70	52,71	39,40	21,62	224,00	338,38	320,60	307,29	297,30	0,97
ago	14	226	19,27	30,69	40,45	47,38	49,96	47,38	40,45	30,69	19,27	62,98	52,99	39,65	21,79	225,00	338,21	320,35	307,01	297,02	0,97
ago	15	227	19,45	30,91	40,72	47,69	50,28	47,69	40,72	30,91	19,45	63,27	53,27	39,90	21,95	226,00	338,05	320,10	306,73	296,73	0,97
ago	16	228	19,64	31,14	40,99	48,00	50,62	48,00	40,99	31,14	19,64	63,56	53,55	40,16	22,13	227,00	337,87	319,84	306,45	296,44	0,97
ago	17	229	19,83	31,36	41,26	48,31	50,95	48,31	41,26	31,36	19,83	63,85	53,85	40,43	22,30	228,00	337,70	319,57	306,15	296,15	0,98
ago	18	230	20,02	31,59	41,53	48,63	51,29	48,63	41,53	31,59	20,02	64,15	54,14	40,70	22,48	229,00	337,52	319,30	305,86	295,85	0,98
ago	19	231	20,22	31,82	41,80	48,95	51,63	48,95	41,80	31,82	20,22	64,46	54,44	40,98	22,66	230,00	337,34	319,02	305,56	295,54	0,98
ago	20	232	20,41	32,05	42,08	49,28	51,98	49,28	42,08	32,05	20,41	64,76	54,75	41,26	22,85	231,00	337,15	318,74	305,25	295,24	0,98
ago	21	233	20,61	32,28	42,36	49,61	52,33	49,61	42,36	32,28	20,61	65,07	55,06	41,54	23,04	232,00	336,96	318,46	304,94	294,93	0,98
ago	22	234	20,80	32,51	42,64	49,94	52,69	49,94	42,64	32,51	20,80	65,39	55,37	41,84	23,24	233,00	336,76	318,16	304,63	294,61	0,98
ago	23	235	21,00	32,75	42,92	50,27	53,04	50,27	42,92	32,75	21,00	65,70	55,69	42,13	23,44	234,00	336,56	317,87	304,31	294,30	0,98
ago	24	236	21,20	32,98	43,21	50,60	53,40	50,60	43,21	32,98	21,20	66,03	56,02	42,44	23,65	235,00	336,35	317,56	303,98	293,97	0,98
ago	25	237	21,40	33,22	43,49	50,94	53,77	50,94	43,49	33,22	21,40	66,35	56,35	42,74	23,86	236,00	336,14	317,26	303,65	293,65	0,98
ago	26	238	21,60	33,46	43,78	51,28	54,13	51,28	43,78	33,46	21,60	66,68	56,68	43,06	24,08	237,00	335,92	316,94	303,32	293,32	0,98
ago	27	239	21,81	33,70	44,07	51,62	54,50	51,62	44,07	33,70	21,81	67,01	57,02	43,38	24,30	238,00	335,70	316,62	302,98	292,99	0,98
ago	28	240	22,01	33,94	44,36	51,97	54,87	51,97	44,36	33,94	22,01	67,35	57,36	43,70	24,52	239,00	335,48	316,30	302,64	292,65	0,98
ago	29	241	22,21	34,18	44,65	52,32	55,25	52,32	44,65	34,18	22,21	67,69	57,70	44,03	24,75	240,00	335,25	315,97	302,30	292,31	0,98
ago	30	242	22,42	34,42	44,94	52,66	55,62	52,66	44,94	34,42	22,42	68,03	58,05	44,37	24,99	241,00	335,01	315,63	301,95	291,97	0,98
ago	31	243	22,62	34,66	45,24	53,02	56,00	53,02	45,24	34,66	22,62	68,37	58,41	44,71	25,23	242,00	334,77	315,29	301,59	291,63	0,98
set	1	244	22,83	34,91	45,53	53,37	56,39	53,37	45,53	34,91	22,83	68,72	58,77	45,06	25,48	243,00	334,52	314,94	301,23	291,28	0,98
set	2	245	23,04	35,15	45,82	53,72	56,77	53,72	45,82	35,15	23,04	69,07	59,13	45,41	25,73	244,00	334,27	314,59	300,87	290,93	0,98
set	3	246	23,24	35,39	46,12	54,08	57,16	54,08	46,12	35,39	23,24	69,43	59,50	45,77	25,99	245,00	334,01	314,23	300,50	290,57	0,98
set	4	247	23,45	35,63	46,41	54,43	57,54	54,43	46,41	35,63	23,45	69,79	59,87	46,13	26,25	246,00	333,75	313,87	300,13	290,21	0,98

set	5	248	23,66	35,88	46,71	54,79	57,93	54,79	46,71	35,88	23,66	70,15	60,25	46,50	26,52	247,00	333,48	313,50	299,75	289,85	0,98
set	6	249	23,86	36,12	47,00	55,15	58,33	55,15	47,00	36,12	23,86	70,51	60,62	46,88	26,80	248,00	333,20	313,12	299,38	289,49	0,98
set	7	250	24,07	36,36	47,30	55,51	58,72	55,51	47,30	36,36	24,07	70,88	61,01	47,26	27,08	249,00	332,92	312,74	298,99	289,12	0,98
set	8	251	24,28	36,61	47,60	55,86	59,11	55,86	47,60	36,61	24,28	71,24	61,40	47,65	27,37	250,00	332,63	312,35	298,60	288,76	0,98
set	9	252	24,48	36,85	47,89	56,23	59,51	56,23	47,89	36,85	24,48	71,62	61,79	48,04	27,66	251,00	332,34	311,96	298,21	288,38	0,99
set	10	253	24,69	37,09	48,18	56,59	59,91	56,59	48,18	37,09	24,69	71,99	62,18	48,44	27,96	252,00	332,04	311,56	297,82	288,01	0,99
set	11	254	24,90	37,33	48,48	56,95	60,30	56,95	48,48	37,33	24,90	72,36	62,58	48,84	28,27	253,00	331,73	311,16	297,42	287,64	0,99
set	12	255	25,10	37,57	48,77	57,31	60,70	57,31	48,77	37,57	25,10	72,74	62,98	49,25	28,59	254,00	331,41	310,75	297,02	287,26	0,99
set	13	256	25,31	37,81	49,07	57,67	61,10	57,67	49,07	37,81	25,31	73,12	63,39	49,67	28,91	255,00	331,09	310,33	296,61	286,88	0,99
set	14	257	25,51	38,05	49,36	58,03	61,51	58,03	49,36	38,05	25,51	73,50	63,80	50,09	29,24	256,00	330,76	309,91	296,20	286,50	0,99
set	15	258	25,72	38,29	49,65	58,39	61,91	58,39	49,65	38,29	25,72	73,89	64,21	50,52	29,57	257,00	330,43	309,48	295,79	286,11	0,99
set	16	259	25,92	38,52	49,94	58,75	62,31	58,75	49,94	38,52	25,92	74,27	64,62	50,95	29,92	258,00	330,08	309,05	295,38	285,73	0,99
set	17	260	26,12	38,76	50,22	59,11	62,71	59,11	50,22	38,76	26,12	74,66	65,04	51,39	30,27	259,00	329,73	308,61	294,96	285,34	0,99
set	18	261	26,32	38,99	50,51	59,47	63,12	59,47	50,51	38,99	26,32	75,05	65,46	51,83	30,63	260,00	329,37	308,17	294,54	284,95	0,99
set	19	262	26,52	39,22	50,80	59,83	63,52	59,83	50,80	39,22	26,52	75,44	65,89	52,28	30,99	261,00	329,01	307,72	294,11	284,56	0,99
set	20	263	26,72	39,45	51,08	60,19	63,92	60,19	51,08	39,45	26,72	75,83	66,32	52,74	31,37	262,00	328,63	307,26	293,68	284,17	0,99
set	21	264	26,92	39,68	51,36	60,54	64,33	60,54	51,36	39,68	26,92	76,23	66,75	53,20	31,75	263,00	328,25	306,80	293,25	283,77	0,99
set	22	265	27,12	39,91	51,64	60,90	64,73	60,90	51,64	39,91	27,12	76,62	67,18	53,67	32,14	264,00	327,86	306,33	292,82	283,38	0,99
set	23	266	27,32	40,14	51,92	61,25	65,13	61,25	51,92	40,14	27,32	77,02	67,62	54,14	32,54	265,00	327,46	305,86	292,38	282,98	0,99
set	24	267	27,51	40,36	52,19	61,60	65,53	61,60	52,19	40,36	27,51	77,41	68,06	54,62	32,95	266,00	327,05	305,38	291,94	282,59	0,99
set	25	268	27,70	40,58	52,47	61,95	65,94	61,95	52,47	40,58	27,70	77,81	68,50	55,10	33,37	267,00	326,63	304,90	291,50	282,19	0,99
set	26	269	27,90	40,80	52,74	62,30	66,34	62,30	52,74	40,80	27,90	78,21	68,94	55,59	33,80	268,00	326,20	304,41	291,06	281,79	0,99
set	27	270	28,09	41,02	53,01	62,65	66,74	62,65	53,01	41,02	28,09	78,61	69,38	56,08	34,23	269,00	325,77	303,92	290,62	281,39	1,00
set	28	271	28,27	41,24	53,27	62,99	67,14	62,99	53,27	41,24	28,27	79,01	69,83	56,58	34,68	270,00	325,32	303,42	290,17	280,99	1,00
set	29	272	28,46	41,45	53,53	63,33	67,54	63,33	53,53	41,45	28,46	79,41	70,28	57,08	35,13	271,00	324,87	302,92	289,72	280,59	1,00
set	30	273	28,65	41,66	53,79	63,67	67,93	63,67	53,79	41,66	28,65	79,81	70,73	57,59	35,59	272,00	324,41	302,41	289,27	280,19	1,00
out	1	274	28,83	41,87	54,05	64,01	68,33	64,01	54,05	41,87	28,83	80,21	71,18	58,10	36,07	273,00	323,93	301,90	288,82	279,79	1,00
out	2	275	29,01	42,07	54,30	64,34	68,73	64,34	54,30	42,07	29,01	80,61	71,63	58,62	36,55	274,00	323,45	301,38	288,37	279,39	1,00
out	3	276	29,19	42,28	54,55	64,67	69,12	64,67	54,55	42,28	29,19	81,01	72,09	59,14	37,04	275,00	322,96	300,86	287,91	278,99	1,00
out	4	277	29,37	42,48	54,80	65,00	69,51	65,00	54,80	42,48	29,37	81,41	72,54	59,67	37,55	276,00	322,45	300,33	287,46	278,59	1,00
out	5	278	29,55	42,68	55,05	65,33	69,90	65,33	55,05	42,68	29,55	81,81	73,00	60,20	38,06	277,00	321,94	299,80	287,00	278,19	1,00
out	6	279	29,72	42,87	55,29	65,65	70,29	65,65	55,29	42,87	29,72	82,21	73,46	60,73	38,58	278,00	321,42	299,27	286,54	277,79	1,00
out	7	280	29,89	43,07	55,52	65,97	70,68	65,97	55,52	43,07	29,89	82,61	73,92	61,27	39,12	279,00	320,88	298,73	286,08	277,39	1,00
out	8	281	30,06	43,26	55,76	66,28	71,06	66,28	55,76	43,26	30,06	83,01	74,37	61,81	39,66	280,00	320,34	298,19	285,63	276,99	1,00
out	9	282	30,23	43,44	55,99	66,59	71,44	66,59	55,99	43,44	30,23	83,40	74,83	62,35	40,22	281,00	319,78	297,65	285,17	276,60	1,00
out	10	283	30,40	43,63	56,21	66,90	71,82	66,90	56,21	43,63	30,40	83,80	75,29	62,90	40,79	282,00	319,21	297,10	284,71	276,20	1,00
out	11	284	30,56	43,81	56,43	67,21	72,20	67,21	56,43	43,81	30,56	84,20	75,75	63,45	41,36	283,00	318,64	296,55	284,25	275,80	1,00
out	12	285	30,72	43,99	56,65	67,50	72,58	67,50	56,65	43,99	30,72	84,59	76,21	64,01	41,95	284,00	318,05	295,99	283,79	275,41	1,00
out	13	286	30,88	44,16	56,87	67,80	72,95	67,80	56,87	44,16	30,88	84,98	76,67	64,56	42,55	285,00	317,45	295,44	283,33	275,02	1,00
out	14	287	31,04	44,33	57,08	68,09	73,32	68,09	57,08	44,33	31,04	85,37	77,12	65,12	43,16	286,00	316,84	294,88	282,88	274,63	1,01
out	15	288	31,19	44,50	57,28	68,38	73,69	68,38	57,28	44,50	31,19	85,76	77,58	65,68	43,78	287,00	316,22	294,32	282,42	274,24	1,01
out	16	289	31,34	44,67	57,48	68,66	74,05	68,66	57,48	44,67	31,34	86,15	78,04	66,24	44,41	288,00	315,59	293,76	281,96	273,85	1,01
out	17	290	31,49	44,83	57,68	68,93	74,41	68,93	57,68	44,83	31,49	86,53	78,49	66,81	45,05	289,00	314,95	293,19	281,51	273,47	1,01

out	18	291	31,64	44,99	57,88	69,21	74,77	69,21	57,88	44,99	31,64	86,92	78,94	67,37	45,70	290,00	314,30	292,63	281,06	273,08	1,01
out	19	292	31,79	45,14	58,07	69,47	75,12	69,47	58,07	45,14	31,79	87,30	79,39	67,94	46,36	291,00	313,64	292,06	280,61	272,70	1,01
out	20	293	31,93	45,30	58,25	69,74	75,47	69,74	58,25	45,30	31,93	87,68	79,84	68,50	47,03	292,00	312,97	291,50	280,16	272,32	1,01
out	21	294	32,07	45,45	58,43	69,99	75,82	69,99	58,43	45,45	32,07	88,05	80,29	69,07	47,71	293,00	312,29	290,93	279,71	271,95	1,01
out	22	295	32,20	45,59	58,61	70,24	76,17	70,24	58,61	45,59	32,20	88,42	80,73	69,64	48,41	294,00	311,59	290,36	279,27	271,58	1,01
out	23	296	32,34	45,74	58,78	70,49	76,51	70,49	58,78	45,74	32,34	88,79	81,18	70,20	49,11	295,00	310,89	289,80	278,82	271,21	1,01
out	24	297	32,47	45,88	58,95	70,73	76,84	70,73	58,95	45,88	32,47	89,16	81,62	70,77	49,82	296,00	310,18	289,23	278,38	270,84	1,01
out	25	298	32,60	46,01	59,11	70,97	77,18	70,97	59,11	46,01	32,60	89,52	82,05	71,33	50,53	297,00	309,47	288,67	277,95	270,48	1,01
out	26	299	32,73	46,14	59,27	71,20	77,51	71,20	59,27	46,14	32,73	89,89	82,49	71,89	51,26	298,00	308,74	288,11	277,51	270,11	1,01
out	27	300	32,85	46,27	59,42	71,42	77,83	71,42	59,42	46,27	32,85	90,24	82,92	72,45	51,99	299,00	308,01	287,55	277,08	269,76	1,01
out	28	301	32,97	46,40	59,57	71,64	78,15	71,64	59,57	46,40	32,97	90,60	83,34	73,01	52,74	300,00	307,26	286,99	276,66	269,40	1,01
out	29	302	33,09	46,52	59,72	71,85	78,47	71,85	59,72	46,52	33,09	90,95	83,77	73,57	53,49	301,00	306,51	286,43	276,23	269,05	1,01
out	30	303	33,21	46,65	59,86	72,06	78,78	72,06	59,86	46,65	33,21	91,29	84,19	74,12	54,24	302,00	305,76	285,88	275,81	268,71	1,01
out	31	304	33,32	46,76	60,00	72,26	79,09	72,26	60,00	46,76	33,32	91,63	84,60	74,67	55,00	303,00	305,00	285,33	275,40	268,37	1,02
nov	1	305	33,43	46,88	60,13	72,45	79,39	72,45	60,13	46,88	33,43	91,97	85,01	75,22	55,77	304,00	304,23	284,78	274,99	268,03	1,02
nov	2	306	33,54	46,99	60,26	72,64	79,69	72,64	60,26	46,99	33,54	92,31	85,42	75,76	56,54	305,00	303,46	284,24	274,58	267,69	1,02
nov	3	307	33,65	47,09	60,38	72,83	79,98	72,83	60,38	47,09	33,65	92,63	85,82	76,30	57,31	306,00	302,69	283,70	274,18	267,37	1,02
nov	4	308	33,75	47,20	60,50	73,00	80,27	73,00	60,50	47,20	33,75	92,96	86,22	76,83	58,09	307,00	301,91	283,17	273,78	267,04	1,02
nov	5	309	33,85	47,30	60,62	73,17	80,56	73,17	60,62	47,30	33,85	93,28	86,61	77,36	58,87	308,00	301,13	282,64	273,39	266,72	1,02
nov	6	310	33,95	47,40	60,73	73,34	80,84	73,34	60,73	47,40	33,95	93,59	86,99	77,88	59,65	309,00	300,35	282,12	273,01	266,41	1,02
nov	7	311	34,05	47,49	60,84	73,50	81,11	73,50	60,84	47,49	34,05	93,90	87,37	78,39	60,43	310,00	299,57	281,61	272,63	266,10	1,02
nov	8	312	34,14	47,58	60,94	73,65	81,38	73,65	60,94	47,58	34,14	94,21	87,75	78,90	61,21	311,00	298,79	281,10	272,25	265,79	1,02
nov	9	313	34,23	47,67	61,05	73,80	81,64	73,80	61,05	47,67	34,23	94,51	88,12	79,41	61,99	312,00	298,01	280,59	271,88	265,49	1,02
nov	10	314	34,32	47,76	61,14	73,94	81,90	73,94	61,14	47,76	34,32	94,80	88,48	79,90	62,77	313,00	297,23	280,10	271,52	265,20	1,02
nov	11	315	34,40	47,84	61,23	74,08	82,15	74,08	61,23	47,84	34,40	95,09	88,83	80,39	63,55	314,00	296,45	279,61	271,17	264,91	1,02
nov	12	316	34,49	47,92	61,32	74,21	82,40	74,21	61,32	47,92	34,49	95,37	89,18	80,87	64,32	315,00	295,68	279,13	270,82	264,63	1,02
nov	13	317	34,57	48,00	61,41	74,33	82,64	74,33	61,41	48,00	34,57	95,65	89,53	81,35	65,08	316,00	294,92	278,65	270,47	264,35	1,02
nov	14	318	34,64	48,08	61,49	74,45	82,88	74,45	61,49	48,08	34,64	95,92	89,86	81,81	65,84	317,00	294,16	278,19	270,14	264,08	1,02
nov	15	319	34,72	48,15	61,57	74,57	83,11	74,57	61,57	48,15	34,72	96,19	90,19	82,27	66,59	318,00	293,41	277,73	269,81	263,81	1,02
nov	16	320	34,79	48,22	61,64	74,68	83,34	74,68	61,64	48,22	34,79	96,45	90,51	82,71	67,34	319,00	292,66	277,29	269,49	263,55	1,02
nov	17	321	34,86	48,28	61,71	74,78	83,56	74,78	61,71	48,28	34,86	96,70	90,83	83,15	68,07	320,00	291,93	276,85	269,17	263,30	1,02
nov	18	322	34,93	48,35	61,78	74,88	83,77	74,88	61,78	48,35	34,93	96,95	91,13	83,58	68,79	321,00	291,21	276,42	268,87	263,05	1,02
nov	19	323	35,00	48,41	61,85	74,97	83,98	74,97	61,85	48,41	35,00	97,19	91,43	84,00	69,51	322,00	290,49	276,00	268,57	262,81	1,02
nov	20	324	35,06	48,47	61,91	75,06	84,18	75,06	61,91	48,47	35,06	97,42	91,72	84,40	70,21	323,00	289,79	275,60	268,28	262,58	1,02
nov	21	325	35,12	48,53	61,97	75,14	84,38	75,14	61,97	48,53	35,12	97,65	92,00	84,80	70,90	324,00	289,10	275,20	268,00	262,35	1,03
nov	22	326	35,18	48,58	62,02	75,22	84,56	75,22	62,02	48,58	35,18	97,87	92,28	85,19	71,57	325,00	288,43	274,81	267,72	262,13	1,03
nov	23	327	35,24	48,63	62,08	75,30	84,75	75,30	62,08	48,63	35,24	98,08	92,54	85,56	72,23	326,00	287,77	274,44	267,46	261,92	1,03
nov	24	328	35,29	48,68	62,13	75,37	84,93	75,37	62,13	48,68	35,29	98,29	92,80	85,92	72,87	327,00	287,13	274,08	267,20	261,71	1,03
nov	25	329	35,35	48,73	62,18	75,44	85,10	75,44	62,18	48,73	35,35	98,49	93,05	86,28	73,49	328,00	286,51	273,72	266,95	261,51	1,03
nov	26	330	35,40	48,77	62,22	75,50	85,26	75,50	62,22	48,77	35,40	98,68	93,29	86,61	74,10	329,00	285,90	273,39	266,71	261,32	1,03
nov	27	331	35,45	48,82	62,26	75,56	85,42	75,56	62,26	48,82	35,45	98,86	93,52	86,94	74,69	330,00	285,31	273,06	266,48	261,14	1,03
nov	28	332	35,49	48,86	62,30	75,61	85,57	75,61	62,30	48,86	35,49	99,04	93,74	87,26	75,26	331,00	284,74	272,74	266,26	260,96	1,03
nov	29	333	35,53	48,90	62,34	75,66	85,72	75,66	62,34	48,90	35,53	99,21	93,96	87,56	75,81	332,00	284,19	272,44	266,04	260,79	1,03

nov	30	334	35,58	48,93	62,38	75,71	85,86	75,71	62,38	48,93	35,58	99,38	94,16	87,85	76,33	333,00	283,67	272,15	265,84	260,62	1,03
dez	1	335	35,61	48,97	62,41	75,76	85,99	75,76	62,41	48,97	35,61	99,53	94,36	88,13	76,84	334,00	283,16	271,87	265,64	260,47	1,03
dez	2	336	35,65	49,00	62,44	75,80	86,11	75,80	62,44	49,00	35,65	99,68	94,54	88,39	77,32	335,00	282,68	271,61	265,46	260,32	1,03
dez	3	337	35,69	49,03	62,47	75,83	86,23	75,83	62,47	49,03	35,69	99,82	94,72	88,64	77,78	336,00	282,22	271,36	265,28	260,18	1,03
dez	4	338	35,72	49,06	62,50	75,87	86,35	75,87	62,50	49,06	35,72	99,95	94,88	88,88	78,22	337,00	281,78	271,12	265,12	260,05	1,03
dez	5	339	35,75	49,08	62,52	75,90	86,45	75,90	62,52	49,08	35,75	100,08	95,04	89,10	78,64	338,00	281,36	270,90	264,96	259,92	1,03
dez	6	340	35,78	49,11	62,55	75,93	86,55	75,93	62,55	49,11	35,78	100,19	95,19	89,31	79,02	339,00	280,98	270,69	264,81	259,81	1,03
dez	7	341	35,81	49,13	62,57	75,96	86,64	75,96	62,57	49,13	35,81	100,30	95,32	89,50	79,39	340,00	280,61	270,50	264,68	259,70	1,03
dez	8	342	35,83	49,15	62,59	75,98	86,73	75,98	62,59	49,15	35,83	100,40	95,45	89,68	79,73	341,00	280,27	270,32	264,55	259,60	1,03
dez	9	343	35,85	49,17	62,60	76,01	86,81	76,01	62,60	49,17	35,85	100,50	95,57	89,85	80,04	342,00	279,96	270,15	264,43	259,50	1,03
dez	10	344	35,87	49,19	62,62	76,03	86,88	76,03	62,62	49,19	35,87	100,58	95,67	90,00	80,33	343,00	279,67	270,00	264,33	259,42	1,03
dez	11	345	35,89	49,20	62,63	76,04	86,94	76,04	62,63	49,20	35,89	100,66	95,77	90,14	80,59	344,00	279,41	269,86	264,23	259,34	1,03
dez	12	346	35,91	49,22	62,65	76,06	87,00	76,06	62,65	49,22	35,91	100,73	95,86	90,27	80,82	345,00	279,18	269,73	264,14	259,27	1,03
dez	13	347	35,92	49,23	62,66	76,07	87,05	76,07	62,66	49,23	35,92	100,79	95,93	90,37	81,02	346,00	278,98	269,63	264,07	259,21	1,03
dez	14	348	35,93	49,24	62,67	76,08	87,10	76,08	62,67	49,24	35,93	100,84	96,00	90,47	81,20	347,00	278,80	269,53	264,00	259,16	1,03
dez	15	349	35,95	49,25	62,68	76,09	87,14	76,09	62,68	49,25	35,95	100,89	96,06	90,55	81,35	348,00	278,65	269,45	263,94	259,11	1,03
dez	16	350	35,95	49,26	62,68	76,10	87,17	76,10	62,68	49,26	35,95	100,92	96,10	90,62	81,48	349,00	278,52	269,38	263,90	259,08	1,03
dez	17	351	35,96	49,26	62,69	76,11	87,19	76,11	62,69	49,26	35,96	100,95	96,14	90,67	81,57	350,00	278,43	269,33	263,86	259,05	1,03
dez	18	352	35,97	49,27	62,69	76,11	87,21	76,11	62,69	49,27	35,97	100,97	96,16	90,70	81,64	351,00	278,36	269,30	263,84	259,03	1,03
dez	19	353	35,97	49,27	62,69	76,12	87,22	76,12	62,69	49,27	35,97	100,98	96,18	90,72	81,68	352,00	278,32	269,28	263,82	259,02	1,03
dez	20	354	35,97	49,27	62,69	76,12	87,22	76,12	62,69	49,27	35,97	100,99	96,18	90,73	81,69	353,00	278,31	269,27	263,82	259,01	1,03
dez	21	355	35,97	49,27	62,69	76,11	87,22	76,11	62,69	49,27	35,97	100,98	96,18	90,72	81,68	354,00	278,32	269,28	263,82	259,02	1,03
dez	22	356	35,97	49,27	62,69	76,11	87,21	76,11	62,69	49,27	35,97	100,97	96,16	90,70	81,64	355,00	278,36	269,30	263,84	259,03	1,03
dez	23	357	35,96	49,26	62,69	76,11	87,19	76,11	62,69	49,26	35,96	100,95	96,13	90,66	81,56	356,00	278,44	269,34	263,87	259,05	1,03
dez	24	358	35,95	49,26	62,68	76,10	87,16	76,10	62,68	49,26	35,95	100,92	96,10	90,61	81,46	357,00	278,54	269,39	263,90	259,08	1,03
dez	25	359	35,94	49,25	62,68	76,09	87,13	76,09	62,68	49,25	35,94	100,88	96,05	90,54	81,34	358,00	278,66	269,46	263,95	259,12	1,03
dez	26	360	35,93	49,24	62,67	76,08	87,09	76,08	62,67	49,24	35,93	100,84	95,99	90,46	81,18	359,00	278,82	269,54	264,01	259,16	1,03
dez	27	361	35,92	49,23	62,66	76,07	87,05	76,07	62,66	49,23	35,92	100,78	95,93	90,36	81,00	360,00	279,00	269,64	264,07	259,22	1,03
dez	28	362	35,91	49,22	62,65	76,06	87,00	76,06	62,65	49,22	35,91	100,72	95,85	90,25	80,79	361,00	279,21	269,75	264,15	259,28	1,03
dez	29	363	35,89	49,20	62,63	76,04	86,94	76,04	62,63	49,20	35,89	100,65	95,76	90,12	80,55	362,00	279,45	269,88	264,24	259,35	1,03
dez	30	364	35,87	49,19	62,62	76,02	86,87	76,02	62,62	49,19	35,87	100,57	95,66	89,98	80,29	363,00	279,71	270,02	264,34	259,43	1,03
dez	31	365	35,85	49,17	62,60	76,00	86,80	76,00	62,60	49,17	35,85	100,49	95,55	89,83	80,00	364,00	280,00	270,17	264,45	259,51	1,04

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE E – $\Delta\alpha_{\text{refr}}$, ÂNGULO DE ALTITUDE SOLAR *TRUE* E MASSA DE AR ÓTICA RELATIVA

Tabela 11 - $\Delta\alpha_{\text{refr}}$, ângulo de altitude solar true e massa de ar ótica relativa

Dia	n	$\Delta\alpha_{\text{refr}}$										Altitude solar <i>true</i>										m									
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
jan	1	1	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,85	49,16	62,59	75,99	86,71	75,99	62,59	49,16	35,85	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	2	2	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,82	49,14	62,57	75,96	86,62	75,96	62,57	49,14	35,82	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	3	3	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,79	49,12	62,55	75,93	86,52	75,93	62,55	49,12	35,79	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	4	4	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,76	49,09	62,53	75,90	86,42	75,90	62,53	49,09	35,76	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	5	5	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,73	49,06	62,50	75,87	86,31	75,87	62,50	49,06	35,73	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	6	6	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,70	49,04	62,47	75,83	86,20	75,83	62,47	49,04	35,70	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	7	7	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,66	49,00	62,44	75,79	86,08	75,79	62,44	49,00	35,66	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56		
jan	8	8	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,62	48,97	62,41	75,75	85,95	75,75	62,41	48,97	35,62	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	9	9	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,58	48,94	62,38	75,71	85,81	75,71	62,38	48,94	35,58	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	10	10	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,54	48,90	62,34	75,66	85,67	75,66	62,34	48,90	35,54	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	11	11	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,50	48,86	62,30	75,60	85,53	75,60	62,30	48,86	35,50	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	12	12	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,45	48,82	62,26	75,55	85,37	75,55	62,26	48,82	35,45	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	13	13	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,40	48,77	62,22	75,49	85,21	75,49	62,22	48,77	35,40	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57		
jan	14	14	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,35	48,73	62,17	75,42	85,04	75,42	62,17	48,73	35,35	1,58	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,58		
jan	15	15	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,30	48,68	62,12	75,36	84,87	75,36	62,12	48,68	35,30	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58		
jan	16	16	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,24	48,63	62,07	75,28	84,69	75,28	62,07	48,63	35,24	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58		
jan	17	17	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,19	48,58	62,02	75,21	84,51	75,21	62,02	48,58	35,19	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58		
jan	18	18	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,13	48,52	61,96	75,13	84,31	75,13	61,96	48,52	35,13	1,59	1,22	1,03	0,95	0,92	0,95	1,03	1,22	1,59		
jan	19	19	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	35,06	48,47	61,90	75,04	84,12	75,04	61,90	48,47	35,06	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59		
jan	20	20	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	35,00	48,41	61,84	74,95	83,91	74,95	61,84	48,41	35,00	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59		
jan	21	21	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,93	48,34	61,77	74,85	83,70	74,85	61,77	48,34	34,93	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59		
jan	22	22	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,86	48,28	61,70	74,75	83,49	74,75	61,70	48,28	34,86	1,60	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,60		
jan	23	23	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,79	48,21	61,63	74,65	83,26	74,65	61,63	48,21	34,79	1,60	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,60		
jan	24	24	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,72	48,14	61,55	74,54	83,04	74,54	61,55	48,14	34,72	1,60	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,60		
jan	25	25	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,64	48,07	61,47	74,42	82,80	74,42	61,47	48,07	34,64	1,60	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,60		
jan	26	26	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,56	47,99	61,39	74,30	82,57	74,30	61,39	47,99	34,56	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61		
jan	27	27	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,48	47,91	61,30	74,17	82,32	74,17	61,30	47,91	34,48	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61		
jan	28	28	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,40	47,83	61,21	74,04	82,07	74,04	61,21	47,83	34,40	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61		
jan	29	29	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,31	47,75	61,12	73,90	81,82	73,90	61,12	47,75	34,31	1,62	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,62		
jan	30	30	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,22	47,66	61,02	73,76	81,56	73,76	61,02	47,66	34,22	1,62	1,24	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,24	1,62		
jan	31	31	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,13	47,57	60,92	73,61	81,29	73,61	60,92	47,57	34,13	1,63	1,24	1,05	0,95	0,92	0,95	1,05	1,24	1,63		
fev	1	32	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,04	47,48	60,82	73,45	81,02	73,45	60,82	47,48	34,04	1,63	1,24	1,05	0,95	0,92	0,95	1,05	1,24	1,63		
fev	2	33	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,94	47,38	60,71	73,29	80,74	73,29	60,71	47,38	33,94	1,63	1,24	1,05	0,95	0,93	0,95	1,05	1,24	1,63		
fev	3	34	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,84	47,28	60,59	73,12	80,46	73,12	60,59	47,28	33,84	1,64	1,24	1,05	0,95	0,93	0,95	1,05	1,24	1,64		

fev	4	35	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,74	47,18	60,47	72,95	80,18	72,95	60,47	47,18	33,74	1,64	1,24	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,24	1,64
fev	5	36	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,63	47,07	60,35	72,77	79,89	72,77	60,35	47,07	33,63	1,65	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,65
fev	6	37	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,53	46,96	60,23	72,58	79,59	72,58	60,23	46,96	33,53	1,65	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,65
fev	7	38	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,42	46,85	60,10	72,39	79,29	72,39	60,10	46,85	33,42	1,66	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,66
fev	8	39	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,31	46,74	59,96	72,20	78,98	72,20	59,96	46,74	33,31	1,66	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,66
fev	9	40	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,19	46,62	59,82	71,99	78,68	71,99	59,82	46,62	33,19	1,67	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,67
fev	10	41	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,07	46,50	59,68	71,78	78,36	71,78	59,68	46,50	33,07	1,67	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,67
fev	11	42	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,95	46,37	59,53	71,57	78,04	71,57	59,53	46,37	32,95	1,68	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,68
fev	12	43	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,83	46,25	59,38	71,35	77,72	71,35	59,38	46,25	32,83	1,68	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,68
fev	13	44	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,71	46,11	59,22	71,12	77,39	71,12	59,22	46,11	32,71	1,69	1,27	1,06	0,97	0,94	0,97	1,06	1,27	1,69
fev	14	45	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,58	45,98	59,06	70,89	77,06	70,89	59,06	45,98	32,58	1,69	1,27	1,06	0,97	0,94	0,97	1,06	1,27	1,69
fev	15	46	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,45	45,84	58,90	70,65	76,73	70,65	58,90	45,84	32,45	1,70	1,27	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,27	1,70	
fev	16	47	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,32	45,70	58,73	70,41	76,39	70,41	58,73	45,70	32,32	1,71	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,71	
fev	17	48	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,18	45,56	58,56	70,16	76,05	70,16	58,56	45,56	32,18	1,71	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,71	
fev	18	49	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,04	45,41	58,38	69,91	75,70	69,91	58,38	45,41	32,04	1,72	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,72	
fev	19	50	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,90	45,26	58,20	69,65	75,36	69,65	58,20	45,26	31,90	1,72	1,29	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,29	1,72	
fev	20	51	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,76	45,11	58,01	69,39	75,00	69,39	58,01	45,11	31,76	1,73	1,29	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,29	1,73	
fev	21	52	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,61	44,95	57,82	69,12	74,65	69,12	57,82	44,95	31,61	1,74	1,29	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,29	1,74	
fev	22	53	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,47	44,79	57,62	68,84	74,29	68,84	57,62	44,79	31,47	1,75	1,30	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,30	1,75	
fev	23	54	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,32	44,62	57,42	68,57	73,93	68,57	57,42	44,62	31,32	1,75	1,30	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,30	1,75	
fev	24	55	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,16	44,46	57,22	68,28	73,56	68,28	57,22	44,46	31,16	1,76	1,30	1,09	0,98	0,95	0,98	1,09	1,30	1,76	
fev	25	56	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,01	44,29	57,01	67,99	73,19	67,99	57,01	44,29	31,01	1,77	1,31	1,09	0,99	0,95	0,99	1,09	1,31	1,77	
fev	26	57	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,85	44,12	56,80	67,70	72,82	67,70	56,80	44,12	30,85	1,78	1,31	1,09	0,99	0,96	0,99	1,09	1,31	1,78	
fev	27	58	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,69	43,94	56,59	67,41	72,45	67,41	56,59	43,94	30,69	1,79	1,32	1,09	0,99	0,96	0,99	1,09	1,32	1,79	
fev	28	59	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,53	43,76	56,37	67,11	72,07	67,11	56,37	43,76	30,53	1,79	1,32	1,10	0,99	0,96	0,99	1,10	1,32	1,79	
mar	1	60	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,36	43,58	56,14	66,80	71,69	66,80	56,14	43,58	30,36	1,80	1,32	1,10	0,99	0,96	0,99	1,10	1,32	1,80	
mar	2	61	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,20	43,39	55,92	66,49	71,31	66,49	55,92	43,39	30,20	1,81	1,33	1,10	1,00	0,96	1,00	1,10	1,33	1,81	
mar	3	62	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,03	43,20	55,69	66,18	70,93	66,18	55,69	43,20	30,03	1,82	1,33	1,11	1,00	0,97	1,00	1,11	1,33	1,82	
mar	4	63	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,86	43,01	55,45	65,86	70,54	65,86	55,45	43,01	29,86	1,83	1,34	1,11	1,00	0,97	1,00	1,11	1,34	1,83	
mar	5	64	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,69	42,82	55,21	65,54	70,16	65,54	55,21	42,82	29,69	1,84	1,34	1,11	1,00	0,97	1,00	1,11	1,34	1,84	
mar	6	65	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,51	42,62	54,97	65,22	69,77	65,22	54,97	42,62	29,51	1,85	1,35	1,12	1,01	0,97	1,01	1,12	1,35	1,85	
mar	7	66	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,33	42,42	54,73	64,89	69,38	64,89	54,73	42,42	29,33	1,86	1,35	1,12	1,01	0,98	1,01	1,12	1,35	1,86	
mar	8	67	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,16	42,22	54,48	64,56	68,98	64,56	54,48	42,22	29,16	1,87	1,36	1,12	1,01	0,98	1,01	1,12	1,36	1,87	
mar	9	68	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,98	42,02	54,23	64,23	68,59	64,23	54,23	42,02	28,98	1,88	1,36	1,13	1,01	0,98	1,01	1,13	1,36	1,88	
mar	10	69	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,79	41,81	53,97	63,90	68,20	63,90	53,97	41,81	28,79	1,89	1,37	1,13	1,02	0,98	1,02	1,13	1,37	1,89	
mar	11	70	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,61	41,60	53,71	63,56	67,80	63,56	53,71	41,60	28,61	1,90	1,37	1,13	1,02	0,99	1,02	1,13	1,37	1,90	
mar	12	71	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,42	41,39	53,45	63,22	67,40	63,22	53,45	41,39	28,42	1,91	1,38	1,14	1,02	0,99	1,02	1,14	1,38	1,91	
mar	13	72	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,24	41,18	53,19	62,88	67,00	62,88	53,19	41,18	28,24	1,93	1,39	1,14	1,03	0,99	1,03	1,14	1,39	1,93	
mar	14	73	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,05	40,96	52,92	62,53	66,60	62,53	52,92	40,96	28,05	1,94	1,39	1,14	1,03	1,00	1,03	1,14	1,39	1,94	
mar	15	74	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,86	40,74	52,65	62,18	66,20	62,18	52,65	40,74	27,86	1,95	1,40	1,15	1,03	1,00	1,03	1,15	1,40	1,95	
mar	16	75	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,66	40,52	52,38	61,83	65,80	61,83	52,38	40,52	27,66	1,96	1,40	1,15	1,04	1,00	1,04	1,15	1,40	1,96	
mar	17	76	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,47	40,30	52,11	61,48	65,40	61,48	52,11	40,30	27,47	1,97	1,41	1,16	1,04	1,00	1,04	1,16	1,41	1,97	
mar	18	77	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,27	40,07	51,83	61,13	64,99	61,13	51,83	40,07	27,27	1,99	1,42	1,16	1,04	1,01	1,04	1,16	1,42	1,99	

mar	19	78	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,08	39,85	51,55	60,78	64,59	60,78	51,55	39,85	27,08	2,00	1,42	1,17	1,05	1,01	1,05	1,17	1,42	2,00
mar	20	79	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,88	39,62	51,27	60,42	64,19	60,42	51,27	39,62	26,88	2,01	1,43	1,17	1,05	1,01	1,05	1,17	1,43	2,01
mar	21	80	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,68	39,39	50,99	60,07	63,79	60,07	50,99	39,39	26,68	2,03	1,44	1,18	1,05	1,02	1,05	1,18	1,44	2,03
mar	22	81	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,48	39,16	50,71	59,71	63,38	59,71	50,71	39,16	26,48	2,04	1,44	1,18	1,06	1,02	1,06	1,18	1,44	2,04
mar	23	82	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,28	38,93	50,42	59,35	62,98	59,35	50,42	38,93	26,28	2,06	1,45	1,18	1,06	1,03	1,06	1,18	1,45	2,06
mar	24	83	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,08	38,69	50,13	58,99	62,58	58,99	50,13	38,69	26,08	2,07	1,46	1,19	1,07	1,03	1,07	1,19	1,46	2,07
mar	25	84	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,88	38,46	49,85	58,63	62,17	58,63	49,85	38,46	25,88	2,09	1,47	1,19	1,07	1,03	1,07	1,19	1,47	2,09
mar	26	85	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,67	38,22	49,56	58,27	61,77	58,27	49,56	38,22	25,67	2,10	1,47	1,20	1,07	1,04	1,07	1,20	1,47	2,10
mar	27	86	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,47	37,98	49,27	57,91	61,37	57,91	49,27	37,98	25,47	2,12	1,48	1,20	1,08	1,04	1,08	1,20	1,48	2,12
mar	28	87	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,26	37,74	48,97	57,55	60,97	57,55	48,97	37,74	25,26	2,13	1,49	1,21	1,08	1,04	1,08	1,21	1,49	2,13
mar	29	88	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,06	37,50	48,68	57,19	60,57	57,19	48,68	37,50	25,06	2,15	1,50	1,22	1,09	1,05	1,09	1,22	1,50	2,15
mar	30	89	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,85	37,26	48,39	56,83	60,17	56,83	48,39	37,26	24,85	2,16	1,51	1,22	1,09	1,05	1,09	1,22	1,51	2,16
mar	31	90	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,65	37,02	48,09	56,47	59,77	56,47	48,09	37,02	24,65	2,18	1,51	1,23	1,10	1,06	1,10	1,23	1,51	2,18
abr	1	91	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,44	36,78	47,80	56,11	59,38	56,11	47,80	36,78	24,44	2,20	1,52	1,23	1,10	1,06	1,10	1,23	1,52	2,20
abr	2	92	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,24	36,54	47,50	55,75	58,98	55,75	47,50	36,54	24,24	2,22	1,53	1,24	1,10	1,07	1,10	1,24	1,53	2,22
abr	3	93	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	24,03	36,30	47,21	55,39	58,59	55,39	47,21	36,30	24,03	2,23	1,54	1,24	1,11	1,07	1,11	1,24	1,54	2,23
abr	4	94	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	23,82	36,05	46,91	55,03	58,19	55,03	46,91	36,05	23,82	2,25	1,55	1,25	1,11	1,07	1,11	1,25	1,55	2,25
abr	5	95	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	23,62	35,81	46,62	54,67	57,80	54,67	46,62	35,81	23,62	2,27	1,56	1,26	1,12	1,08	1,12	1,26	1,56	2,27
abr	6	96	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	23,41	35,57	46,32	54,31	57,41	54,31	46,32	35,57	23,41	2,29	1,57	1,26	1,12	1,08	1,12	1,26	1,57	2,29
abr	7	97	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	23,20	35,33	46,03	53,96	57,03	53,96	46,03	35,33	23,20	2,31	1,58	1,27	1,13	1,09	1,13	1,27	1,58	2,31
abr	8	98	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	23,00	35,08	45,73	53,60	56,64	53,60	45,73	35,08	23,00	2,33	1,59	1,27	1,13	1,09	1,13	1,27	1,59	2,33
abr	9	99	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,79	34,84	45,44	53,25	56,26	53,25	45,44	34,84	22,79	2,35	1,60	1,28	1,14	1,10	1,14	1,28	1,60	2,35
abr	10	100	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,59	34,60	45,14	52,90	55,88	52,90	45,14	34,60	22,59	2,37	1,61	1,29	1,14	1,10	1,14	1,29	1,61	2,37
abr	11	101	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,38	34,36	44,85	52,55	55,50	52,55	44,85	34,36	22,38	2,39	1,62	1,29	1,15	1,11	1,15	1,29	1,62	2,39
abr	12	102	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,18	34,11	44,56	52,20	55,12	52,20	44,56	34,11	22,18	2,41	1,63	1,30	1,16	1,11	1,16	1,30	1,63	2,41
abr	13	103	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,97	33,87	44,27	51,86	54,75	51,86	44,27	33,87	21,97	2,43	1,64	1,31	1,16	1,12	1,16	1,31	1,64	2,43
abr	14	104	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,77	33,63	43,98	51,51	54,38	51,51	43,98	33,63	21,77	2,45	1,65	1,31	1,17	1,12	1,17	1,31	1,65	2,45
abr	15	105	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,57	33,40	43,69	51,17	54,01	51,17	43,69	33,40	21,57	2,47	1,66	1,32	1,17	1,13	1,17	1,32	1,66	2,47
abr	16	106	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,37	33,16	43,41	50,83	53,65	50,83	43,41	33,16	21,37	2,49	1,67	1,33	1,18	1,13	1,18	1,33	1,67	2,49
abr	17	107	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,17	32,92	43,12	50,50	53,28	50,50	43,12	32,92	21,17	2,51	1,68	1,34	1,18	1,14	1,18	1,34	1,68	2,51
abr	18	108	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,97	32,69	42,84	50,16	52,92	50,16	42,84	32,69	20,97	2,54	1,69	1,34	1,19	1,14	1,19	1,34	1,69	2,54
abr	19	109	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,77	32,45	42,55	49,83	52,57	49,83	42,55	32,45	20,77	2,56	1,70	1,35	1,19	1,15	1,19	1,35	1,70	2,56
abr	20	110	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,58	32,22	42,27	49,50	52,22	49,50	42,27	32,22	20,58	2,58	1,71	1,36	1,20	1,16	1,20	1,36	1,71	2,58
abr	21	111	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,38	31,99	42,00	49,17	51,87	49,17	42,00	31,99	20,38	2,61	1,72	1,36	1,21	1,16	1,21	1,36	1,72	2,61
abr	22	112	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,19	31,76	41,72	48,85	51,52	48,85	41,72	31,76	20,19	2,63	1,73	1,37	1,21	1,17	1,21	1,37	1,73	2,63
abr	23	113	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,00	31,53	41,45	48,53	51,18	48,53	41,45	31,53	20,00	2,65	1,74	1,38	1,22	1,17	1,22	1,38	1,74	2,65
abr	24	114	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	19,81	31,30	41,18	48,21	50,84	48,21	41,18	31,30	19,81	2,68	1,75	1,39	1,22	1,18	1,22	1,39	1,75	2,68
abr	25	115	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	19,62	31,08	40,91	47,90	50,51	47,90	40,91	31,08	19,62	2,70	1,77	1,39	1,23	1,18	1,23	1,39	1,77	2,70
abr	26	116	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,43	30,86	40,64	47,59	50,18	47,59	40,64	30,86	19,43	2,73	1,78	1,40	1,24	1,19	1,24	1,40	1,78	2,73
abr	27	117	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,25	30,64	40,38	47,28	49,85	47,28	40,38	30,64	19,25	2,75	1,79	1,41	1,24	1,19	1,24	1,41	1,79	2,75
abr	28	118	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,06	30,42	40,12	46,98	49,53	46,98	40,12	30,42	19,06	2,78	1,80	1,42	1,25	1,20	1,25	1,42	1,80	2,78
abr	29	119	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,88	30,20	39,86	46,68	49,21	46,68	39,86	30,20	18,88	2,80	1,81	1,42	1,25	1,21	1,25	1,42	1,81	2,80
abr	30	120	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,70	29,99	39,60	46,39	48,90	46,39	39,60	29,99	18,70	2,83	1,82	1,43	1,26	1,21	1,26	1,43	1,82	2,83

maio	1	121	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,53	29,78	39,35	46,10	48,59	46,10	39,35	29,78	18,53	2,85	1,83	1,44	1,27	1,22	1,27	1,44	1,83	2,85
maio	2	122	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,35	29,57	39,10	45,81	48,28	45,81	39,10	29,57	18,35	2,88	1,85	1,45	1,27	1,22	1,27	1,45	1,85	2,88
maio	3	123	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,18	29,37	38,86	45,52	47,98	45,52	38,86	29,37	18,18	2,90	1,86	1,45	1,28	1,23	1,28	1,45	1,86	2,90
maio	4	124	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,01	29,16	38,62	45,25	47,69	45,25	38,62	29,16	18,01	2,93	1,87	1,46	1,29	1,23	1,29	1,46	1,87	2,93
maio	5	125	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,84	28,96	38,38	44,97	47,40	44,97	38,38	28,96	17,84	2,96	1,88	1,47	1,29	1,24	1,29	1,47	1,88	2,96
maio	6	126	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,68	28,77	38,14	44,70	47,11	44,70	38,14	28,77	17,68	2,98	1,89	1,48	1,30	1,25	1,30	1,48	1,89	2,98
maio	7	127	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,51	28,57	37,91	44,44	46,83	44,44	37,91	28,57	17,51	3,01	1,90	1,48	1,30	1,25	1,30	1,48	1,90	3,01
maio	8	128	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,35	28,38	37,69	44,17	46,55	44,17	37,69	28,38	17,35	3,03	1,92	1,49	1,31	1,26	1,31	1,49	1,92	3,03
maio	9	129	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,20	28,19	37,46	43,92	46,28	43,92	37,46	28,19	17,20	3,06	1,93	1,50	1,32	1,26	1,32	1,50	1,93	3,06
maio	10	130	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,04	28,01	37,24	43,67	46,02	43,67	37,24	28,01	17,04	3,09	1,94	1,51	1,32	1,27	1,32	1,51	1,94	3,09
maio	11	131	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,89	27,83	37,03	43,42	45,76	43,42	37,03	27,83	16,89	3,11	1,95	1,51	1,33	1,27	1,33	1,51	1,95	3,11
maio	12	132	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,74	27,65	36,82	43,18	45,50	43,18	36,82	27,65	16,74	3,14	1,96	1,52	1,33	1,28	1,33	1,52	1,96	3,14
maio	13	133	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,60	27,48	36,61	42,94	45,25	42,94	36,61	27,48	16,60	3,17	1,97	1,53	1,34	1,29	1,34	1,53	1,97	3,17
maio	14	134	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,45	27,30	36,41	42,71	45,01	42,71	36,41	27,30	16,45	3,19	1,99	1,54	1,35	1,29	1,35	1,54	1,99	3,19
maio	15	135	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,31	27,14	36,21	42,48	44,77	42,48	36,21	27,14	16,31	3,22	2,00	1,54	1,35	1,30	1,35	1,54	2,00	3,22
maio	16	136	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,18	26,97	36,02	42,26	44,54	42,26	36,02	26,97	16,18	3,24	2,01	1,55	1,36	1,30	1,36	1,55	2,01	3,24
maio	17	137	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,04	26,81	35,83	42,05	44,31	42,05	35,83	26,81	16,04	3,27	2,02	1,56	1,36	1,31	1,36	1,56	2,02	3,27
maio	18	138	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,91	26,66	35,64	41,84	44,09	41,84	35,64	26,66	15,91	3,29	2,03	1,57	1,37	1,31	1,37	1,57	2,03	3,29
maio	19	139	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,79	26,51	35,46	41,63	43,87	41,63	35,46	26,51	15,79	3,32	2,04	1,57	1,37	1,32	1,37	1,57	2,04	3,32
maio	20	140	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,66	26,36	35,29	41,43	43,66	41,43	35,29	26,36	15,66	3,34	2,05	1,58	1,38	1,32	1,38	1,58	2,05	3,34
maio	21	141	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,54	26,21	35,12	41,24	43,46	41,24	35,12	26,21	15,54	3,37	2,06	1,59	1,38	1,33	1,38	1,59	2,06	3,37
maio	22	142	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,43	26,07	34,95	41,05	43,26	41,05	34,95	26,07	15,43	3,39	2,07	1,59	1,39	1,33	1,39	1,59	2,07	3,39
maio	23	143	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,31	25,94	34,79	40,87	43,07	40,87	34,79	25,94	15,31	3,42	2,08	1,60	1,39	1,34	1,39	1,60	2,08	3,42
maio	24	144	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,20	25,81	34,63	40,69	42,88	40,69	34,63	25,81	15,20	3,44	2,09	1,60	1,40	1,34	1,40	1,60	2,09	3,44
maio	25	145	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,10	25,68	34,48	40,52	42,70	40,52	34,48	25,68	15,10	3,46	2,10	1,61	1,40	1,35	1,40	1,61	2,10	3,46
maio	26	146	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,99	25,56	34,34	40,35	42,53	40,35	34,34	25,56	14,99	3,49	2,11	1,62	1,41	1,35	1,41	1,62	2,11	3,49
maio	27	147	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,89	25,44	34,20	40,20	42,36	40,20	34,20	25,44	14,89	3,51	2,12	1,62	1,41	1,35	1,41	1,62	2,12	3,51
maio	28	148	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,80	25,32	34,06	40,04	42,20	40,04	34,06	25,32	14,80	3,53	2,13	1,63	1,42	1,36	1,42	1,63	2,13	3,53
maio	29	149	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,71	25,21	33,93	39,90	42,05	39,90	33,93	25,21	14,71	3,55	2,14	1,63	1,42	1,36	1,42	1,63	2,14	3,55
maio	30	150	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,62	25,11	33,81	39,75	41,90	39,75	33,81	25,11	14,62	3,57	2,14	1,64	1,43	1,37	1,43	1,64	2,14	3,57
maio	31	151	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,54	25,01	33,69	39,62	41,76	39,62	33,69	25,01	14,54	3,59	2,15	1,64	1,43	1,37	1,43	1,64	2,15	3,59
jun	1	152	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,46	24,91	33,58	39,49	41,62	39,49	33,58	24,91	14,46	3,61	2,16	1,65	1,43	1,37	1,43	1,65	2,16	3,61
jun	2	153	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,38	24,82	33,47	39,37	41,50	39,37	33,47	24,82	14,38	3,63	2,17	1,65	1,44	1,38	1,44	1,65	2,17	3,63
jun	3	154	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,31	24,73	33,37	39,25	41,37	39,25	33,37	24,73	14,31	3,64	2,17	1,66	1,44	1,38	1,44	1,66	2,17	3,64
jun	4	155	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,24	24,65	33,27	39,14	41,26	39,14	33,27	24,65	14,24	3,66	2,18	1,66	1,45	1,38	1,45	1,66	2,18	3,66
jun	5	156	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,17	24,57	33,18	39,04	41,15	39,04	33,18	24,57	14,17	3,68	2,19	1,67	1,45	1,39	1,45	1,67	2,19	3,68
jun	6	157	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,11	24,50	33,09	38,94	41,05	38,94	33,09	24,50	14,11	3,69	2,19	1,67	1,45	1,39	1,45	1,67	2,19	3,69
jun	7	158	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,06	24,43	33,01	38,85	40,96	38,85	33,01	24,43	14,06	3,71	2,20	1,67	1,45	1,39	1,45	1,67	2,20	3,71
jun	8	159	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,00	24,37	32,94	38,77	40,87	38,77	32,94	24,37	14,00	3,72	2,20	1,68	1,46	1,39	1,46	1,68	2,20	3,72
jun	9	160	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,96	24,31	32,87	38,69	40,79	38,69	32,87	24,31	13,96	3,73	2,21	1,68	1,46	1,40	1,46	1,68	2,21	3,73
jun	10	161	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,91	24,26	32,81	38,62	40,71	38,62	32,81	24,26	13,91	3,74	2,21	1,68	1,46	1,40	1,46	1,68	2,21	3,74
jun	11	162	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,87	24,21	32,75	38,56	40,64	38,56	32,75	24,21	13,87	3,75	2,22	1,69	1,46	1,40	1,46	1,69	2,22	3,75
jun	12	163	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,83	24,16	32,70	38,50	40,58	38,50	32,70	24,16	13,83	3,76	2,22	1,69	1,47	1,40	1,47	1,69	2,22	3,76

jun	13	164	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,80	24,13	32,65	38,45	40,53	38,45	32,65	24,13	13,80	3,77	2,23	1,69	1,47	1,40	1,47	1,69	2,23	3,77
jun	14	165	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,77	24,09	32,61	38,40	40,48	38,40	32,61	24,09	13,77	3,78	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,78
jun	15	166	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,75	24,06	32,58	38,36	40,44	38,36	32,58	24,06	13,75	3,78	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,78
jun	16	167	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,73	24,04	32,55	38,33	40,41	38,33	32,55	24,04	13,73	3,79	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,79
jun	17	168	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,71	24,02	32,53	38,30	40,38	38,30	32,53	24,02	13,71	3,79	2,23	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,23	3,79
jun	18	169	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,70	24,01	32,51	38,29	40,36	38,29	32,51	24,01	13,70	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	19	170	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,69	24,00	32,50	38,27	40,35	38,27	32,50	24,00	13,69	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	20	171	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,69	23,99	32,49	38,27	40,34	38,27	32,49	23,99	13,69	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	21	172	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,69	23,99	32,50	38,27	40,34	38,27	32,50	23,99	13,69	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	22	173	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,70	24,00	32,50	38,28	40,35	38,28	32,50	24,00	13,70	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	23	174	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,71	24,01	32,52	38,29	40,37	38,29	32,52	24,01	13,71	3,80	2,24	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,24	3,80
jun	24	175	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,72	24,03	32,53	38,31	40,39	38,31	32,53	24,03	13,72	3,79	2,23	1,70	1,47	1,41	1,47	1,70	2,23	3,79
jun	25	176	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,74	24,05	32,56	38,34	40,42	38,34	32,56	24,05	13,74	3,79	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,79
jun	26	177	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,76	24,07	32,59	38,38	40,46	38,38	32,59	24,07	13,76	3,78	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,78
jun	27	178	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,78	24,10	32,63	38,42	40,50	38,42	32,63	24,10	13,78	3,78	2,23	1,69	1,47	1,41	1,47	1,69	2,23	3,78
jun	28	179	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,81	24,14	32,67	38,46	40,55	38,46	32,67	24,14	13,81	3,77	2,22	1,69	1,47	1,40	1,47	1,69	2,22	3,77
jun	29	180	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,85	24,18	32,72	38,52	40,60	38,52	32,72	24,18	13,85	3,76	2,22	1,69	1,47	1,40	1,47	1,69	2,22	3,76
jun	30	181	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,89	24,23	32,77	38,58	40,67	38,58	32,77	24,23	13,89	3,75	2,22	1,68	1,46	1,40	1,46	1,68	2,22	3,75
jul	1	182	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,93	24,28	32,83	38,65	40,74	38,65	32,83	24,28	13,93	3,74	2,21	1,68	1,46	1,40	1,46	1,68	2,21	3,74
jul	2	183	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	13,97	24,33	32,89	38,72	40,82	38,72	32,89	24,33	13,97	3,73	2,21	1,68	1,46	1,40	1,46	1,68	2,21	3,73
jul	3	184	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,02	24,39	32,96	38,80	40,90	38,80	32,96	24,39	14,02	3,71	2,20	1,68	1,46	1,39	1,46	1,68	2,20	3,71
jul	4	185	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,08	24,46	33,04	38,89	40,99	38,89	33,04	24,46	14,08	3,70	2,20	1,67	1,45	1,39	1,45	1,67	2,20	3,70
jul	5	186	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,14	24,53	33,12	38,98	41,09	38,98	33,12	24,53	14,14	3,69	2,19	1,67	1,45	1,39	1,45	1,67	2,19	3,69
jul	6	187	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,20	24,60	33,21	39,08	41,19	39,08	33,21	24,60	14,20	3,67	2,19	1,66	1,45	1,39	1,45	1,66	2,19	3,67
jul	7	188	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,26	24,68	33,31	39,18	41,30	39,18	33,31	24,68	14,26	3,65	2,18	1,66	1,44	1,38	1,44	1,66	2,18	3,65
jul	8	189	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,33	24,76	33,40	39,30	41,42	39,30	33,40	24,76	14,33	3,64	2,17	1,66	1,44	1,38	1,44	1,66	2,17	3,64
jul	9	190	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,41	24,85	33,51	39,41	41,54	39,41	33,51	24,85	14,41	3,62	2,16	1,65	1,44	1,38	1,44	1,65	2,16	3,62
jul	10	191	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,49	24,95	33,62	39,54	41,67	39,54	33,62	24,95	14,49	3,60	2,16	1,65	1,43	1,37	1,43	1,65	2,16	3,60
jul	11	192	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	14,57	25,04	33,73	39,67	41,81	39,67	33,73	25,04	14,57	3,58	2,15	1,64	1,43	1,37	1,43	1,64	2,15	3,58
jul	12	193	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,65	25,15	33,86	39,81	41,96	39,81	33,86	25,15	14,65	3,56	2,14	1,64	1,43	1,37	1,43	1,64	2,14	3,56
jul	13	194	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,74	25,25	33,98	39,95	42,11	39,95	33,98	25,25	14,74	3,54	2,13	1,63	1,42	1,36	1,42	1,63	2,13	3,54
jul	14	195	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,83	25,37	34,11	40,10	42,26	40,10	34,11	25,37	14,83	3,52	2,12	1,63	1,42	1,36	1,42	1,63	2,12	3,52
jul	15	196	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	14,93	25,48	34,25	40,25	42,43	40,25	34,25	25,48	14,93	3,50	2,12	1,62	1,41	1,35	1,41	1,62	2,12	3,50
jul	16	197	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,03	25,60	34,39	40,42	42,59	40,42	34,39	25,60	15,03	3,48	2,11	1,61	1,41	1,35	1,41	1,61	2,11	3,48
jul	17	198	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,14	25,73	34,54	40,58	42,77	40,58	34,54	25,73	15,14	3,45	2,10	1,61	1,40	1,34	1,40	1,61	2,10	3,45
jul	18	199	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,24	25,86	34,69	40,76	42,95	40,76	34,69	25,86	15,24	3,43	2,09	1,60	1,40	1,34	1,40	1,60	2,09	3,43
jul	19	200	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,35	25,99	34,85	40,93	43,14	40,93	34,85	25,99	15,35	3,41	2,08	1,60	1,39	1,33	1,39	1,60	2,08	3,41
jul	20	201	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,06	15,47	26,13	35,01	41,12	43,33	41,12	35,01	26,13	15,47	3,38	2,07	1,59	1,39	1,33	1,39	1,59	2,07	3,38
jul	21	202	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,59	26,27	35,18	41,31	43,53	41,31	35,18	26,27	15,59	3,36	2,06	1,58	1,38	1,33	1,38	1,58	2,06	3,36	
jul	22	203	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,71	26,41	35,35	41,51	43,74	41,51	35,35	26,41	15,71	3,34	2,05	1,58	1,38	1,32	1,38	1,58	2,05	3,34	
jul	23	204	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,83	26,56	35,53	41,71	43,95	41,71	35,53	26,56	15,83	3,31	2,04	1,57	1,37	1,32	1,37	1,57	2,04	3,31	
jul	24	205	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,06	15,96	26,72	35,71	41,91	44,17	41,91	35,71	26,72	15,96	3,28	2,03	1,56	1,37	1,31	1,37	1,56	2,03	3,28	
jul	25	206	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,09	26,87	35,90	42,13	44,39	42,13	35,90	26,87	16,09	3,26	2,01	1,56	1,36	1,30	1,36	1,56	2,01	3,26	

jul	26	207	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,23	27,03	36,09	42,34	44,62	42,34	36,09	27,03	16,23	3,23	2,00	1,55	1,35	1,30	1,35	1,55	2,00	3,23
jul	27	208	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,37	27,20	36,28	42,57	44,86	42,57	36,28	27,20	16,37	3,21	1,99	1,54	1,35	1,29	1,35	1,54	1,99	3,21
jul	28	209	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,51	27,37	36,48	42,80	45,10	42,80	36,48	27,37	16,51	3,18	1,98	1,53	1,34	1,29	1,34	1,53	1,98	3,18
jul	29	210	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,65	27,54	36,69	43,03	45,35	43,03	36,69	27,54	16,65	3,16	1,97	1,53	1,34	1,28	1,34	1,53	1,97	3,16
jul	30	211	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,80	27,72	36,90	43,27	45,60	43,27	36,90	27,72	16,80	3,13	1,96	1,52	1,33	1,28	1,33	1,52	1,96	3,13
jul	31	212	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	16,95	27,89	37,11	43,51	45,85	43,51	37,11	27,89	16,95	3,10	1,95	1,51	1,33	1,27	1,33	1,51	1,95	3,10
ago	1	213	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,10	28,08	37,33	43,76	46,12	43,76	37,33	28,08	17,10	3,08	1,94	1,50	1,32	1,27	1,32	1,50	1,94	3,08
ago	2	214	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,25	28,26	37,55	44,01	46,38	44,01	37,55	28,26	17,25	3,05	1,92	1,50	1,31	1,26	1,31	1,50	1,92	3,05
ago	3	215	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,41	28,45	37,77	44,27	46,66	44,27	37,77	28,45	17,41	3,02	1,91	1,49	1,31	1,26	1,31	1,49	1,91	3,02
ago	4	216	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,57	28,64	38,00	44,53	46,93	44,53	38,00	28,64	17,57	3,00	1,90	1,48	1,30	1,25	1,30	1,48	1,90	3,00
ago	5	217	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,74	28,84	38,23	44,80	47,22	44,80	38,23	28,84	17,74	2,97	1,89	1,47	1,30	1,24	1,30	1,47	1,89	2,97
ago	6	218	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	17,90	29,04	38,47	45,07	47,51	45,07	38,47	29,04	17,90	2,95	1,88	1,47	1,29	1,24	1,29	1,47	1,88	2,95
ago	7	219	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,07	29,24	38,71	45,35	47,80	45,35	38,71	29,24	18,07	2,92	1,87	1,46	1,28	1,23	1,28	1,46	1,87	2,92
ago	8	220	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,24	29,44	38,95	45,63	48,09	45,63	38,95	29,44	18,24	2,89	1,85	1,45	1,28	1,23	1,28	1,45	1,85	2,89
ago	9	221	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,42	29,65	39,20	45,92	48,40	45,92	39,20	29,65	18,42	2,87	1,84	1,44	1,27	1,22	1,27	1,44	1,84	2,87
ago	10	222	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,59	29,86	39,45	46,20	48,70	46,20	39,45	29,86	18,59	2,84	1,83	1,44	1,26	1,22	1,26	1,44	1,83	2,84
ago	11	223	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,77	30,07	39,70	46,50	49,01	46,50	39,70	30,07	18,77	2,82	1,82	1,43	1,26	1,21	1,26	1,43	1,82	2,82
ago	12	224	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	18,95	30,28	39,96	46,79	49,33	46,79	39,96	30,28	18,95	2,79	1,81	1,42	1,25	1,20	1,25	1,42	1,81	2,79
ago	13	225	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,13	30,50	40,21	47,09	49,65	47,09	40,21	30,50	19,13	2,77	1,80	1,41	1,25	1,20	1,25	1,41	1,80	2,77
ago	14	226	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,31	30,72	40,48	47,40	49,97	47,40	40,48	30,72	19,31	2,74	1,78	1,41	1,24	1,19	1,24	1,41	1,78	2,74
ago	15	227	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,05	19,50	30,94	40,74	47,71	50,30	47,71	40,74	30,94	19,50	2,72	1,77	1,40	1,23	1,19	1,23	1,40	1,77	2,72
ago	16	228	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	19,69	31,16	41,01	48,02	50,63	48,02	41,01	31,16	19,69	2,69	1,76	1,39	1,23	1,18	1,23	1,39	1,76	2,69
ago	17	229	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	19,88	31,39	41,28	48,33	50,97	48,33	41,28	31,39	19,88	2,67	1,75	1,38	1,22	1,18	1,22	1,38	1,75	2,67
ago	18	230	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,07	31,62	41,55	48,65	51,31	48,65	41,55	31,62	20,07	2,64	1,74	1,38	1,22	1,17	1,22	1,38	1,74	2,64
ago	19	231	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,26	31,84	41,82	48,97	51,65	48,97	41,82	31,84	20,26	2,62	1,73	1,37	1,21	1,16	1,21	1,37	1,73	2,62
ago	20	232	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,45	32,07	42,10	49,30	52,00	49,30	42,10	32,07	20,45	2,60	1,72	1,36	1,20	1,16	1,20	1,36	1,72	2,60
ago	21	233	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,65	32,31	42,38	49,62	52,35	49,62	42,38	32,31	20,65	2,57	1,71	1,35	1,20	1,15	1,20	1,35	1,71	2,57
ago	22	234	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	20,85	32,54	42,66	49,95	52,70	49,95	42,66	32,54	20,85	2,55	1,69	1,35	1,19	1,15	1,19	1,35	1,69	2,55
ago	23	235	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,04	32,77	42,94	50,29	53,06	50,29	42,94	32,77	21,04	2,53	1,68	1,34	1,19	1,14	1,19	1,34	1,68	2,53
ago	24	236	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,24	33,01	43,23	50,62	53,42	50,62	43,23	33,01	21,24	2,51	1,67	1,33	1,18	1,14	1,18	1,33	1,67	2,51
ago	25	237	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,44	33,25	43,51	50,96	53,78	50,96	43,51	33,25	21,44	2,48	1,66	1,33	1,18	1,13	1,18	1,33	1,66	2,48
ago	26	238	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,64	33,49	43,80	51,30	54,15	51,30	43,80	33,49	21,64	2,46	1,65	1,32	1,17	1,13	1,17	1,32	1,65	2,46
ago	27	239	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	21,85	33,72	44,09	51,64	54,52	51,64	44,09	33,72	21,85	2,44	1,64	1,31	1,16	1,12	1,16	1,31	1,64	2,44
ago	28	240	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,05	33,96	44,38	51,99	54,89	51,99	44,38	33,96	22,05	2,42	1,63	1,31	1,16	1,12	1,16	1,31	1,63	2,42
ago	29	241	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,25	34,21	44,67	52,33	55,26	52,33	44,67	34,21	22,25	2,40	1,62	1,30	1,15	1,11	1,15	1,30	1,62	2,40
ago	30	242	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,46	34,45	44,96	52,68	55,64	52,68	44,96	34,45	22,46	2,38	1,61	1,29	1,15	1,11	1,15	1,29	1,61	2,38
ago	31	243	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,66	34,69	45,25	53,03	56,02	53,03	45,25	34,69	22,66	2,36	1,60	1,29	1,14	1,10	1,14	1,29	1,60	2,36
set	1	244	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	22,87	34,93	45,55	53,38	56,40	53,38	45,55	34,93	22,87	2,34	1,59	1,28	1,14	1,10	1,14	1,28	1,59	2,34
set	2	245	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		23,07	35,17	45,84	53,74	56,79	53,74	45,84	35,17	23,07	2,32	1,58	1,27	1,13	1,09	1,13	1,27	1,58	2,32
set	3	246	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		23,28	35,42	46,14	54,09	57,17	54,09	46,14	35,42	23,28	2,30	1,57	1,27	1,13	1,09	1,13	1,27	1,57	2,30
set	4	247	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		23,49	35,66	46,43	54,45	57,56	54,45	46,43	35,66	23,49	2,28	1,56	1,26	1,12	1,08	1,12	1,26	1,56	2,28
set	5	248	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		23,69	35,90	46,73	54,80	57,95	54,80	46,73	35,90	23,69	2,26	1,56	1,25	1,12	1,08	1,12	1,25	1,56	2,26
set	6	249	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04		23,90	36,15	47,02	55,16	58,34	55,16	47,02	36,15	23,90	2,24	1,55	1,25	1,11	1,07	1,11	1,25	1,55	2,24

set	7	250	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	24,11	36,39	47,32	55,52	58,73	55,52	47,32	36,39	24,11	2,23	1,54	1,24	1,11	1,07	1,11	1,24	1,54	2,23
set	8	251	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,31	36,63	47,61	55,88	59,13	55,88	47,61	36,63	24,31	2,21	1,53	1,24	1,10	1,06	1,10	1,24	1,53	2,21
set	9	252	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,52	36,87	47,91	56,24	59,52	56,24	47,91	36,87	24,52	2,19	1,52	1,23	1,10	1,06	1,10	1,23	1,52	2,19
set	10	253	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,73	37,11	48,20	56,60	59,92	56,60	48,20	37,11	24,73	2,18	1,51	1,22	1,09	1,06	1,09	1,22	1,51	2,18
set	11	254	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	24,93	37,35	48,50	56,96	60,32	56,96	48,50	37,35	24,93	2,16	1,50	1,22	1,09	1,05	1,09	1,22	1,50	2,16
set	12	255	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,14	37,59	48,79	57,32	60,72	57,32	48,79	37,59	25,14	2,14	1,50	1,21	1,08	1,05	1,08	1,21	1,50	2,14
set	13	256	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,34	37,83	49,08	57,68	61,12	57,68	49,08	37,83	25,34	2,13	1,49	1,21	1,08	1,04	1,08	1,21	1,49	2,13
set	14	257	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,55	38,07	49,37	58,05	61,52	58,05	49,37	38,07	25,55	2,11	1,48	1,20	1,08	1,04	1,08	1,20	1,48	2,11
set	15	258	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,75	38,31	49,67	58,41	61,92	58,41	49,67	38,31	25,75	2,09	1,47	1,20	1,07	1,04	1,07	1,20	1,47	2,09
set	16	259	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	25,95	38,55	49,95	58,77	62,32	58,77	49,95	38,55	25,95	2,08	1,46	1,19	1,07	1,03	1,07	1,19	1,46	2,08
set	17	260	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,16	38,78	50,24	59,13	62,73	59,13	50,24	38,78	26,16	2,07	1,46	1,19	1,06	1,03	1,06	1,19	1,46	2,07
set	18	261	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,36	39,01	50,53	59,48	63,13	59,48	50,53	39,01	26,36	2,05	1,45	1,18	1,06	1,02	1,06	1,18	1,45	2,05
set	19	262	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,56	39,25	50,81	59,84	63,53	59,84	50,81	39,25	26,56	2,04	1,44	1,18	1,06	1,02	1,06	1,18	1,44	2,04
set	20	263	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,76	39,48	51,10	60,20	63,94	60,20	51,10	39,48	26,76	2,02	1,44	1,17	1,05	1,02	1,05	1,17	1,44	2,02
set	21	264	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	26,95	39,71	51,38	60,56	64,34	60,56	51,38	39,71	26,95	2,01	1,43	1,17	1,05	1,01	1,05	1,17	1,43	2,01
set	22	265	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,15	39,93	51,66	60,91	64,74	60,91	51,66	39,93	27,15	2,00	1,42	1,16	1,05	1,01	1,05	1,16	1,42	2,00
set	23	266	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,35	40,16	51,94	61,26	65,15	61,26	51,94	40,16	27,35	1,98	1,41	1,16	1,04	1,01	1,04	1,16	1,41	1,98
set	24	267	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,54	40,38	52,21	61,62	65,55	61,62	52,21	40,38	27,54	1,97	1,41	1,16	1,04	1,00	1,04	1,16	1,41	1,97
set	25	268	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,74	40,60	52,48	61,97	65,95	61,97	52,48	40,60	27,74	1,96	1,40	1,15	1,03	1,00	1,03	1,15	1,40	1,96
set	26	269	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	27,93	40,82	52,75	62,31	66,35	62,31	52,75	40,82	27,93	1,94	1,40	1,15	1,03	1,00	1,03	1,15	1,40	1,94
set	27	270	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,12	41,04	53,02	62,66	66,75	62,66	53,02	41,04	28,12	1,93	1,39	1,14	1,03	0,99	1,03	1,14	1,39	1,93
set	28	271	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,31	41,26	53,29	63,00	67,15	63,00	53,29	41,26	28,31	1,92	1,38	1,14	1,03	0,99	1,03	1,14	1,38	1,92
set	29	272	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,49	41,47	53,55	63,35	67,55	63,35	53,55	41,47	28,49	1,91	1,38	1,14	1,02	0,99	1,02	1,14	1,38	1,91
set	30	273	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,68	41,68	53,81	63,69	67,95	63,69	53,81	41,68	28,68	1,90	1,37	1,13	1,02	0,99	1,02	1,13	1,37	1,90
out	1	274	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	28,86	41,89	54,07	64,02	68,34	64,02	54,07	41,89	28,86	1,89	1,37	1,13	1,02	0,98	1,02	1,13	1,37	1,89
out	2	275	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,04	42,10	54,32	64,36	68,74	64,36	54,32	42,10	29,04	1,88	1,36	1,12	1,01	0,98	1,01	1,12	1,36	1,88
out	3	276	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,22	42,30	54,57	64,69	69,13	64,69	54,57	42,30	29,22	1,87	1,36	1,12	1,01	0,98	1,01	1,12	1,36	1,87
out	4	277	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,40	42,50	54,82	65,02	69,52	65,02	54,82	42,50	29,40	1,86	1,35	1,12	1,01	0,98	1,01	1,12	1,35	1,86
out	5	278	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,58	42,70	55,06	65,34	69,91	65,34	55,06	42,70	29,58	1,85	1,35	1,11	1,01	0,97	1,01	1,11	1,35	1,85
out	6	279	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,75	42,89	55,30	65,66	70,30	65,66	55,30	42,89	29,75	1,84	1,34	1,11	1,00	0,97	1,00	1,11	1,34	1,84
out	7	280	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	29,92	43,09	55,54	65,98	70,69	65,98	55,54	43,09	29,92	1,83	1,34	1,11	1,00	0,97	1,00	1,11	1,34	1,83
out	8	281	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,09	43,28	55,77	66,30	71,07	66,30	55,77	43,28	30,09	1,82	1,33	1,10	1,00	0,97	1,00	1,10	1,33	1,82
out	9	282	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,26	43,46	56,00	66,61	71,46	66,61	56,00	43,46	30,26	1,81	1,33	1,10	1,00	0,96	1,00	1,10	1,33	1,81
out	10	283	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,43	43,65	56,23	66,92	71,84	66,92	56,23	43,65	30,43	1,80	1,32	1,10	0,99	0,96	0,99	1,10	1,32	1,80
out	11	284	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,59	43,83	56,45	67,22	72,21	67,22	56,45	43,83	30,59	1,79	1,32	1,10	0,99	0,96	0,99	1,10	1,32	1,79
out	12	285	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,75	44,01	56,67	67,52	72,59	67,52	56,67	44,01	30,75	1,78	1,31	1,09	0,99	0,96	0,99	1,09	1,31	1,78
out	13	286	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	30,91	44,18	56,88	67,81	72,96	67,81	56,88	44,18	30,91	1,77	1,31	1,09	0,99	0,96	0,99	1,09	1,31	1,77
out	14	287	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,07	44,35	57,09	68,10	73,33	68,10	57,09	44,35	31,07	1,77	1,31	1,09	0,98	0,95	0,98	1,09	1,31	1,77
out	15	288	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,22	44,52	57,30	68,39	73,70	68,39	57,30	44,52	31,22	1,76	1,30	1,09	0,98	0,95	0,98	1,09	1,30	1,76
out	16	289	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,37	44,69	57,50	68,67	74,06	68,67	57,50	44,69	31,37	1,75	1,30	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,30	1,75
out	17	290	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,52	44,85	57,70	68,95	74,42	68,95	57,70	44,85	31,52	1,74	1,29	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,29	1,74
out	18	291	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,67	45,01	57,89	69,22	74,78	69,22	57,89	45,01	31,67	1,74	1,29	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,29	1,74
out	19	292	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,81	45,16	58,08	69,49	75,14	69,49	58,08	45,16	31,81	1,73	1,29	1,08	0,98	0,95	0,98	1,08	1,29	1,73

out	20	293	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	31,95	45,32	58,27	69,75	75,49	69,75	58,27	45,32	31,95	1,72	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,72
out	21	294	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,09	45,47	58,45	70,01	75,83	70,01	58,45	45,47	32,09	1,72	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,72
out	22	295	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,23	45,61	58,62	70,26	76,18	70,26	58,62	45,61	32,23	1,71	1,28	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,28	1,71
out	23	296	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,37	45,75	58,79	70,50	76,52	70,50	58,79	45,75	32,37	1,70	1,27	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,27	1,70
out	24	297	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	32,50	45,89	58,96	70,74	76,86	70,74	58,96	45,89	32,50	1,70	1,27	1,07	0,97	0,94	0,97	1,07	1,27	1,70
out	25	298	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,63	46,03	59,12	70,98	77,19	70,98	59,12	46,03	32,63	1,69	1,27	1,06	0,97	0,94	0,97	1,06	1,27	1,69
out	26	299	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,75	46,16	59,28	71,21	77,52	71,21	59,28	46,16	32,75	1,69	1,27	1,06	0,96	0,94	0,96	1,06	1,27	1,69
out	27	300	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	32,88	46,29	59,44	71,43	77,84	71,43	59,44	46,29	32,88	1,68	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,68
out	28	301	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,00	46,42	59,59	71,65	78,16	71,65	59,59	46,42	33,00	1,67	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,67
out	29	302	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,12	46,54	59,73	71,86	78,48	71,86	59,73	46,54	33,12	1,67	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,67
out	30	303	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,23	46,66	59,88	72,07	78,79	72,07	59,88	46,66	33,23	1,66	1,26	1,06	0,96	0,93	0,96	1,06	1,26	1,66
out	31	304	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,35	46,78	60,01	72,27	79,10	72,27	60,01	46,78	33,35	1,66	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,66
nov	1	305	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,46	46,89	60,15	72,47	79,40	72,47	60,15	46,89	33,46	1,65	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,65
nov	2	306	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,57	47,01	60,27	72,65	79,70	72,65	60,27	47,01	33,57	1,65	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,65
nov	3	307	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,67	47,11	60,40	72,84	79,99	72,84	60,40	47,11	33,67	1,64	1,25	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,25	1,64
nov	4	308	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,78	47,22	60,52	73,01	80,28	73,01	60,52	47,22	33,78	1,64	1,24	1,05	0,96	0,93	0,96	1,05	1,24	1,64
nov	5	309	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,88	47,32	60,64	73,19	80,57	73,19	60,64	47,32	33,88	1,64	1,24	1,05	0,95	0,93	0,95	1,05	1,24	1,64
nov	6	310	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	33,98	47,42	60,75	73,35	80,85	73,35	60,75	47,42	33,98	1,63	1,24	1,05	0,95	0,93	0,95	1,05	1,24	1,63
nov	7	311	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,07	47,51	60,86	73,51	81,12	73,51	60,86	47,51	34,07	1,63	1,24	1,05	0,95	0,92	0,95	1,05	1,24	1,63
nov	8	312	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,16	47,60	60,96	73,66	81,39	73,66	60,96	47,60	34,16	1,62	1,24	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,24	1,62
nov	9	313	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,25	47,69	61,06	73,81	81,65	73,81	61,06	47,69	34,25	1,62	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,62
nov	10	314	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,34	47,78	61,16	73,95	81,91	73,95	61,16	47,78	34,34	1,62	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,62
nov	11	315	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,43	47,86	61,25	74,09	82,17	74,09	61,25	47,86	34,43	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61
nov	12	316	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,51	47,94	61,34	74,22	82,41	74,22	61,34	47,94	34,51	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61
nov	13	317	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,59	48,02	61,42	74,35	82,66	74,35	61,42	48,02	34,59	1,61	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,61
nov	14	318	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,67	48,09	61,50	74,46	82,89	74,46	61,50	48,09	34,67	1,60	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,60
nov	15	319	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,75	48,17	61,58	74,58	83,12	74,58	61,58	48,17	34,75	1,60	1,23	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,23	1,60
nov	16	320	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,82	48,24	61,66	74,69	83,35	74,69	61,66	48,24	34,82	1,60	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,60
nov	17	321	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,89	48,30	61,73	74,79	83,57	74,79	61,73	48,30	34,89	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59
nov	18	322	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	34,96	48,37	61,80	74,89	83,78	74,89	61,80	48,37	34,96	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59
nov	19	323	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	35,02	48,43	61,86	74,98	83,99	74,98	61,86	48,43	35,02	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59
nov	20	324	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,09	48,49	61,92	75,07	84,19	75,07	61,92	48,49	35,09	1,59	1,22	1,04	0,95	0,92	0,95	1,04	1,22	1,59
nov	21	325	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,15	48,54	61,98	75,16	84,39	75,16	61,98	48,54	35,15	1,58	1,22	1,03	0,95	0,92	0,95	1,03	1,22	1,58
nov	22	326	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,21	48,60	62,04	75,24	84,58	75,24	62,04	48,60	35,21	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58
nov	23	327	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,27	48,65	62,09	75,31	84,76	75,31	62,09	48,65	35,27	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58
nov	24	328	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,32	48,70	62,14	75,38	84,94	75,38	62,14	48,70	35,32	1,58	1,22	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,22	1,58
nov	25	329	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,37	48,75	62,19	75,45	85,11	75,45	62,19	48,75	35,37	1,58	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,58
nov	26	330	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,42	48,79	62,24	75,51	85,27	75,51	62,24	48,79	35,42	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57
nov	27	331	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,47	48,83	62,28	75,57	85,43	75,57	62,28	48,83	35,47	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57
nov	28	332	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,52	48,87	62,32	75,62	85,58	75,62	62,32	48,87	35,52	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57
nov	29	333	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,56	48,91	62,36	75,67	85,73	75,67	62,36	48,91	35,56	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57
nov	30	334	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,60	48,95	62,39	75,72	85,87	75,72	62,39	48,95	35,60	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57
dez	1	335	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,64	48,98	62,43	75,77	86,00	75,77	62,43	48,98	35,64	1,57	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,57

dez	2	336	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,68	49,02	62,46	75,81	86,12	75,81	62,46	49,02	35,68	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	3	337	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,71	49,05	62,49	75,85	86,24	75,85	62,49	49,05	35,71	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	4	338	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,74	49,07	62,51	75,88	86,36	75,88	62,51	49,07	35,74	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	5	339	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,77	49,10	62,54	75,91	86,46	75,91	62,54	49,10	35,77	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	6	340	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,80	49,13	62,56	75,94	86,56	75,94	62,56	49,13	35,80	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	7	341	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,83	49,15	62,58	75,97	86,65	75,97	62,58	49,15	35,83	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	8	342	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,85	49,17	62,60	76,00	86,74	76,00	62,60	49,17	35,85	1,56	1,21	1,03	0,94	0,92	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	9	343	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,88	49,19	62,62	76,02	86,82	76,02	62,62	49,19	35,88	1,56	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	10	344	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,90	49,21	62,63	76,04	86,89	76,04	62,63	49,21	35,90	1,56	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	11	345	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,92	49,22	62,65	76,06	86,96	76,06	62,65	49,22	35,92	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	12	346	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,93	49,24	62,66	76,07	87,01	76,07	62,66	49,24	35,93	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	13	347	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,95	49,25	62,67	76,08	87,06	76,08	62,67	49,25	35,95	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	14	348	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,96	49,26	62,68	76,10	87,11	76,10	62,68	49,26	35,96	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	15	349	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,97	49,27	62,69	76,11	87,15	76,11	62,69	49,27	35,97	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	16	350	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,98	49,27	62,70	76,11	87,18	76,11	62,70	49,27	35,98	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	17	351	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,28	62,70	76,12	87,20	76,12	62,70	49,28	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	18	352	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,28	62,71	76,12	87,22	76,12	62,71	49,28	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	19	353	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,29	62,71	76,13	87,23	76,13	62,71	49,29	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	20	354	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,29	62,71	76,13	87,23	76,13	62,71	49,29	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	21	355	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,29	62,71	76,13	87,23	76,13	62,71	49,29	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	22	356	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,99	49,28	62,71	76,12	87,22	76,12	62,71	49,28	35,99	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	23	357	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,98	49,28	62,70	76,12	87,20	76,12	62,70	49,28	35,98	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	24	358	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,98	49,27	62,70	76,11	87,17	76,11	62,70	49,27	35,98	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	25	359	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,97	49,27	62,69	76,10	87,14	76,10	62,69	49,27	35,97	1,55	1,20	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,20	1,55
dez	26	360	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,96	49,26	62,68	76,09	87,10	76,09	62,68	49,26	35,96	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	27	361	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,94	49,25	62,67	76,08	87,06	76,08	62,67	49,25	35,94	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	28	362	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,93	49,23	62,66	76,07	87,01	76,07	62,66	49,23	35,93	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	29	363	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,91	49,22	62,65	76,05	86,95	76,05	62,65	49,22	35,91	1,55	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,55
dez	30	364	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,89	49,20	62,63	76,04	86,88	76,04	62,63	49,20	35,89	1,56	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,56
dez	31	365	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	35,87	49,19	62,62	76,01	86,81	76,01	62,62	49,19	35,87	1,56	1,21	1,03	0,94	0,91	0,94	1,03	1,21	1,56

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE F – ESPESSURA ÓTICA DE RAYLEIGH, DNI HORÁRIO, DNI MÉDIO DIÁRIO E DNI MÉDIO ANUAL

Tabela 12 - espessura ótica de rayleigh, DNI horário, DNI médio diário e DNI médio anual

Dia	n	Espessura ótica de Rayleigh										DNI horário (W/m²)										DNI médio diário (W/m²)
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	8	9	10	11	12	13	14	15	16			
jan	1	1	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	615,37	838,73	1013,53	1124,49	1162,49	1124,49	1013,53	838,73	615,37	927,41	
jan	2	2	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	614,92	838,42	1013,33	1124,37	1162,39	1124,37	1013,33	838,42	614,92	927,16	
jan	3	3	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	614,43	838,07	1013,10	1124,22	1162,27	1124,22	1013,10	838,07	614,43	926,88	
jan	4	4	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	613,89	837,69	1012,84	1124,04	1162,11	1124,04	1012,84	837,69	613,89	926,56	
jan	5	5	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	613,31	837,26	1012,55	1123,83	1161,94	1123,83	1012,55	837,26	613,31	926,21	
jan	6	6	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	612,68	836,80	1012,23	1123,59	1161,73	1123,59	1012,23	836,80	612,68	925,82	
jan	7	7	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	612,01	836,30	1011,87	1123,33	1161,50	1123,33	1011,87	836,30	612,01	925,39	
jan	8	8	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	611,30	835,77	1011,48	1123,03	1161,23	1123,03	1011,48	835,77	611,30	924,93	
jan	9	9	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	610,53	835,19	1011,05	1122,71	1160,94	1122,71	1011,05	835,19	610,53	924,43	
jan	10	10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	609,73	834,57	1010,59	1122,35	1160,62	1122,35	1010,59	834,57	609,73	923,90	
jan	11	11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	608,87	833,91	1010,09	1121,95	1160,26	1121,95	1010,09	833,91	608,87	923,32	
jan	12	12	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	607,97	833,21	1009,56	1121,52	1159,87	1121,52	1009,56	833,21	607,97	922,71	
jan	13	13	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	607,02	832,47	1008,99	1121,06	1159,44	1121,06	1008,99	832,47	607,02	922,06	
jan	14	14	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	606,03	831,68	1008,37	1120,56	1158,98	1120,56	1008,37	831,68	606,03	921,36	
jan	15	15	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	604,98	830,85	1007,72	1120,02	1158,49	1120,02	1007,72	830,85	604,98	920,63	
jan	16	16	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	603,89	829,98	1007,03	1119,45	1157,95	1119,45	1007,03	829,98	603,89	919,85	
jan	17	17	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	602,76	829,06	1006,29	1118,83	1157,38	1118,83	1006,29	829,06	602,76	919,03	
jan	18	18	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	601,57	828,10	1005,52	1118,18	1156,76	1118,18	1005,52	828,10	601,57	918,16	
jan	19	19	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	600,33	827,08	1004,69	1117,48	1156,11	1117,48	1004,69	827,08	600,33	917,25	
jan	20	20	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	599,05	826,03	1003,83	1116,74	1155,41	1116,74	1003,83	826,03	599,05	916,30	
jan	21	21	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	597,71	824,92	1002,92	1115,95	1154,66	1115,95	1002,92	824,92	597,71	915,30	
jan	22	22	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	596,32	823,77	1001,96	1115,12	1153,88	1115,12	1001,96	823,77	596,32	914,25	
jan	23	23	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	594,89	822,56	1000,95	1114,24	1153,04	1114,24	1000,95	822,56	594,89	913,15	
jan	24	24	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	593,40	821,31	999,89	1113,31	1152,16	1113,31	999,89	821,31	593,40	912,00	
jan	25	25	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	591,86	820,01	998,79	1112,34	1151,23	1112,34	998,79	820,01	591,86	910,80	
jan	26	26	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	590,28	818,65	997,63	1111,31	1150,25	1111,31	997,63	818,65	590,28	909,56	
jan	27	27	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	588,63	817,25	996,43	1110,24	1149,22	1110,24	996,43	817,25	588,63	908,26	
jan	28	28	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	586,94	815,79	995,16	1109,10	1148,13	1109,10	995,16	815,79	586,94	906,90	
jan	29	29	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	585,20	814,28	993,85	1107,92	1147,00	1107,92	993,85	814,28	585,20	905,50	
jan	30	30	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	583,40	812,71	992,48	1106,68	1145,80	1106,68	992,48	812,71	583,40	904,04	
jan	31	31	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	581,55	811,09	991,06	1105,39	1144,55	1105,39	991,06	811,09	581,55	902,52	
fev	1	32	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	579,65	809,41	989,58	1104,03	1143,24	1104,03	989,58	809,41	579,65	900,95	

fev	2	33	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	577,70	807,68	988,04	1102,62	1141,88	1102,62	988,04	807,68	577,70	899,33
fev	3	34	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	575,69	805,89	986,44	1101,15	1140,45	1101,15	986,44	805,89	575,69	897,64
fev	4	35	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	573,63	804,05	984,78	1099,62	1138,96	1099,62	984,78	804,05	573,63	895,90
fev	5	36	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	571,52	802,14	983,07	1098,03	1137,41	1098,03	983,07	802,14	571,52	894,10
fev	6	37	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	569,35	800,18	981,29	1096,37	1135,80	1096,37	981,29	800,18	569,35	892,24
fev	7	38	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	567,14	798,16	979,45	1094,65	1134,12	1094,65	979,45	798,16	567,14	890,33
fev	8	39	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	564,86	796,09	977,55	1092,87	1132,38	1092,87	977,55	796,09	564,86	888,35
fev	9	40	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	562,54	793,95	975,58	1091,02	1130,57	1091,02	975,58	793,95	562,54	886,31
fev	10	41	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	560,16	791,76	973,56	1089,10	1128,69	1089,10	973,56	791,76	560,16	884,21
fev	11	42	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	557,73	789,50	971,46	1087,12	1126,75	1087,12	971,46	789,50	557,73	882,04
fev	12	43	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	555,24	787,18	969,31	1085,07	1124,74	1085,07	969,31	787,18	555,24	879,82
fev	13	44	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	552,71	784,81	967,08	1082,95	1122,65	1082,95	967,08	784,81	552,71	877,53
fev	14	45	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	550,12	782,37	964,79	1080,76	1120,50	1080,76	964,79	782,37	550,12	875,18
fev	15	46	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	547,48	779,87	962,44	1078,50	1118,27	1078,50	962,44	779,87	547,48	872,76
fev	16	47	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	544,78	777,32	960,01	1076,17	1115,97	1076,17	960,01	777,32	544,78	870,28
fev	17	48	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	542,04	774,70	957,52	1073,77	1113,60	1073,77	957,52	774,70	542,04	867,74
fev	18	49	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	539,24	772,02	954,96	1071,29	1111,16	1071,29	954,96	772,02	539,24	865,13
fev	19	50	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	536,39	769,28	952,34	1068,75	1108,64	1068,75	952,34	769,28	536,39	862,46
fev	20	51	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	533,49	766,47	949,64	1066,13	1106,05	1066,13	949,64	766,47	533,49	859,73
fev	21	52	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	530,55	763,61	946,88	1063,44	1103,39	1063,44	946,88	763,61	530,55	856,93
fev	22	53	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	527,55	760,69	944,05	1060,67	1100,65	1060,67	944,05	760,69	527,55	854,06
fev	23	54	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	524,50	757,71	941,15	1057,84	1097,83	1057,84	941,15	757,71	524,50	851,14
fev	24	55	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	521,41	754,66	938,18	1054,93	1094,94	1054,93	938,18	754,66	521,41	848,14
fev	25	56	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	518,26	751,56	935,15	1051,94	1091,97	1051,94	935,15	751,56	518,26	845,09
fev	26	57	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	515,07	748,40	932,04	1048,88	1088,93	1048,88	932,04	748,40	515,07	841,97
fev	27	58	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	511,83	745,18	928,87	1045,75	1085,82	1045,75	928,87	745,18	511,83	838,79
fev	28	59	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	508,55	741,90	925,63	1042,54	1082,62	1042,54	925,63	741,90	508,55	835,54
mar	1	60	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	505,22	738,56	922,32	1039,27	1079,36	1039,27	922,32	738,56	505,22	832,23
mar	2	61	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	501,85	735,16	918,95	1035,92	1076,01	1035,92	918,95	735,16	501,85	828,86
mar	3	62	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	498,44	731,71	915,51	1032,49	1072,60	1032,49	915,51	731,71	498,44	825,43
mar	4	63	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	494,98	728,20	912,00	1029,00	1069,11	1029,00	912,00	728,20	494,98	821,94
mar	5	64	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	491,48	724,64	908,43	1025,43	1065,54	1025,43	908,43	724,64	491,48	818,39
mar	6	65	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	487,94	721,02	904,79	1021,79	1061,91	1021,79	904,79	721,02	487,94	814,78
mar	7	66	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	484,36	717,35	901,09	1018,08	1058,20	1018,08	901,09	717,35	484,36	811,11
mar	8	67	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	480,75	713,63	897,33	1014,31	1054,42	1014,31	897,33	713,63	480,75	807,38
mar	9	68	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	477,10	709,85	893,50	1010,46	1050,56	1010,46	893,50	709,85	477,10	803,60
mar	10	69	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	473,41	706,03	889,62	1006,55	1046,64	1006,55	889,62	706,03	473,41	799,76
mar	11	70	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	469,68	702,15	885,67	1002,56	1042,65	1002,56	885,67	702,15	469,68	795,87
mar	12	71	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	465,92	698,23	881,66	998,52	1038,59	998,52	881,66	698,23	465,92	791,92
mar	13	72	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	462,14	694,26	877,60	994,41	1034,47	994,41	877,60	694,26	462,14	787,92
mar	14	73	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	458,31	690,24	873,48	990,23	1030,27	990,23	873,48	690,24	458,31	783,87

mar	15	74	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	454,46	686,18	869,30	985,99	1026,02	985,99	869,30	686,18	454,46	779,77
mar	16	75	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	450,59	682,08	865,07	981,69	1021,70	981,69	865,07	682,08	450,59	775,62
mar	17	76	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	446,68	677,93	860,78	977,33	1017,31	977,33	860,78	677,93	446,68	771,42
mar	18	77	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	442,75	673,74	856,45	972,92	1012,87	972,92	856,45	673,74	442,75	767,18
mar	19	78	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	438,80	669,52	852,06	968,44	1008,37	968,44	852,06	669,52	438,80	762,89
mar	20	79	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	434,82	665,25	847,63	963,92	1003,81	963,92	847,63	665,25	434,82	758,56
mar	21	80	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	430,82	660,95	843,15	959,33	999,20	959,33	843,15	660,95	430,82	754,19
mar	22	81	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	426,81	656,62	838,62	954,70	994,53	954,70	838,62	656,62	426,81	749,78
mar	23	82	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	422,77	652,26	834,05	950,02	989,80	950,02	834,05	652,26	422,77	745,33
mar	24	83	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	418,72	647,86	829,44	945,29	985,03	945,29	829,44	647,86	418,72	740,85
mar	25	84	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	414,66	643,43	824,79	940,51	980,21	940,51	824,79	643,43	414,66	736,33
mar	26	85	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	410,58	638,98	820,11	935,68	975,35	935,68	820,11	638,98	410,58	731,78
mar	27	86	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	406,49	634,50	815,38	930,82	970,44	930,82	815,38	634,50	406,49	727,20
mar	28	87	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	402,39	630,00	810,62	925,92	965,48	925,92	810,62	630,00	402,39	722,59
mar	29	88	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	398,29	625,48	805,83	920,97	960,49	920,97	805,83	625,48	398,29	717,96
mar	30	89	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	394,18	620,93	801,02	915,99	955,46	915,99	801,02	620,93	394,18	713,30
mar	31	90	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	390,06	616,37	796,17	910,98	950,39	910,98	796,17	616,37	390,06	708,62
abr	1	91	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	385,94	611,80	791,30	905,94	945,29	905,94	791,30	611,80	385,94	703,92
abr	2	92	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	381,82	607,21	786,40	900,87	940,16	900,87	786,40	607,21	381,82	699,19
abr	3	93	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	377,70	602,60	781,49	895,77	935,00	895,77	781,49	602,60	377,70	694,46
abr	4	94	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	373,59	597,99	776,55	890,64	929,81	890,64	776,55	597,99	373,59	689,71
abr	5	95	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	369,48	593,37	771,60	885,50	924,60	885,50	771,60	593,37	369,48	684,94
abr	6	96	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	365,37	588,75	766,63	880,33	919,37	880,33	766,63	588,75	365,37	680,17
abr	7	97	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	361,27	584,12	761,66	875,15	914,12	875,15	761,66	584,12	361,27	675,39
abr	8	98	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	357,19	579,49	756,67	869,95	908,86	869,95	756,67	579,49	357,19	670,61
abr	9	99	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,10	353,11	574,86	751,67	864,74	903,58	864,74	751,67	574,86	353,11	665,82
abr	10	100	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	349,05	570,23	746,68	859,53	898,29	859,53	746,68	570,23	349,05	661,03
abr	11	101	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	345,00	565,61	741,68	854,30	892,99	854,30	741,68	565,61	345,00	656,24
abr	12	102	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	340,97	561,00	736,67	849,07	887,68	849,07	736,67	561,00	340,97	651,46
abr	13	103	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	336,96	556,39	731,68	843,84	882,38	843,84	731,68	556,39	336,96	646,68
abr	14	104	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	332,97	551,80	726,68	838,62	877,07	838,62	726,68	551,80	332,97	641,91
abr	15	105	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	328,99	547,22	721,70	833,39	871,76	833,39	721,70	547,22	328,99	637,15
abr	16	106	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	325,05	542,65	716,72	828,17	866,47	828,17	716,72	542,65	325,05	632,41
abr	17	107	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	321,13	538,11	711,76	822,96	861,17	822,96	711,76	538,11	321,13	627,68
abr	18	108	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	317,23	533,58	706,81	817,77	855,89	817,77	706,81	533,58	317,23	622,97
abr	19	109	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	313,37	529,08	701,88	812,58	850,63	812,58	701,88	529,08	313,37	618,27
abr	20	110	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	309,53	524,60	696,97	807,42	845,38	807,42	696,97	524,60	309,53	613,60
abr	21	111	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	305,73	520,15	692,09	802,28	840,15	802,28	692,09	520,15	305,73	608,96
abr	22	112	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	301,96	515,72	687,23	797,15	834,94	797,15	687,23	515,72	301,96	604,34
abr	23	113	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	298,22	511,33	682,39	792,06	829,75	792,06	682,39	511,33	298,22	599,75
abr	24	114	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	294,53	506,97	677,59	786,99	824,60	786,99	677,59	506,97	294,53	595,19

abr	25	115	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	290,87	502,64	672,81	781,95	819,47	781,95	672,81	502,64	290,87	590,67
abr	26	116	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	287,25	498,35	668,07	776,94	814,38	776,94	668,07	498,35	287,25	586,18
abr	27	117	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	283,67	494,10	663,37	771,98	809,32	771,98	663,37	494,10	283,67	581,73
abr	28	118	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	280,13	489,89	658,71	767,05	804,30	767,05	658,71	489,89	280,13	577,32
abr	29	119	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	276,64	485,73	654,09	762,16	799,32	762,16	654,09	485,73	276,64	572,95
abr	30	120	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	273,19	481,60	649,52	757,31	794,39	757,31	649,52	481,60	273,19	568,63
maio	1	121	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	269,79	477,53	644,99	752,51	789,50	752,51	644,99	477,53	269,79	564,35
maio	2	122	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	266,44	473,50	640,51	747,76	784,66	747,76	640,51	473,50	266,44	560,12
maio	3	123	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	263,13	469,52	636,08	743,06	779,87	743,06	636,08	469,52	263,13	555,94
maio	4	124	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	259,88	465,60	631,70	738,42	775,13	738,42	631,70	465,60	259,88	551,81
maio	5	125	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	256,68	461,73	627,38	733,83	770,46	733,83	627,38	461,73	256,68	547,74
maio	6	126	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	253,53	457,91	623,12	729,30	765,84	729,30	623,12	457,91	253,53	543,73
maio	7	127	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	250,43	454,15	618,91	724,83	761,28	724,83	618,91	454,15	250,43	539,77
maio	8	128	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	247,39	450,46	614,77	720,43	756,78	720,43	614,77	450,46	247,39	535,88
maio	9	129	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	244,41	446,82	610,69	716,08	752,36	716,08	610,69	446,82	244,41	532,04
maio	10	130	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	241,48	443,24	606,68	711,81	748,00	711,81	606,68	443,24	241,48	528,27
maio	11	131	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	238,62	439,73	602,74	707,61	743,71	707,61	602,74	439,73	238,62	524,56
maio	12	132	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	235,81	436,28	598,86	703,48	739,49	703,48	598,86	436,28	235,81	520,93
maio	13	133	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	233,06	432,90	595,06	699,42	735,35	699,42	595,06	432,90	233,06	517,36
maio	14	134	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	230,37	429,59	591,33	695,44	731,28	695,44	591,33	429,59	230,37	513,86
maio	15	135	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	227,74	426,35	587,67	691,54	727,30	691,54	587,67	426,35	227,74	510,43
maio	16	136	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	225,18	423,18	584,09	687,72	723,40	687,72	584,09	423,18	225,18	507,08
maio	17	137	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	222,68	420,08	580,59	683,98	719,58	683,98	580,59	420,08	222,68	503,80
maio	18	138	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	220,24	417,06	577,17	680,32	715,84	680,32	577,17	417,06	220,24	500,60
maio	19	139	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	217,87	414,11	573,83	676,75	712,20	676,75	573,83	414,11	217,87	497,48
maio	20	140	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	215,57	411,23	570,58	673,27	708,64	673,27	570,58	411,23	215,57	494,44
maio	21	141	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	213,33	408,44	567,41	669,88	705,17	669,88	567,41	408,44	213,33	491,47
maio	22	142	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	211,15	405,72	564,33	666,58	701,80	666,58	564,33	405,72	211,15	488,59
maio	23	143	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	209,05	403,08	561,33	663,37	698,52	663,37	561,33	403,08	209,05	485,80
maio	24	144	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	207,01	400,53	558,42	660,25	695,33	660,25	558,42	400,53	207,01	483,08
maio	25	145	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	205,04	398,05	555,61	657,23	692,24	657,23	555,61	398,05	205,04	480,46
maio	26	146	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	203,14	395,66	552,88	654,31	689,26	654,31	552,88	395,66	203,14	477,92
maio	27	147	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	201,31	393,35	550,25	651,49	686,37	651,49	550,25	393,35	201,31	475,46
maio	28	148	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	199,55	391,12	547,72	648,76	683,58	648,76	547,72	391,12	199,55	473,10
maio	29	149	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	197,86	388,98	545,27	646,14	680,90	646,14	545,27	388,98	197,86	470,83
maio	30	150	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	196,24	386,93	542,93	643,62	678,32	643,62	542,93	386,93	196,24	468,64
maio	31	151	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	194,70	384,96	540,68	641,21	675,85	641,21	540,68	384,96	194,70	466,55
jun	1	152	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	193,22	383,09	538,53	638,90	673,49	638,90	538,53	383,09	193,22	464,55
jun	2	153	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	191,81	381,29	536,48	636,69	671,23	636,69	536,48	381,29	191,81	462,64
jun	3	154	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	190,48	379,59	534,53	634,59	669,08	634,59	534,53	379,59	190,48	460,83
jun	4	155	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	189,22	377,98	532,68	632,61	667,05	632,61	532,68	377,98	189,22	459,11

jun	5	156	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	188,03	376,46	530,94	630,72	665,12	630,72	530,94	376,46	188,03	457,49
jun	6	157	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	186,92	375,03	529,29	628,95	663,31	628,95	529,29	375,03	186,92	455,97
jun	7	158	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	185,87	373,69	527,75	627,29	661,60	627,29	527,75	373,69	185,87	454,54
jun	8	159	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	184,90	372,44	526,32	625,74	660,02	625,74	526,32	372,44	184,90	453,20
jun	9	160	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	184,01	371,28	524,98	624,30	658,54	624,30	524,98	371,28	184,01	451,97
jun	10	161	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	183,18	370,22	523,76	622,98	657,19	622,98	523,76	370,22	183,18	450,83
jun	11	162	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	182,43	369,25	522,63	621,77	655,94	621,77	522,63	369,25	182,43	449,79
jun	12	163	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	181,76	368,37	521,62	620,67	654,82	620,67	521,62	368,37	181,76	448,85
jun	13	164	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	181,16	367,58	520,71	619,68	653,81	619,68	520,71	367,58	181,16	448,01
jun	14	165	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	180,63	366,89	519,91	618,81	652,91	618,81	519,91	366,89	180,63	447,27
jun	15	166	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	180,17	366,30	519,21	618,06	652,14	618,06	519,21	366,30	180,17	446,62
jun	16	167	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,79	365,79	518,62	617,42	651,48	617,42	518,62	365,79	179,79	446,08
jun	17	168	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,49	365,38	518,14	616,89	650,94	616,89	518,14	365,38	179,49	445,64
jun	18	169	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,25	365,07	517,77	616,48	650,52	616,48	517,77	365,07	179,25	445,30
jun	19	170	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,10	364,85	517,50	616,19	650,22	616,19	517,50	364,85	179,10	445,05
jun	20	171	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,01	364,72	517,34	616,01	650,03	616,01	517,34	364,72	179,01	444,91
jun	21	172	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,00	364,69	517,29	615,95	649,97	615,95	517,29	364,69	179,00	444,87
jun	22	173	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,06	364,75	517,35	616,00	650,02	616,00	517,35	364,75	179,06	444,93
jun	23	174	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,20	364,91	517,52	616,17	650,19	616,17	517,52	364,91	179,20	445,09
jun	24	175	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,41	365,16	517,79	616,46	650,48	616,46	517,79	365,16	179,41	445,35
jun	25	176	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	179,70	365,50	518,17	616,86	650,88	616,86	518,17	365,50	179,70	445,70
jun	26	177	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	180,06	365,94	518,66	617,37	651,41	617,37	518,66	365,94	180,06	446,16
jun	27	178	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	180,49	366,48	519,25	618,00	652,05	618,00	519,25	366,48	180,49	446,72
jun	28	179	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	181,00	367,10	519,95	618,75	652,81	618,75	519,95	367,10	181,00	447,38
jun	29	180	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	181,57	367,82	520,76	619,60	653,68	619,60	520,76	367,82	181,57	448,13
jun	30	181	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	182,23	368,63	521,67	620,57	654,67	620,57	521,67	368,63	182,23	448,99
jul	1	182	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	182,95	369,53	522,69	621,66	655,78	621,66	522,69	369,53	182,95	449,94
jul	2	183	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	183,75	370,53	523,81	622,86	657,00	622,86	523,81	370,53	183,75	450,99
jul	3	184	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	184,62	371,62	525,04	624,16	658,34	624,16	525,04	371,62	184,62	452,14
jul	4	185	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,08	185,57	372,80	526,37	625,58	659,78	625,58	526,37	372,80	185,57	453,38
jul	5	186	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	186,58	374,07	527,80	627,11	661,35	627,11	527,80	374,07	186,58	454,72
jul	6	187	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	187,67	375,43	529,34	628,75	663,02	628,75	529,34	375,43	187,67	456,16
jul	7	188	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	188,83	376,88	530,98	630,50	664,80	630,50	530,98	376,88	188,83	457,69
jul	8	189	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	190,07	378,42	532,71	632,35	666,70	632,35	532,71	378,42	190,07	459,31
jul	9	190	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	191,37	380,04	534,55	634,32	668,70	634,32	534,55	380,04	191,37	461,03
jul	10	191	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	192,74	381,76	536,49	636,38	670,81	636,38	536,49	381,76	192,74	462,84
jul	11	192	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	194,19	383,56	538,52	638,56	673,03	638,56	538,52	383,56	194,19	464,74
jul	12	193	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	195,70	385,45	540,66	640,83	675,35	640,83	540,66	385,45	195,70	466,74
jul	13	194	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	197,29	387,42	542,88	643,21	677,78	643,21	542,88	387,42	197,29	468,82
jul	14	195	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	198,95	389,48	545,21	645,69	680,31	645,69	545,21	389,48	198,95	471,00
jul	15	196	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	200,67	391,63	547,63	648,27	682,95	648,27	547,63	391,63	200,67	473,26

jul	16	197	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	202,46	393,85	550,14	650,95	685,68	650,95	550,14	393,85	202,46	475,61
jul	17	198	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	204,33	396,16	552,74	653,72	688,51	653,72	552,74	396,16	204,33	478,04
jul	18	199	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	206,25	398,55	555,43	656,59	691,44	656,59	555,43	398,55	206,25	480,57
jul	19	200	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	208,25	401,02	558,21	659,56	694,47	659,56	558,21	401,02	208,25	483,17
jul	20	201	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	210,31	403,57	561,08	662,61	697,59	662,61	561,08	403,57	210,31	485,86
jul	21	202	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	212,44	406,20	564,03	665,76	700,80	665,76	564,03	406,20	212,44	488,63
jul	22	203	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	214,64	408,90	567,07	669,00	704,11	669,00	567,07	408,90	214,64	491,48
jul	23	204	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	216,90	411,68	570,20	672,33	707,50	672,33	570,20	411,68	216,90	494,41
jul	24	205	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	219,22	414,54	573,40	675,74	710,98	675,74	573,40	414,54	219,22	497,42
jul	25	206	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	221,61	417,46	576,69	679,24	714,55	679,24	576,69	417,46	221,61	500,50
jul	26	207	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	224,06	420,46	580,05	682,81	718,20	682,81	580,05	420,46	224,06	503,66
jul	27	208	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	226,57	423,53	583,49	686,47	721,93	686,47	583,49	423,53	226,57	506,90
jul	28	209	0,09	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,10	0,09	229,14	426,67	587,01	690,21	725,74	690,21	587,01	426,67	229,14	510,20
jul	29	210	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	231,77	429,88	590,60	694,03	729,63	694,03	590,60	429,88	231,77	513,58
jul	30	211	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	234,47	433,16	594,26	697,92	733,60	697,92	594,26	433,16	234,47	517,02
jul	31	212	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	237,22	436,50	597,99	701,88	737,64	701,88	597,99	436,50	237,22	520,53
ago	1	213	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	240,03	439,90	601,79	705,91	741,75	705,91	601,79	439,90	240,03	524,11
ago	2	214	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	242,89	443,37	605,65	710,01	745,93	710,01	605,65	443,37	242,89	527,75
ago	3	215	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	245,81	446,90	609,58	714,18	750,17	714,18	609,58	446,90	245,81	531,46
ago	4	216	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	248,79	450,48	613,58	718,41	754,48	718,41	613,58	450,48	248,79	535,22
ago	5	217	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	251,82	454,13	617,63	722,71	758,86	722,71	617,63	454,13	251,82	539,05
ago	6	218	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,09	254,90	457,83	621,74	727,06	763,29	727,06	621,74	457,83	254,90	542,93
ago	7	219	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	258,03	461,58	625,90	731,47	767,79	731,47	625,90	461,58	258,03	546,86
ago	8	220	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	261,21	465,39	630,13	735,94	772,33	735,94	630,13	465,39	261,21	550,85
ago	9	221	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	264,44	469,25	634,40	740,45	776,93	740,45	634,40	469,25	264,44	554,89
ago	10	222	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	267,72	473,15	638,72	745,02	781,58	745,02	638,72	473,15	267,72	558,98
ago	11	223	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	271,05	477,11	643,09	749,64	786,28	749,64	643,09	477,11	271,05	563,12
ago	12	224	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	274,42	481,11	647,51	754,30	791,03	754,30	647,51	481,11	274,42	567,30
ago	13	225	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	277,83	485,15	651,97	759,01	795,82	759,01	651,97	485,15	277,83	571,53
ago	14	226	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	281,29	489,23	656,47	763,75	800,64	763,75	656,47	489,23	281,29	575,79
ago	15	227	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	284,79	493,36	661,01	768,54	805,51	768,54	661,01	493,36	284,79	580,10
ago	16	228	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	288,33	497,52	665,58	773,36	810,41	773,36	665,58	497,52	288,33	584,44
ago	17	229	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	291,91	501,72	670,19	778,21	815,34	778,21	670,19	501,72	291,91	588,82
ago	18	230	0,09	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,09	295,52	505,95	674,83	783,09	820,31	783,09	674,83	505,95	295,52	593,23
ago	19	231	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	299,17	510,21	679,50	788,01	825,30	788,01	679,50	510,21	299,17	597,68
ago	20	232	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	302,85	514,51	684,20	792,94	830,32	792,94	684,20	514,51	302,85	602,15
ago	21	233	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	306,57	518,83	688,93	797,90	835,36	797,90	688,93	518,83	306,57	606,65
ago	22	234	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	310,31	523,18	693,67	802,88	840,41	802,88	693,67	523,18	310,31	611,17
ago	23	235	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	314,09	527,55	698,44	807,88	845,49	807,88	698,44	527,55	314,09	615,71
ago	24	236	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	317,89	531,94	703,22	812,89	850,58	812,89	703,22	531,94	317,89	620,28
ago	25	237	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	321,72	536,36	708,02	817,92	855,68	817,92	708,02	536,36	321,72	624,86

ago	26	238	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	325,58	540,79	712,83	822,96	860,79	822,96	712,83	540,79	325,58	629,46
ago	27	239	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	329,46	545,24	717,66	828,00	865,91	828,00	717,66	545,24	329,46	634,07
ago	28	240	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	333,35	549,70	722,49	833,05	871,03	833,05	722,49	549,70	333,35	638,69
ago	29	241	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	337,27	554,17	727,32	838,10	876,15	838,10	727,32	554,17	337,27	643,32
ago	30	242	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	341,21	558,66	732,17	843,15	881,27	843,15	732,17	558,66	341,21	647,96
ago	31	243	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	345,16	563,15	737,01	848,20	886,39	848,20	737,01	563,15	345,16	652,60
set	1	244	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	349,13	567,64	741,85	853,24	891,50	853,24	741,85	567,64	349,13	657,25
set	2	245	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	353,11	572,14	746,69	858,28	896,60	858,28	746,69	572,14	353,11	661,89
set	3	246	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	357,11	576,64	751,52	863,31	901,69	863,31	751,52	576,64	357,11	666,54
set	4	247	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	361,11	581,15	756,35	868,32	906,77	868,32	756,35	581,15	361,11	671,18
set	5	248	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	365,12	585,64	761,16	873,32	911,83	873,32	761,16	585,64	365,12	675,81
set	6	249	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	369,14	590,14	765,97	878,30	916,87	878,30	765,97	590,14	369,14	680,44
set	7	250	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	373,16	594,63	770,75	883,27	921,89	883,27	770,75	594,63	373,16	685,06
set	8	251	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	377,18	599,11	775,53	888,21	926,89	888,21	775,53	599,11	377,18	689,66
set	9	252	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	381,21	603,58	780,28	893,13	931,87	893,13	780,28	603,58	381,21	694,25
set	10	253	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	385,24	608,04	785,01	898,02	936,81	898,02	785,01	608,04	385,24	698,83
set	11	254	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	389,26	612,48	789,73	902,89	941,73	902,89	789,73	612,48	389,26	703,38
set	12	255	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	393,28	616,91	794,41	907,72	946,61	907,72	794,41	616,91	393,28	707,92
set	13	256	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	397,30	621,32	799,07	912,52	951,46	912,52	799,07	621,32	397,30	712,43
set	14	257	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	401,31	625,71	803,70	917,29	956,27	917,29	803,70	625,71	401,31	716,92
set	15	258	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	405,31	630,08	808,30	922,02	961,05	922,02	808,30	630,08	405,31	721,39
set	16	259	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	409,30	634,43	812,87	926,72	965,78	926,72	812,87	634,43	409,30	725,82
set	17	260	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	413,28	638,75	817,40	931,37	970,47	931,37	817,40	638,75	413,28	730,23
set	18	261	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	417,25	643,04	821,90	935,98	975,12	935,98	821,90	643,04	417,25	734,61
set	19	262	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	421,20	647,31	826,36	940,55	979,73	940,55	826,36	647,31	421,20	738,95
set	20	263	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	425,13	651,55	830,78	945,07	984,28	945,07	830,78	651,55	425,13	743,26
set	21	264	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	429,05	655,76	835,16	949,55	988,79	949,55	835,16	655,76	429,05	747,54
set	22	265	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	432,95	659,93	839,50	953,98	993,25	953,98	839,50	659,93	432,95	751,77
set	23	266	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	436,83	664,07	843,79	958,35	997,65	958,35	843,79	664,07	436,83	755,97
set	24	267	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	440,69	668,18	848,04	962,68	1002,00	962,68	848,04	668,18	440,69	760,13
set	25	268	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	444,52	672,25	852,24	966,95	1006,30	966,95	852,24	672,25	444,52	764,25
set	26	269	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	448,33	676,28	856,40	971,17	1010,54	971,17	856,40	676,28	448,33	768,32
set	27	270	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	452,12	680,27	860,50	975,34	1014,72	975,34	860,50	680,27	452,12	772,35
set	28	271	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	455,87	684,22	864,55	979,44	1018,84	979,44	864,55	684,22	455,87	776,34
set	29	272	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	459,60	688,13	868,55	983,49	1022,91	983,49	868,55	688,13	459,60	780,27
set	30	273	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	463,30	691,99	872,50	987,48	1026,91	987,48	872,50	691,99	463,30	784,16
out	1	274	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	466,97	695,81	876,40	991,41	1030,85	991,41	876,40	695,81	466,97	788,00
out	2	275	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,10	470,61	699,59	880,24	995,28	1034,73	995,28	880,24	699,59	470,61	791,80
out	3	276	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	474,21	703,32	884,02	999,09	1038,55	999,09	884,02	703,32	474,21	795,54
out	4	277	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	477,78	707,00	887,75	1002,84	1042,30	1002,84	887,75	707,00	477,78	799,23
out	5	278	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	481,31	710,63	891,42	1006,52	1045,98	1006,52	891,42	710,63	481,31	802,86

out	6	279	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	484,81	714,22	895,03	1010,14	1049,60	1010,14	895,03	714,22	484,81	806,45
out	7	280	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	488,27	717,76	898,59	1013,69	1053,15	1013,69	898,59	717,76	488,27	809,97
out	8	281	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	491,70	721,24	902,08	1017,18	1056,64	1017,18	902,08	721,24	491,70	813,45
out	9	282	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	495,08	724,67	905,51	1020,61	1060,06	1020,61	905,51	724,67	495,08	816,87
out	10	283	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	498,43	728,06	908,89	1023,96	1063,41	1023,96	908,89	728,06	498,43	820,23
out	11	284	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	501,73	731,39	912,20	1027,26	1066,70	1027,26	912,20	731,39	501,73	823,54
out	12	285	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	504,99	734,66	915,45	1030,48	1069,91	1030,48	915,45	734,66	504,99	826,79
out	13	286	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	508,21	737,89	918,64	1033,64	1073,06	1033,64	918,64	737,89	508,21	829,98
out	14	287	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	511,39	741,06	921,77	1036,74	1076,14	1036,74	921,77	741,06	511,39	833,12
out	15	288	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	514,52	744,17	924,84	1039,76	1079,15	1039,76	924,84	744,17	514,52	836,19
out	16	289	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	517,61	747,23	927,84	1042,72	1082,10	1042,72	927,84	747,23	517,61	839,21
out	17	290	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	520,66	750,24	930,78	1045,61	1084,97	1045,61	930,78	750,24	520,66	842,17
out	18	291	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	523,66	753,19	933,66	1048,44	1087,78	1048,44	933,66	753,19	523,66	845,08
out	19	292	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	526,61	756,08	936,48	1051,20	1090,52	1051,20	936,48	756,08	526,61	847,92
out	20	293	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	529,52	758,92	939,24	1053,90	1093,19	1053,90	939,24	758,92	529,52	850,70
out	21	294	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	532,38	761,71	941,93	1056,53	1095,80	1056,53	941,93	761,71	532,38	853,43
out	22	295	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	535,20	764,44	944,56	1059,09	1098,34	1059,09	944,56	764,44	535,20	856,10
out	23	296	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	537,96	767,11	947,13	1061,59	1100,81	1061,59	947,13	767,11	537,96	858,71
out	24	297	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	540,68	769,73	949,64	1064,02	1103,22	1064,02	949,64	769,73	540,68	861,26
out	25	298	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	543,35	772,29	952,09	1066,39	1105,56	1066,39	952,09	772,29	543,35	863,76
out	26	299	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	545,97	774,79	954,48	1068,70	1107,84	1068,70	954,48	774,79	545,97	866,19
out	27	300	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	548,55	777,24	956,81	1070,94	1110,05	1070,94	956,81	777,24	548,55	868,57
out	28	301	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	551,07	779,64	959,08	1073,13	1112,20	1073,13	959,08	779,64	551,07	870,89
out	29	302	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	553,55	781,98	961,29	1075,25	1114,29	1075,25	961,29	781,98	553,55	873,16
out	30	303	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	555,98	784,27	963,44	1077,31	1116,32	1077,31	963,44	784,27	555,98	875,37
out	31	304	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	558,36	786,50	965,53	1079,31	1118,29	1079,31	965,53	786,50	558,36	877,52
nov	1	305	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	560,68	788,68	967,57	1081,25	1120,20	1081,25	967,57	788,68	560,68	879,62
nov	2	306	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	562,96	790,80	969,55	1083,13	1122,04	1083,13	969,55	790,80	562,96	881,66
nov	3	307	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	565,19	792,87	971,47	1084,96	1123,84	1084,96	971,47	792,87	565,19	883,65
nov	4	308	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	567,38	794,89	973,34	1086,73	1125,57	1086,73	973,34	794,89	567,38	885,58
nov	5	309	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	569,51	796,85	975,16	1088,44	1127,25	1088,44	975,16	796,85	569,51	887,46
nov	6	310	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	571,59	798,77	976,92	1090,10	1128,87	1090,10	976,92	798,77	571,59	889,29
nov	7	311	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	573,62	800,63	978,62	1091,70	1130,44	1091,70	978,62	800,63	573,62	891,07
nov	8	312	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	575,61	802,44	980,28	1093,26	1131,96	1093,26	980,28	802,44	575,61	892,79
nov	9	313	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	577,54	804,20	981,89	1094,76	1133,42	1094,76	981,89	804,20	577,54	894,47
nov	10	314	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	579,43	805,91	983,44	1096,21	1134,84	1096,21	983,44	805,91	579,43	896,09
nov	11	315	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	581,27	807,57	984,94	1097,61	1136,21	1097,61	984,94	807,57	581,27	897,67
nov	12	316	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	583,06	809,18	986,40	1098,97	1137,52	1098,97	986,40	809,18	583,06	899,19
nov	13	317	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	584,80	810,74	987,81	1100,27	1138,79	1100,27	987,81	810,74	584,80	900,67
nov	14	318	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	586,49	812,26	989,17	1101,53	1140,02	1101,53	989,17	812,26	586,49	902,10
nov	15	319	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	588,14	813,73	990,49	1102,75	1141,20	1102,75	990,49	813,73	588,14	903,49

nov	16	320	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	589,74	815,15	991,76	1103,92	1142,33	1103,92	991,76	815,15	589,74	904,83
nov	17	321	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	591,29	816,53	992,98	1105,04	1143,42	1105,04	992,98	816,53	591,29	906,12
nov	18	322	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	592,79	817,86	994,17	1106,13	1144,48	1106,13	994,17	817,86	592,79	907,37
nov	19	323	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	594,25	819,14	995,31	1107,17	1145,49	1107,17	995,31	819,14	594,25	908,58
nov	20	324	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	595,66	820,39	996,40	1108,18	1146,46	1108,18	996,40	820,39	595,66	909,75
nov	21	325	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	597,02	821,59	997,46	1109,14	1147,39	1109,14	997,46	821,59	597,02	910,87
nov	22	326	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	598,34	822,74	998,48	1110,07	1148,29	1110,07	998,48	822,74	598,34	911,95
nov	23	327	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	599,61	823,85	999,46	1110,96	1149,15	1110,96	999,46	823,85	599,61	912,99
nov	24	328	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	600,84	824,93	1000,40	1111,82	1149,98	1111,82	1000,40	824,93	600,84	913,99
nov	25	329	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	602,02	825,96	1001,30	1112,64	1150,77	1112,64	1001,30	825,96	602,02	914,96
nov	26	330	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	603,15	826,95	1002,17	1113,43	1151,53	1113,43	1002,17	826,95	603,15	915,88
nov	27	331	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	604,24	827,90	1003,00	1114,18	1152,25	1114,18	1003,00	827,90	604,24	916,77
nov	28	332	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	605,29	828,81	1003,80	1114,90	1152,95	1114,90	1003,80	828,81	605,29	917,62
nov	29	333	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	606,29	829,68	1004,56	1115,59	1153,62	1115,59	1004,56	829,68	606,29	918,43
nov	30	334	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	607,25	830,52	1005,29	1116,25	1154,25	1116,25	1005,29	830,52	607,25	919,21
dez	1	335	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	608,16	831,31	1005,99	1116,89	1154,86	1116,89	1005,99	831,31	608,16	919,95
dez	2	336	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	609,03	832,07	1006,65	1117,49	1155,44	1117,49	1006,65	832,07	609,03	920,66
dez	3	337	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	609,86	832,79	1007,29	1118,06	1156,00	1118,06	1007,29	832,79	609,86	921,33
dez	4	338	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	610,64	833,48	1007,89	1118,61	1156,53	1118,61	1007,89	833,48	610,64	921,97
dez	5	339	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	611,38	834,13	1008,46	1119,13	1157,03	1119,13	1008,46	834,13	611,38	922,58
dez	6	340	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	612,08	834,74	1009,00	1119,63	1157,51	1119,63	1009,00	834,74	612,08	923,16
dez	7	341	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	612,73	835,32	1009,52	1120,10	1157,97	1120,10	1009,52	835,32	612,73	923,70
dez	8	342	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	613,34	835,86	1010,00	1120,54	1158,40	1120,54	1010,00	835,86	613,34	924,21
dez	9	343	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	613,92	836,37	1010,46	1120,97	1158,81	1120,97	1010,46	836,37	613,92	924,69
dez	10	344	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	614,44	836,84	1010,88	1121,36	1159,19	1121,36	1010,88	836,84	614,44	925,14
dez	11	345	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	614,93	837,28	1011,29	1121,74	1159,56	1121,74	1011,29	837,28	614,93	925,56
dez	12	346	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	615,37	837,69	1011,66	1122,09	1159,91	1122,09	1011,66	837,69	615,37	925,95
dez	13	347	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	615,78	838,06	1012,01	1122,42	1160,23	1122,42	1012,01	838,06	615,78	926,31
dez	14	348	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,14	838,40	1012,33	1122,73	1160,53	1122,73	1012,33	838,40	616,14	926,64
dez	15	349	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,46	838,71	1012,62	1123,01	1160,82	1123,01	1012,62	838,71	616,46	926,93
dez	16	350	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,73	838,98	1012,89	1123,28	1161,08	1123,28	1012,89	838,98	616,73	927,20
dez	17	351	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,97	839,22	1013,13	1123,52	1161,32	1123,52	1013,13	839,22	616,97	927,44
dez	18	352	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,16	839,43	1013,35	1123,74	1161,54	1123,74	1013,35	839,43	617,16	927,66
dez	19	353	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,32	839,60	1013,54	1123,94	1161,75	1123,94	1013,54	839,60	617,32	927,84
dez	20	354	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,43	839,74	1013,70	1124,12	1161,93	1124,12	1013,70	839,74	617,43	927,99
dez	21	355	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,50	839,85	1013,84	1124,28	1162,09	1124,28	1013,84	839,85	617,50	928,11
dez	22	356	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,52	839,92	1013,95	1124,41	1162,24	1124,41	1013,95	839,92	617,52	928,21
dez	23	357	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,51	839,97	1014,03	1124,53	1162,36	1124,53	1014,03	839,97	617,51	928,27
dez	24	358	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,45	839,97	1014,09	1124,62	1162,46	1124,62	1014,09	839,97	617,45	928,30
dez	25	359	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,36	839,95	1014,13	1124,69	1162,55	1124,69	1014,13	839,95	617,36	928,31
dez	26	360	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,22	839,89	1014,13	1124,74	1162,61	1124,74	1014,13	839,89	617,22	928,28

dez	27	361	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	617,03	839,79	1014,11	1124,76	1162,65	1124,76	1014,11	839,79	617,03	928,23
dez	28	362	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,81	839,67	1014,06	1124,76	1162,67	1124,76	1014,06	839,67	616,81	928,14
dez	29	363	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,54	839,50	1013,98	1124,74	1162,67	1124,74	1013,98	839,50	616,54	928,02
dez	30	364	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	616,23	839,31	1013,88	1124,69	1162,64	1124,69	1013,88	839,31	616,23	927,87
dez	31	365	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	615,88	839,07	1013,74	1124,62	1162,59	1124,62	1013,74	839,07	615,88	927,69
																					716,84

Fonte: Aatoria própria

O DNI médio anual é a média dos valores de DNI médios diários, resultando, assim, em um valor de 716,84 W/m².

APÊNDICE G – CÁLCULOS DAS PERDAS ÓPTICAS PARA O PRIMEIRO DIA DAS 4 ESTAÇÕES

Tabela 13 – Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																				
7:00 – Hora solar / 7:23:24 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	13,86	°	Altitude solar																
Ψ	=	84,13	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	84,13	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	76,07	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	22,51	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	681,69	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	4334,72	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	38,03	0,79	287,74	0,97	0,24	-0,10	0,62	0,79	0,00	0,08	-0,06	0,61	0,00	0,00	0,00	1,00	0,10	1,00	598,723
1e	658,29	41,17	0,82	296,86	0,97	0,24	-0,10	0,66	0,75	0,00	0,07	-0,07	0,57	0,00	0,00	0,11	0,99	0,10	1,00	602,32
2e	1329,14	44,28	0,85	301,21	0,97	0,24	-0,10	0,70	0,72	0,00	0,07	-0,07	0,52	0,00	0,00	0,22	0,97	0,10	1,00	613,24
3e	2010,39	47,30	0,88	305,32	0,97	0,24	-0,10	0,73	0,68	0,00	0,07	-0,07	0,48	0,00	0,00	0,32	0,94	0,10	1,00	631,44
4e	2699,77	50,15	0,90	309,12	0,97	0,24	-0,10	0,77	0,64	0,00	0,06	-0,08	0,43	0,00	0,00	0,41	0,91	0,10	1,00	656,54
5e	3395,14	52,79	0,92	312,54	0,97	0,24	-0,10	0,80	0,60	0,00	0,06	-0,08	0,39	0,00	0,00	0,49	0,87	0,10	1,00	687,93
6e	4094,60	55,19	0,93	315,56	0,97	0,24	-0,10	0,82	0,57	0,00	0,06	-0,08	0,35	0,00	0,00	0,56	0,82	0,10	1,00	724,85
7e	4796,60	57,35	0,95	318,19	0,97	0,24	-0,10	0,84	0,54	0,00	0,05	-0,08	0,32	0,00	0,00	0,62	0,78	0,10	1,00	766,53
8e	5499,94	59,29	0,96	320,46	0,97	0,24	-0,10	0,86	0,51	0,00	0,05	-0,09	0,29	0,00	0,00	0,67	0,73	0,10	1,00	812,20
1d	658,29	34,90	0,75	273,22	0,97	0,24	-0,10	0,57	0,82	0,00	0,08	-0,06	0,65	0,00	0,00	-0,11	0,99	0,10	1,00	602,315
2d	1329,14	31,79	0,72	257,75	0,97	0,24	-0,10	0,53	0,85	0,00	0,08	-0,05	0,69	0,00	0,00	-0,22	0,97	0,10	1,00	613,237
3d	2010,39	28,77	0,68	241,51	0,97	0,24	-0,10	0,48	0,88	0,00	0,09	-0,05	0,73	0,00	0,00	-0,32	0,94	0,10	1,00	631,438
4d	2699,77	25,92	0,64	224,71	0,97	0,24	-0,10	0,44	0,90	0,00	0,09	-0,04	0,76	0,00	0,00	-0,41	0,91	0,10	1,00	656,541
5d	3395,14	23,28	0,60	207,55	0,97	0,24	-0,10	0,40	0,92	0,00	0,09	-0,04	0,79	0,00	0,00	-0,49	0,87	0,10	1,00	687,930
6d	4094,60	20,88	0,57	190,19	0,97	0,24	-0,10	0,36	0,93	0,00	0,09	-0,04	0,82	0,00	0,00	-0,56	0,82	0,10	1,00	724,854
7d	4796,60	18,71	0,54	172,80	0,97	0,24	-0,10	0,32	0,95	0,00	0,09	-0,03	0,84	0,00	0,00	-0,62	0,78	0,10	1,00	766,527
8d	5499,94	16,78	0,51	0,00	0,97	0,24	-0,10	0,29	0,96	0,00	0,10	-0,03	0,86	0,00	0,00	-0,67	0,73	0,10	1,00	812,204

Fonte: Autoria própria

Tabela 14 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																				
8:00 – Hora solar / 8:23:24 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	27,12	°	Altitude solar																
ψ	=	76,62	°	Azimute solar																
ψ_c	=	76,62	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	62,24	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	24,31	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	1437,88	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	1720,62	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2	\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$		r_x	r_y	r_z			
0	0,00	31,12	0,86	133,18	0,87	0,46	-0,21	0,52	0,86	0,00	0,18	-0,11	0,51	0,00	0,00	0,00	0,98	0,21	1,00	1262,872
1e	658,29	34,25	0,88	145,10	0,87	0,46	-0,21	0,56	0,83	0,00	0,17	-0,12	0,46	0,00	0,00	0,11	0,97	0,21	1,00	1270,45
2e	1329,14	37,36	0,91	148,87	0,87	0,46	-0,21	0,61	0,79	0,00	0,16	-0,12	0,41	0,00	0,00	0,21	0,96	0,21	1,00	1293,49
3e	2010,39	40,38	0,93	152,45	0,87	0,46	-0,21	0,65	0,76	0,00	0,16	-0,13	0,36	0,00	0,00	0,31	0,93	0,21	1,00	1331,88
4e	2699,77	43,23	0,95	155,75	0,87	0,46	-0,21	0,68	0,73	0,00	0,15	-0,14	0,32	0,00	0,00	0,40	0,89	0,21	1,00	1384,83
5e	3395,14	45,87	0,96	158,74	0,87	0,46	-0,21	0,72	0,70	0,00	0,14	-0,15	0,28	0,00	0,00	0,48	0,85	0,21	1,00	1451,04
6e	4094,60	48,27	0,97	161,41	0,87	0,46	-0,21	0,75	0,67	0,00	0,14	-0,15	0,24	0,00	0,00	0,55	0,81	0,21	1,00	1528,92
7e	4796,60	50,44	0,98	163,77	0,87	0,46	-0,21	0,77	0,64	0,00	0,13	-0,16	0,20	0,00	0,00	0,61	0,76	0,21	1,00	1616,82
8e	5499,94	52,37	0,99	165,83	0,87	0,46	-0,21	0,79	0,61	0,00	0,13	-0,16	0,17	0,00	0,00	0,66	0,72	0,21	1,00	1713,16
1d	658,29	27,99	0,83	112,32	0,87	0,46	-0,21	0,47	0,88	0,00	0,18	-0,10	0,55	0,00	0,00	-0,11	0,97	0,21	1,00	1270,450
2d	1329,14	24,87	0,79	90,32	0,87	0,46	-0,21	0,42	0,91	0,00	0,19	-0,09	0,59	0,00	0,00	-0,21	0,96	0,21	1,00	1293,487
3d	2010,39	21,86	0,76	67,54	0,87	0,46	-0,21	0,37	0,93	0,00	0,19	-0,08	0,63	0,00	0,00	-0,31	0,93	0,21	1,00	1331,877
4d	2699,77	19,00	0,73	44,32	0,87	0,46	-0,21	0,33	0,95	0,00	0,19	-0,07	0,67	0,00	0,00	-0,40	0,89	0,21	1,00	1384,828
5d	3395,14	16,37	0,70	21,01	0,87	0,46	-0,21	0,28	0,96	0,00	0,20	-0,06	0,70	0,00	0,00	-0,48	0,85	0,21	1,00	1451,036
6d	4094,60	13,96	0,67	0,00	0,87	0,46	-0,21	0,24	0,97	0,00	0,20	-0,05	0,73	0,00	0,00	-0,55	0,81	0,21	1,00	1528,918
7d	4796,60	11,80	0,64	0,00	0,87	0,46	-0,21	0,20	0,98	0,00	0,20	-0,04	0,75	0,00	0,00	-0,61	0,76	0,21	1,00	1616,819
8d	5499,94	9,86	0,61	0,00	0,87	0,46	-0,21	0,17	0,99	0,00	0,20	-0,04	0,78	0,00	0,00	-0,66	0,72	0,21	1,00	1713,163

Fonte: Autoria própria

Tabela 15 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																				
9:00 - Hora solar / 9:23:24 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	39,91	°	Altitude solar																
Ψ	=	67,18	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	67,18	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	47,78	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	24,88	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	2128,69	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	202,26	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	23,89	0,91	9,75	0,71	0,64	-0,30	0,40	0,91	0,00	0,27	-0,12	0,39	0,00	0,00	0,00	0,95	0,30	1,00	1869,599
1e	658,29	27,02	0,94	21,36	0,71	0,64	-0,30	0,45	0,89	0,00	0,27	-0,14	0,34	0,00	0,00	0,10	0,95	0,30	1,00	1880,82
2e	1329,14	30,13	0,95	22,24	0,71	0,64	-0,30	0,50	0,86	0,00	0,26	-0,15	0,29	0,00	0,00	0,21	0,93	0,30	1,00	1914,92
3e	2010,39	33,15	0,97	23,08	0,71	0,64	-0,30	0,55	0,84	0,00	0,25	-0,16	0,24	0,00	0,00	0,30	0,91	0,30	1,00	1971,76
4e	2699,77	36,00	0,98	23,87	0,71	0,64	-0,30	0,59	0,81	0,00	0,24	-0,17	0,19	0,00	0,00	0,39	0,87	0,30	1,00	2050,15
5e	3395,14	38,64	0,99	24,58	0,71	0,64	-0,30	0,62	0,78	0,00	0,23	-0,19	0,15	0,00	0,00	0,47	0,83	0,30	1,00	2148,16
6e	4094,60	41,04	0,99	25,23	0,71	0,64	-0,30	0,66	0,75	0,00	0,22	-0,20	0,11	0,00	0,00	0,54	0,79	0,30	1,00	2263,46
7e	4796,60	43,21	1,00	25,81	0,71	0,64	-0,30	0,68	0,73	0,00	0,22	-0,20	0,08	0,00	0,00	0,60	0,75	0,30	1,00	2393,59
8e	5499,94	45,14	1,00	26,32	0,71	0,64	-0,30	0,71	0,71	0,00	0,21	-0,21	0,04	0,00	0,00	0,65	0,70	0,30	1,00	2536,22
1d	658,29	20,76	0,89	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,35	0,94	0,00	0,28	-0,11	0,43	0,00	0,00	-0,10	0,95	0,30	1,00	1880,818
2d	1329,14	17,64	0,86	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,30	0,95	0,00	0,28	-0,09	0,48	0,00	0,00	-0,21	0,93	0,30	1,00	1914,922
3d	2010,39	14,63	0,84	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,25	0,97	0,00	0,29	-0,08	0,52	0,00	0,00	-0,30	0,91	0,30	1,00	1971,756
4d	2699,77	11,78	0,81	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,20	0,98	0,00	0,29	-0,06	0,56	0,00	0,00	-0,39	0,87	0,30	1,00	2050,146
5d	3395,14	9,14	0,78	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,16	0,99	0,00	0,29	-0,05	0,60	0,00	0,00	-0,47	0,83	0,30	1,00	2148,163
6d	4094,60	6,73	0,75	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,12	0,99	0,00	0,30	-0,03	0,63	0,00	0,00	-0,54	0,79	0,30	1,00	2263,462
7d	4796,60	4,57	0,73	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,08	1,00	0,00	0,30	-0,02	0,65	0,00	0,00	-0,60	0,75	0,30	1,00	2393,593
8d	5499,94	2,63	0,71	0,00	0,71	0,64	-0,30	0,05	1,00	0,00	0,30	-0,01	0,68	0,00	0,00	-0,65	0,70	0,30	1,00	2536,225

Fonte: Autoria própria

Tabela 16 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																					
10:00 - Hora solar / 10:23:24 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	51,64	°	Altitude solar																	
ψ	=	53,67	°	Azimute solar																	
ψ_c	=	53,67	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	32,52	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	25,12	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	2700,88	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{\text{pr},i}$	ψ	$\cos(\delta_{\text{row}})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	16,26	0,96	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,28	0,96	0,00	0,35	-0,10	0,26	0,00	0,00	0,00	0,93	0,37	1,00	2372,142	
1e	658,29	19,39	0,97	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,33	0,94	0,00	0,35	-0,12	0,21	0,00	0,00	0,10	0,92	0,37	1,00	2386,38	
2e	1329,14	22,51	0,98	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,38	0,92	0,00	0,34	-0,14	0,16	0,00	0,00	0,20	0,91	0,37	1,00	2429,65	
3e	2010,39	25,52	0,99	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,43	0,90	0,00	0,33	-0,16	0,11	0,00	0,00	0,30	0,88	0,37	1,00	2501,76	
4e	2699,77	28,37	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,48	0,88	0,00	0,32	-0,17	0,07	0,00	0,00	0,38	0,85	0,37	1,00	2601,22	
5e	3395,14	31,01	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,52	0,86	0,00	0,32	-0,19	0,02	0,00	0,00	0,46	0,81	0,37	1,00	2725,58	
6e	4094,60	33,42	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,55	0,83	0,00	0,31	-0,20	-0,01	0,00	0,00	0,52	0,77	0,37	1,00	2871,88	
7e	4796,60	35,58	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,58	0,81	0,00	0,30	-0,21	-0,05	0,00	0,00	0,58	0,73	0,37	1,00	3036,99	
8e	5499,94	37,52	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,61	0,79	0,00	0,29	-0,22	-0,08	0,00	0,00	0,63	0,69	0,37	1,00	3217,96	
1d	658,29	13,13	0,94	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,23	0,97	0,00	0,36	-0,08	0,31	0,00	0,00	-0,10	0,92	0,37	1,00	2386,377	
2d	1329,14	10,02	0,92	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,17	0,98	0,00	0,36	-0,06	0,36	0,00	0,00	-0,20	0,91	0,37	1,00	2429,649	
3d	2010,39	7,00	0,90	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,12	0,99	0,00	0,36	-0,04	0,40	0,00	0,00	-0,30	0,88	0,37	1,00	2501,759	
4d	2699,77	4,15	0,88	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,07	1,00	0,00	0,37	-0,03	0,44	0,00	0,00	-0,38	0,85	0,37	1,00	2601,220	
5d	3395,14	1,51	0,86	0,00	0,50	0,78	-0,37	0,03	1,00	0,00	0,37	-0,01	0,48	0,00	0,00	-0,46	0,81	0,37	1,00	2725,584	
6d	4094,60	-0,89	0,85	0,00	0,50	0,78	-0,37	-0,02	1,00	0,00	0,37	0,01	0,51	0,00	0,00	-0,52	0,77	0,37	1,00	2871,875	
7d	4796,60	-3,06	0,87	0,00	0,50	0,78	-0,37	-0,05	1,00	0,00	0,37	0,02	0,54	0,00	0,00	-0,58	0,73	0,37	1,00	3036,986	
8d	5499,94	-4,99	0,89	0,00	0,50	0,78	-0,37	-0,09	1,00	0,00	0,37	0,03	0,57	0,00	0,00	-0,63	0,69	0,37	1,00	3217,956	

Fonte: Autoria própria

Tabela 17 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																				
11:00 - Hora solar / 11:23:24 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	60,9	°	Altitude solar																
Ψ	=	32,14	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	32,14	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	16,49	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,23	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	3087,16	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	8,25	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,14	0,99	0,00	0,41	-0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,91	0,41	1,00	2711,407
1e	658,29	11,38	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,20	0,98	0,00	0,40	-0,08	0,08	0,00	0,00	0,10	0,91	0,41	1,00	2727,68
2e	1329,14	14,49	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,25	0,97	0,00	0,40	-0,10	0,03	0,00	0,00	0,20	0,89	0,41	1,00	2777,14
3e	2010,39	17,51	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,30	0,95	0,00	0,39	-0,12	-0,02	0,00	0,00	0,29	0,86	0,41	1,00	2859,56
4e	2699,77	20,36	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,35	0,94	0,00	0,39	-0,14	-0,06	0,00	0,00	0,37	0,83	0,41	1,00	2973,25
5e	3395,14	23,00	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,39	0,92	0,00	0,38	-0,16	-0,10	0,00	0,00	0,45	0,79	0,41	1,00	3115,40
6e	4094,60	25,40	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,43	0,90	0,00	0,37	-0,18	-0,14	0,00	0,00	0,51	0,75	0,41	1,00	3282,61
7e	4796,60	27,57	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,46	0,89	0,00	0,37	-0,19	-0,18	0,00	0,00	0,57	0,71	0,41	1,00	3471,34
8e	5499,94	29,50	0,97	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,49	0,87	0,00	0,36	-0,20	-0,21	0,00	0,00	0,62	0,67	0,41	1,00	3678,19
1d	658,29	5,12	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,09	1,00	0,00	0,41	-0,04	0,18	0,00	0,00	-0,10	0,91	0,41	1,00	2727,677
2d	1329,14	2,00	0,97	0,00	0,26	0,87	-0,41	0,03	1,00	0,00	0,41	-0,01	0,23	0,00	0,00	-0,20	0,89	0,41	1,00	2777,138
3d	2010,39	-1,02	0,96	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,02	1,00	0,00	0,41	0,01	0,27	0,00	0,00	-0,29	0,86	0,41	1,00	2859,561
4d	2699,77	-3,87	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,07	1,00	0,00	0,41	0,03	0,32	0,00	0,00	-0,37	0,83	0,41	1,00	2973,247
5d	3395,14	-6,50	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,11	0,99	0,00	0,41	0,05	0,36	0,00	0,00	-0,45	0,79	0,41	1,00	3115,397
6d	4094,60	-8,91	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,15	0,99	0,00	0,41	0,06	0,39	0,00	0,00	-0,51	0,75	0,41	1,00	3282,611
7d	4796,60	-11,07	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,19	0,98	0,00	0,40	0,08	0,42	0,00	0,00	-0,57	0,71	0,41	1,00	3471,336
8d	5499,94	-13,01	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,41	-0,23	0,97	0,00	0,40	0,09	0,45	0,00	0,00	-0,62	0,67	0,41	1,00	3678,189

Fonte: Autoria própria

Tabela 18 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia da primavera (22/09)

Primeiro dia da Primavera																					
12:00 - Hora solar / 12:23:24 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	64,73	°	Altitude solar																	
ψ	=	0	°	Azimute solar																	
ψ_c	=	360	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	0,00	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	25,27	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	3224,86	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{\text{pr},i}$	ψ	$\cos(\delta_{\text{row}})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,00	1,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,43	1,00	2832,344	
1e	658,29	3,13	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,05	1,00	0,00	0,43	-0,02	-0,05	0,00	0,00	0,10	0,90	0,43	1,00	2849,34	
2e	1329,14	6,25	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,11	0,99	0,00	0,42	-0,05	-0,10	0,00	0,00	0,20	0,88	0,43	1,00	2901,01	
3e	2010,39	9,26	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,16	0,99	0,00	0,42	-0,07	-0,15	0,00	0,00	0,29	0,86	0,43	1,00	2987,11	
4e	2699,77	12,11	0,98	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,21	0,98	0,00	0,42	-0,09	-0,19	0,00	0,00	0,37	0,82	0,43	1,00	3105,86	
5e	3395,14	14,75	0,97	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,25	0,97	0,00	0,41	-0,11	-0,23	0,00	0,00	0,45	0,79	0,43	1,00	3254,35	
6e	4094,60	17,16	0,96	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,29	0,96	0,00	0,41	-0,13	-0,27	0,00	0,00	0,51	0,75	0,43	1,00	3429,03	
7e	4796,60	19,32	0,94	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,33	0,94	0,00	0,40	-0,14	-0,30	0,00	0,00	0,56	0,71	0,43	1,00	3626,17	
8e	5499,94	21,26	0,93	0,00	0,00	0,90	-0,43	0,36	0,93	0,00	0,40	-0,15	-0,33	0,00	0,00	0,61	0,67	0,43	1,00	3842,25	
1d	658,29	-3,13	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,05	1,00	0,00	0,43	0,02	0,05	0,00	0,00	-0,10	0,90	0,43	1,00	2849,341	
2d	1329,14	-6,25	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,11	0,99	0,00	0,42	0,05	0,10	0,00	0,00	-0,20	0,88	0,43	1,00	2901,008	
3d	2010,39	-9,26	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,16	0,99	0,00	0,42	0,07	0,15	0,00	0,00	-0,29	0,86	0,43	1,00	2987,108	
4d	2699,77	-12,11	0,98	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,21	0,98	0,00	0,42	0,09	0,19	0,00	0,00	-0,37	0,82	0,43	1,00	3105,864	
5d	3395,14	-14,75	0,97	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,25	0,97	0,00	0,41	0,11	0,23	0,00	0,00	-0,45	0,79	0,43	1,00	3254,355	
6d	4094,60	-17,16	0,96	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,29	0,96	0,00	0,41	0,13	0,27	0,00	0,00	-0,51	0,75	0,43	1,00	3429,027	
7d	4796,60	-19,32	0,94	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,33	0,94	0,00	0,40	0,14	0,30	0,00	0,00	-0,56	0,71	0,43	1,00	3626,169	
8d	5499,94	-21,26	0,93	0,00	0,00	0,90	-0,43	-0,36	0,93	0,00	0,40	0,15	0,33	0,00	0,00	-0,61	0,67	0,43	1,00	3842,248	

Fonte: Autoria própria

Tabela 19 - Perdas ópticas para às 6:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																				
6:00 - Hora solar / 7:28:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	10,12	°	Altitude solar																
Ψ	=	111,25	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	111,25	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	79,16	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	63,78	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	2609,21	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	5024,55	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	39,58	0,77	327,69	0,92	0,18	0,36	0,64	0,77	0,00	-0,28	0,23	0,60	0,00	0,00	0,00	0,93	-0,36	1,00	2291,628
1e	658,29	42,71	0,80	335,61	0,92	0,18	0,36	0,68	0,73	0,00	-0,26	0,24	0,55	0,00	0,00	0,10	0,93	-0,36	1,00	2305,38
2e	1329,14	45,82	0,84	339,67	0,92	0,18	0,36	0,72	0,70	0,00	-0,25	0,26	0,51	0,00	0,00	0,20	0,91	-0,36	1,00	2347,18
3e	2010,39	48,84	0,86	343,52	0,92	0,18	0,36	0,75	0,66	0,00	-0,23	0,27	0,47	0,00	0,00	0,30	0,89	-0,36	1,00	2416,85
4e	2699,77	51,69	0,89	347,09	0,92	0,18	0,36	0,78	0,62	0,00	-0,22	0,28	0,43	0,00	0,00	0,38	0,85	-0,36	1,00	2512,93
5e	3395,14	54,33	0,91	350,30	0,92	0,18	0,36	0,81	0,58	0,00	-0,21	0,29	0,39	0,00	0,00	0,46	0,81	-0,36	1,00	2633,07
6e	4094,60	56,73	0,92	353,13	0,92	0,18	0,36	0,84	0,55	0,00	-0,20	0,30	0,36	0,00	0,00	0,53	0,77	-0,36	1,00	2774,40
7e	4796,60	58,90	0,94	355,59	0,92	0,18	0,36	0,86	0,52	0,00	-0,18	0,31	0,32	0,00	0,00	0,58	0,73	-0,36	1,00	2933,90
8e	5499,94	60,83	0,95	357,71	0,92	0,18	0,36	0,87	0,49	0,00	-0,17	0,31	0,29	0,00	0,00	0,63	0,69	-0,36	1,00	3108,73
1d	658,29	36,45	0,73	315,37	0,92	0,18	0,36	0,59	0,80	0,00	-0,29	0,21	0,63	0,00	0,00	-0,10	0,93	-0,36	1,00	2305,379
2d	1329,14	33,33	0,70	302,24	0,92	0,18	0,36	0,55	0,84	0,00	-0,30	0,20	0,67	0,00	0,00	-0,20	0,91	-0,36	1,00	2347,182
3d	2010,39	30,32	0,66	288,45	0,92	0,18	0,36	0,50	0,86	0,00	-0,31	0,18	0,70	0,00	0,00	-0,30	0,89	-0,36	1,00	2416,845
4d	2699,77	27,47	0,62	274,17	0,92	0,18	0,36	0,46	0,89	0,00	-0,32	0,16	0,73	0,00	0,00	-0,38	0,85	-0,36	1,00	2512,930
5d	3395,14	24,83	0,58	259,55	0,92	0,18	0,36	0,42	0,91	0,00	-0,32	0,15	0,76	0,00	0,00	-0,46	0,81	-0,36	1,00	2633,073
6d	4094,60	22,42	0,55	244,71	0,92	0,18	0,36	0,38	0,92	0,00	-0,33	0,14	0,78	0,00	0,00	-0,53	0,77	-0,36	1,00	2774,399
7d	4796,60	20,26	0,52	229,76	0,92	0,18	0,36	0,35	0,94	0,00	-0,33	0,12	0,80	0,00	0,00	-0,58	0,73	-0,36	1,00	2933,905
8d	5499,94	18,32	0,49	0,00	0,92	0,18	0,36	0,31	0,95	0,00	-0,34	0,11	0,82	0,00	0,00	-0,63	0,69	-0,36	1,00	3108,733

Fonte: Autoria própria

Tabela 20 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																				
7:00 – Hora solar / 8:28:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	22,88	°	Altitude solar																
Ψ	=	105,86	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	105,86	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	66,31	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	32,93	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	1777,33	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	2401,54	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	33,16	0,84	174,81	0,89	0,39	0,25	0,55	0,84	0,00	-0,21	0,14	0,53	0,00	0,00	0,00	0,97	-0,25	1,00	1561,006
1e	658,29	36,29	0,87	186,28	0,89	0,39	0,25	0,59	0,81	0,00	-0,20	0,15	0,48	0,00	0,00	0,11	0,96	-0,25	1,00	1570,37
2e	1329,14	39,40	0,89	190,50	0,89	0,39	0,25	0,63	0,77	0,00	-0,19	0,16	0,44	0,00	0,00	0,21	0,94	-0,25	1,00	1598,85
3e	2010,39	42,42	0,91	194,48	0,89	0,39	0,25	0,67	0,74	0,00	-0,19	0,17	0,39	0,00	0,00	0,31	0,92	-0,25	1,00	1646,30
4e	2699,77	45,27	0,93	198,16	0,89	0,39	0,25	0,71	0,70	0,00	-0,18	0,18	0,35	0,00	0,00	0,40	0,88	-0,25	1,00	1711,75
5e	3395,14	47,91	0,95	201,49	0,89	0,39	0,25	0,74	0,67	0,00	-0,17	0,19	0,31	0,00	0,00	0,48	0,84	-0,25	1,00	1793,59
6e	4094,60	50,31	0,96	204,44	0,89	0,39	0,25	0,77	0,64	0,00	-0,16	0,19	0,27	0,00	0,00	0,55	0,80	-0,25	1,00	1889,86
7e	4796,60	52,48	0,97	207,04	0,89	0,39	0,25	0,79	0,61	0,00	-0,15	0,20	0,23	0,00	0,00	0,60	0,76	-0,25	1,00	1998,51
8e	5499,94	54,41	0,98	209,31	0,89	0,39	0,25	0,81	0,58	0,00	-0,15	0,20	0,20	0,00	0,00	0,65	0,71	-0,25	1,00	2117,60
1d	658,29	30,03	0,81	155,30	0,89	0,39	0,25	0,50	0,87	0,00	-0,22	0,13	0,57	0,00	0,00	-0,11	0,96	-0,25	1,00	1570,373
2d	1329,14	26,91	0,77	134,66	0,89	0,39	0,25	0,45	0,89	0,00	-0,22	0,11	0,61	0,00	0,00	-0,21	0,94	-0,25	1,00	1598,848
3d	2010,39	23,89	0,74	113,17	0,89	0,39	0,25	0,41	0,91	0,00	-0,23	0,10	0,65	0,00	0,00	-0,31	0,92	-0,25	1,00	1646,301
4d	2699,77	21,04	0,70	91,17	0,89	0,39	0,25	0,36	0,93	0,00	-0,23	0,09	0,69	0,00	0,00	-0,40	0,88	-0,25	1,00	1711,752
5d	3395,14	18,40	0,67	68,96	0,89	0,39	0,25	0,32	0,95	0,00	-0,24	0,08	0,72	0,00	0,00	-0,48	0,84	-0,25	1,00	1793,590
6d	4094,60	16,00	0,64	46,82	0,89	0,39	0,25	0,28	0,96	0,00	-0,24	0,07	0,74	0,00	0,00	-0,55	0,80	-0,25	1,00	1889,858
7d	4796,60	13,84	0,61	24,96	0,89	0,39	0,25	0,24	0,97	0,00	-0,24	0,06	0,77	0,00	0,00	-0,60	0,76	-0,25	1,00	1998,511
8d	5499,94	11,90	0,58	0,00	0,89	0,39	0,25	0,21	0,98	0,00	-0,25	0,05	0,79	0,00	0,00	-0,65	0,71	-0,25	1,00	2117,600

Fonte: Autoria própria

Tabela 21 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																				
8:00 - Hora solar / 9:28:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	35,97	°	Altitude solar																
Ψ	=	100,97	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	100,97	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	53,53	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	14,69	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	1064,83	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	681,18	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	26,76	0,89	54,47	0,79	0,59	0,15	0,45	0,89	0,00	-0,14	0,07	0,44	0,00	0,00	0,00	0,99	-0,15	1,00	935,220
1e	658,29	29,89	0,92	66,50	0,79	0,59	0,15	0,50	0,87	0,00	-0,13	0,08	0,40	0,00	0,00	0,11	0,98	-0,15	1,00	940,83
2e	1329,14	33,01	0,94	68,75	0,79	0,59	0,15	0,54	0,84	0,00	-0,13	0,08	0,35	0,00	0,00	0,21	0,96	-0,15	1,00	957,89
3e	2010,39	36,03	0,95	70,88	0,79	0,59	0,15	0,59	0,81	0,00	-0,12	0,09	0,30	0,00	0,00	0,31	0,94	-0,15	1,00	986,32
4e	2699,77	38,88	0,97	72,86	0,79	0,59	0,15	0,63	0,78	0,00	-0,12	0,10	0,25	0,00	0,00	0,41	0,90	-0,15	1,00	1025,53
5e	3395,14	41,51	0,98	74,67	0,79	0,59	0,15	0,66	0,75	0,00	-0,12	0,10	0,21	0,00	0,00	0,49	0,86	-0,15	1,00	1074,57
6e	4094,60	43,92	0,99	76,29	0,79	0,59	0,15	0,69	0,72	0,00	-0,11	0,11	0,16	0,00	0,00	0,56	0,82	-0,15	1,00	1132,24
7e	4796,60	46,08	0,99	77,73	0,79	0,59	0,15	0,72	0,69	0,00	-0,11	0,11	0,13	0,00	0,00	0,62	0,77	-0,15	1,00	1197,34
8e	5499,94	48,02	1,00	79,01	0,79	0,59	0,15	0,74	0,67	0,00	-0,10	0,11	0,09	0,00	0,00	0,67	0,73	-0,15	1,00	1268,68
1d	658,29	23,63	0,87	31,83	0,79	0,59	0,15	0,40	0,92	0,00	-0,14	0,06	0,49	0,00	0,00	-0,11	0,98	-0,15	1,00	940,833
2d	1329,14	20,52	0,84	8,19	0,79	0,59	0,15	0,35	0,94	0,00	-0,14	0,05	0,54	0,00	0,00	-0,21	0,96	-0,15	1,00	957,893
3d	2010,39	17,50	0,81	0,00	0,79	0,59	0,15	0,30	0,95	0,00	-0,15	0,05	0,58	0,00	0,00	-0,31	0,94	-0,15	1,00	986,322
4d	2699,77	14,65	0,78	0,00	0,79	0,59	0,15	0,25	0,97	0,00	-0,15	0,04	0,62	0,00	0,00	-0,41	0,90	-0,15	1,00	1025,535
5d	3395,14	12,01	0,75	0,00	0,79	0,59	0,15	0,21	0,98	0,00	-0,15	0,03	0,65	0,00	0,00	-0,49	0,86	-0,15	1,00	1074,565
6d	4094,60	9,61	0,72	0,00	0,79	0,59	0,15	0,17	0,99	0,00	-0,15	0,03	0,69	0,00	0,00	-0,56	0,82	-0,15	1,00	1132,241
7d	4796,60	7,44	0,69	0,00	0,79	0,59	0,15	0,13	0,99	0,00	-0,15	0,02	0,71	0,00	0,00	-0,62	0,77	-0,15	1,00	1197,336
8d	5499,94	5,51	0,67	0,00	0,79	0,59	0,15	0,10	1,00	0,00	-0,15	0,01	0,73	0,00	0,00	-0,67	0,73	-0,15	1,00	1268,684

Fonte: Autoria própria

Tabela 22 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																				
9:00 - Hora solar / 10:28:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	49,27	°	Altitude solar																
ψ	=	96,16	°	Azimute solar																
ψ_c	=	96,16	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	40,57	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	5,28	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	479,49	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	20,28	0,94	0,00	0,65	0,76	0,07	0,35	0,94	0,00	-0,07	0,02	0,35	0,00	0,00	0,00	1,00	-0,07	1,00	421,131
1e	658,29	23,41	0,96	0,00	0,65	0,76	0,07	0,40	0,92	0,00	-0,06	0,03	0,29	0,00	0,00	0,11	0,99	-0,07	1,00	423,66
2e	1329,14	26,53	0,97	0,00	0,65	0,76	0,07	0,45	0,89	0,00	-0,06	0,03	0,24	0,00	0,00	0,22	0,97	-0,07	1,00	431,34
3e	2010,39	29,55	0,98	0,00	0,65	0,76	0,07	0,49	0,87	0,00	-0,06	0,03	0,19	0,00	0,00	0,32	0,95	-0,07	1,00	444,14
4e	2699,77	32,40	0,99	0,00	0,65	0,76	0,07	0,54	0,84	0,00	-0,06	0,04	0,14	0,00	0,00	0,41	0,91	-0,07	1,00	461,80
5e	3395,14	35,03	1,00	0,00	0,65	0,76	0,07	0,57	0,82	0,00	-0,06	0,04	0,10	0,00	0,00	0,49	0,87	-0,07	1,00	483,88
6e	4094,60	37,44	1,00	0,00	0,65	0,76	0,07	0,61	0,79	0,00	-0,06	0,04	0,05	0,00	0,00	0,56	0,82	-0,07	1,00	509,85
7e	4796,60	39,60	1,00	0,00	0,65	0,76	0,07	0,64	0,77	0,00	-0,05	0,04	0,02	0,00	0,00	0,62	0,78	-0,07	1,00	539,16
8e	5499,94	41,54	1,00	0,00	0,65	0,76	0,07	0,66	0,75	0,00	-0,05	0,05	-0,02	0,00	0,00	0,67	0,74	-0,07	1,00	571,29
1d	658,29	17,15	0,92	0,00	0,65	0,76	0,07	0,29	0,96	0,00	-0,07	0,02	0,40	0,00	0,00	-0,11	0,99	-0,07	1,00	423,658
2d	1329,14	14,04	0,89	0,00	0,65	0,76	0,07	0,24	0,97	0,00	-0,07	0,02	0,45	0,00	0,00	-0,22	0,97	-0,07	1,00	431,340
3d	2010,39	11,02	0,87	0,00	0,65	0,76	0,07	0,19	0,98	0,00	-0,07	0,01	0,49	0,00	0,00	-0,32	0,95	-0,07	1,00	444,142
4d	2699,77	8,17	0,84	0,00	0,65	0,76	0,07	0,14	0,99	0,00	-0,07	0,01	0,53	0,00	0,00	-0,41	0,91	-0,07	1,00	461,799
5d	3395,14	5,53	0,82	0,00	0,65	0,76	0,07	0,10	1,00	0,00	-0,07	0,01	0,57	0,00	0,00	-0,49	0,87	-0,07	1,00	483,878
6d	4094,60	3,13	0,79	0,00	0,65	0,76	0,07	0,05	1,00	0,00	-0,07	0,00	0,61	0,00	0,00	-0,56	0,82	-0,07	1,00	509,849
7d	4796,60	0,96	0,77	0,00	0,65	0,76	0,07	0,02	1,00	0,00	-0,07	0,00	0,64	0,00	0,00	-0,62	0,78	-0,07	1,00	539,161
8d	5499,94	-0,97	0,77	0,00	0,65	0,76	0,07	-0,02	1,00	0,00	-0,07	0,00	0,66	0,00	0,00	-0,67	0,74	-0,07	1,00	571,289

Fonte: Autoria própria

Tabela 23 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																					
10:00 - Hora solar / 11:28:48 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	62,69	°	Altitude solar																	
ψ	=	90,7	°	Azimute solar																	
ψ_c	=	90,7	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	27,31	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	0,36	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	38,29	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	13,65	0,97	0,00	0,46	0,89	0,01	0,24	0,97	0,00	-0,01	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	1,00	-0,01	1,00	33,632	
1e	658,29	16,78	0,98	0,00	0,46	0,89	0,01	0,29	0,96	0,00	-0,01	0,00	0,18	0,00	0,00	0,11	0,99	-0,01	1,00	33,83	
2e	1329,14	19,90	0,99	0,00	0,46	0,89	0,01	0,34	0,94	0,00	-0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,22	0,98	-0,01	1,00	34,45	
3e	2010,39	22,92	1,00	0,00	0,46	0,89	0,01	0,39	0,92	0,00	-0,01	0,00	0,08	0,00	0,00	0,32	0,95	-0,01	1,00	35,47	
4e	2699,77	25,77	1,00	0,00	0,46	0,89	0,01	0,43	0,90	0,00	-0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,41	0,91	-0,01	1,00	36,88	
5e	3395,14	28,41	1,00	0,00	0,46	0,89	0,01	0,48	0,88	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00	0,49	0,87	-0,01	1,00	38,64	
6e	4094,60	30,81	1,00	0,00	0,46	0,89	0,01	0,51	0,86	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,00	0,00	0,56	0,83	-0,01	1,00	40,72	
7e	4796,60	32,97	1,00	0,00	0,46	0,89	0,01	0,54	0,84	0,00	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,00	0,62	0,78	-0,01	1,00	43,06	
8e	5499,94	34,91	0,99	0,00	0,46	0,89	0,01	0,57	0,82	0,00	0,00	0,00	-0,13	0,00	0,00	0,68	0,74	-0,01	1,00	45,62	
1d	658,29	10,52	0,96	0,00	0,46	0,89	0,01	0,18	0,98	0,00	-0,01	0,00	0,29	0,00	0,00	-0,11	0,99	-0,01	1,00	33,834	
2d	1329,14	7,41	0,94	0,00	0,46	0,89	0,01	0,13	0,99	0,00	-0,01	0,00	0,34	0,00	0,00	-0,22	0,98	-0,01	1,00	34,447	
3d	2010,39	4,39	0,92	0,00	0,46	0,89	0,01	0,08	1,00	0,00	-0,01	0,00	0,39	0,00	0,00	-0,32	0,95	-0,01	1,00	35,470	
4d	2699,77	1,54	0,90	0,00	0,46	0,89	0,01	0,03	1,00	0,00	-0,01	0,00	0,43	0,00	0,00	-0,41	0,91	-0,01	1,00	36,880	
5d	3395,14	-1,10	0,90	0,00	0,46	0,89	0,01	-0,02	1,00	0,00	-0,01	0,00	0,48	0,00	0,00	-0,49	0,87	-0,01	1,00	38,643	
6d	4094,60	-3,50	0,91	0,00	0,46	0,89	0,01	-0,06	1,00	0,00	-0,01	0,00	0,51	0,00	0,00	-0,56	0,83	-0,01	1,00	40,717	
7d	4796,60	-5,67	0,93	0,00	0,46	0,89	0,01	-0,10	1,00	0,00	-0,01	0,00	0,54	0,00	0,00	-0,62	0,78	-0,01	1,00	43,058	
8d	5499,94	-7,60	0,94	0,00	0,46	0,89	0,01	-0,13	0,99	0,00	-0,01	0,00	0,57	0,00	0,00	-0,68	0,74	-0,01	1,00	45,624	

Fonte: Autoria própria

Tabela 24 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																					
11:00 - Hora solar / 12:28:48 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	76,11	°	Altitude solar																	
Ψ	=	81,64	°	Azimute solar																	
Ψ_c	=	81,64	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	13,75	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	2,06	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{endloss_méd}$	=	238,58	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
W_{shaded_total}	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	6,87	0,99	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,12	0,99	0,00	0,03	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	1,00	0,03	1,00	209,544	
1e	658,29	10,00	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,17	0,98	0,00	0,03	-0,01	0,07	0,00	0,00	0,11	0,99	0,03	1,00	210,80	
2e	1329,14	13,12	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,23	0,97	0,00	0,03	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,22	0,98	0,03	1,00	214,62	
3e	2010,39	16,14	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,28	0,96	0,00	0,03	-0,01	-0,04	0,00	0,00	0,32	0,95	0,03	1,00	220,99	
4e	2699,77	18,99	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,33	0,95	0,00	0,03	-0,01	-0,09	0,00	0,00	0,41	0,91	0,03	1,00	229,78	
5e	3395,14	21,63	0,99	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,37	0,93	0,00	0,03	-0,01	-0,14	0,00	0,00	0,49	0,87	0,03	1,00	240,77	
6e	4094,60	24,03	0,98	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,41	0,91	0,00	0,03	-0,01	-0,18	0,00	0,00	0,56	0,83	0,03	1,00	253,69	
7e	4796,60	26,19	0,98	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,44	0,90	0,00	0,03	-0,02	-0,22	0,00	0,00	0,62	0,78	0,03	1,00	268,27	
8e	5499,94	28,13	0,97	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,47	0,88	0,00	0,03	-0,02	-0,25	0,00	0,00	0,68	0,74	0,03	1,00	284,26	
1d	658,29	3,74	0,98	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,07	1,00	0,00	0,03	0,00	0,17	0,00	0,00	-0,11	0,99	0,03	1,00	210,801	
2d	1329,14	0,63	0,97	0,00	0,24	0,97	-0,03	0,01	1,00	0,00	0,03	0,00	0,23	0,00	0,00	-0,22	0,98	0,03	1,00	214,624	
3d	2010,39	-2,39	0,98	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,04	1,00	0,00	0,03	0,00	0,28	0,00	0,00	-0,32	0,95	0,03	1,00	220,994	
4d	2699,77	-5,24	0,99	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,09	1,00	0,00	0,03	0,00	0,33	0,00	0,00	-0,41	0,91	0,03	1,00	229,779	
5d	3395,14	-7,88	0,99	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,14	0,99	0,00	0,03	0,00	0,37	0,00	0,00	-0,49	0,87	0,03	1,00	240,765	
6d	4094,60	-10,28	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,18	0,98	0,00	0,03	0,01	0,41	0,00	0,00	-0,56	0,83	0,03	1,00	253,688	
7d	4796,60	-12,45	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,22	0,98	0,00	0,03	0,01	0,44	0,00	0,00	-0,62	0,78	0,03	1,00	268,273	
8d	5499,94	-14,38	1,00	0,00	0,24	0,97	-0,03	-0,25	0,97	0,00	0,03	0,01	0,47	0,00	0,00	-0,68	0,74	0,03	1,00	284,259	

Fonte: Autoria própria

Tabela 25 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do verão (21/12)

Primeiro dia do Verão																					
12:00 - Hora solar / 13:28:48 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	87,21	°	Altitude solar																	
Ψ	=	0	°	Azimute solar																	
Ψ_c	=	360	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	0,00	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	2,79	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	332,92	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,00	1,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,05	1,00	292,399
1e	658,29	3,13	1,00	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,05	1,00	0,00	0,05	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,11	0,99	0,05	1,00	0,11	294,15
2e	1329,14	6,25	0,99	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,11	0,99	0,00	0,05	-0,01	-0,11	0,00	0,00	0,22	0,98	0,05	1,00	0,22	299,49
3e	2010,39	9,26	0,99	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,16	0,99	0,00	0,05	-0,01	-0,16	0,00	0,00	0,32	0,95	0,05	1,00	0,32	308,38
4e	2699,77	12,11	0,98	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,21	0,98	0,00	0,05	-0,01	-0,21	0,00	0,00	0,41	0,91	0,05	1,00	0,41	320,64
5e	3395,14	14,75	0,97	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,25	0,97	0,00	0,05	-0,01	-0,25	0,00	0,00	0,49	0,87	0,05	1,00	0,49	335,97
6e	4094,60	17,16	0,96	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,29	0,96	0,00	0,05	-0,01	-0,29	0,00	0,00	0,56	0,83	0,05	1,00	0,56	354,00
7e	4796,60	19,32	0,94	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,33	0,94	0,00	0,05	-0,02	-0,33	0,00	0,00	0,62	0,78	0,05	1,00	0,62	374,35
8e	5499,94	21,26	0,93	0,00	0,00	1,00	-0,05	0,36	0,93	0,00	0,05	-0,02	-0,36	0,00	0,00	0,67	0,74	0,05	1,00	0,67	396,66
1d	658,29	-3,13	1,00	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,05	1,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	-0,11	0,99	0,05	1,00	-0,11	294,154
2d	1329,14	-6,25	0,99	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,11	0,99	0,00	0,05	0,01	0,11	0,00	0,00	-0,22	0,98	0,05	1,00	-0,22	299,488
3d	2010,39	-9,26	0,99	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,16	0,99	0,00	0,05	0,01	0,16	0,00	0,00	-0,32	0,95	0,05	1,00	-0,32	308,376
4d	2699,77	-12,11	0,98	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,21	0,98	0,00	0,05	0,01	0,21	0,00	0,00	-0,41	0,91	0,05	1,00	-0,41	320,636
5d	3395,14	-14,75	0,97	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,25	0,97	0,00	0,05	0,01	0,25	0,00	0,00	-0,49	0,87	0,05	1,00	-0,49	335,966
6d	4094,60	-17,16	0,96	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,29	0,96	0,00	0,05	0,01	0,29	0,00	0,00	-0,56	0,83	0,05	1,00	-0,56	353,998
7d	4796,60	-19,32	0,94	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,33	0,94	0,00	0,05	0,02	0,33	0,00	0,00	-0,62	0,78	0,05	1,00	-0,62	374,350
8d	5499,94	-21,26	0,93	0,00	0,00	1,00	-0,05	-0,36	0,93	0,00	0,05	0,02	0,36	0,00	0,00	-0,67	0,74	0,05	1,00	-0,67	396,657

Fonte: Autoria própria

Tabela 26 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
7:00 – Hora solar / 7:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	13,61	°	Altitude solar																
ψ	=	83,62	°	Azimute solar																
ψ_c	=	83,62	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	76,31	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	24,65	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	742,15	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	4386,58	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	38,15	0,79	290,75	0,97	0,24	-0,11	0,62	0,79	0,00	0,08	-0,07	0,61	0,00	0,00	0,00	0,99	0,11	1,00	651,823
1e	658,29	41,28	0,82	299,79	0,97	0,24	-0,11	0,66	0,75	0,00	0,08	-0,07	0,57	0,00	0,00	0,11	0,99	0,11	1,00	655,73
2e	1329,14	44,40	0,85	304,12	0,97	0,24	-0,11	0,70	0,71	0,00	0,08	-0,08	0,53	0,00	0,00	0,22	0,97	0,11	1,00	667,62
3e	2010,39	47,42	0,88	308,22	0,97	0,24	-0,11	0,74	0,68	0,00	0,07	-0,08	0,48	0,00	0,00	0,32	0,94	0,11	1,00	687,44
4e	2699,77	50,27	0,90	312,00	0,97	0,24	-0,11	0,77	0,64	0,00	0,07	-0,08	0,44	0,00	0,00	0,41	0,91	0,11	1,00	714,77
5e	3395,14	52,91	0,92	315,41	0,97	0,24	-0,11	0,80	0,60	0,00	0,07	-0,09	0,39	0,00	0,00	0,49	0,87	0,11	1,00	748,94
6e	4094,60	55,31	0,93	318,42	0,97	0,24	-0,11	0,82	0,57	0,00	0,06	-0,09	0,36	0,00	0,00	0,56	0,82	0,11	1,00	789,14
7e	4796,60	57,47	0,95	321,04	0,97	0,24	-0,11	0,84	0,54	0,00	0,06	-0,09	0,32	0,00	0,00	0,62	0,78	0,11	1,00	834,51
8e	5499,94	59,41	0,96	323,30	0,97	0,24	-0,11	0,86	0,51	0,00	0,05	-0,09	0,29	0,00	0,00	0,67	0,73	0,11	1,00	884,24
1d	658,29	35,02	0,75	276,39	0,97	0,24	-0,11	0,57	0,82	0,00	0,09	-0,06	0,66	0,00	0,00	-0,11	0,99	0,11	1,00	655,734
2d	1329,14	31,91	0,71	261,08	0,97	0,24	-0,11	0,53	0,85	0,00	0,09	-0,06	0,70	0,00	0,00	-0,22	0,97	0,11	1,00	667,625
3d	2010,39	28,89	0,68	245,02	0,97	0,24	-0,11	0,48	0,88	0,00	0,09	-0,05	0,73	0,00	0,00	-0,32	0,94	0,11	1,00	687,440
4d	2699,77	26,04	0,64	228,40	0,97	0,24	-0,11	0,44	0,90	0,00	0,10	-0,05	0,76	0,00	0,00	-0,41	0,91	0,11	1,00	714,770
5d	3395,14	23,40	0,60	211,41	0,97	0,24	-0,11	0,40	0,92	0,00	0,10	-0,04	0,79	0,00	0,00	-0,49	0,87	0,11	1,00	748,943
6d	4094,60	21,00	0,57	194,23	0,97	0,24	-0,11	0,36	0,93	0,00	0,10	-0,04	0,82	0,00	0,00	-0,56	0,82	0,11	1,00	789,141
7d	4796,60	18,83	0,54	177,00	0,97	0,24	-0,11	0,32	0,95	0,00	0,10	-0,03	0,84	0,00	0,00	-0,62	0,78	0,11	1,00	834,510
8d	5499,94	16,90	0,51	0,00	0,97	0,24	-0,11	0,29	0,96	0,00	0,10	-0,03	0,86	0,00	0,00	-0,67	0,73	0,11	1,00	884,238

Fonte: Autoria própria

Tabela 27 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
8:00 - Hora solar / 8:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	26,85	°	Altitude solar																
ψ	=	76,08	°	Azimute solar																
ψ_c	=	76,08	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	62,46	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,42	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	1501,24	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	1752,87	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	31,23	0,86	135,35	0,87	0,45	-0,21	0,52	0,86	0,00	0,18	-0,11	0,51	0,00	0,00	0,00	0,98	0,21	1,00	1318,519
1e	658,29	34,36	0,88	147,25	0,87	0,45	-0,21	0,56	0,83	0,00	0,18	-0,12	0,46	0,00	0,00	0,11	0,97	0,21	1,00	1326,43
2e	1329,14	37,47	0,91	151,06	0,87	0,45	-0,21	0,61	0,79	0,00	0,17	-0,13	0,41	0,00	0,00	0,21	0,95	0,21	1,00	1350,48
3e	2010,39	40,49	0,93	154,66	0,87	0,45	-0,21	0,65	0,76	0,00	0,16	-0,14	0,37	0,00	0,00	0,31	0,93	0,21	1,00	1390,56
4e	2699,77	43,34	0,94	157,98	0,87	0,45	-0,21	0,69	0,73	0,00	0,16	-0,15	0,32	0,00	0,00	0,40	0,89	0,21	1,00	1445,85
5e	3395,14	45,98	0,96	161,00	0,87	0,45	-0,21	0,72	0,69	0,00	0,15	-0,15	0,28	0,00	0,00	0,48	0,85	0,21	1,00	1514,97
6e	4094,60	48,38	0,97	163,69	0,87	0,45	-0,21	0,75	0,66	0,00	0,14	-0,16	0,24	0,00	0,00	0,55	0,81	0,21	1,00	1596,29
7e	4796,60	50,55	0,98	166,06	0,87	0,45	-0,21	0,77	0,64	0,00	0,14	-0,17	0,20	0,00	0,00	0,61	0,76	0,21	1,00	1688,06
8e	5499,94	52,48	0,98	168,14	0,87	0,45	-0,21	0,79	0,61	0,00	0,13	-0,17	0,17	0,00	0,00	0,66	0,72	0,21	1,00	1788,65
1d	658,29	28,10	0,83	114,56	0,87	0,45	-0,21	0,47	0,88	0,00	0,19	-0,10	0,55	0,00	0,00	-0,11	0,97	0,21	1,00	1326,431
2d	1329,14	24,98	0,79	92,62	0,87	0,45	-0,21	0,42	0,91	0,00	0,19	-0,09	0,59	0,00	0,00	-0,21	0,95	0,21	1,00	1350,483
3d	2010,39	21,97	0,76	69,90	0,87	0,45	-0,21	0,37	0,93	0,00	0,20	-0,08	0,63	0,00	0,00	-0,31	0,93	0,21	1,00	1390,565
4d	2699,77	19,11	0,73	46,73	0,87	0,45	-0,21	0,33	0,94	0,00	0,20	-0,07	0,67	0,00	0,00	-0,40	0,89	0,21	1,00	1445,848
5d	3395,14	16,48	0,69	23,47	0,87	0,45	-0,21	0,28	0,96	0,00	0,21	-0,06	0,70	0,00	0,00	-0,48	0,85	0,21	1,00	1514,974
6d	4094,60	14,07	0,66	0,40	0,87	0,45	-0,21	0,24	0,97	0,00	0,21	-0,05	0,73	0,00	0,00	-0,55	0,81	0,21	1,00	1596,288
7d	4796,60	11,91	0,64	0,00	0,87	0,45	-0,21	0,21	0,98	0,00	0,21	-0,04	0,75	0,00	0,00	-0,61	0,76	0,21	1,00	1688,062
8d	5499,94	9,97	0,61	0,00	0,87	0,45	-0,21	0,17	0,98	0,00	0,21	-0,04	0,77	0,00	0,00	-0,66	0,72	0,21	1,00	1788,652

Fonte: Autoria própria

Tabela 28 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
9:00 - Hora solar / 9:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	39,6	°	Altitude solar																
ψ	=	66,59	°	Azimute solar																
ψ_c	=	66,59	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	47,97	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,65	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	2196,80	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	215,99	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	23,98	0,91	11,13	0,71	0,64	-0,31	0,41	0,91	0,00	0,28	-0,12	0,39	0,00	0,00	0,00	0,95	0,31	1,00	1929,419
1e	658,29	27,11	0,93	22,76	0,71	0,64	-0,31	0,46	0,89	0,00	0,27	-0,14	0,34	0,00	0,00	0,10	0,95	0,31	1,00	1941,00
2e	1329,14	30,23	0,95	23,69	0,71	0,64	-0,31	0,50	0,86	0,00	0,26	-0,15	0,29	0,00	0,00	0,21	0,93	0,31	1,00	1976,19
3e	2010,39	33,25	0,97	24,57	0,71	0,64	-0,31	0,55	0,84	0,00	0,26	-0,17	0,24	0,00	0,00	0,30	0,90	0,31	1,00	2034,85
4e	2699,77	36,10	0,98	25,40	0,71	0,64	-0,31	0,59	0,81	0,00	0,25	-0,18	0,20	0,00	0,00	0,39	0,87	0,31	1,00	2115,74
5e	3395,14	38,73	0,99	26,16	0,71	0,64	-0,31	0,63	0,78	0,00	0,24	-0,19	0,15	0,00	0,00	0,47	0,83	0,31	1,00	2216,90
6e	4094,60	41,14	0,99	26,84	0,71	0,64	-0,31	0,66	0,75	0,00	0,23	-0,20	0,11	0,00	0,00	0,54	0,79	0,31	1,00	2335,89
7e	4796,60	43,30	1,00	27,45	0,71	0,64	-0,31	0,69	0,73	0,00	0,22	-0,21	0,08	0,00	0,00	0,59	0,74	0,31	1,00	2470,18
8e	5499,94	45,24	1,00	27,99	0,71	0,64	-0,31	0,71	0,70	0,00	0,22	-0,22	0,05	0,00	0,00	0,64	0,70	0,31	1,00	2617,38
1d	658,29	20,85	0,89	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,36	0,93	0,00	0,29	-0,11	0,43	0,00	0,00	-0,10	0,95	0,31	1,00	1940,997
2d	1329,14	17,74	0,86	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,30	0,95	0,00	0,29	-0,09	0,48	0,00	0,00	-0,21	0,93	0,31	1,00	1976,193
3d	2010,39	14,72	0,84	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,25	0,97	0,00	0,30	-0,08	0,52	0,00	0,00	-0,30	0,90	0,31	1,00	2034,845
4d	2699,77	11,87	0,81	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,21	0,98	0,00	0,30	-0,06	0,56	0,00	0,00	-0,39	0,87	0,31	1,00	2115,743
5d	3395,14	9,23	0,78	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,16	0,99	0,00	0,30	-0,05	0,60	0,00	0,00	-0,47	0,83	0,31	1,00	2216,897
6d	4094,60	6,83	0,75	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,12	0,99	0,00	0,30	-0,04	0,63	0,00	0,00	-0,54	0,79	0,31	1,00	2335,885
7d	4796,60	4,66	0,73	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,08	1,00	0,00	0,31	-0,02	0,65	0,00	0,00	-0,59	0,74	0,31	1,00	2470,180
8d	5499,94	2,73	0,70	0,00	0,71	0,64	-0,31	0,05	1,00	0,00	0,31	-0,01	0,68	0,00	0,00	-0,64	0,70	0,31	1,00	2617,375

Fonte: Autoria própria

Tabela 29 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
10:00 - Hora solar / 10:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	51,26	°	Altitude solar																
ψ	=	53,03	°	Azimute solar																
ψ_c	=	53,03	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	32,66	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,76	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	2775,03	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{\text{pr},i}$	ψ	$\cos(\delta_{\text{row}})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	16,33	0,96	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,28	0,96	0,00	0,36	-0,11	0,26	0,00	0,00	0,00	0,93	0,38	1,00	2437,269
1e	658,29	19,46	0,97	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,33	0,94	0,00	0,35	-0,13	0,21	0,00	0,00	0,10	0,92	0,38	1,00	2451,89
2e	1329,14	22,58	0,98	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,38	0,92	0,00	0,35	-0,14	0,16	0,00	0,00	0,20	0,90	0,38	1,00	2496,36
3e	2010,39	25,59	0,99	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,43	0,90	0,00	0,34	-0,16	0,11	0,00	0,00	0,29	0,88	0,38	1,00	2570,45
4e	2699,77	28,44	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,48	0,88	0,00	0,33	-0,18	0,07	0,00	0,00	0,38	0,84	0,38	1,00	2672,64
5e	3395,14	31,08	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,52	0,86	0,00	0,32	-0,19	0,03	0,00	0,00	0,46	0,81	0,38	1,00	2800,41
6e	4094,60	33,49	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,55	0,83	0,00	0,31	-0,21	-0,01	0,00	0,00	0,52	0,77	0,38	1,00	2950,72
7e	4796,60	35,65	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,58	0,81	0,00	0,31	-0,22	-0,05	0,00	0,00	0,58	0,72	0,38	1,00	3120,37
8e	5499,94	37,58	1,00	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,61	0,79	0,00	0,30	-0,23	-0,08	0,00	0,00	0,63	0,68	0,38	1,00	3306,31
1d	658,29	13,20	0,94	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,23	0,97	0,00	0,37	-0,09	0,31	0,00	0,00	-0,10	0,92	0,38	1,00	2451,895
2d	1329,14	10,08	0,92	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,18	0,98	0,00	0,37	-0,07	0,36	0,00	0,00	-0,20	0,90	0,38	1,00	2496,355
3d	2010,39	7,07	0,90	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,12	0,99	0,00	0,37	-0,05	0,40	0,00	0,00	-0,29	0,88	0,38	1,00	2570,445
4d	2699,77	4,22	0,88	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,07	1,00	0,00	0,38	-0,03	0,44	0,00	0,00	-0,38	0,84	0,38	1,00	2672,637
5d	3395,14	1,58	0,86	0,00	0,50	0,78	-0,38	0,03	1,00	0,00	0,38	-0,01	0,48	0,00	0,00	-0,46	0,81	0,38	1,00	2800,415
6d	4094,60	-0,83	0,85	0,00	0,50	0,78	-0,38	-0,01	1,00	0,00	0,38	0,01	0,51	0,00	0,00	-0,52	0,77	0,38	1,00	2950,723
7d	4796,60	-2,99	0,87	0,00	0,50	0,78	-0,38	-0,05	1,00	0,00	0,38	0,02	0,54	0,00	0,00	-0,58	0,72	0,38	1,00	3120,366
8d	5499,94	-4,93	0,89	0,00	0,50	0,78	-0,38	-0,09	1,00	0,00	0,37	0,03	0,57	0,00	0,00	-0,63	0,68	0,38	1,00	3306,305

Fonte: Autoria própria

Tabela 30 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
11:00 - Hora solar / 11:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	60,41	°	Altitude solar																
Ψ	=	31,61	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	31,61	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	16,57	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,81	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	3166,44	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	8,29	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,14	0,99	0,00	0,42	-0,06	0,13	0,00	0,00	0,00	0,91	0,42	1,00	2781,035
1e	658,29	11,42	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,20	0,98	0,00	0,41	-0,08	0,08	0,00	0,00	0,10	0,90	0,42	1,00	2797,72
2e	1329,14	14,53	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,25	0,97	0,00	0,41	-0,11	0,03	0,00	0,00	0,20	0,89	0,42	1,00	2848,45
3e	2010,39	17,55	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,30	0,95	0,00	0,40	-0,13	-0,02	0,00	0,00	0,29	0,86	0,42	1,00	2932,99
4e	2699,77	20,40	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,35	0,94	0,00	0,39	-0,15	-0,06	0,00	0,00	0,37	0,83	0,42	1,00	3049,60
5e	3395,14	23,04	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,39	0,92	0,00	0,39	-0,16	-0,10	0,00	0,00	0,45	0,79	0,42	1,00	3195,40
6e	4094,60	25,44	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,43	0,90	0,00	0,38	-0,18	-0,14	0,00	0,00	0,51	0,75	0,42	1,00	3366,91
7e	4796,60	27,61	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,46	0,89	0,00	0,37	-0,19	-0,17	0,00	0,00	0,57	0,71	0,42	1,00	3560,48
8e	5499,94	29,54	0,97	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,49	0,87	0,00	0,37	-0,21	-0,20	0,00	0,00	0,61	0,67	0,42	1,00	3772,64
1d	658,29	5,16	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,09	1,00	0,00	0,42	-0,04	0,18	0,00	0,00	-0,10	0,90	0,42	1,00	2797,724
2d	1329,14	2,04	0,97	0,00	0,26	0,87	-0,42	0,04	1,00	0,00	0,42	-0,01	0,23	0,00	0,00	-0,20	0,89	0,42	1,00	2848,455
3d	2010,39	-0,97	0,96	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,02	1,00	0,00	0,42	0,01	0,27	0,00	0,00	-0,29	0,86	0,42	1,00	2932,995
4d	2699,77	-3,83	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,07	1,00	0,00	0,42	0,03	0,32	0,00	0,00	-0,37	0,83	0,42	1,00	3049,600
5d	3395,14	-6,46	0,98	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,11	0,99	0,00	0,42	0,05	0,36	0,00	0,00	-0,45	0,79	0,42	1,00	3195,401
6d	4094,60	-8,87	0,99	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,15	0,99	0,00	0,42	0,06	0,39	0,00	0,00	-0,51	0,75	0,42	1,00	3366,909
7d	4796,60	-11,03	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,19	0,98	0,00	0,41	0,08	0,42	0,00	0,00	-0,57	0,71	0,42	1,00	3560,480
8d	5499,94	-12,97	1,00	0,00	0,26	0,87	-0,42	-0,22	0,97	0,00	0,41	0,09	0,45	0,00	0,00	-0,61	0,67	0,42	1,00	3772,645

Fonte: Autoria própria

Tabela 31 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do outono (20/03)

Primeiro dia do Outono																				
12:00 - Hora solar / 12:39:00 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	64,17	°	Altitude solar																
Ψ	=	0	°	Azimute solar																
Ψ_c	=	360	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	0,00	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	25,83	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	3306,89	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,00	1,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,44	1,00	2904,390
1e	658,29	3,13	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,05	1,00	0,00	0,44	-0,02	-0,05	0,00	0,00	0,10	0,89	0,44	1,00	2921,82
2e	1329,14	6,25	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,11	0,99	0,00	0,43	-0,05	-0,10	0,00	0,00	0,19	0,88	0,44	1,00	2974,80
3e	2010,39	9,26	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,16	0,99	0,00	0,43	-0,07	-0,14	0,00	0,00	0,29	0,85	0,44	1,00	3063,09
4e	2699,77	12,11	0,98	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,21	0,98	0,00	0,43	-0,09	-0,19	0,00	0,00	0,37	0,82	0,44	1,00	3184,87
5e	3395,14	14,75	0,97	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,25	0,97	0,00	0,42	-0,11	-0,23	0,00	0,00	0,44	0,78	0,44	1,00	3337,13
6e	4094,60	17,16	0,96	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,29	0,96	0,00	0,42	-0,13	-0,27	0,00	0,00	0,51	0,74	0,44	1,00	3516,25
7e	4796,60	19,32	0,94	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,33	0,94	0,00	0,41	-0,14	-0,30	0,00	0,00	0,56	0,70	0,44	1,00	3718,41
8e	5499,94	21,26	0,93	0,00	0,00	0,90	-0,44	0,36	0,93	0,00	0,41	-0,16	-0,33	0,00	0,00	0,61	0,66	0,44	1,00	3939,98
1d	658,29	-3,13	1,00	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,05	1,00	0,00	0,44	0,02	0,05	0,00	0,00	-0,10	0,89	0,44	1,00	2921,819
2d	1329,14	-6,25	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,11	0,99	0,00	0,43	0,05	0,10	0,00	0,00	-0,19	0,88	0,44	1,00	2974,800
3d	2010,39	-9,26	0,99	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,16	0,99	0,00	0,43	0,07	0,14	0,00	0,00	-0,29	0,85	0,44	1,00	3063,090
4d	2699,77	-12,11	0,98	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,21	0,98	0,00	0,43	0,09	0,19	0,00	0,00	-0,37	0,82	0,44	1,00	3184,867
5d	3395,14	-14,75	0,97	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,25	0,97	0,00	0,42	0,11	0,23	0,00	0,00	-0,44	0,78	0,44	1,00	3337,135
6d	4094,60	-17,16	0,96	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,29	0,96	0,00	0,42	0,13	0,27	0,00	0,00	-0,51	0,74	0,44	1,00	3516,250
7d	4796,60	-19,32	0,94	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,33	0,94	0,00	0,41	0,14	0,30	0,00	0,00	-0,56	0,70	0,44	1,00	3718,407
8d	5499,94	-21,26	0,93	0,00	0,00	0,90	-0,44	-0,36	0,93	0,00	0,41	0,16	0,33	0,00	0,00	-0,61	0,66	0,44	1,00	3939,983

Fonte: Autoria própria

Tabela 32 - Perdas ópticas para às 7:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																				
7:00 - Hora solar / 7:31:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	2,13	°	Altitude solar																
ψ	=	62,47	°	Azimute solar																
ψ_c	=	62,47	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	87,60	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	85,40	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	3557,67	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	7132,91	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{\text{pr},i}$	ψ	$\cos(\delta_{\text{row}})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	43,80	0,72	448,31	0,89	0,04	-0,46	0,69	0,72	0,00	0,33	-0,32	0,61	0,00	0,00	0,00	0,89	0,46	1,00	3124,65
1e	658,29	46,93	0,76	451,53	0,89	0,04	-0,46	0,73	0,68	0,00	0,32	-0,34	0,58	0,00	0,00	0,10	0,88	0,46	1,00	3143,40
2e	1329,14	50,04	0,79	453,73	0,89	0,04	-0,46	0,77	0,64	0,00	0,30	-0,35	0,54	0,00	0,00	0,19	0,87	0,46	1,00	3200,40
3e	2010,39	53,06	0,82	455,94	0,89	0,04	-0,46	0,80	0,60	0,00	0,28	-0,37	0,50	0,00	0,00	0,28	0,84	0,46	1,00	3295,38
4e	2699,77	55,91	0,85	458,07	0,89	0,04	-0,46	0,83	0,56	0,00	0,26	-0,38	0,47	0,00	0,00	0,36	0,81	0,46	1,00	3426,40
5e	3395,14	58,55	0,87	460,01	0,89	0,04	-0,46	0,85	0,52	0,00	0,24	-0,39	0,43	0,00	0,00	0,44	0,77	0,46	1,00	3590,21
6e	4094,60	60,95	0,89	461,73	0,89	0,04	-0,46	0,87	0,49	0,00	0,22	-0,40	0,40	0,00	0,00	0,50	0,73	0,46	1,00	3782,91
7e	4796,60	63,12	0,91	463,20	0,89	0,04	-0,46	0,89	0,45	0,00	0,21	-0,41	0,37	0,00	0,00	0,55	0,69	0,46	1,00	4000,40
8e	5499,94	65,05	0,92	464,44	0,89	0,04	-0,46	0,91	0,42	0,00	0,19	-0,42	0,34	0,00	0,00	0,60	0,65	0,46	1,00	4238,78
1d	658,29	40,67	0,68	443,93	0,89	0,04	-0,46	0,65	0,76	0,00	0,35	-0,30	0,65	0,00	0,00	-0,10	0,88	0,46	1,00	3143,40
2d	1329,14	37,55	0,64	439,50	0,89	0,04	-0,46	0,61	0,79	0,00	0,37	-0,28	0,68	0,00	0,00	-0,19	0,87	0,46	1,00	3200,40
3d	2010,39	34,54	0,60	435,08	0,89	0,04	-0,46	0,57	0,82	0,00	0,38	-0,26	0,71	0,00	0,00	-0,28	0,84	0,46	1,00	3295,38
4d	2699,77	31,69	0,56	430,74	0,89	0,04	-0,46	0,53	0,85	0,00	0,39	-0,24	0,73	0,00	0,00	-0,36	0,81	0,46	1,00	3426,40
5d	3395,14	29,05	0,52	426,46	0,89	0,04	-0,46	0,49	0,87	0,00	0,40	-0,22	0,76	0,00	0,00	-0,44	0,77	0,46	1,00	3590,21
6d	4094,60	26,64	0,49	422,23	0,89	0,04	-0,46	0,45	0,89	0,00	0,41	-0,21	0,78	0,00	0,00	-0,50	0,73	0,46	1,00	3782,91
7d	4796,60	24,48	0,45	418,02	0,89	0,04	-0,46	0,41	0,91	0,00	0,42	-0,19	0,79	0,00	0,00	-0,55	0,69	0,46	1,00	4000,40
8d	5499,94	22,54	0,42	0,00	0,89	0,04	-0,46	0,38	0,92	0,00	0,43	-0,18	0,80	0,00	0,00	-0,60	0,65	0,46	1,00	4238,78

Fonte: Autoria própria

Tabela 33 - Perdas ópticas para às 8:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																				
8:00 - Hora solar / 8:31:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	13,63	°	Altitude solar																
ψ	=	54,84	°	Azimute solar																
ψ_c	=	54,84	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	73,48	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	67,17	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{endloss_méd}$	=	4613,31	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
W_{shaded_total}	=	3786,53	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	$L_{endloss}$
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	36,74	0,80	255,85	0,79	0,24	-0,56	0,60	0,80	0,00	0,45	-0,33	0,50	0,00	0,00	0,00	0,83	0,56	1,00	4051,805
1e	658,29	39,87	0,83	265,79	0,79	0,24	-0,56	0,64	0,77	0,00	0,43	-0,36	0,46	0,00	0,00	0,09	0,82	0,56	1,00	4076,12
2e	1329,14	42,99	0,86	270,25	0,79	0,24	-0,56	0,68	0,73	0,00	0,41	-0,38	0,42	0,00	0,00	0,18	0,81	0,56	1,00	4150,03
3e	2010,39	46,00	0,89	274,47	0,79	0,24	-0,56	0,72	0,69	0,00	0,39	-0,40	0,38	0,00	0,00	0,26	0,79	0,56	1,00	4273,20
4e	2699,77	48,85	0,91	278,35	0,79	0,24	-0,56	0,75	0,66	0,00	0,37	-0,42	0,35	0,00	0,00	0,34	0,76	0,56	1,00	4443,09
5e	3395,14	51,49	0,93	281,85	0,79	0,24	-0,56	0,78	0,62	0,00	0,35	-0,44	0,31	0,00	0,00	0,41	0,72	0,56	1,00	4655,51
6e	4094,60	53,90	0,94	284,94	0,79	0,24	-0,56	0,81	0,59	0,00	0,33	-0,45	0,28	0,00	0,00	0,47	0,68	0,56	1,00	4905,39
7e	4796,60	56,06	0,95	287,65	0,79	0,24	-0,56	0,83	0,56	0,00	0,31	-0,46	0,25	0,00	0,00	0,52	0,65	0,56	1,00	5187,41
8e	5499,94	58,00	0,96	289,99	0,79	0,24	-0,56	0,85	0,53	0,00	0,30	-0,47	0,22	0,00	0,00	0,56	0,61	0,56	1,00	5496,52
1d	658,29	33,61	0,77	239,74	0,79	0,24	-0,56	0,55	0,83	0,00	0,47	-0,31	0,53	0,00	0,00	-0,09	0,82	0,56	1,00	4076,119
2d	1329,14	30,49	0,73	222,58	0,79	0,24	-0,56	0,51	0,86	0,00	0,48	-0,28	0,57	0,00	0,00	-0,18	0,81	0,56	1,00	4150,031
3d	2010,39	27,48	0,69	204,61	0,79	0,24	-0,56	0,46	0,89	0,00	0,50	-0,26	0,60	0,00	0,00	-0,26	0,79	0,56	1,00	4273,201
4d	2699,77	24,63	0,66	186,06	0,79	0,24	-0,56	0,42	0,91	0,00	0,51	-0,23	0,62	0,00	0,00	-0,34	0,76	0,56	1,00	4443,088
5d	3395,14	21,99	0,62	167,16	0,79	0,24	-0,56	0,37	0,93	0,00	0,52	-0,21	0,65	0,00	0,00	-0,41	0,72	0,56	1,00	4655,511
6d	4094,60	19,58	0,59	148,12	0,79	0,24	-0,56	0,34	0,94	0,00	0,53	-0,19	0,67	0,00	0,00	-0,47	0,68	0,56	1,00	4905,388
7d	4796,60	17,42	0,56	129,11	0,79	0,24	-0,56	0,30	0,95	0,00	0,53	-0,17	0,69	0,00	0,00	-0,52	0,65	0,56	1,00	5187,410
8d	5499,94	15,48	0,53	0,00	0,79	0,24	-0,56	0,27	0,96	0,00	0,54	-0,15	0,70	0,00	0,00	-0,56	0,61	0,56	1,00	5496,522

Fonte: Autoria própria

Tabela 34 - Perdas ópticas para às 9:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																					
9:00 - Hora solar / 9:31:48 – Hora local																					
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																	
α_s	=	23,96	°	Altitude solar																	
ψ	=	45,22	°	Azimute solar																	
ψ_c	=	45,22	°	Azimute solar corrigida																	
θ_t	=	57,95	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																	
θ_l	=	57,75	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																	
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	5746,02	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																	
$W_{\text{shaded_total}}$	=	1150,13	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																	
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}	
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z			
0	0,00	28,98	0,87	92,76	0,65	0,41	-0,64	0,48	0,87	0,00	0,56	-0,31	0,37	0,00	0,00	0,00	0,77	0,64	1,00	5046,646	
1e	658,29	32,11	0,90	104,87	0,65	0,41	-0,64	0,53	0,85	0,00	0,55	-0,34	0,33	0,00	0,00	0,08	0,76	0,64	1,00	5076,93	
2e	1329,14	35,22	0,92	107,98	0,65	0,41	-0,64	0,58	0,82	0,00	0,53	-0,37	0,30	0,00	0,00	0,17	0,75	0,64	1,00	5168,99	
3e	2010,39	38,24	0,94	110,93	0,65	0,41	-0,64	0,62	0,79	0,00	0,51	-0,40	0,26	0,00	0,00	0,24	0,73	0,64	1,00	5322,40	
4e	2699,77	41,09	0,96	113,67	0,65	0,41	-0,64	0,66	0,75	0,00	0,49	-0,42	0,22	0,00	0,00	0,31	0,70	0,64	1,00	5534,00	
5e	3395,14	43,73	0,97	116,15	0,65	0,41	-0,64	0,69	0,72	0,00	0,47	-0,44	0,19	0,00	0,00	0,38	0,67	0,64	1,00	5798,58	
6e	4094,60	46,13	0,98	118,38	0,65	0,41	-0,64	0,72	0,69	0,00	0,45	-0,46	0,16	0,00	0,00	0,43	0,63	0,64	1,00	6109,81	
7e	4796,60	48,30	0,99	120,35	0,65	0,41	-0,64	0,75	0,67	0,00	0,43	-0,48	0,13	0,00	0,00	0,48	0,60	0,64	1,00	6461,08	
8e	5499,94	50,23	0,99	122,08	0,65	0,41	-0,64	0,77	0,64	0,00	0,41	-0,49	0,10	0,00	0,00	0,52	0,56	0,64	1,00	6846,08	
1d	658,29	25,84	0,85	70,85	0,65	0,41	-0,64	0,44	0,90	0,00	0,58	-0,28	0,41	0,00	0,00	-0,08	0,76	0,64	1,00	5076,929	
2d	1329,14	22,73	0,82	47,86	0,65	0,41	-0,64	0,39	0,92	0,00	0,59	-0,25	0,44	0,00	0,00	-0,17	0,75	0,64	1,00	5168,989	
3d	2010,39	19,71	0,79	24,15	0,65	0,41	-0,64	0,34	0,94	0,00	0,61	-0,22	0,47	0,00	0,00	-0,24	0,73	0,64	1,00	5322,401	
4d	2699,77	16,86	0,75	0,12	0,65	0,41	-0,64	0,29	0,96	0,00	0,62	-0,19	0,50	0,00	0,00	-0,31	0,70	0,64	1,00	5534,000	
5d	3395,14	14,22	0,72	0,00	0,65	0,41	-0,64	0,25	0,97	0,00	0,62	-0,16	0,53	0,00	0,00	-0,38	0,67	0,64	1,00	5798,580	
6d	4094,60	11,82	0,69	0,00	0,65	0,41	-0,64	0,20	0,98	0,00	0,63	-0,13	0,55	0,00	0,00	-0,43	0,63	0,64	1,00	6109,809	
7d	4796,60	9,66	0,67	0,00	0,65	0,41	-0,64	0,17	0,99	0,00	0,63	-0,11	0,57	0,00	0,00	-0,48	0,60	0,64	1,00	6461,075	
8d	5499,94	7,72	0,64	0,00	0,65	0,41	-0,64	0,13	0,99	0,00	0,64	-0,09	0,59	0,00	0,00	-0,52	0,56	0,64	1,00	6846,084	

Fonte: Autoria própria

Tabela 35 - Perdas ópticas para às 10:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																				
10:00 - Hora solar / 10:31:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	32,47	°	Altitude solar																
ψ	=	32,94	°	Azimute solar																
ψ_c	=	32,94	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	40,51	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	52,83	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	6849,64	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{\text{pr},i}$	ψ	$\cos(\delta_{\text{row}})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	20,26	0,94	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,35	0,94	0,00	0,66	-0,25	0,24	0,00	0,00	0,00	0,71	0,71	1,00	6015,941
1e	658,29	23,39	0,96	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,40	0,92	0,00	0,65	-0,28	0,21	0,00	0,00	0,08	0,70	0,71	1,00	6052,04
2e	1329,14	26,50	0,97	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,45	0,89	0,00	0,63	-0,32	0,17	0,00	0,00	0,15	0,69	0,71	1,00	6161,78
3e	2010,39	29,52	0,98	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,49	0,87	0,00	0,62	-0,35	0,13	0,00	0,00	0,22	0,67	0,71	1,00	6344,66
4e	2699,77	32,37	0,99	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,54	0,84	0,00	0,60	-0,38	0,10	0,00	0,00	0,29	0,64	0,71	1,00	6596,90
5e	3395,14	35,01	1,00	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,57	0,82	0,00	0,58	-0,41	0,07	0,00	0,00	0,35	0,61	0,71	1,00	6912,30
6e	4094,60	37,41	1,00	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,61	0,79	0,00	0,56	-0,43	0,04	0,00	0,00	0,40	0,58	0,71	1,00	7283,30
7e	4796,60	39,58	1,00	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,64	0,77	0,00	0,55	-0,45	0,01	0,00	0,00	0,44	0,55	0,71	1,00	7702,04
8e	5499,94	41,51	1,00	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,66	0,75	0,00	0,53	-0,47	-0,01	0,00	0,00	0,48	0,52	0,71	1,00	8160,99
1d	658,29	17,13	0,92	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,29	0,96	0,00	0,68	-0,21	0,28	0,00	0,00	-0,08	0,70	0,71	1,00	6052,041
2d	1329,14	14,01	0,89	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,24	0,97	0,00	0,69	-0,17	0,32	0,00	0,00	-0,15	0,69	0,71	1,00	6161,782
3d	2010,39	11,00	0,87	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,19	0,98	0,00	0,70	-0,14	0,35	0,00	0,00	-0,22	0,67	0,71	1,00	6344,660
4d	2699,77	8,14	0,84	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,14	0,99	0,00	0,70	-0,10	0,38	0,00	0,00	-0,29	0,64	0,71	1,00	6596,900
5d	3395,14	5,51	0,82	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,10	1,00	0,00	0,70	-0,07	0,41	0,00	0,00	-0,35	0,61	0,71	1,00	6912,296
6d	4094,60	3,10	0,79	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,05	1,00	0,00	0,71	-0,04	0,43	0,00	0,00	-0,40	0,58	0,71	1,00	7283,303
7d	4796,60	0,94	0,77	0,00	0,46	0,54	-0,71	0,02	1,00	0,00	0,71	-0,01	0,45	0,00	0,00	-0,44	0,55	0,71	1,00	7702,036
8d	5499,94	-1,00	0,77	0,00	0,46	0,54	-0,71	-0,02	1,00	0,00	0,71	0,01	0,47	0,00	0,00	-0,48	0,52	0,71	1,00	8160,992

Fonte: Autoria própria

Tabela 36 - Perdas ópticas para às 11:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																				
11:00 - Hora solar / 11:31:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	38,25	°	Altitude solar																
ψ	=	17,6	°	Azimute solar																
ψ_c	=	17,6	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	20,98	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	50,41	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	7712,24	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	10,49	0,98	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,18	0,98	0,00	0,74	-0,14	0,12	0,00	0,00	0,00	0,66	0,75	1,00	6773,55
1e	658,29	13,62	0,99	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,24	0,97	0,00	0,73	-0,18	0,08	0,00	0,00	0,07	0,66	0,75	1,00	6814,19
2e	1329,14	16,74	1,00	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,29	0,96	0,00	0,72	-0,22	0,05	0,00	0,00	0,14	0,65	0,75	1,00	6937,75
3e	2010,39	19,75	1,00	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,34	0,94	0,00	0,70	-0,25	0,01	0,00	0,00	0,21	0,63	0,75	1,00	7143,66
4e	2699,77	22,61	1,00	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,38	0,92	0,00	0,69	-0,29	-0,02	0,00	0,00	0,27	0,60	0,75	1,00	7427,67
5e	3395,14	25,24	1,00	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,43	0,90	0,00	0,68	-0,32	-0,05	0,00	0,00	0,33	0,58	0,75	1,00	7782,78
6e	4094,60	27,65	0,99	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,46	0,89	0,00	0,66	-0,35	-0,08	0,00	0,00	0,37	0,55	0,75	1,00	8200,51
7e	4796,60	29,81	0,99	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,50	0,87	0,00	0,65	-0,37	-0,10	0,00	0,00	0,41	0,52	0,75	1,00	8671,98
8e	5499,94	31,75	0,98	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,53	0,85	0,00	0,64	-0,39	-0,12	0,00	0,00	0,45	0,49	0,75	1,00	9188,73
1d	658,29	7,36	0,97	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,13	0,99	0,00	0,74	-0,10	0,16	0,00	0,00	-0,07	0,66	0,75	1,00	6814,19
2d	1329,14	4,25	0,96	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,07	1,00	0,00	0,75	-0,06	0,19	0,00	0,00	-0,14	0,65	0,75	1,00	6937,75
3d	2010,39	1,23	0,94	0,00	0,24	0,62	-0,75	0,02	1,00	0,00	0,75	-0,02	0,22	0,00	0,00	-0,21	0,63	0,75	1,00	7143,66
4d	2699,77	-1,62	0,94	0,00	0,24	0,62	-0,75	-0,03	1,00	0,00	0,75	0,02	0,25	0,00	0,00	-0,27	0,60	0,75	1,00	7427,67
5d	3395,14	-4,26	0,96	0,00	0,24	0,62	-0,75	-0,07	1,00	0,00	0,75	0,06	0,28	0,00	0,00	-0,33	0,58	0,75	1,00	7782,78
6d	4094,60	-6,66	0,97	0,00	0,24	0,62	-0,75	-0,12	0,99	0,00	0,74	0,09	0,31	0,00	0,00	-0,37	0,55	0,75	1,00	8200,51
7d	4796,60	-8,83	0,98	0,00	0,24	0,62	-0,75	-0,15	0,99	0,00	0,74	0,11	0,33	0,00	0,00	-0,41	0,52	0,75	1,00	8671,98
8d	5499,94	-10,76	0,98	0,00	0,24	0,62	-0,75	-0,19	0,98	0,00	0,74	0,14	0,35	0,00	0,00	-0,45	0,49	0,75	1,00	9188,73

Fonte: Autoria própria

Tabela 37 - Perdas ópticas para às 12:00 (hora solar) do primeiro dia do inverno (21/06)

Primeiro dia do Inverno																				
12:00 - Hora solar / 12:31:48 – Hora local																				
Ori	=	90	°	Ângulo entre o eixo x e a direção Sul																
α_s	=	40,32	°	Altitude solar																
ψ	=	0	°	Azimute solar																
ψ_c	=	360	°	Azimute solar corrigida																
θ_t	=	0,00	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano xy																
θ_l	=	49,68	°	Ângulo entre o eixo y e o vetor de incidência projetado no plano yz																
$L_{\text{endloss_méd}}$	=	8049,72	mm	Comprimento do tubo absorvedor não iluminado médio																
$W_{\text{shaded_total}}$	=	0,00	mm	Somatório das larguras de concentradores primários sombreadas																
n°	$L_{pr,i}$	ψ	$\cos(\delta_{row})$	W_{shaded}	\vec{i}			\vec{n}			$\vec{i} \times \vec{n}$			Eq 1 e Eq2		\vec{r}			$\ \vec{r}\ $	L_{endloss}
					i_x	i_y	i_z	n_x	n_y	n_z	$(i \times n)_x$	$(i \times n)_y$	$(i \times n)_z$			r_x	r_y	r_z		
0	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,00	1,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,76	1,00	7069,953
1e	658,29	3,13	1,00	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,05	1,00	0,00	0,76	-0,04	-0,04	0,00	0,00	0,07	0,64	0,76	1,00	7112,38
2e	1329,14	6,25	0,99	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,11	0,99	0,00	0,76	-0,08	-0,07	0,00	0,00	0,14	0,63	0,76	1,00	7241,35
3e	2010,39	9,26	0,99	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,16	0,99	0,00	0,75	-0,12	-0,10	0,00	0,00	0,21	0,61	0,76	1,00	7456,26
4e	2699,77	12,11	0,98	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,21	0,98	0,00	0,75	-0,16	-0,14	0,00	0,00	0,27	0,59	0,76	1,00	7752,70
5e	3395,14	14,75	0,97	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,25	0,97	0,00	0,74	-0,19	-0,16	0,00	0,00	0,32	0,56	0,76	1,00	8123,35
6e	4094,60	17,16	0,96	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,29	0,96	0,00	0,73	-0,22	-0,19	0,00	0,00	0,36	0,53	0,76	1,00	8559,36
7e	4796,60	19,32	0,94	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,33	0,94	0,00	0,72	-0,25	-0,21	0,00	0,00	0,40	0,51	0,76	1,00	9051,46
8e	5499,94	21,26	0,93	0,00	0,00	0,65	-0,76	0,36	0,93	0,00	0,71	-0,28	-0,23	0,00	0,00	0,44	0,48	0,76	1,00	9590,82
1d	658,29	-3,13	1,00	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,05	1,00	0,00	0,76	0,04	0,04	0,00	0,00	-0,07	0,64	0,76	1,00	7112,378
2d	1329,14	-6,25	0,99	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,11	0,99	0,00	0,76	0,08	0,07	0,00	0,00	-0,14	0,63	0,76	1,00	7241,346
3d	2010,39	-9,26	0,99	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,16	0,99	0,00	0,75	0,12	0,10	0,00	0,00	-0,21	0,61	0,76	1,00	7456,264
4d	2699,77	-12,11	0,98	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,21	0,98	0,00	0,75	0,16	0,14	0,00	0,00	-0,27	0,59	0,76	1,00	7752,698
5d	3395,14	-14,75	0,97	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,25	0,97	0,00	0,74	0,19	0,16	0,00	0,00	-0,32	0,56	0,76	1,00	8123,353
6d	4094,60	-17,16	0,96	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,29	0,96	0,00	0,73	0,22	0,19	0,00	0,00	-0,36	0,53	0,76	1,00	8559,361
7d	4796,60	-19,32	0,94	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,33	0,94	0,00	0,72	0,25	0,21	0,00	0,00	-0,40	0,51	0,76	1,00	9051,457
8d	5499,94	-21,26	0,93	0,00	0,00	0,65	-0,76	-0,36	0,93	0,00	0,71	0,28	0,23	0,00	0,00	-0,44	0,48	0,76	1,00	9590,823

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE H – CÁLCULOS DAS PERDAS ÓPTICAS PARA O DIA MÉDIO E PARA O INSTANTE MÉDIO

Tabela 38 - Cálculos das perdas ópticas para o dia médio e para o instante médio

Dia médio												Instante médio	
Média das perdas ópticas às 8:00 (hora solar) dos primeiros dias das 4 estações			Média das perdas ópticas às 9:00 (hora solar) dos primeiros dias das 4 estações		Média das perdas ópticas às 10:00 (hora solar) dos primeiros dias das 4 estações		Média das perdas ópticas às 11:00 (hora solar) dos primeiros dias das 4 estações		Média das perdas ópticas às 12:00 (hora solar) dos primeiros dias das 4 estações		PERDAS MÉDIAS ANUAIS (CONSIDERANDO O PERÍODO DA TARDE)		
$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 1985,30			$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 392,09		$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 0,00		$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 0,00		$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 0,00		$W_{\text{shaded_total}}$ (mm) 528,31		
n°	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	
0	0,85	1892,10	0,91	2316,70	0,96	2714,75	0,99	3118,88	1,00	3274,77	0,9351	2595,52	
1e	0,88	1903,46	0,93	2330,60	0,97	2731,04	1,00	3137,60	1,00	3294,42	0,9502	2611,09	
2e	0,90	1937,97	0,95	2372,86	0,98	2780,56	1,00	3194,49	0,99	3354,16	0,9625	2658,44	
3e	0,92	1995,49	0,96	2443,29	0,99	2863,08	1,00	3289,30	0,99	3453,71	0,9717	2737,34	
4e	0,94	2074,82	0,98	2540,42	1,00	2976,91	1,00	3420,07	0,98	3591,02	0,9779	2846,16	
5e	0,96	2174,02	0,98	2661,88	1,00	3119,23	0,99	3583,59	0,97	3762,70	0,9815	2982,24	
6e	0,97	2290,71	0,99	2804,75	1,00	3286,65	0,99	3775,93	0,96	3964,66	0,9829	3142,31	
7e	0,98	2422,41	0,99	2966,00	1,00	3475,61	0,98	3993,02	0,94	4192,60	0,9827	3322,96	
8e	0,98	2566,76	1,00	3142,74	1,00	3682,72	0,97	4230,96	0,93	4442,43	0,9814	3520,97	
1d	0,82	1903,46	0,89	2330,60	0,94	2731,04	0,98	3137,60	1,00	3294,42	0,9171	2611,09	
2d	0,79	1937,97	0,86	2372,86	0,92	2780,56	0,97	3194,49	0,99	3354,16	0,8965	2658,44	
3d	0,76	1995,49	0,83	2443,29	0,90	2863,08	0,96	3289,30	0,99	3453,71	0,8763	2737,34	
4d	0,72	2074,82	0,80	2540,42	0,88	2976,91	0,97	3420,07	0,98	3591,02	0,8584	2846,16	
5d	0,69	2174,02	0,78	2661,88	0,86	3119,23	0,98	3583,59	0,97	3762,70	0,8417	2982,24	
6d	0,66	2290,71	0,75	2804,75	0,85	3286,65	0,99	3775,93	0,96	3964,66	0,8280	3142,31	
7d	0,63	2422,41	0,72	2966,00	0,86	3475,61	0,99	3993,02	0,94	4192,60	0,8173	3322,96	
8d	0,60	2566,76	0,70	3142,74	0,87	3682,72	1,00	4230,96	0,93	4442,43	0,8093	3520,97	

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE I – DIMENSIONAMENTO GERAL DO PROJETO

Figura 58 – Potência requerida e DNI

ESTIPULAÇÃO DA POTÊNCIA REQUERIDA PARA O PROJETO

$$Q_{abs} = m_{vapor} \Delta H_{vaporização} + m_{w_in} T_{vaporização} cp_{t_vaporização} T_{w_in} cp_{t_w_in}$$

Onde, para as necessidades da empresa, temos:

m_{vapor}	$150 \frac{kg}{hr}$	Vazão mássica de vapor
$T_{vaporização}$	$150 \text{ } ^\circ\text{C} = 423.15 \text{ K}$	Temperatura de consumo de vapor
m_{w_in}	$m_{vapor} = 150 \frac{kg}{hr}$	Vazão mássica de água de reposição
T_{w_in}	$25 \text{ } ^\circ\text{C} = 298.15 \text{ K}$	Temperatura de reposição de água
$\Delta H_{vaporização}$	$2114260 \frac{J}{kg}$	Entalpia de vaporização da água
$cp_{t_vaporização}$	$4312 \frac{J}{kg \text{ K}}$	Calor específico da água à pressão constante
$cp_{t_w_in}$	$4183 \frac{J}{kg \text{ K}}$	Calor específico da água à pressão constante

Portanto, a potência necessária é:

$$Q_{abs} = m_{vapor} \Delta H_{vaporização} + m_{w_in} T_{vaporização} cp_{t_vaporização} T_{w_in} cp_{t_w_in} = 112.155 \text{ kW}$$

DNI	$716.84 \frac{W}{m^2}$	Irradiância direta local
-------	------------------------	--------------------------

Fonte: Autoria própria

Figura 59 – Perdas térmicas no tubo absorvedor e perdas pelas características dos materiais

ANÁLISE DAS PERDAS TÉRMICAS NO TUBO ABSORVEDOR

Temos que:

Calor perdido

$$k_{perda} := 70 \frac{W}{m} \quad \text{Fator de perda de potência}$$

$$Q_{loss}(L) := k_{perda} \cdot (L + 2 \text{ m})$$

CÁLCULO DO FATOR DE CARACTERÍSTICAS DOS REFLETORES, DO VIDRO INVÓLUCRO E DO TUBO ABSORVEDOR, $F_{R_G_P}$

$\rho_{pr} := 0.92$	Reflectância dos reflectores primários
$f_{cl_{pr}} := 0.95$	Fator de limpeza dos reflectores primários
$\rho_{sr} := 0.77$	Reflectância do refletor secundário
$f_{cl_{sr}} := 0.95$	Fator de limpeza do refletor secundário
$\tau_g := 0.97$	Transmitância do vidro de envelope do tubo absorvedor
$f_{cl_g} := 0.95$	Fator de limpeza
$\alpha_p := 0.94$	Absortância do tubo absorvedor
$f_{mif} := 1$	Fator da porcentagem de concentradores primários em foco

$$F_{R_G_P} := (\rho_{pr} \cdot f_{cl_{pr}}) \cdot (\rho_{sr} \cdot f_{cl_{sr}}) \cdot (\tau_g \cdot f_{cl_g} \cdot \alpha_p \cdot f_{mif}) = 0.554$$

Fonte: Autoria própria

Figura 60 - Perdas por f_{shading}

CÁLCULO DO COMPRIMENTO NECESSÁRIO DE CONCENTRADORES PRIMÁRIOS

Perdas ópticas linha de refletores primários (0) ($f_{\text{npl_row}}(0)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(0)$)

$$L_{\text{endloss_0}} = 2595.515 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_0}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_0}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_0}} = 0.935062339$$

$$P_{\delta_0}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_0}}(L) \cdot \cos_{\text{row_0}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (1e) ($f_{\text{npl_row}}(1 e)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(1 e)$)

$$L_{\text{endloss_1e}} = 2611.0855 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_1e}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_1e}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_1e}} = 0.95029826$$

$$P_{\delta_1e}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_1e}}(L) \cdot \cos_{\text{row_1e}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (2e) ($f_{\text{npl_row}}(2 e)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(2 e)$)

$$L_{\text{endloss_2e}} = 2658.4293 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_2e}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_2e}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_2e}} = 0.9625$$

$$P_{\delta_2e}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_2e}}(L) \cdot \cos_{\text{row_2e}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (3e) ($f_{\text{npl_row}}(3 e)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(3 e)$)

$$L_{\text{endloss_3e}} = 2737.3299 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_3e}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_3e}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_3e}} = 0.971685$$

$$P_{\delta_3e}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_3e}}(L) \cdot \cos_{\text{row_3e}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (4e) ($f_{\text{npl_row}}(4 e)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(4 e)$)

$$L_{\text{endloss_4e}} = 2846.1623 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_4e}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_4e}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_4e}} = 0.977884$$

$$P_{\delta_4e}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_4e}}(L) \cdot \cos_{\text{row_4e}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (5e) ($f_{\text{npl_row}}(5 e)$ e $\cos \delta_{\text{row}}(5 e)$)

$$L_{\text{endloss_5e}} = 2982.2488 \text{ mm}$$

$$f_{\text{npl_row_5e}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss_5e}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row_5e}} = 0.981466$$

$$P_{\delta_5e}(\bar{L}) = f_{\text{npl_row_5e}}(L) \cdot \cos_{\text{row_5e}}$$

Figura 61 - Perdas por fshading

Perdas ópticas linha de refletores primários (6e) ($f_{npl_row}(6 e)$ e $\cos \delta_{row}(6 e)$)

$$L_{endloss_6e} \quad 3142.3333 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_6e}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_6e} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_6e} \quad 0.982917$$

$$P_{\delta_6e}(L) \quad f_{npl_row_6e}(L) \cos_{row_6e}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (7e) ($f_{npl_row}(7 e)$ e $\cos \delta_{row}(7 e)$)

$$L_{endloss_7e} \quad 3323.0142 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_7e}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_7e} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_7e} \quad 0.981744$$

$$P_{\delta_7e}(L) \quad f_{npl_row_7e}(L) \cos_{row_7e}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (8e) ($f_{npl_row}(8 e)$ e $\cos \delta_{row}(8 e)$)

$$L_{endloss_8e} \quad 3521.0532 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_8e}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_8e} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_8e} \quad 0.9814017$$

$$P_{\delta_8e}(L) \quad f_{npl_row_8e}(L) \cos_{row_8e}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (1d) ($f_{npl_row}(1 d)$ e $\cos \delta_{row}(1 d)$)

$$L_{endloss_1d} \quad 2611.0935 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_1d}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_1d} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_1d} \quad 0.9171$$

$$P_{\delta_1d}(L) \quad f_{npl_row_1d}(L) \cos_{row_1d}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (2d) ($f_{npl_row}(2 d)$ e $\cos \delta_{row}(2 d)$)

$$L_{endloss_2d} \quad 2658.4508 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_2d}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_2d} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_2d} \quad 0.8965200$$

$$P_{\delta_2d}(L) \quad f_{npl_row_2d}(L) \cos_{row_2d}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (3d) ($f_{npl_row}(3 d)$ e $\cos \delta_{row}(3 d)$)

$$L_{endloss_3d} \quad 2737.37 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_3d}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_3d} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_3d} \quad 0.8762$$

$$P_{\delta_3d}(L) \quad f_{npl_row_3d}(L) \cos_{row_3d}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (4d) ($f_{npl_row}(4 d)$ e $\cos \delta_{row}(4 d)$)

$$L_{endloss_4d} \quad 2846.2229 \text{ mm}$$

$$f_{npl_row_4d}(L) \quad \frac{L \quad L_{endloss_4d} \quad 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{row_4d} \quad 0.858381$$

$$P_{\delta_4d}(L) \quad f_{npl_row_4d}(L) \cos_{row_4d}$$

Fonte: Autoria própria

Figura 62 – Perdas por f_{shading}

Perdas ópticas linha de refletores primários (5d) ($f_{\text{npL}_{\text{row}}}(5d)$) e $\cos \delta_{\text{row}}(5d)$
 $L_{\text{endloss}_{5d}} = 2982.331 \text{ mm}$

$$f_{\text{npL}_{\text{row}_{5d}}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss}_{5d}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row}_{5d}} = 0.841705$$

$$P_{\delta_{5d}}(L) = f_{\text{npL}_{\text{row}_{5d}}}(L) \cdot \cos_{\text{row}_{5d}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (6d) ($f_{\text{npL}_{\text{row}}}(6d)$) e $\cos \delta_{\text{row}}(6d)$
 $L_{\text{endloss}_{6d}} = 3142.4376 \text{ mm}$

$$f_{\text{npL}_{\text{row}_{6d}}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss}_{6d}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row}_{6d}} = 0.8280$$

$$P_{\delta_{6d}}(L) = f_{\text{npL}_{\text{row}_{6d}}}(L) \cdot \cos_{\text{row}_{6d}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (7d) ($f_{\text{npL}_{\text{row}}}(7d)$) e $\cos \delta_{\text{row}}(7d)$
 $L_{\text{endloss}_{7d}} = 3323.1382 \text{ mm}$

$$f_{\text{npL}_{\text{row}_{7d}}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss}_{7d}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row}_{7d}} = 0.8173$$

$$P_{\delta_{7d}}(L) = f_{\text{npL}_{\text{row}_{7d}}}(L) \cdot \cos_{\text{row}_{7d}}$$

Perdas ópticas linha de refletores primários (8d) ($f_{\text{npL}_{\text{row}}}(8d)$) e $\cos \delta_{\text{row}}(8d)$
 $L_{\text{endloss}_{8d}} = 3521.2005 \text{ mm}$

$$f_{\text{npL}_{\text{row}_{8d}}}(L) = \frac{L \cdot L_{\text{endloss}_{8d}} \cdot 1 \text{ m}}{L}$$

$$\cos_{\text{row}_{8d}} = 0.80928$$

$$P_{\delta_{8d}}(L) = f_{\text{npL}_{\text{row}_{8d}}}(L) \cdot \cos_{\text{row}_{8d}}$$

$$F_{\cos_{\text{fnpL}_e}}(L) = P_{\delta_{1e}}(L) + P_{\delta_{2e}}(L) + P_{\delta_{3e}}(L) + P_{\delta_{4e}}(L) + P_{\delta_{5e}}(L) + P_{\delta_{6e}}(L) + P_{\delta_{7e}}(L) + P_{\delta_{8e}}(L)$$

$$F_{\cos_{\text{fnpL}_d}}(L) = P_{\delta_{1d}}(L) + P_{\delta_{2d}}(L) + P_{\delta_{3d}}(L) + P_{\delta_{4d}}(L) + P_{\delta_{5d}}(L) + P_{\delta_{6d}}(L) + P_{\delta_{7d}}(L) + P_{\delta_{8d}}(L)$$

$$F_{\cos_{\text{fnpL}_t}}(L) = P_{\delta_{0}}(L) + F_{\cos_{\text{fnpL}_e}}(L) + F_{\cos_{\text{fnpL}_d}}(L)$$

$W = 500 \text{ mm}$

Largura dos concentradores primários

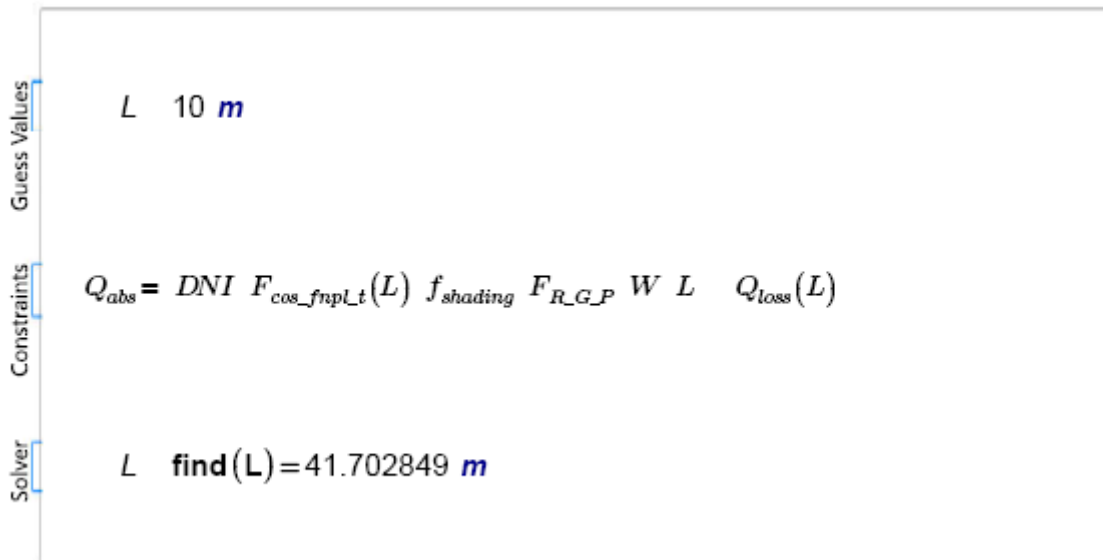
$W_{s \text{ aded}} = 528.30959 \text{ mm}$

$N = 17$

$$f_{s \text{ ading}} = 1 - \frac{W_{s \text{ aded}}}{N \cdot W} = 0.938$$

Fonte: Autoria própria

Figura 63 – Solução da equação



Fonte: Autoria própria

Observação: o DNI utilizado foi DNI médio anual calculado no Apêndice G, 716,84 W/m².

APÊNDICE J – DIMENSIONAMENTO DO CONCENTRADOR SECUNDÁRIO

Figura 64 – Dimensionamento da largura do concentrador secundário

$f = 6 \text{ m}$	Altura do concentrador secundário
$W = 0.5 \text{ m}$	Largura dos refletor primários
$\beta_n := 57.34^\circ$	Inclinação máxima de um refletor primário
$L_{pr-n} := 5.5 \text{ m}$	Distância do refletor primários da extrema esquerda

$$r_i := \left(f - \frac{W}{2} \cdot \sin(\beta_n) \right) \cdot \left(\tan \left(\operatorname{atan} \left(\frac{L_n}{f} \right) \right) - \tan \left(\operatorname{atan} \left(\frac{L_n}{f} - \xi \right) \right) \right) = 26.921 \text{ mm}$$

$$r_c := W \cdot \cos(\beta_n) + W \cdot \sin(\beta_n) \cdot \frac{L_n}{f} = 655.688 \text{ mm}$$

$$r_d := \left(f + \frac{W}{2} \cdot \sin(\beta_n) \right) \cdot \left(\tan \left(\operatorname{atan} \left(\frac{L_n}{f} + \xi \right) \right) - \tan \left(\operatorname{atan} \left(\frac{L_n}{f} \right) \right) \right) = 0.029 \text{ m}$$

$$R := r_i + r_c + r_d = 711.488 \text{ mm}$$

Fonte: Autoria própria

Tabela 39 – Entradas para o desenho do perfil da curva do refletor secundário

r_1	=	35	mm	Raio do tubo absorvedor
r_g	=	62,5	mm	Raio do vidro envelope
$L(r_g \text{ até A})$	=	126		
r_2	=	188,5	mm	
W_{total}	=	11,54	m	Largura total do campo de concentração solar
f	=	6	m	Altura do tubo absorvedor
θ_a	=	43,88	°	Ângulo de abertura
β	=	223,91	°	
$\theta_{0_min} \text{ (curva A-B)}$	=	79,30	°	
$\theta_{0_máx} \text{ (curva A-B)}$	=	133,88	°	-355,94
$\theta_{0_min} \text{ (curva B-C)}$	=	133,88	°	
$\theta_{0_máx} \text{ (curva B-C)}$	=	180	°	

Fonte: Autoria própria

Tabela 40 – Coordenadas do segmento de curva A-B do refletor secundário

θ_0	ρ_0	y_r	z_r	
79,30	185,22	0,00	188,50	Curva A-B
84,76	188,56	-17,63	190,97	
90,22	191,89	-35,72	191,76	
95,67	195,22	-54,13	190,81	
101,13	198,56	-72,68	188,07	
106,59	201,89	-91,19	183,50	
112,05	205,23	-109,48	177,08	
117,51	208,56	-127,37	168,82	
122,96	211,90	-144,66	158,74	
128,42	215,23	-161,18	146,87	
133,88	218,56	-176,73	133,28	

Fonte: Autoria própria

Tabela 41 – Coordenadas do segmento de curva B – C do refletor secundário

θ_0	ρ_0	y_r	z_r	
133,88	218,56	-176,73	133,28	Curva B-C
139,34	222,40	-191,51	118,36	
144,80	227,27	-205,88	102,42	
150,25	233,23	-219,86	85,33	
155,71	240,36	-233,48	66,96	
161,17	248,77	-246,75	47,16	
166,63	258,58	-259,67	25,75	
172,09	269,97	-272,22	2,50	
177,55	283,14	-284,38	-22,84	
183,00	298,35	-296,10	-50,58	
188,46	315,91	-307,32	-81,10	
193,92	336,22	-317,92	-114,85	
199,38	359,77	-327,78	-152,39	
204,84	387,21	-336,70	-194,40	
210,29	419,32	-344,41	-241,74	
215,75	457,15	-350,55	-295,51	
221,21	502,05	-354,63	-357,09	
226,67	555,80	-355,94	-428,30	

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE K – CÁLCULOS DA GERAÇÃO DE POTÊNCIA E EFICIÊNCIAS PARA O PRIMEIRO DIA DAS QUATRO ESTAÇÕES

Tabela 42 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera

Primavera									
07:00					08:00				
W _{shaded_total} (m)		=	4,33		W _{shaded_total} (m)		=	1,72	
n	cos(δ_{row})	L _{endloss}	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	L _{endloss}	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,79	598,72	1,00	0,79	0,86	1262,8	0,99	0,85	
1e	0,82	602,32	1,00	0,82	0,88	1270,4	0,99	0,88	
2e	0,85	613,24	1,00	0,85	0,91	1293,4	0,99	0,90	
3e	0,88	631,44	1,00	0,88	0,93	1331,8	0,99	0,92	
4e	0,90	656,54	1,00	0,90	0,95	1384,8	0,99	0,94	
5e	0,92	687,93	1,00	0,92	0,96	1451,0	0,99	0,95	
6e	0,93	724,85	1,00	0,93	0,97	1528,9	0,99	0,96	
7e	0,95	766,53	1,00	0,95	0,98	1616,8	0,99	0,96	
8e	0,96	812,20	1,00	0,96	0,99	1713,1	0,98	0,97	
1d	0,75	602,32	1,00	0,75	0,83	1270,4	0,99	0,82	
2d	0,72	613,24	1,00	0,72	0,79	1293,4	0,99	0,79	
3d	0,68	631,44	1,00	0,68	0,76	1331,8	0,99	0,76	
4d	0,64	656,54	1,00	0,64	0,73	1384,8	0,99	0,72	
5d	0,60	687,93	1,00	0,60	0,70	1451,0	0,99	0,69	
6d	0,57	724,85	1,00	0,57	0,67	1528,9	0,99	0,66	
7d	0,54	766,53	1,00	0,54	0,64	1616,8	0,99	0,63	
8d	0,51	812,20	1,00	0,51	0,61	1713,1	0,98	0,60	
				13,00					13,99

Fonte: Autoria própria

Tabela 43 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera

Primavera									
09:00					10:00				
W _{shaded_total} (m)		=	0,20		W _{shaded_total}		=	0,00	
n	cos(δ_{row})	L _{endloss}	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x	cos(δ_{row})	L _{endloss}	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x	
0	0,91	1869,60	0,98	0,90	0,96	2372,14	0,97	0,93	
1e	0,94	1880,82	0,98	0,92	0,97	2386,38	0,97	0,94	
2e	0,95	1914,92	0,98	0,93	0,98	2429,65	0,97	0,95	
3e	0,97	1971,76	0,98	0,95	0,99	2501,76	0,96	0,96	
4e	0,98	2050,15	0,97	0,95	1,00	2601,22	0,96	0,96	
5e	0,99	2148,16	0,97	0,96	1,00	2725,58	0,96	0,96	
6e	0,99	2263,46	0,97	0,96	1,00	2871,88	0,96	0,95	
7e	1,00	2393,59	0,97	0,96	1,00	3036,99	0,95	0,95	
8e	1,00	2536,22	0,96	0,96	1,00	3217,96	0,95	0,94	
1d	0,89	1880,82	0,98	0,87	0,94	2386,38	0,97	0,91	
2d	0,86	1914,92	0,98	0,85	0,92	2429,65	0,97	0,89	
3d	0,84	1971,76	0,98	0,82	0,90	2501,76	0,96	0,87	
4d	0,81	2050,15	0,97	0,79	0,88	2601,22	0,96	0,85	
5d	0,78	2148,16	0,97	0,76	0,86	2725,58	0,96	0,82	
6d	0,75	2263,46	0,97	0,73	0,85	2871,88	0,96	0,81	
7d	0,73	2393,59	0,97	0,70	0,87	3036,99	0,95	0,83	
8d	0,71	2536,22	0,96	0,68	0,89	3217,96	0,95	0,84	
				14,69					15,37

Fonte: Autoria própria

Tabela 44 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia da primavera

Primavera									
11:00					12:00				
Wshaded _{total} (m)		=	0,00		Wshaded _{total} (m)		=	0,00	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,99	2711,41	0,96	0,95	1,00	2832,34	0,96	0,96	
1e	1,00	2727,68	0,96	0,95	1,00	2849,34	0,96	0,95	
2e	1,00	2777,14	0,96	0,96	0,99	2901,01	0,95	0,95	
3e	1,00	2859,56	0,96	0,96	0,99	2987,11	0,95	0,94	
4e	1,00	2973,25	0,95	0,95	0,98	3105,86	0,95	0,93	
5e	0,99	3115,40	0,95	0,94	0,97	3254,35	0,95	0,91	
6e	0,99	3282,61	0,95	0,93	0,96	3429,03	0,94	0,90	
7e	0,98	3471,34	0,94	0,92	0,94	3626,17	0,94	0,88	
8e	0,97	3678,19	0,94	0,91	0,93	3842,25	0,93	0,87	
1d	0,98	2727,68	0,96	0,94	1,00	2849,34	0,96	0,95	
2d	0,97	2777,14	0,96	0,93	0,99	2901,01	0,95	0,95	
3d	0,96	2859,56	0,96	0,92	0,99	2987,11	0,95	0,94	
4d	0,98	2973,25	0,95	0,93	0,98	3105,86	0,95	0,93	
5d	0,98	3115,40	0,95	0,93	0,97	3254,35	0,95	0,91	
6d	0,99	3282,61	0,95	0,94	0,96	3429,03	0,94	0,90	
7d	1,00	3471,34	0,94	0,94	0,94	3626,17	0,94	0,88	
8d	1,00	3678,19	0,94	0,93	0,93	3842,25	0,93	0,87	
				15,94					15,63

Fonte: Autoria própria

Tabela 45 – Perdas ópticas às 06:00 e 07:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão

Verão									
06:00					07:00				
Wshaded _{total} (m)		=	5,02		Wshaded _{total} (m)		=	2,40	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,77	2291,63	0,97	0,75	0,84	1561,01	0,99	0,83	
1e	0,80	2305,38	0,97	0,78	0,87	1570,37	0,99	0,85	
2e	0,84	2347,18	0,97	0,81	0,89	1598,85	0,99	0,88	
3e	0,86	2416,85	0,97	0,83	0,91	1646,30	0,98	0,90	
4e	0,89	2512,93	0,96	0,86	0,93	1711,75	0,98	0,92	
5e	0,91	2633,07	0,96	0,87	0,95	1793,59	0,98	0,93	
6e	0,92	2774,40	0,96	0,89	0,96	1889,86	0,98	0,94	
7e	0,94	2933,90	0,95	0,89	0,97	1998,51	0,98	0,95	
8e	0,95	3108,73	0,95	0,90	0,98	2117,60	0,97	0,95	
1d	0,73	2305,38	0,97	0,71	0,81	1570,37	0,99	0,80	
2d	0,70	2347,18	0,97	0,67	0,77	1598,85	0,99	0,76	
3d	0,66	2416,85	0,97	0,64	0,74	1646,30	0,98	0,73	
4d	0,62	2512,93	0,96	0,60	0,70	1711,75	0,98	0,69	
5d	0,58	2633,07	0,96	0,56	0,67	1793,59	0,98	0,66	
6d	0,55	2774,40	0,96	0,53	0,64	1889,86	0,98	0,62	
7d	0,52	2933,90	0,95	0,49	0,61	1998,51	0,98	0,59	
8d	0,49	3108,73	0,95	0,46	0,58	2117,60	0,97	0,57	
				12,24					13,57

Fonte: Autoria própria

Tabela 46 - Perdas ópticas às 08:00 e 09:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão

Verão									
08:00					09:00				
$W_{\text{shaded_total}}$ (m)		=	0,68		$W_{\text{shaded_total}}$ (m)		=	0,00	
n	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	f_{nlp}	$\cos(\delta_{\text{row}}) \times f_{\text{nlp}}$	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	f_{nlp}	$\cos(\delta_{\text{row}}) \times f_{\text{nlp}}$	
0	0,89	935,22	1,00	0,89	0,94	421,13	1,00	0,94	
1e	0,92	940,83	1,00	0,92	0,96	423,66	1,00	0,96	
2e	0,94	957,89	1,00	0,94	0,97	431,34	1,00	0,97	
3e	0,95	986,32	1,00	0,95	0,98	444,14	1,00	0,98	
4e	0,97	1025,53	1,00	0,97	0,99	461,80	1,00	0,99	
5e	0,98	1074,57	1,00	0,98	1,00	483,88	1,00	1,00	
6e	0,99	1132,24	1,00	0,98	1,00	509,85	1,00	1,00	
7e	0,99	1197,34	1,00	0,99	1,00	539,16	1,00	1,00	
8e	1,00	1268,68	0,99	0,99	1,00	571,29	1,00	1,00	
1d	0,87	940,83	1,00	0,87	0,92	423,66	1,00	0,92	
2d	0,84	957,89	1,00	0,84	0,89	431,34	1,00	0,89	
3d	0,81	986,32	1,00	0,81	0,87	444,14	1,00	0,87	
4d	0,78	1025,53	1,00	0,78	0,84	461,80	1,00	0,84	
5d	0,75	1074,57	1,00	0,75	0,82	483,88	1,00	0,82	
6d	0,72	1132,24	1,00	0,72	0,79	509,85	1,00	0,79	
7d	0,69	1197,34	1,00	0,69	0,77	539,16	1,00	0,77	
8d	0,67	1268,68	0,99	0,66	0,77	571,29	1,00	0,77	
				14,71					15,51

Fonte: Autoria própria

Tabela 47 – Perdas ópticas às 10:00 e 11:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão

Verão									
10:00					11:00				
$W_{\text{shaded_total}}$ (m)		=	0,00		$W_{\text{shaded_total}}$ (m)		=	0,00	
n	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	f_{nlp}	$\cos(\delta_{\text{row}}) \times f_{\text{nlp}}$	$\cos(\delta_{\text{row}})$	L_{endloss}	f_{nlp}	$\cos(\delta_{\text{row}}) \times f_{\text{nlp}}$	
0	0,97	33,63	1,00	0,97	0,99	209,54	1,00	0,99	
1e	0,98	33,83	1,00	0,98	1,00	210,80	1,00	1,00	
2e	0,99	34,45	1,00	0,99	1,00	214,62	1,00	1,00	
3e	1,00	35,47	1,00	1,00	1,00	220,99	1,00	1,00	
4e	1,00	36,88	1,00	1,00	1,00	229,78	1,00	1,00	
5e	1,00	38,64	1,00	1,00	0,99	240,77	1,00	0,99	
6e	1,00	40,72	1,00	1,00	0,98	253,69	1,00	0,98	
7e	1,00	43,06	1,00	1,00	0,98	268,27	1,00	0,98	
8e	0,99	45,62	1,00	0,99	0,97	284,26	1,00	0,97	
1d	0,96	33,83	1,00	0,96	0,98	210,80	1,00	0,98	
2d	0,94	34,45	1,00	0,94	0,97	214,62	1,00	0,97	
3d	0,92	35,47	1,00	0,92	0,98	220,99	1,00	0,98	
4d	0,90	36,88	1,00	0,90	0,99	229,78	1,00	0,99	
5d	0,90	38,64	1,00	0,90	0,99	240,77	1,00	0,99	
6d	0,91	40,72	1,00	0,91	1,00	253,69	1,00	1,00	
7d	0,93	43,06	1,00	0,93	1,00	268,27	1,00	1,00	
8d	0,94	45,62	1,00	0,94	1,00	284,26	1,00	1,00	
				16,33					16,83

Fonte: Autoria própria

Tabela 48 - Perdas ópticas às 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do verão

Verão				
12:00				
Wshaded_total (m)		=	0,00	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}
0	1,00	292,40	1,00	1,00
1e	1,00	294,15	1,00	1,00
2e	0,99	299,49	1,00	0,99
3e	0,99	308,38	1,00	0,99
4e	0,98	320,64	1,00	0,98
5e	0,97	335,97	1,00	0,97
6e	0,96	354,00	1,00	0,96
7e	0,94	374,35	1,00	0,94
8e	0,93	396,66	1,00	0,93
1d	1,00	294,15	1,00	1,00
2d	0,99	299,49	1,00	0,99
3d	0,99	308,38	1,00	0,99
4d	0,98	320,64	1,00	0,98
5d	0,97	335,97	1,00	0,97
6d	0,96	354,00	1,00	0,96
7d	0,94	374,35	1,00	0,94
8d	0,93	396,66	1,00	0,93
				16,51

Fonte: Autoria própria

Tabela 49 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono

Outono									
07:00					08:00				
Wshaded_total (m)		=	4,39		Wshaded_total (m)		=	1,75	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,79	651,82	1,00	0,79	0,86	1318,52	0,99	0,85	
1e	0,82	655,73	1,00	0,82	0,88	1326,43	0,99	0,88	
2e	0,85	667,62	1,00	0,85	0,91	1350,48	0,99	0,90	
3e	0,88	687,44	1,00	0,88	0,93	1390,56	0,99	0,92	
4e	0,90	714,77	1,00	0,90	0,94	1445,85	0,99	0,93	
5e	0,92	748,94	1,00	0,92	0,96	1514,97	0,99	0,95	
6e	0,93	789,14	1,00	0,93	0,97	1596,29	0,99	0,96	
7e	0,95	834,51	1,00	0,95	0,98	1688,06	0,98	0,96	
8e	0,96	884,24	1,00	0,96	0,98	1788,65	0,98	0,97	
1d	0,75	655,73	1,00	0,75	0,83	1326,43	0,99	0,82	
2d	0,71	667,62	1,00	0,71	0,79	1350,48	0,99	0,79	
3d	0,68	687,44	1,00	0,68	0,76	1390,56	0,99	0,75	
4d	0,64	714,77	1,00	0,64	0,73	1445,85	0,99	0,72	
5d	0,60	748,94	1,00	0,60	0,69	1514,97	0,99	0,69	
6d	0,57	789,14	1,00	0,57	0,66	1596,29	0,99	0,65	
7d	0,54	834,51	1,00	0,54	0,64	1688,06	0,98	0,62	
8d	0,51	884,24	1,00	0,51	0,61	1788,65	0,98	0,60	
				12,98					13,95

Fonte: Autoria própria

Tabela 50 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono

Outono									
09:00					10:00				
W _{shaded_total} (m)		=	0,22		W _{shaded_total} (m)		=	0,00	
n	cos($\bar{\delta}_{row}$)	L _{endloss}	f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$) x f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$)	L _{endloss}	f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$) x f _{nlp}	
0	0,91	1929,42	0,98	0,89	0,96	2437,27	0,97	0,93	
1e	0,93	1941,00	0,98	0,91	0,97	2451,89	0,97	0,94	
2e	0,95	1976,19	0,98	0,93	0,98	2496,36	0,96	0,95	
3e	0,97	2034,85	0,98	0,94	0,99	2570,45	0,96	0,96	
4e	0,98	2115,74	0,97	0,95	1,00	2672,64	0,96	0,96	
5e	0,99	2216,90	0,97	0,96	1,00	2800,41	0,96	0,96	
6e	0,99	2335,89	0,97	0,96	1,00	2950,72	0,95	0,95	
7e	1,00	2470,18	0,96	0,96	1,00	3120,37	0,95	0,95	
8e	1,00	2617,38	0,96	0,96	1,00	3306,31	0,94	0,94	
1d	0,89	1941,00	0,98	0,87	0,94	2451,89	0,97	0,91	
2d	0,86	1976,19	0,98	0,84	0,92	2496,36	0,96	0,89	
3d	0,84	2034,85	0,98	0,82	0,90	2570,45	0,96	0,87	
4d	0,81	2115,74	0,97	0,79	0,88	2672,64	0,96	0,84	
5d	0,78	2216,90	0,97	0,76	0,86	2800,41	0,96	0,82	
6d	0,75	2335,89	0,97	0,73	0,85	2950,72	0,95	0,81	
7d	0,73	2470,18	0,96	0,70	0,87	3120,37	0,95	0,82	
8d	0,70	2617,38	0,96	0,68	0,89	3306,31	0,94	0,84	
				14,65					15,33

Fonte: Autoria própria

Tabela 51 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do outono

Outono									
11:00					12:00				
W _{shaded_total} (m)		=	0,00		W _{shaded_total} (m)		=	0,00	
n	cos($\bar{\delta}_{row}$)	L _{endloss}	f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$) x f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$)	L _{endloss}	f _{nlp}	cos($\bar{\delta}_{row}$) x f _{nlp}	
0	0,99	2781,04	0,96	0,95	1,00	2904,39	0,95	0,95	
1e	1,00	2797,72	0,96	0,95	1,00	2921,82	0,95	0,95	
2e	1,00	2848,45	0,96	0,96	0,99	2974,80	0,95	0,95	
3e	1,00	2932,99	0,95	0,95	0,99	3063,09	0,95	0,94	
4e	1,00	3049,60	0,95	0,95	0,98	3184,87	0,95	0,93	
5e	0,99	3195,40	0,95	0,94	0,97	3337,13	0,94	0,91	
6e	0,99	3366,91	0,94	0,93	0,96	3516,25	0,94	0,90	
7e	0,98	3560,48	0,94	0,92	0,94	3718,41	0,93	0,88	
8e	0,97	3772,64	0,93	0,91	0,93	3939,98	0,93	0,87	
1d	0,98	2797,72	0,96	0,94	1,00	2921,82	0,95	0,95	
2d	0,97	2848,45	0,96	0,93	0,99	2974,80	0,95	0,95	
3d	0,96	2932,99	0,95	0,92	0,99	3063,09	0,95	0,94	
4d	0,98	3049,60	0,95	0,93	0,98	3184,87	0,95	0,93	
5d	0,98	3195,40	0,95	0,93	0,97	3337,13	0,94	0,91	
6d	0,99	3366,91	0,94	0,93	0,96	3516,25	0,94	0,90	
7d	1,00	3560,48	0,94	0,93	0,94	3718,41	0,93	0,88	
8d	1,00	3772,64	0,93	0,93	0,93	3939,98	0,93	0,87	
				15,90					15,60

Fonte: Autoria própria

Tabela 52 – Perdas ópticas às 07:00 e 08:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno

Inverno									
07:00					08:00				
Wshaded _{total} (m)		=	7,13		Wshaded _{total} (m)		=	3,79	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,72	3124,65	0,95	0,68	0,80	4051,81	0,93	0,74	
1e	0,76	3143,40	0,95	0,72	0,83	4076,12	0,93	0,77	
2e	0,79	3200,40	0,95	0,75	0,86	4150,03	0,92	0,80	
3e	0,82	3295,38	0,94	0,78	0,89	4273,20	0,92	0,82	
4e	0,85	3426,40	0,94	0,80	0,91	4443,09	0,92	0,83	
5e	0,87	3590,21	0,94	0,82	0,93	4655,51	0,91	0,85	
6e	0,89	3782,91	0,93	0,83	0,94	4905,39	0,91	0,85	
7e	0,91	4000,40	0,93	0,84	0,95	5187,41	0,90	0,86	
8e	0,92	4238,78	0,92	0,85	0,96	5496,52	0,89	0,86	
1d	0,68	3143,40	0,95	0,65	0,77	4076,12	0,93	0,71	
2d	0,64	3200,40	0,95	0,61	0,73	4150,03	0,92	0,68	
3d	0,60	3295,38	0,94	0,57	0,69	4273,20	0,92	0,64	
4d	0,56	3426,40	0,94	0,53	0,66	4443,09	0,92	0,60	
5d	0,52	3590,21	0,94	0,49	0,62	4655,51	0,91	0,57	
6d	0,49	3782,91	0,93	0,45	0,59	4905,39	0,91	0,53	
7d	0,45	4000,40	0,93	0,42	0,56	5187,41	0,90	0,50	
8d	0,42	4238,78	0,92	0,39	0,53	5496,52	0,89	0,47	
				11,19					12,09

Fonte: Autoria própria

Tabela 53 – Perdas ópticas às 09:00 e 10:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno

Inverno									
09:00					10:00				
Wshaded _{total} (m)		=	1,15		Wshaded _{total} (m)		=	0,00	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	cos(δ_{row})	Lendloss	f _{nlp}	cos(δ_{row}) x f _{nlp}	
0	0,87	5046,65	0,90	0,79	0,94	6015,94	0,88	0,83	
1e	0,90	5076,93	0,90	0,81	0,96	6052,04	0,88	0,84	
2e	0,92	5168,99	0,90	0,83	0,97	6161,78	0,88	0,85	
3e	0,94	5322,40	0,90	0,84	0,98	6344,66	0,87	0,86	
4e	0,96	5534,00	0,89	0,85	0,99	6596,90	0,87	0,86	
5e	0,97	5798,58	0,88	0,86	1,00	6912,30	0,86	0,85	
6e	0,98	6109,81	0,88	0,86	1,00	7283,30	0,85	0,85	
7e	0,99	6461,08	0,87	0,86	1,00	7702,04	0,84	0,84	
8e	0,99	6846,08	0,86	0,85	1,00	8160,99	0,83	0,83	
1d	0,85	5076,93	0,90	0,76	0,92	6052,04	0,88	0,81	
2d	0,82	5168,99	0,90	0,74	0,89	6161,78	0,88	0,78	
3d	0,79	5322,40	0,90	0,70	0,87	6344,66	0,87	0,76	
4d	0,75	5534,00	0,89	0,67	0,84	6596,90	0,87	0,73	
5d	0,72	5798,58	0,88	0,64	0,82	6912,30	0,86	0,70	
6d	0,69	6109,81	0,88	0,61	0,79	7283,30	0,85	0,67	
7d	0,67	6461,08	0,87	0,58	0,77	7702,04	0,84	0,65	
8d	0,64	6846,08	0,86	0,55	0,77	8160,99	0,83	0,64	
				12,81					13,34

Fonte: Autoria própria

Tabela 54 – Perdas ópticas às 11:00 e 12:00 (hora solar) para o primeiro dia do inverno

Inverno									
11:00					12:00				
Wshaded _{total} (m)		=	0,00		Wshaded _{total} (m)		=	0,00	
n	cos(δ_{row})	Lendloss	fnlp	cos(δ_{row}) x fnlp	cos(δ_{row})	Lendloss	fnlp	cos(δ_{row}) x fnlp	
0	0,98	6773,55	0,86	0,85	1,00	7069,95	0,85	0,85	
1e	0,99	6814,19	0,86	0,85	1,00	7112,38	0,85	0,85	
2e	1,00	6937,75	0,86	0,86	0,99	7241,35	0,85	0,85	
3e	1,00	7143,66	0,85	0,85	0,99	7456,26	0,85	0,83	
4e	1,00	7427,67	0,85	0,85	0,98	7752,70	0,84	0,82	
5e	1,00	7782,78	0,84	0,84	0,97	8123,35	0,83	0,80	
6e	0,99	8200,51	0,83	0,82	0,96	8559,36	0,82	0,78	
7e	0,99	8671,98	0,82	0,81	0,94	9051,46	0,81	0,76	
8e	0,98	9188,73	0,80	0,79	0,93	9590,82	0,79	0,74	
1d	0,97	6814,19	0,86	0,84	1,00	7112,38	0,85	0,85	
2d	0,96	6937,75	0,86	0,82	0,99	7241,35	0,85	0,85	
3d	0,94	7143,66	0,85	0,80	0,99	7456,26	0,85	0,83	
4d	0,94	7427,67	0,85	0,80	0,98	7752,70	0,84	0,82	
5d	0,96	7782,78	0,84	0,80	0,97	8123,35	0,83	0,80	
6d	0,97	8200,51	0,83	0,80	0,96	8559,36	0,82	0,78	
7d	0,98	8671,98	0,82	0,80	0,94	9051,46	0,81	0,76	
8d	0,98	9188,73	0,80	0,79	0,93	9590,82	0,79	0,74	
				13,96					13,73

Fonte: Autoria própria

Tabela 55 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia da primavera

Início da Primavera									
FR _{G,P}	=	0,55	Fator de perda pelas características dos materiais						
W	=	0,50 (m)	Largura dos concentradores primários						
L	=	41,70 (m)	Comprimento dos concentradores primários						
Q _{loss}	=	3,06 (kW)	Perdas Térmicas						
N	=	17,00	Número de fileiras de concentradores primários						
Início da Primavera									
Hora solar	Hora local	DNI (w/m ²)	F _{cos_fnpl_t}	F _{shading}	Q _{abs} (kW)	$\eta_{t\acute{e}rmico}$	$\eta_{materiais}$	$\eta_{\acute{o}ptico}$	η_{global}
07:00:00	07:23:24	187,74	13,00	0,49	10,76	0,72	0,55	0,37	0,16
08:00:00	08:23:24	432,95	13,99	0,80	52,73	0,94	0,55	0,66	0,34
09:00:00	09:23:24	659,93	14,69	0,98	106,25	0,97	0,55	0,84	0,45
10:00:00	10:23:24	839,50	15,37	1,00	145,94	0,98	0,55	0,90	0,49
11:00:00	11:23:24	953,98	15,94	1,00	172,56	0,98	0,55	0,94	0,51
12:00:00	12:23:24	993,25	15,63	1,00	176,30	0,98	0,55	0,92	0,50
13:00:00	13:23:24	953,98	15,94	1,00	172,56	0,98	0,55	0,94	0,51
14:00:00	14:23:24	839,50	15,37	1,00	145,94	0,98	0,55	0,90	0,49
15:00:00	15:23:24	659,93	14,69	0,98	106,25	0,97	0,55	0,84	0,45
16:00:00	16:23:24	432,95	13,99	0,80	52,73	0,94	0,55	0,66	0,34
17:00:00	17:23:24	187,74	13,00	0,49	10,76	0,72	0,55	0,37	0,16

Fonte: Autoria própria

Tabela 56 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do verão

Início do Verão									
Hora solar	Hora local	DNI (w/m ²)	$F_{cos_fnpl_t}$	$F_{shading}$	Q_{abs} (kW)	$\eta_{térmico}$	$\eta_{materiais}$	$\eta_{óptico}$	η_{global}
06:00:00	07:28:30	128,24	12,24	0,41	4,35	0,30	0,55	0,29	0,10
07:00:00	08:28:30	368,89	13,57	0,72	38,42	0,92	0,55	0,57	0,29
08:00:00	09:28:30	617,50	14,71	0,92	93,48	0,97	0,55	0,80	0,43
09:00:00	10:28:30	839,85	15,51	1,00	147,40	0,98	0,55	0,91	0,50
10:00:00	11:28:30	1013,84	16,33	1,00	188,17	0,98	0,55	0,96	0,52
11:00:00	12:28:30	1124,28	16,83	1,00	215,45	0,99	0,55	0,99	0,54
12:00:00	13:28:30	1162,09	16,51	1,00	218,57	0,99	0,55	0,97	0,53
13:00:00	14:28:30	1124,28	16,83	1,00	215,45	0,99	0,55	0,99	0,54
14:00:00	15:28:30	1013,84	16,33	1,00	188,17	0,98	0,55	0,96	0,52
15:00:00	16:28:30	839,85	15,51	1,00	147,40	0,98	0,55	0,91	0,50
16:00:00	17:28:30	617,50	14,71	0,92	93,48	0,97	0,55	0,80	0,43
17:00:00	18:28:30	368,89	13,57	0,72	38,42	0,92	0,55	0,57	0,29
18:00:00	19:28:30	128,24	12,24	0,41	4,35	0,30	0,55	0,29	0,10

Fonte: Autoria própria

Tabela 57 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do outono

Início do Outono									
Hora solar	Hora local	DNI (w/m ²)	$F_{cos_fnpl_t}$	$F_{shading}$	Q_{abs} (kW)	$\eta_{térmico}$	$\eta_{materiais}$	$\eta_{óptico}$	η_{global}
07:00:00	07:38:51	186,232	12,98	0,48	10,46	0,71	0,55	0,37	0,16
08:00:00	08:38:51	434,82	13,95	0,79	52,56	0,94	0,55	0,65	0,34
09:00:00	09:38:51	665,25	14,65	0,97	106,69	0,97	0,55	0,84	0,45
10:00:00	10:38:51	847,63	15,33	1,00	147,02	0,98	0,55	0,90	0,49
11:00:00	11:38:51	963,92	15,90	1,00	174,02	0,98	0,55	0,94	0,51
12:00:00	12:38:51	1003,81	15,60	1,00	177,83	0,98	0,55	0,92	0,50
13:00:00	13:38:51	963,92	15,90	1,00	174,02	0,98	0,55	0,94	0,51
14:00:00	14:38:51	847,63	15,33	1,00	147,02	0,98	0,55	0,90	0,49
15:00:00	15:38:51	665,25	14,65	0,97	106,69	0,97	0,55	0,84	0,45
16:00:00	16:38:51	434,82	13,95	0,79	52,56	0,94	0,55	0,65	0,34
17:00:00	17:38:51	186,232	12,98	0,48	10,46	0,71	0,55	0,37	0,16

Fonte: Autoria própria

Tabela 58 – Cálculo do Q_{abs} e eficiências para o primeiro dia do inverno

Início do Inverno									
Hora solar	Hora local	DNI (w/m ²)	$F_{cos_fnpl_t}$	$F_{shading}$	Q_{abs} (kW)	$\eta_{térmico}$	$\eta_{materiais}$	$\eta_{óptico}$	η_{global}
07:00:00	07:32:01	13,896	11,19	0,16	0,00	0,00	0,55	0,11	0,00
08:00:00	08:32:01	179,00	12,09	0,55	10,80	0,72	0,55	0,39	0,17
09:00:00	09:32:01	364,69	12,81	0,86	43,58	0,93	0,55	0,65	0,34
10:00:00	10:32:01	517,29	13,34	1,00	76,66	0,96	0,55	0,78	0,42
11:00:00	11:32:01	615,95	13,96	1,00	96,24	0,97	0,55	0,82	0,44
12:00:00	12:32:01	649,97	13,73	1,00	100,00	0,97	0,55	0,81	0,43
13:00:00	13:32:01	615,95	13,96	1,00	96,24	0,97	0,55	0,82	0,44
14:00:00	14:32:01	517,29	13,34	1,00	76,66	0,96	0,55	0,78	0,42
15:00:00	15:32:01	364,69	12,81	0,86	43,58	0,93	0,55	0,65	0,34
16:00:00	16:32:01	179,00	12,09	0,55	10,80	0,72	0,55	0,39	0,17
17:00:00	17:32:01	13,896	11,19	0,16	0,00	0,00	0,55	0,11	0,00

Fonte: Autoria própria

APÊNDICE L – CÁLCULOS DA ENERGIA NECESSÁRIA PARA O AQUECIMENTO DA ÁGUA NO INÍCIO DA MANHÃ

Figura 65 – Cálculo da energia necessária para o aquecimento da água de 60 °C a líquido saturado à 150 °C

$$Q_{\text{aquecimento}} = m_w \cdot c_{p_w} \cdot (T_{w_out} - T_{w_in}) \quad \text{Equação para o cálculo da energia necessária para o aquecimento da água}$$

A massa de água utilizada no cálculo será a massa referente ao volume de água necessário para preencher o tubo absorvedor, massa de um volume mínimo de água no reservatório e a massa do volume de água para preencher a tubulação em circuito fechado com o mesmo diâmetro do tubo absorvedor.

$d := 70 \text{ mm}$	Diâmetro do tubo absorvedor e da tubulação
$L := 41.70 \text{ m} + 2 \text{ m}$	Comprimento do tubo absorvedor (campo solar mais um metro de tubo absorvedor para Norte e um metro para Sul).
$L_t := L + 6 \text{ m} + 6 \text{ m} + 2 \text{ m} = 57.7 \text{ m}$	Comprimento de tubulação
$\rho_{w_in} := 997.1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Densidade da água à 25°C e 101,3 kPa (1 ATM)
$V_R := 100 \text{ L}$	Volume mínimo de água no reservatório mais volume de água em tubulações
$m_w := \left(\left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \right) \cdot (L + L_t) + V_R \right) \cdot \rho_{w_in} = 488.811 \text{ kg}$	Massa de água para ser aquecida
$c_{p_w} := 4312 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Calor específico da água à pressão constante (150 °C)
$c_{p_{t_w_in}} := 4183 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Calor específico da água à pressão constante (60 °C)
$c_{p_{\text{médio}}} := \frac{c_{p_w} + c_{p_{t_w_in}}}{2} = 4247.5 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	Calor específico médio
$T_{w_out} := 150 \text{ °C} = 423.15 \text{ K}$	Temperatura de consumo de vapor
$T_{w_in} := 60 \text{ °C} = 333.15 \text{ K}$	Temperatura da água no início da manhã
$Q_{\text{aquecimento}} := m_w \cdot c_{p_w} \cdot (T_{w_out} - T_{w_in}) = (1.897 \cdot 10^8) \text{ J}$	
$Q := \frac{Q_{\text{aquecimento}}}{J} = 189697872.215 \quad (\text{Joules})$	

Fonte: Autoria própria

**APÊNDICE M – CÁLCULOS DO TEMPO NECESSÁRIO PARA O AQUECIMENTO
DA ÁGUA NO INÍCIO DA MANHÃ E PRODUÇÃO DE POTÊNCIA E ENERGIA
PARA OS DIAS ESTUDADOS**

Figura 66 – Aquecimento da água no início da manhã do primeiro dia da primavera e do verão

Obs: Equações válidas para as 4 primeiras horas

Primavera: $Q_{abs}(t) := 10059.2 + 11.1617 \cdot t + 0.000498539 \cdot t^2 - 3.37119 \cdot 10^{-8} \cdot t^3$

$$t_f := 10000$$

$$\int_0^{t_f} 10059.2 + 11.1617 \cdot t + 0.000498539 \cdot t^2 - 3.37119 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 dt = Q$$

$$t_f := \text{find}(t_f) \cdot s = 4784.945 \text{ s}$$

$$T := t_f = 1.329 \text{ hr} \qquad t := \frac{T}{s} = 4784.945 \qquad Q_{abs}(t) = 71188.422$$

Verão: $Q_{abs}(t) := 3009.21 + 8.30028 \cdot t + 0.000815505 \cdot t^2 - 3.42404 \cdot 10^{-8} \cdot t^3$

$$t_f := 10000$$

$$\int_0^{t_f} 3009.21 + 8.30028 \cdot t + 0.000815505 \cdot t^2 - 3.42404 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 dt = Q$$

$$t_f := \text{find}(t_f) \cdot s = 5648.672 \text{ s}$$

$$T := t_f = 1.569 \text{ hr} \qquad t := \frac{T}{s} = 5648.672 \qquad Q_{abs}(t) = 69744.178$$

Fonte: Autoria própria

Figura 67 - Figura 68 – Aquecimento da água no início da manhã do primeiro dia do outono e do inverno

Outono: $Q_{abs}(t) := 10456.7 + 7.6328 \cdot t + 0.00146043 \cdot t^2 - 9.22537 \cdot 10^{-8} \cdot t^3$

$$t_f := 10000$$

$$\int_0^{t_f} 10456.7 + 7.6328 \cdot t + 0.00146043 \cdot t^2 - 9.22537 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 dt = Q$$

$$t_f := \text{find}(t_f) \cdot s = 4939.397 \text{ s}$$

$$T := t_f = 1.372 \text{ hr}$$

$$t := \frac{T}{s} = 4939.397$$

$$Q_{abs}(t) = 72671.719$$

Inverno: $Q_{abs}(t) := 1.4822 \cdot 10^{-323} - 2.06105 \cdot t + 0.00168482 \cdot t^2 - 7.74758 \cdot 10^{-8} \cdot t^3$

$$t_f := 10000$$

$$\int_0^{t_f} 1.4822 \cdot 10^{-323} - 2.06105 \cdot t + 0.00168482 \cdot t^2 - 7.74758 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 dt = Q$$

$$t_f := \text{find}(t_f) \cdot s = 8849.139 \text{ s}$$

$$T := t_f = 2.458 \text{ hr}$$

$$t := \frac{T}{s} = 8849.139$$

$$Q_{abs}(t) = 60008.126$$

Fonte: Autoria própria

Tabela 59 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia da primavera

	Hora solar	Tempo (s)	Q_{abs} (W)	Área abaixo da curva (J)
Aquecimento	07:23:24	0	10760,5565	189697872,2150
	08:23:24	3600	52733,8534	
	08:45:01	4921,875	73053,0509	
Geração de vapor	08:45:01	4921,875	73053,0509	3921651527,3538
	09:23:24	7200	106253,464	
	10:23:24	10800	145940,89	
	11:23:24	14400	172563,301	
	12:23:24	18000	176297,925	
	13:23:24	21600	172563,301	
	14:23:24	25200	145940,89	
	15:23:24	28800	106253,464	
	16:23:24	32400	52733,8534	
	17:23:24	36000	10760,5565	

Fonte: Autoria própria

Tabela 60 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do verão

	Hora solar	Tempo (s)	Q_{abs} (W)	Area abaixo da curva (J)
Aquecimento	07:28:30	0	4352,15869	189697872,2150
	08:28:30	3600	38415,289	
	09:02:38	5648,672	69744,178	
Geração de vapor	09:02:38	5648,672	69744,178	5529787212,0898
	09:28:30	7200	93479,1004	
	10:28:30	10800	147395,117	
	11:28:30	14400	188174,55	
	12:28:30	18000	215447,976	
	13:28:30	21600	218569,633	
	14:28:30	25200	215447,976	
	15:28:30	28800	188174,55	
	16:28:30	32400	147395,117	
	17:28:30	36000	93479,1004	
	18:28:30	39600	38415,289	
19:28:30	43200	4352,15869		

Fonte: Autoria própria

Tabela 61 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do outono

	Hora solar	Tempo (s)	Q_{abs} (W)	Area abaixo da curva (J)
Aquecimento	07:38:51	0	10456,7396	189697872,2150
	08:38:51	3600	52557,8436	
	09:01:00	4939,397	72671,719	
Geração de vapor	09:01:00	4939,397	72671,719	3946191122,5514
	09:38:51	7200	106688,21	
	10:38:51	10800	147022,702	
	11:38:51	14400	174017,072	
	12:38:51	18000	177829,659	
	13:38:51	21600	174017,072	
	14:38:51	25200	147022,702	
	15:38:51	28800	106688,21	
	16:38:51	32400	52557,8436	
	17:38:51	36000	10456,7396	

Fonte: Autoria própria

Tabela 62 – Produção de potência e energia para o período de aquecimento e geração de vapor para o primeiro dia do inverno

	Hora solar	Tempo (s)	Q_{abs} (W)	Area abaixo da curva (J)
Aquecimento	07:32:01	0	0	189697872,2150
	08:32:01	3600	10800,7889	
	09:32:01	7200	43583,8787	
	09:59:30	8849,139	60008,126	
Geração de vapor	09:59:30	8849,139	60008,126	1806761966,7340
	10:32:01	10800	76660,9943	
	11:32:01	14400	96239,0967	
	12:32:01	18000	100002,66	
	13:32:01	21600	96239,0967	
	14:32:01	25200	76660,9943	
	15:32:01	28800	43583,8787	
	16:32:01	32400	10800,7889	
	17:32:01	36000	0	

Fonte: Autoria própria

ANEXO 1 – TABELA DE CONSUMO DE VAPOR PARA DIFERENTES INDÚSTRIAS

Tabela 63 – Tabela de consumo de vapor para alguns consumidores de vapor típicos

Industry	Application	Operating Pressure		Consumption production		Consumption maximum	
		<i>psig</i>	<i>bar</i>	<i>lb/h</i>	<i>kg/h</i>	<i>lb/h</i>	<i>kg/h</i>
Bakeries	Dough room trough, 8 ft long	10	1	5	2		
	Proof Boxes, 500 cu ft capacity	10	1	10	5		
	Ovens		0		0		
	White bread, 120 sq ft surface	10	1	30	14		
	Rye bread, 10 sq ft surface	10	1	60	27		
Breweries	Bottle washing, normal size 100 bottles/min	5	0.3	300	136		
Candy and Chocolate	Candy cooking, 30 gal cooker, 1 hour	70	5	45	20		
	Chocolate melting, jacketed, 24 inch diameter	70	5	30	14		
	Candy kettle per sq ft of jacket	70	5		0	60	27
Creameries and Dairies	Milk quarts per 100 cases per hr	5	0.3	60	27		
	Creamery cans 3 per min	50	3	300	136		
	Pasteurizer per 100 gal heated 20 min	50	3	250	113		
Hospitals	ills per 100 gal distilled water	50	3	100	45		
	Sterilizers bed pan	50	3	5	2		
	Sterilizers instruments per 100 cu inch	50	3	5	2		
	Sterilizers water per 10 gal	50	3	5	2		
	Disinfecting ovens 100 cu ft, per 10 cu ft	50	3	25	11		
Laundry	Vacuum stills per 10 gal	100	7	15	7		
	Spotting board	100	7	30	14		
	Jacket, dress finisher	100	7	50	23		
	Steam Irons	100	7	5	2		
	Flat iron worker, 48" * 120"	100	7	300	136		
Plastic Molding	12 to 15 sq ft platen surface	125	9	30	14		
Paper Production	Corrugators per 1000 sq ft	175	12	30	14		
	Wood pulp paper per 10 lb paper	50	3	400	181		
Restaurants	Dishwasher	20	1	70	32		
	Standard steam tables per ft length	20	1	40	18		
	Bain Marie per ft length 30 " wide	20	1	15	7		
	Oyster steamers	20	1	15	7		

	Clam and lobster steamer	20	1	30	14		
	Steam jacket kettle 10 gal	20	1	15	7	100	45
	Steam jacket kettle 60 gal	20	1	60	27	200	91
	Plate and dish warmers per 100 sq ft	20	1	60	27		
	Warming ovens per 20 cu ft	20	1	30	14		
	Vegetable steamer	20	1	30	14		
	Potato Steamer	20	1	30	14		
Tire Shops	Truck molds	100	7	90	41		
	Passenger molds	100	7	30	14		

Fonte: https://www.engineeringtoolbox.com/steam-consumption-d_289.html