Marcos Daniel dos Santos Esteves

MODELAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO BETÃO EM MASSA

APLICAÇÃO A UMA BARRAGEM DE BCC

Orientador: Prof. Doutor Manuel dos Santos Fonseca (ULHT)

Co-orientadora: Doutora Noemi Schclar Leitão (LNEC)

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia e Ciências Naturais

Lisboa 2011

Marcos Daniel dos Santos Esteves

MODELAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DO BETÃO EM MASSA

APLICAÇÃO A UMA BARRAGEM DE BCC

Dissertação elaborada no Laboratório Nacional de Engenharia Civil no âmbito do Protocolo de Parceria entre a Universidade Lusófona e o Laboratório, para obtenção do grau de Mestre na especialização de Construção e Estruturas do Mestrado em Engenharia Civil da ULHT

Orientador: Prof. Doutor Manuel dos Santos Fonseca (ULHT)

Co-orientadora: Doutora Noemi Schclar Leitão (LNEC)

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Faculdade de Engenharia e Ciências Naturais

Lisboa 2011

Agradecimentos

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado com o apoio continuado da Investigadora do Laboratório Nacional de Engenharia Civil Doutora Noemi Schclar Leitão, a quem agradeço toda a simpatia, sensibilidade e disponibilidade para partilhar os seus conhecimentos, incentivando-me sempre nos diferentes passos que foram necessários para fazer esta dissertação.

Agradeço ao meu Orientador Professor Doutor Manuel Fonseca pela amabilidade e rapidez com que sempre me atendeu e respondeu às questões colocadas, transmitindo-me confiança e ânimo para seguir em frente e enriquecer os meus conhecimentos.

Apresento um agradecimento especial à minha família, assim como durante toda a minha vida, me encorajou e apoiou incondicionalmente.

A minha gratidão estende-se também aos meus amigos, que sempre me acompanharam com toda a paciência e compreensão.

Resumo

A presente dissertação tem como objectivo efectuar o estudo do comportamento térmico de estruturas com betão em massa através do Método de Schmidt e compará-lo com outros métodos.

A análise do comportamento do betão reveste-se de extrema importância em diversos domínios, de entre os quais se pode referir o que visa evitar a fissuração de origem térmica decorrente do calor de hidratação.

Pelo motivo enunciado torna-se necessária dispor de metodologias de análise que requerem a mobilização de meios de cálculo.

Existem diferentes métodos para o cálculo das temperaturas: uns mais simples, outros mais complexos, uns mais rápidos, outros mais demorados, uns mais onerosos e outros mais económicos.

O conhecimento dos vários métodos permite adequá-los à especificidade de cada obra.

Para realizar os vários procedimentos pode recorrer-se a programas informáticos de cálculo, como por o Excel ou utilizar Software Específico.

Nesta dissertação apresenta-se uma metodologia de cálculo baseada no Método de Schmidt e faz-se a comparação com o Método de Solução Analítica.

Utiliza-se também este Método no cálculo das temperaturas das várias camadas de uma barragem.

O Método de Schmidt é ainda aplicado a um caso real de uma barragem da Tailândia construída em Betão Compactado com Cilindros e os resultados obtidos são comparados com outros Métodos de Análise Numérica de Barragens.

Palavras-Chave: Betão em Massa; Método de Schmidt; Temperaturas; Geração de calor; Barragens.

Abstract

In this dissertation it is made the study of a thermal analysis in mass concrete structures by the Method of Schmidt to compare it with other methods.

The analysis of concrete is extremely important in many areas, specially the one that refers to prevention of cracking from thermal sources due to the heat of hydration.

For this reason, it is necessary to have analysis methods that require the mobilization of means of calculation.

There are different methods for calculating the temperature: some are simpler, others more complex, some faster, some take longer, some are more expensive and some more economical.

The knowledge of various methods allows adapt them to specific work. It's possible to calculate the diferent procedures using computer programs, for example, Excel or other specific softwares.

This dissertation presents a methodology of calculation based on the method of Schmidt and makes the comparison with the Analytical Solution Method.

This method also used in the temperature calculation of diferents layers of a dam.

The Schmidt method is also applied to a real case of a dam constructed in Thailand by the roller compacted concrete and the results are compared with other Numerical Analysis of Dams methods.

Key-words: Mass Concrete; Schmidt method, temperatures, heat generation; Dams.

Índice Geral

Agradecimentos 2
Resumo 3
Abstract 4
Índice 5

Índice

1. Introdução 9
2. Equações Fundamentais da Transmissão de Calor 12
2.1. Leis de transmissão de calor 12
2.1.1. Condução 12
2.1.2. Convecção 13
2.1.3. Radiação 14
2.2. Equação diferencial de calor 16
2.3. Condições iniciais e de fronteira 20
3. Resolução da equação da condução de calor considerando o Método de Schmidt 21
3.1. Introdução 21
3.2. Formulação do Método de Schmidt como caso particular do Método das Diferenças Finitas 22
3.2.1. O Método das Diferenças Finitas aplicado ao problema de transmissão de calor unidimensional 22
3.2.2. O Método de Schmidt 29
3.3. Aplicação do Método de Schmidt para o cálculo das barragens 43
4. Cálculo da elevação da temperatura durante a construção de uma barragem de BCC 51
4.1. Propriedades Térmicas dos Materiais dos Betões 51
4.2. Betão Compactado com Cilindros – BCC 54
4.3. Elevação Adiabática de Temperatura 58
4.4. Barragem Objecto de Estudo (Tha Dam) 60
4.5. Definições Geométricas da Barragem THA DAM 61
4.6. Procedimento e Faseamento da Construção 62
4.7. Características dos Materiais Utilizados 64
4.8. Instrumentação e Leituras 67

4.9. Aplicação do Método de Schmidt à Barragem de Tha Dam..... 67
4.10. Comparação dos Resultados 71
5. Conclusão..... 75
6. Referências 77
6.1. Bibliografia 77
6.2. Sites de internet 79
APÊNDICES..... i
APÊNDICE I ii
APÊNDICE II iii
APÊNDICE III v
APÊNDICE IV..... ix

Lista de Figuras

Figura 2.1: Elemento de volume para a dedução da condução de calor [10] 16
Figura 3.1: Derivada de uma função Çengel [3] 22
Figura 3.2: Representação esquemática dos nós e temperaturas utilizada no desenvolvimento da formulação das diferenças finitas, numa parede plana [3] 24
Figura 3.3: Descrição dos pontos em parede plana [3] 27
Figura 3.4: Método Gráfico de Schmidt [4] 30
Figura 3.5: Método Schmidt vs Solução analítica 33
Figura 3.6: Problema 1 com mais intervalos de tempo 34
Figura 3.7: Método de Schmidt com intervalos de tempo mais pequenos. 36
Figura 3.8: Placa de um metro com geração de calor 38
Figura 3.9: Metade da placa L=0,5 com geração de calor [10] 40
Figura 3.10: Problema com geração de calor, Método Schmidt vs Solução Analítica . 41
Figura 3.11: Descrição de pontos numa barragem 46
Figura 3.12: Curva da subida adiabática da temperatura do betão [10] 48
Figura 4.1: Curvas de desenvolvimento de hidratação [7] 52
Figura 4.2: Betão compactado com cilindros [8] 54
Figura 4.3: Camadas Contínuas Sobrepostas [S1] 55
Figura 4.4: Transporte e colocação de componentes utilizados no BCC [S1] 56
Figura 4.5: Compactação do Betão com cilindros [S1] 57
Figura 4.6: Curvas da hidratação de calor dos componentes do cimento [9] 58
Figura 4.7: Definições geométricas da barragem THA DAM [13] 61
Figura 4.8: Tempos de colocação das camadas durante a construção da barragem de BCC[13] 62
Figura 4.9: Curva de hidratação da mistura do cimento utilizada no BCC [13]. 65
Figura 4.10: temperaturas de camadas de 20,5 m até 35 m. 68
Figura 4.11: Temperaturas de Camadas de 25,3m até 31,5 m 68
Figura 4.12: Temperaturas de camada de 35,2m 69
Figura 4.13: Temperaturas de Camadas de 35,2 m até 50,2 m 69
Figura 4.14: Temperaturas da camada de 50,8 m 70
Figura 4.15: Temperaturas da camada de 50,5 até 65,2 m 70
Figura 4.16: Valores de vários Métodos em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 35 [13]. 72
Figura 4.17: Valores do Método de Schmidt em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 35 m 73
Figura 4.18: Valores de vários Métodos em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 50,7 m [13] 73
Figura 4.19: Valores do Método de Schmidt em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 50,7 m. 74

Lista de Quadros

Quadro 3.1: Cálculo de temperaturas em Fahrenheit utilizando o Método de Schmidt 31
Quadro 3.2: Valores da temperatura da solução analítica 32
Quadro 3.3: Método Schmidt Vs Solução Analítica 34
Quadro 3.4: Valores do Método de Schmidt com intervalos de tempo mais pequenos 35
Quadro 3.5: Cálculo de temperaturas utilizando o Método de Schmidt com geração de calor 39
Quadro 3.6: Valores de temperaturas em solução analítica 41
Quadro 3.7: Valores da curva da subida adiabática da temperatura do betão [10] 48
Quadro 3.8:Cálculo da temperatura pelo Método de Schmidt numa barragem [10] 49
Quadro 4.1:. Elevação adiabática de betões fabricados com cinzas ou com escórias [9] 59
Quadro 4.2:. Ritmo de elevação de camadas por dia [13] 63
Quadro 4.3:. Características da barragem em BCC [13] 64
Quadro 4.4:. Valores da curva de calor de hidratação da mistura do cimento utilizada 65
Quadro 4.5:. Valores da Temperatura da curva do calor de hidratação [13] 66
Quadro 4.6:. Equipas do Workshop [13] 72

Notação e Simbologia

t	tempo;
T	temperatura;
T_i	temperatura inicial uniforme;
T_s	temperatura da superfície;
T_{ad}	temperatura adiabática;
ΔT	diferenças de temperaturas;
T_o	temperatura no instante de tempo $t_{o;}$
T_n^i	temperatura no instante *n* referente a um nó *i ;*
Q	quantidade de calor;
q	fluxo prescrito na parte Γ_q da fronteira;
m	massa;
k_x, k_y, k_z	condutibilidade térmica;

c	calor específico;
ρ	peso específico;
G	calor gerado internamente por unidade de volume e de tempo;
h^2	difusibilidade térmica.

1. Introdução

Enquadramento Geral

Em Portugal e na generalidade dos países o material mais usado na construção de estruturas é o betão.

Considera-se assim que a utilização de forma tão intensa é provavelmente porque o betão pode moldar-se em várias aplicações com secções e volumes diversos, é económico, os seus componentes existem na maior parte do mundo, exige um consumo reduzido de energia em relação a outros materiais alternativos em todos os países

O betão é um compósito que resulta da mistura de ligante, agregados, água e adjuvantes. O ligante é em geral constituído por cimento e adições, os agregados são materiais granulares, nomeadamente areias e partículas de rochas naturais ou britadas. Os adjuvantes são colocados tendo em vista melhorar as características do betão.

Salienta-se ainda que as designações mais comuns de alguns betões são: betão simples, betão armado, betão leve, betão pré-esforçado, betão de alta resistência, betão em massa, betão com fibras, betão de enchimento, betão celular, micro-betão, betão branco, betão colorido, betão pesado, betão resistente ao gelo-degelo, betão poroso, betão impermeável, betão de pós reativos, betão autonivelante, betão colocado debaixo de água, betão com polímeros.

Na presente dissertação ter-se-á apenas em consideração o estudo da análise térmica do betão em massa, tendo como exemplo as construções de barragens com Betão Compactado com Cilindros designado por BCC.

Objectivo da dissertação

A presente dissertação tem como objectivo efectuar o estudo do comportamento térmico de estruturas com betão em massa através do método de Schmidt e compará-lo com outros métodos.

A investigação e a prática têm demonstrado que a durabilidade e a funcionalidade das estruturas de betão dependem muito das condições em que se processa a cura e o endurecimento do betão.

O estudo do comportamento do betão é muito importante para evitar a fissuração de origem térmica decorrente do calor de hidratação. Com efeito, a hidratação do cimento é um processo químico de carácter exotérmico, ao longo do qual decorrem significativas variações volumétricas no betão; se este for total ou parcialmente impedido de se deformar, são geradas tensões.

Inicialmente podem ocorrer fendas superficiais no betão como consequência dos gradientes de temperatura induzidos durante a fase de aquecimento (expansão). Este tipo de fendas tende a fechar quando o betão arrefece. Durante o período de arrefecimento do betão o impedimento à contracção conduz usualmente a tensões de tracção que em algum instante podem atingir a resistência instantânea do material, originando fissuração. Por outro lado, a crescente utilização de betões com valores elevados do calor de hidratação e da retracção autógena, vem acentuar o risco de recorrência dos mencionados fenómenos de fendilhação. Este tipo de fendas conduz usualmente a graves problemas de durabilidade, em virtude da maior permeabilidade do betão à entrada de agentes agressivos externos.

Pelos motivos enunciados torna-se evidente a necessidade de dispor de metodologias de análise que permitam prever (e se possível evitar) esta fissuração precoce induzida pela reacção de hidratação do cimento. A implementação destas metodologias de análise requer a mobilização de meios de cálculo, sendo usualmente necessário efectuar uma análise térmica para determinação do campo de temperaturas, exigindo o conhecimento inicial das diversas características térmicas do betão, do seu potencial de geração de calor devido às reacções de hidratação e da forma como se processam as interacções térmicas entre o betão e o meio circundante.

Organização

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos.

O **Capítulo 1** corresponde a esta introdução, onde é apresentado o objectivo principal e a organização do trabalho.

No **Capítulo 2** são abordados diversos aspectos relativos à análise térmica do betão, destacando-se a apresentação das formas de transmissão de calor - condução, convecção e radiação, a caracterização das grandezas de algumas das suas propriedades térmicas, nomeadamente a condutibilidade térmica, a difusibilidade e o calor específico sendo também definidas as condições iniciais e de fronteira.

O **Capítulo 3** é dedicado à resolução da equação da condução de calor mediante a formulação do Método de Schmidt como caso particular do Método das Diferenças Finitas, indicando-se as suas simplificações. Apresentam-se exemplos onde se utiliza o Método de Schmidt fazendo-se a comparação com outro Método de solução analítica e aplica-se o Método de Schmidt para o cálculo das temperaturas de barragens em construção.

O **Capítulo 4** tem como objectivo o estudo do comportamento térmico de uma barragem de BCC executada na Tailândia, utilizando o método de Schmidt comparando-o com os resultados do 7º Workshop sobre Análise Numérica de Barragens, realizado de 24 a 26 de Setembro de 2003, em Bucareste, Roménia [9]. São ainda apresentadas algumas apreciações acerca das propriedades térmicas dos materiais dos betões, sobre os quais habitualmente são assentes estas barragens. Caracteriza-se o betão compactado por cilindros, a elevação adiabática da temperatura, faz-se a descrição da barragem, do procedimento e faseamento da sua construção e das características dos materiais utilizados.

Por último, no **Capítulo 5** apresenta-se a conclusão dos resultados obtidos.

2. Equações Fundamentais da Transmissão de Calor

No presente capítulo define-se diversos conceitos utilizados na transmissão de calor que se consideram essenciais para a compreensão dos capítulos seguintes.

2.1. Leis de transmissão de calor

A transmissão de calor pode ser definida como a propagação de energia de uma zona para outra de um meio sólido, líquido ou gasoso, como resultado da diferença de temperaturas entre elas.

A energia transmitida pelo fluxo de calor não é medida directamente, no entanto, o seu conceito tem significado físico, uma vez que está relacionada com a temperatura, sendo esta uma grandeza mensurável. Sempre que exista uma diferença de temperaturas num dado sistema, o calor flui da região com temperatura mais elevada para a de temperatura mais baixa. Desta forma, o conhecimento da distribuição de temperatura no sistema é essencial para o estudo da transmissão de calor.

Conhecendo o campo de temperaturas, facilmente se determina o calor transmitido por unidade de área por unidade de tempo, denominado por fluxo de calor, através da lei que relaciona o fluxo calorífico com o gradiente térmico.

Tradicionalmente, os processos de transferência de calor são divididos por condução, convecção e radiação.

2.1.1. Condução

A transmissão de calor em meios estacionários, sólidos, líquidos ou gasosos, em que a energia térmica é transmitida de partícula para partícula, através das colisões e alterações térmicas é denominada por condução.

Esta transmissão de calor é regida pela lei fundamental de Fourier, proposta em 1822, na qual, a quantidade de calor que passa através da área A, normal à

direcção do fluxo calorífico, na unidade de tempo é proporcional ao produto da área pelo gradiente térmico. Ou seja:

$$Q = -kA\frac{\partial T}{\partial n} \tag{2.1a}$$

ou

$$q = \frac{Q}{A} = -k\frac{\partial T}{\partial n} \tag{2.1b}$$

Em que, Q é a quantidade de calor em W que atravessa a área A em m^2 segundo a sua normal exterior $\vec{n}$ e q representa o fluxo de calor na direcção $\vec{n}$ em W/m^2. A constante de proporcionalidade k é a condutibilidade térmica do material W/(m.K). O sinal negativo assegura que q ou Q seja uma quantidade positiva quando o fluxo tem o sentido do versor $\vec{n}$.

2.1.2. Convecção

Por sua vez, o processo de transmissão em que a energia térmica é propagada mediante o transporte de matéria é denominado por convecção térmica. Neste caso, há deslocamento de partículas. Desta forma, a convecção é um fenómeno que apenas ocorre em meios fluidos, ou seja, em líquidos e gases.

As correntes de convecção num fluido estão sempre associadas a diferenças de pressão. Quando estas ocorrem, exclusivamente devido às diferenças de densidade do fluido motivadas pela existência de gradiente térmico, a convecção diz-se natural.

De modo a simplificar os cálculos de transmissão de calor entre a superfície da área A, à temperatura T_w e o fluido que a rodeia à temperatura T_a em K, foi definido um coeficiente de convecção h_c, expresso em $W/(m^2.K)$, tal que:

$$Q = h_c (T_w - T_a) \quad (2.2)$$

A relação acima apresentada é conhecida como a Lei de Newton.

Este coeficiente de convecção depende de inúmeros factores, nomeadamente, da forma e dimensões da superfície sólida, do regime de convecção, do tipo de fluido, da diferença de temperaturas, etc.

2.1.3. Radiação

A transmissão de calor através da emissão de ondas electromagnéticas a partir de um corpo emissor é denominada por radiação.

O fluxo máximo de calor emitido por radiação rege-se pela Lei de Stefan-Boltzmann, que é dada por:

$$q = \sigma T_w^4 \quad (2.3)$$

Em que o σ é a constante de Stefan-Boltzmann (5,669x10-8 W/(m^{2}K^4)) e T_w é a superfície da temperatura da superfície em K.

Neste caso o corpo é chamado irradiador perfeito ou corpo negro.

O fluxo de calor emitido por uma superfície real é menor do que o emitido pelo corpo negro, e é dado por:

$$Q = \varepsilon \sigma T_w^4 \quad (2.4)$$

Em que ε é uma propriedade radiativa do corpo chamada emissividade e tem um valor compreendido entre 0 e 1. Na realidade verifica-se que o fluxo emitido não depende unicamente da temperatura absoluta do corpo, mas também da temperatura absoluta dos corpos vizinhos. Esta troca de energia entre duas superfícies 1 e 2 é dada por:

$$Q = F_{\varepsilon} F_G \sigma A_1 (T_1^4 - T_2^4) \tag{2.5}$$

Em que F_{ε} é o factor tem em conta a natureza das superfícies radiantes, F_g é o factor que tem em conta a orientação geométrica das duas superfícies radiantes e A_1é a área da superfície 1.

Quando à superfície a temperatura T_1está completamente envolvida dentro da superfície à temperatura T_2, a equação anterior pode ser expressa através de:

$$Q = qA_1 = \varepsilon_1 \sigma (T_1^4 - T_2^4) \tag{2.6}$$

Em diversas aplicações, é conveniente exprimir esta expressão na forma:

$$q = h_r (T_1 - T_2) \tag{2.7}$$

Em que h_r é o coeficiente de transferência de calor por radiação definido por:

$$h_r = \varepsilon_1 \, \sigma (T_1 + T_2)(T_1^2 + T_2^2) \tag{2.8}$$

Este procedimento tem a vantagem de agrupar as trocas de calor por convecção e radiação térmica em apenas uma única expressão:

$$q = h(T_1 - T_2) \tag{2.9}$$

Em que o parâmetro $h = h_c + h_r$ é designado por coeficiente de transmissão térmica total.

2.2. Equação diferencial de calor

Segundo Vila Real [14] para determinar temperaturas num objecto utilizamos uma equação diferencial de calor, com determinadas condições de fronteira e condições iniciais.

Considerando um objecto homogéneo de volume ∆x ∆y ∆z por onde atravessa um fluxo calorífico:

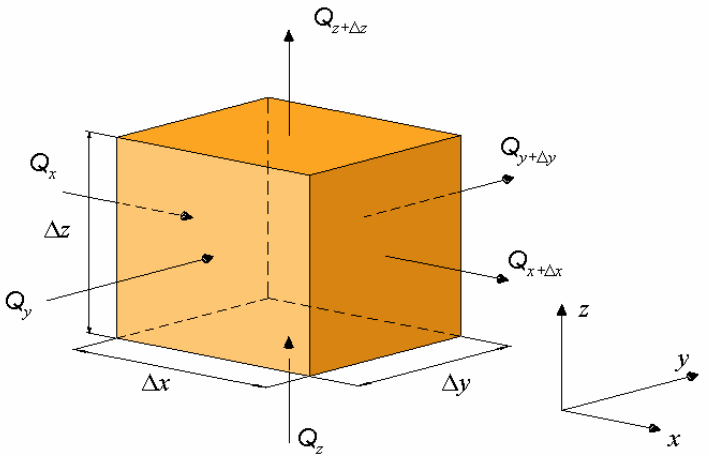


Figura 2.1: Elemento de volume para a dedução da condução de calor [10]

Utilizando as séries de Taylor e desprezando os termos de ordem superior obtemos:

$$Qx + \Delta x = Qx + \frac{\partial Qx}{\partial x}\Delta x$$

$$Qy + \Delta y = Qy + \frac{\partial Qy}{\partial y}\Delta y \qquad (2.10)$$

$$Qz + \Delta z = Qz + \frac{\partial Qz}{\partial z}\Delta z$$

O diferencial entre a quantidade de calor que entra e a que sai, calculada pela quantidade de calor armazenada nesse elemento de volume e poderá ser expressa por:

$$Q = \frac{\partial Qx}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial Qy}{\partial y}\Delta y + \frac{\partial Qz}{\partial z}\Delta z \tag{2.11}$$

Considerando que, aplicando a lei de Fourier, tem-se:

$$Q_x = \Delta y \Delta z q_x = -k_x \Delta y \Delta z q_x \frac{\partial T}{\partial x}$$

$$Q_y = \Delta x \Delta z q_y = -k_y \Delta x \Delta z q_y \frac{\partial T}{\partial y} \tag{2.12}$$

$$Q_z = \Delta x \Delta y q_z = -k_z \Delta x \Delta y q_z \frac{\partial T}{\partial z}$$

Obtém-se:

$$Q = \left\{\frac{\partial}{\partial x}\left[k_x \frac{\partial T}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[k_y \frac{\partial T}{\partial y}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right]\right\} \Delta x \Delta y \Delta z \tag{2.13}$$

Caso o corpo produza calor, a expressão 2.13 toma a seguinte forma:

$$Q = \left\{\frac{\partial}{\partial x}\left[k_x \frac{\partial T}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[k_y \frac{\partial T}{\partial y}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right]\right\} \Delta x \Delta y \Delta z + G \Delta x \Delta y \Delta z \tag{2.14}$$

Em que G é a geração de calor por unidade de volume W/m^3.

Considerando c como o calor especifico do material, expresso em J/(kg.K) e ρ a massa especifica do material em kg/m^3, a quantidade de calor armazenada no elemento de volume na unidade de tempo é dada por:

$$Q = \rho \Delta x \Delta y \Delta z \; c \frac{\partial T}{\partial t} \tag{2.15}$$

Igualando as equações 2.14 e 2.15, obtém-se:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[k_x \frac{\partial T}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[k_y \frac{\partial T}{\partial y}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[k_z \frac{\partial T}{\partial z}\right] + G = \rho \; c \frac{\partial T}{\partial t} \tag{2.16}$$

A equação acima apresentada é conhecida como a equação de condução de calor trasiente em regime estacionário expressa em coordenadas cartesianas.

Considerando um material isotrópico, em que $k = k_x = k_y = k_z$, tem-se:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left[k \frac{\partial T}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[k \frac{\partial T}{\partial y}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[k \frac{\partial T}{\partial z}\right] + G = \rho \; c \frac{\partial T}{\partial t} \tag{2.17}$$

Em diversas situações práticas, a equação 2.17 poderá ser simplificada. Como exemplo, considere-se que o material é homogéneo, ou seja, $k = constante$. Desta forma, a equação de condução de calor transforma-se em:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{G}{k} = \frac{1}{h^2}\frac{\partial T}{\partial t} \tag{2.18}$$

Em que $h^2 = k/pc$ é a difusibilidade térmica.

Caso não exista geração interna de calor, obtêm-se a equação de Fourier:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = \frac{1}{h^2}\frac{\partial T}{\partial t} \tag{2.19}$$

Em regime permanente, em que $\partial T/\partial t = 0$, a equação 2.18 transforma-se na conhecida equação de Poisson:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{G}{k} = 0 \tag{2.20}$$

Não existindo geração interna de calor e em regime permanente, a equação 2.18 transforma-se na equação de Laplace:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = 0 \tag{2.21}$$

2.3. Condições iniciais e de fronteira

Associadas à equação de condução de calor transiente em regime estacionário (2.16) estão associados 2 tipos de condições de fronteira:

Condições de Dirichlet $T = \bar{T}$ em Γ_T (2.22)

Condições de Neumann

$$q = -k\frac{\partial T}{\partial n} = C \text{ em } \Gamma_T \tag{2.23}$$

Em que T é a temperatura prescrita, Γ a superfície da fronteira, $\vec{n}$ é o vector normal à superfície e C é o fluxo de calor prescrito.

As condições de fronteira adiabáticas são obtidas considerando $C = 0$. As condições de transferência de calor por convecção e radiação caem na categoria de condições de Neumann e são expressas como:

$$-k\frac{\partial T}{\partial n} = h(T_w - T_a) \tag{2.24}$$

O fluxo prescrito na superfície é escrito em função dos co-senos directores da normal, pelo que a expressão 2.21 assume a seguinte forma:

$$k_x\frac{\partial T}{\partial x}l + k_y\frac{\partial T}{\partial y}m + k_z\frac{\partial T}{\partial z}n = C \tag{2.25}$$

Para resolver (2.17) é necessário conhecer a temperatura do todo o domínio Ω, num determinado instante de tempo t_0, isto é:

$$T = T_0 \text{ em } \Omega \text{ para } t=t_0 \tag{2.26}$$

3. Resolução da equação da condução de calor considerando o Método de Schmidt

3.1. Introdução

O método numérico é uma das formas que usualmente se utiliza para resolver equações diferenciais. Este consiste na substituição das equações diferenciais por equações algébricas. Na presente dissertação foi utilizado o Método de Schmidt, no qual se substitui as derivadas pelas diferenças.

Considerando a consulta da diversa bibliografia técnica, verifica-se que o Método de Schmidt é recomendado em várias normas e aplicações para controlar as temperaturas das camadas de betão na fase de construção de barragens e que esse método é utilizado nas principais normas para cálculo das temperaturas de betão em massa, tais como:

- ACI Commitee 207 (2007) Reporto on thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete (ACI 207. 2R-07)"[2];
- USACE (1997) Thermal Studies of Mass Concrete Structures (ETL 1110-2-542) [12];
- TOWNSEND, C.L. (1981) Control of Cracking in mass concrete structures, Water Resources Technical Publication [11]

No nosso país, o método acima referido está presente na tese de especialista LNEC acerca do comportamento térmico das barragens em betão:

- Silveira, A.F. (1961) "As variações de temperatura nas barragens". Tese de Especialista. LNEC [10].

3.2. Formulação do Método de Schmidt como caso particular do Método das Diferenças Finitas

3.2.1. O Método das Diferenças Finitas aplicado ao problema de transmissão de calor unidimensional

Considerando uma função f dependendo de x, a primeira derivada de f de um ponto é o declive da linha tangente da curva desse ponto. De acordo Çengel [3], esta é definida por:

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta f}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} \tag{3.1}$$

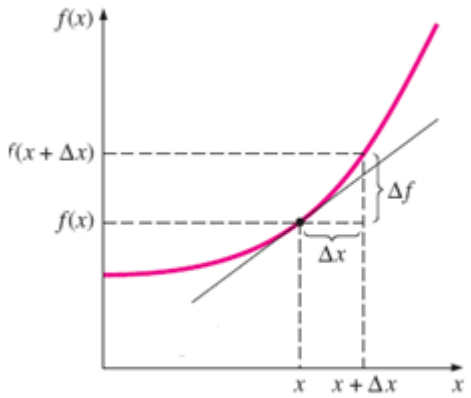


Figura 3.1: Derivada de uma função Çengel [3]

A equação 3.1 é o rácio do incremento Δf da função f com o incremento Δx da variável independente x, quando este último tende para zero. Não considerando o limite Δx a tender para zero, obtém-se a seguinte aproximação para a derivada de f.

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} \cong \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta(x)} \tag{3.2}$$

Esta aproximação é a diferença finita da primeira derivada da função f. A equação 3.2 também pode ser obtida pela expansão da série de Taylor da função f a partir do ponto x:

$$f(x+\Delta x) = f(x) + \Delta x \frac{\partial f(x)}{\partial x} + \frac{1}{2}\Delta x^2 \frac{\partial f(x)}{\partial x^2} + \cdots \tag{3.3}$$

Considerando o primeiro e segundo termo e desprezando os restantes, obtém-se:

$$f(x+\Delta x) \cong f(x) + \Delta x \frac{\partial f(x)}{\partial x} \tag{3.4}$$

O que, depois de reordenar, conduz novamente à expressão (3.2):

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x} \cong \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta(x)} \tag{3.2}$$

Fluxo unidimensional de calor em regime permanente

Consideremos o caso de transmissão de calor numa parede plana de espessura L com geração de calor interno $G(x)$ dada pela equação:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{G}{k} = 0 \tag{3.5}$$

Que corresponde à expressão unidimensional da equação 2.20 em regime permanente ($\partial T/\partial t = 0$).

A parede é dividida em M secções de espessuras iguais $\Delta x = L/M$ na direcção x, separados por planos que passam pelos pontos 0,1,2,…,m-1, m, m+1, …., M chamados nós ou pontos nodais, como se apresenta na Figura 3.2. A coordenada x em qualquer ponto m é simplesmente $x_m = m\Delta x$, e a temperatura desse mesmo ponto é $T(x_m) = Tm$.

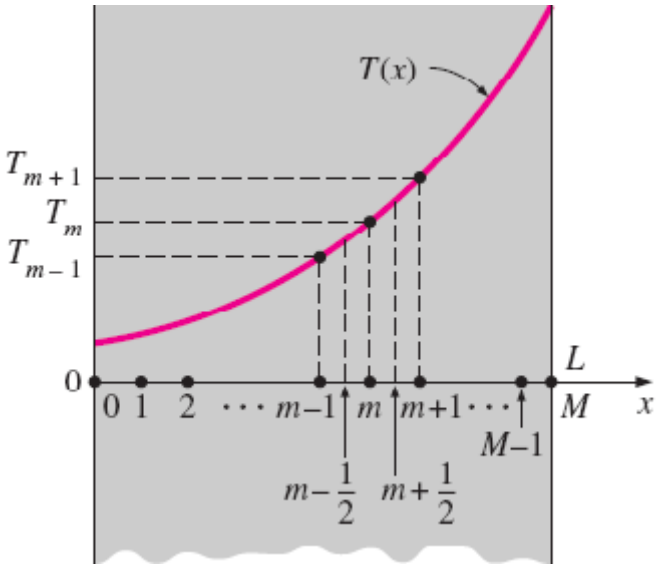


Figura 3.2: Representação esquemática dos nós e temperaturas utilizada no desenvolvimento da formulação das diferenças finitas, numa parede plana [3]

Como a equação de condução de calor envolve as segundas derivadas da temperatura $(\partial^2 T)/(\partial^2 x)$ no espaço é necessário obter esta derivadas a partir das

primeiras derivadas. Utilizando a equação (3.2), a primeira derivada da temperatura $\partial T/\partial x$ nos pontos $m + \frac{1}{2}$ e $m - \frac{1}{2}$ em torno do nó m, resulta:

$$\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{m-\frac{1}{2}} \cong \frac{T_m - T_{m-1}}{\Delta x} \tag{3.6}$$

e

$$\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{m+\frac{1}{2}} \cong \frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta x} \tag{3.7}$$

Como a segunda derivada é simplesmente a derivada da primeira derivada, a segunda derivada da temperatura no nó m pode ser expressa como:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}\Big|_m \cong \frac{\frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{m+\frac{1}{2}} - \frac{\partial T}{\partial x}\Big|_{m-\frac{1}{2}}}{\Delta x} = \frac{\frac{T_{m+1} - T_m}{\Delta x} - \frac{T_m - T_{m-1}}{\Delta x}}{\Delta x} \tag{3.8}$$

Substituindo (3.8) em (3.5) resulta:

$$\frac{T_{m-1} - 2T_m - T_{m+1}}{\Delta x^2} + \frac{G}{k} = 0 \quad m = 1,2,3,\ldots,M-1 \tag{3.9}$$

Que representa a equação de condução de calor em diferenças finitas para o nó m.

Fluxo Unidimensional de Calor em Regime Transiente

Consideremos novamente o caso da transmissão de calor numa placa mas com geração de calor G, com a qual a equação que governa o problema resulta:

$$\frac{T_{m-1} - 2T_m - T_{m+1}}{\Delta x^2} + \frac{G}{k} = \frac{1}{h^2}\frac{\partial T}{\partial t} \tag{3.10}$$

Em que h^2=*k/pc* é a difusibilidade térmica do material, como indicado na equação 2.18..

Aplicado (3.2) à primeira derivada da temperatura em relação ao tempo, resulta:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{T_m^{i+1} - T_m^i}{\Delta t} \tag{3.11}$$

Onde os supra-indices i indicam o intervalo de tempo e os sub-indices m continuam a indicar o nó, como mostra na Figura 3.3.

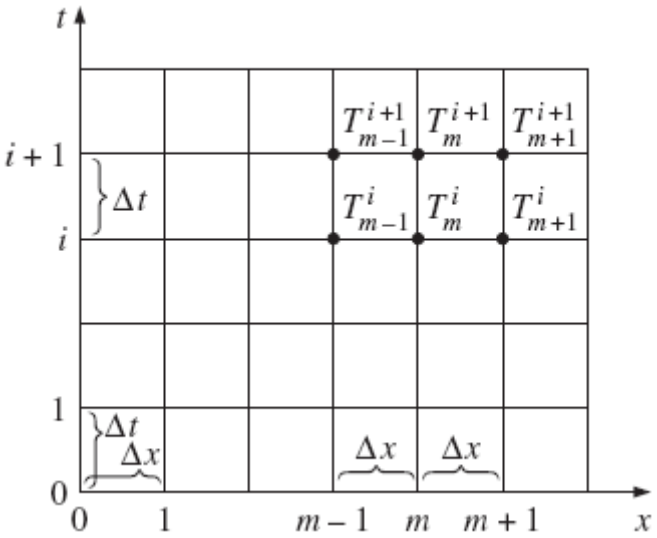


Figura 3.3: Descrição dos pontos em parede plana [3]

Substituindo (3.8) e (3.11) em (3.10), resulta para o intervalo i:

$$\frac{T_{m-1} - 2T_m - T_{m+1}}{\Delta x^2} + \frac{G}{k} = \frac{1}{h^2}\frac{T_m^{i+1} - T_m^i}{\Delta t} \tag{3.12}$$

Definindo o número de Fourier por:

$$\tau = \frac{h^2 \Delta t}{\Delta x^2} \tag{3.13}$$

Multiplicando a equação (3.12) com Δx^2, resulta para o intervalo de tempo *i*:

$$T_{m-1}^i - 2T_m^i + T_{m+1}^i + \frac{G_m^i \Delta x^2}{k} = \frac{T_m^{i+1} - T_m^i}{\tau} \tag{3.14}$$

Esta equação pode ser resolvida explicitamente para temperatura no tempo *i+1* como:

$$T_m^{i+1} = \tau\left(T_{m-1}^i + T_{m+1}^i\right) + (1-2\tau)T_m^i + \tau\frac{G_m^i \Delta x^2}{k} \tag{3.15}$$

Para todos os nós interiores $m = 1,2,3,\ldots,M-1$ da placa. Este método recebe o nome de "método explícito".

Se em vez de expressar (3.10) no intervalo i, utilizamos o intervalo i+1, obtém-se:

$$T_{m-1}^{i+1} - 2T_m^{i+1} + T_{m+1}^{i+1} + \frac{G_m^{i+1}\Delta x^2}{k} = \frac{T_m^{i+1} - T_m^i}{\tau} \tag{3.16}$$

Como qual se obtém a expressão para o chamado "método implícito":

$$\tau T_{m-1}^{i+1} - (1+2\tau)T_m^{i+1} + \tau T_{m+1}^{i+1} + \tau\frac{G_m^{i+1}\Delta x^2}{k} + T_m^i = 0 \tag{3.17}$$

A aplicação de ambos os métodos, explícito e implícito, em cada um dos M-1 nós interiores conduz a um sistema de M-1 equações.

3.2.2. O Método de Schmidt

Admitindo que não há geração interna de calor, a equação (3.15) toma a forma:

$$T_m^{i+1} = \tau\left(T_{m-1}^i + T_{m+1}^i\right) + (1 - 2\tau)T_m^i \tag{3.18}$$

Adoptando o número de Fourier $\tau = 1/2$, como proposto por Schmidt [4] [S2], a equação (3.18) resulta numa expressão muito simples:

$$T_m^{i+1} = \frac{T_{m-1}^i + T_{m+1}^i}{2} \tag{3.19}$$

Esta simplificação torna possível o cálculo numérico da temperatura no instante de tempo i+1, num nó m, pela simples média da temperatura num dado tempo i, nos nós antecessor m-1 e posterior m+1.

A equação 3.19 permite também uma resolução gráfica, usualmente conhecida como Método Gráfico de Schmidt referida na Figura 3.4. Neste procedimento gráfico, divide-se a região em intervalos Δx e marca-se o valor inicial da temperatura nesses pontos. Desenham-se linhas que ligam os pontos em pares, alternadamente as novas temperaturas encontram-se no ponto médio da linha desenhada.

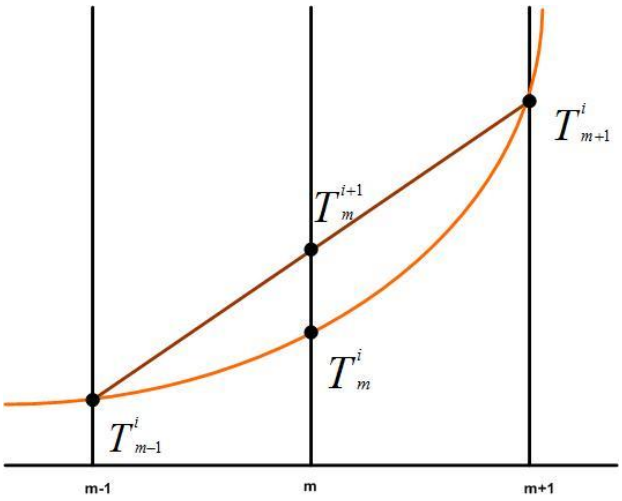


Figura 3.4: Método Gráfico de Schmidt [4]

Apresenta-se de seguida, um exemplo prático baseado no livro de Ingersoll [5].

Problema 1

Placa sem geração de calor

Consideremos uma placa de metal de 1ft (0,30m) de espessura com uma temperatura interior inicial de T_0=1000ºF (537,78ºC), uma temperatura à superfície T_S=0ºF (-17,78ºC) e uma difusibilidade térmica de:

h^2= 0,4 ft^2/h

Dividamos a placa em 10 partes iguais de 0,10ft (0,03m) de largura. Aplicando a equação 3.19, obtém-se para o intervalo de tempo, o valor:

$$\Delta t = \frac{\Delta x^2}{2h^2} = \frac{(0{,}1)^2}{0{,}8} = 0{,}0125 \text{ hora}$$

Consideremos 15 intervalos de tempo, ou seja, 0,1875 hora.

O Método de Schmidt para cálculo da temperatura, em cada instante e em cada nó pode ser efectuado através de um quadro. Neste quadro, os intervalos de tempo colocam-se no eixo das coordenadas e a localização dos nós em abcissas. Na

primeira fila deste quadro colocam-se as temperaturas iniciais para cada nó. Por sua vez, na coluna inicial coloca-se as temperaturas à superfície.

Aplicando o Método de Schmidt, para o intervalo de tempo a seguir ao instante inicial, ou seja, para t=0,0125h, a temperatura para cada nó é dada pela média da temperatura dos nós imediatamente anterior e posterior no intervalo de tempo do instante anterior. Por exemplo, para o nó localizado na posição x=0,1ft (0,03m), para o tempo t =0,0125 horas, tem-se:

$$T_{0,1}^{0,0125} = \frac{T_0^0 + T_{0,2}^0}{2} = \frac{0 + 1000}{2} = 500ºF(260ºC)$$

Aplicando sucessivamente esta equação para cada intervalo de tempo seguinte, obtém-se para cada nó a sua temperatura nesse intervalo de tempo. Abaixo apresenta-se o quadro 3.1 calculado para o exemplo em questão.

x(ft) / t(h)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,0000	0	1000	1000	1000	1000	1000
0,0125	0	500	1000	1000	1000	1000
0,0250	0	500	750	1000	1000	1000
0,0375	0	375	750	875	1000	1000
0,0500	0	375	625	875	938	1000
0,0625	0	313	625	781	938	938
0,0750	0	313	547	781	859	938
0,0875	0	273	547	703	859	859
0,1000	0	273	488	703	781	859
0,1125	0	244	488	635	781	781
0,1250	0	244	439	635	708	781
0,1375	0	220	439	574	708	708
0,1500	0	220	397	574	641	708
0,1625	0	198	397	519	641	641
0,1750	0	198	359	519	580	641
0,1875	0	179	359	469	580	**580**

Quadro 3.1: Cálculo de temperaturas em Fahrenheit utilizando o Método de Schmidt

Como as propriedades mecânicas são iguais em toda a placa, calcula-se apenas metade da mesma. Por simetria o outro lado da placa apresenta as mesmas condições de temperatura.

No centro da placa, no tempo final 0,1875 hora, obtém-se uma temperatura de 580ºF (304,04ºC), que é aproximadamente igual ao resultado obtido em [5] que foi de 575ºF (301,67ºC). A temperatura T (x,t) num dado instante t e num ponto qualquer de abcissa x vem dado por [6]:

$$T(x,t) = (T_0 - T_s)\frac{2}{L}\sum_{n=1}^{\infty}\left[e^{\frac{-m^2\pi^2}{L^2}t}\frac{L}{m\pi}(1-\cos(m\pi))\sin\left(\frac{m\pi x}{L}\right)\right] \quad (3.20)$$

Para $x = 0{,}5\ ft$ e $t = 0{,}1875\ h$ resulta $607ºF$. No quadro 3.2 é apresentada a evolução no tempo de temperatura no ponto médio.

t(hora)	Solução Analítica (ºF)
0	960,364
0,0125	999,999
0,025	999,186
0,0375	992,215
0,05	975,161
0,0625	949,305
0,075	917,546
0,0875	882,437
0,1	845,800
0,1125	808,840
0,125	772,312
0,1375	736,676
0,15	702,200
0,1625	669,028
0,175	637,224
0,1875	606,804

Quadro 3.2: Valores da temperatura da solução analítica

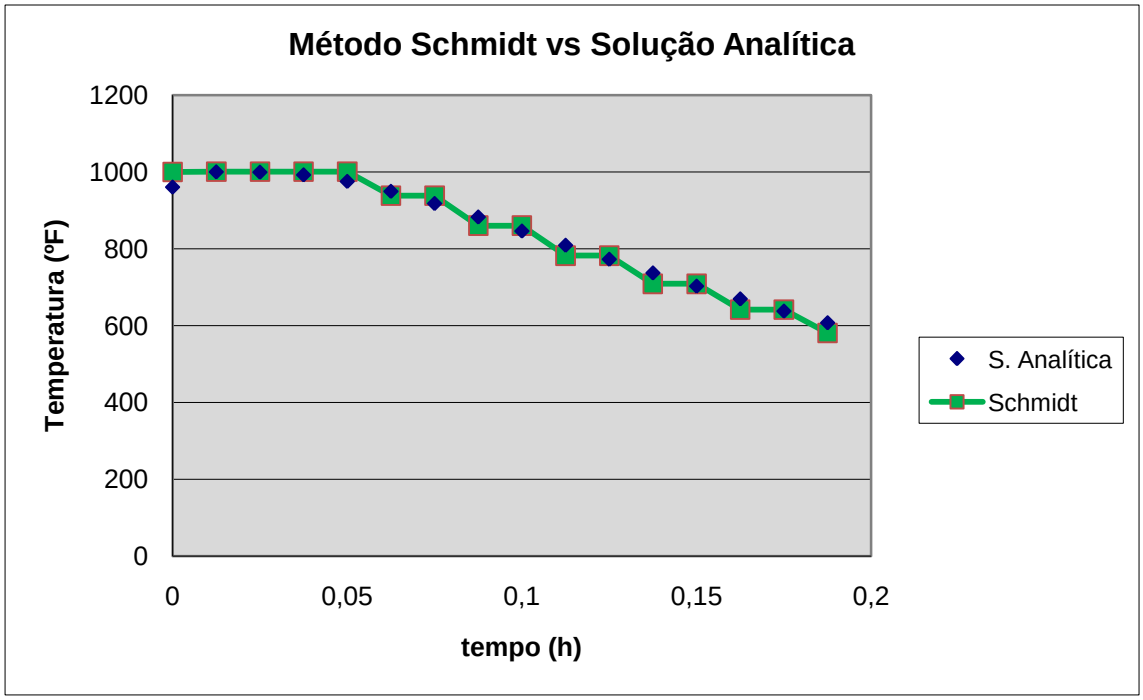


Figura 3.5: Método Schmidt vs Solução analítica

Observando a Figura 3.5 verifica-se que, quer se utilize o Método do Schmidt, ou a equação (3.20) da solução analítica, os resultados obtidos são quase idênticos.

Ao calcular mais intervalos de tempo, são alcançados valores mais próximos do Método do Schmidt com o Método da Solução Analítica, como se verifica no quadro 3.3 e na Figura 3.6.

.

t(hora)	M. Schmidt	Solução Analítica (ºF)
0	1000	960,364
0,0125	1000	999,999
0,025	1000	999,186
0,0375	1000	992,215
0,05	1000	975,161
0,0625	937,500	949,305
0,075	937,500	917,546
0,0875	859,375	882,437
0,1	859,375	845,800
0,1125	781,250	808,840
0,125	781,250	772,312
0,1375	708,008	736,676
0,15	708,008	702,200
0,1625	640,869	669,028
0,175	640,869	637,224

0,1875	579,834	606,804
0,2	579,834	577,755
0,2125	524,521	550,044
0,225	524,521	523,628
0,2375	474,453	498,460
0,25	474,453	474,487
0,2625	429,153	451,659
0,275	429,153	429,923
0,2875	388,175	409,230
0,3	388,175	389,530

Quadro 3.3: Método Schmidt Vs Solução Analítica

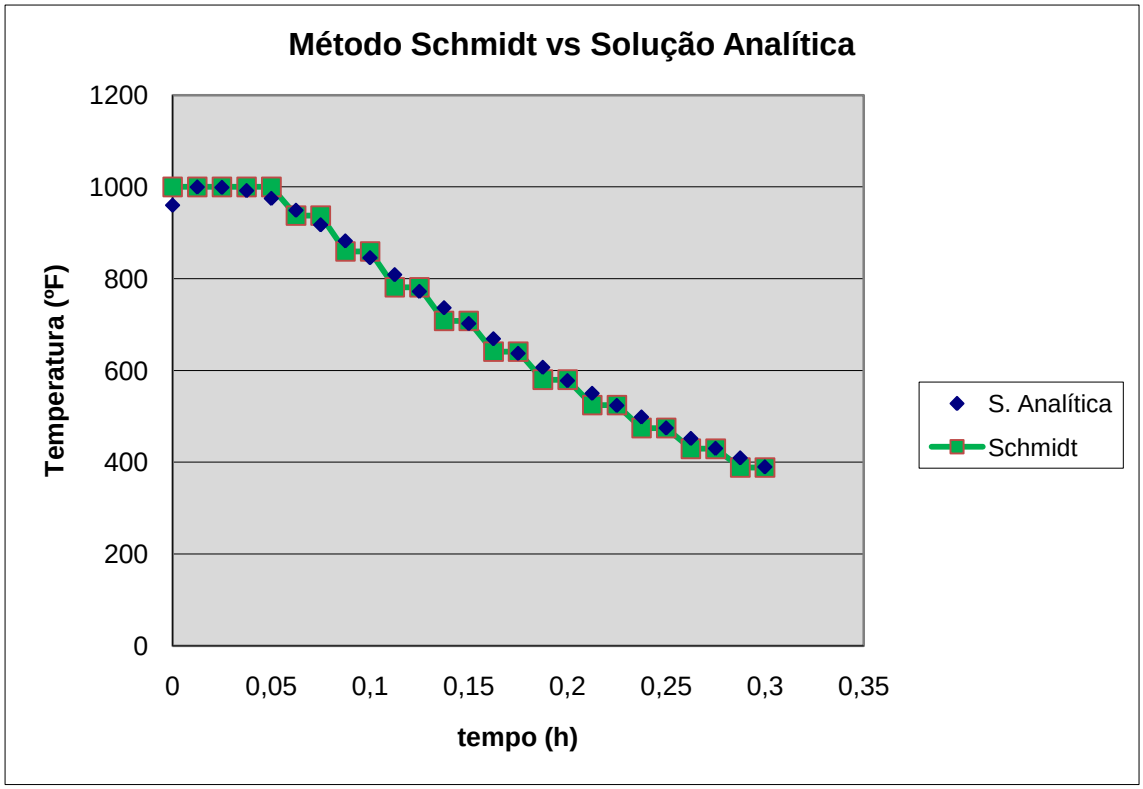


Figura 3.6: Problema 1 com mais intervalos de tempo

Utilizando o mesmo Problema 1 mas dividindo a placa em 20 partes iguais de 0,05 ft (0,015m) de largura e aplicando novamente a equação 3.19, obtém-se o intervalo de tempo:

$$\Delta t = \frac{\Delta x^2}{2h^2} = \frac{(0{,}05)^2}{0{,}8} = 0{,}003125 \text{ hora}$$

Abaixo apresentam-se os valores de temperaturas no meio da placa. No apêndice I encontram-se os cálculos efectuados.

t(h)	Temperatura (ºF)
0	1000,000
0,003125	1000,000
0,006250	1000,000
0,009375	1000,000
0,012500	1000,000
0,015625	1000,000
0,018750	1000,000
0,021875	1000,000
0,025000	1000,000
0,028125	1000,000
0,031250	998,047
0,034375	998,047
0,037500	993,164
0,040625	993,164
0,043750	985,229
0,046875	985,229
0,050000	974,548
0,053125	974,548
0,056250	961,578
0,059375	961,578
0,062500	946,793
0,065625	946,793
0,068750	930,621
0,071875	930,621
0,075000	913,429

Quadro 3.4: Valores do Método de Schmidt com intervalos de tempo mais pequenos

Adicionando os valores do quadro 3.4 à Figura 3.5, obtém-se a figura Figura 3.7.

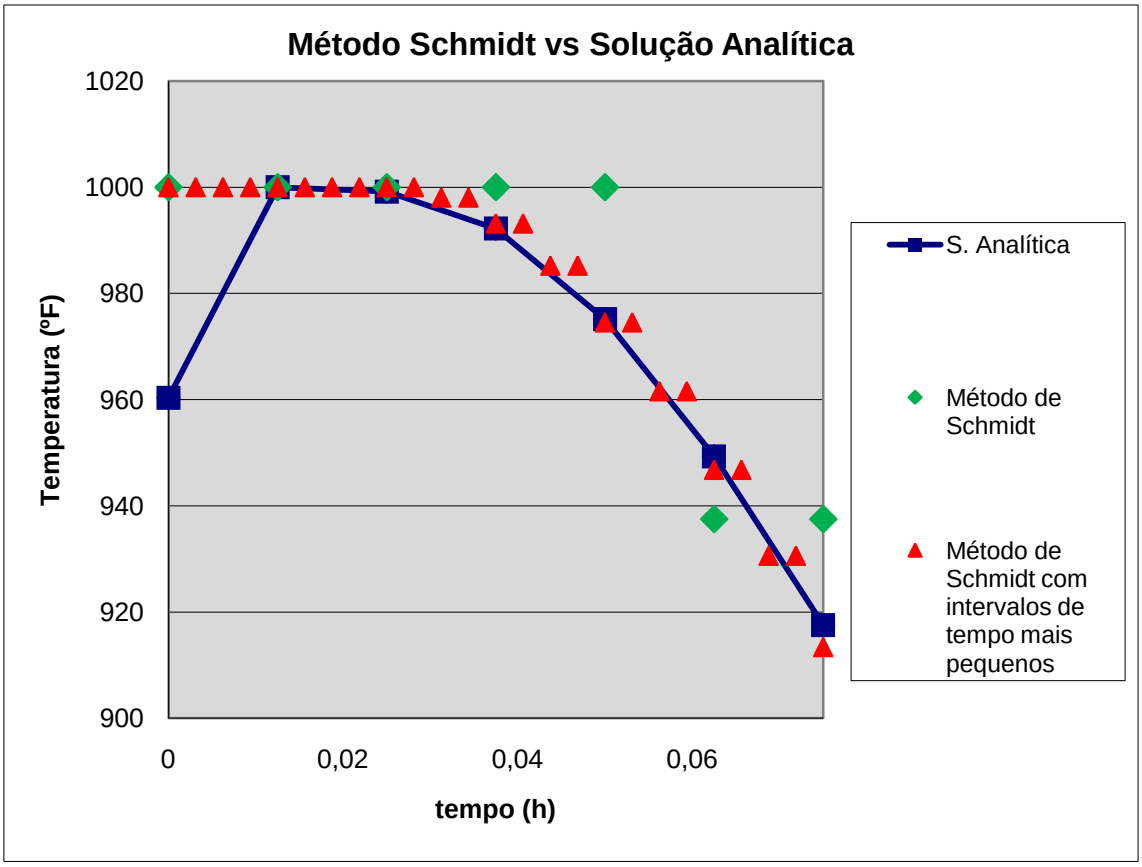


Figura 3.7: Método de Schmidt com intervalos de tempo mais pequenos.

Observando os resultados obtidos, verifica-se que quanto menores forem os intervalos de tempo considerados, melhor é a aproximação dos valores das temperaturas obtidos pelo Método de Schmidt aos obtidos pela solução analítica.

Problema 2

Placa com geração de calor

Admitindo agora que há geração interna de calor, adoptando novamente o número de Fourier $\tau = 1/2$, como proposto por Schmidt [4], a equação (3.18) resulta numa expressão muito simples:

$$T_m^{i+1} = \frac{T_{m-1}^i + T_{m+1}^i}{2} + \tau \frac{G_m^i \Delta x^2}{k} \tag{3.21}$$

Como a geração de calor é constante em toda a placa, a equação 3.21 toma a forma:

$$T_m^{i+1} = \frac{T_{m-1}^i + T_{m+1}^i}{2} + \frac{\Delta t G}{\rho c} \tag{3.22}$$

Vejamos agora um exemplo prático com geração de calor retirado do relatório [6].

Consideremos uma placa infinita de espessura *2L=1m*, com geração de calor interno, com as seguintes propriedades físicas: densidade ρ = *500* kg/m^3, calor especifico $c = 0{,}2$ J/(kgºC*)* e condutividade térmica $k = 20$ W/(mºC*).*

A placa está inicialmente a uma temperatura constante de 60ºC, as fronteiras são mantidas a uma temperatura constante de 32ºC*,* e a placa começa a gerar calor sendo *G=40* kW/m^3, como se indica na figura 3.8.

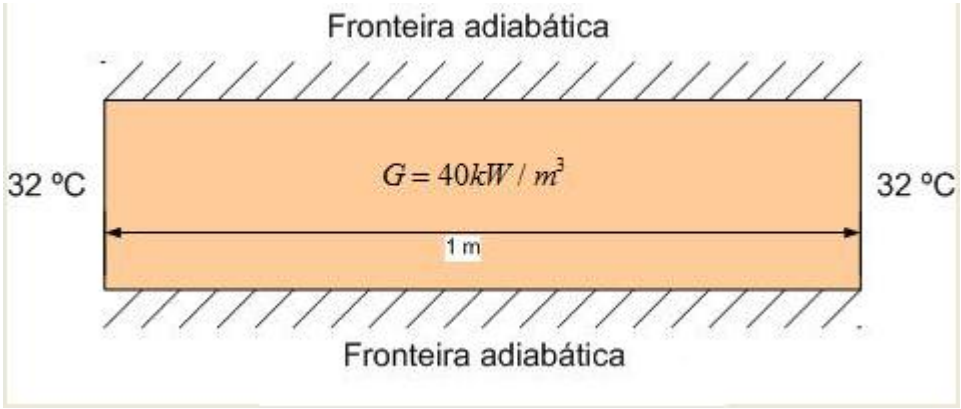


Figura 3.8: Placa de um metro com geração de calor

Aplicando-se 2.18, tem-se:

$$h^2 = \frac{k}{\rho c} = \frac{20}{0{,}2 \times 500} = 0{,}2\ \mathrm{m^2/h}$$

Considerando a placa em 10 partes iguais, obtêm-se $\Delta x = 0{,}10m$.

Desta forma, utilizando o número de Fourier $\tau = 1/2$ (3.13), tem-se:

$$\Delta \mathrm{t} = \frac{0{,}01}{0{,}2 \times 2} = 0{,}025\ \mathrm{h}$$

Consideramos 20 intervalos de tempo, ou seja 0,5 hora.

Procedendo da mesma forma como no exemplo anterior, na primeira linha deste quadro colocam-se as temperaturas iniciais para cada nó e na primeira coluna colocam-se as temperaturas à superfícies.

Para os tempos seguintes, aplica-se o Método de Schmidt adicionando a geração de calor da placa para se obter as temperaturas em cada nó. Por exemplo, para o nó localizado na posição x=0,3m, para o tempo t =0,05 hora, tem-se:

$$T_{0,3}^{0,05} = \frac{T_{0,2}^{0,025} + T_{0,4}^{0,025}}{2} + \frac{40000 \times 0{,}025}{0{,}2 \times 500} = \frac{70 + 70}{2} + 10 = 80ºC$$

Aplicando o procedimento acima descrito até ao tempo final, obtém-se a temperatura de 200,66ºC no meio de placa, como se pode verificar no Quadro 3.5.

x(m) / t(h)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0	32	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
0,025	32	56,00	70,00	70,00	70,00	70,00
0,05	32	61,00	73,00	80,00	80,00	80,00
0,075	32	62,50	80,50	86,50	90,00	90,00
0,1	32	66,25	84,50	95,25	98,25	100,00
0,125	32	68,25	90,75	101,38	107,63	108,25
0,15	32	71,38	94,81	109,19	114,81	117,63
0,175	32	73,41	100,28	114,81	123,41	124,81
0,2	32	76,14	104,11	121,84	129,81	133,41
0,225	32	78,05	108,99	126,96	137,63	139,81
0,25	32	80,50	112,51	133,31	143,39	147,63
0,275	32	82,25	116,90	137,95	150,47	153,39
0,3	32	84,45	120,10	143,68	155,67	160,47
0,325	32	86,05	124,07	147,88	162,08	165,67
0,35	32	88,03	126,97	153,07	166,78	172,08
0,375	32	89,48	130,55	156,87	172,57	176,78
0,4	32	91,28	133,18	161,56	176,82	182,57
0,425	32	92,59	136,42	165,00	182,07	186,82
0,45	32	94,21	138,79	169,24	185,91	192,07
0,475	32	95,40	141,73	172,35	190,66	195,91
0,5	32	96,86	143,88	176,19	194,13	200,66

Quadro 3.5: Cálculo de temperaturas utilizando o Método de Schmidt com geração de calor.

À semelhança da resolução do problema anterior, as propriedades mecânicas são iguais em toda a placa, pelo que calculam-se as temperaturas em apenas metade da mesma, devido à sua simetria.

A solução analítica deste problema é dada pela equação (3.23),

$$T(x,t) = T_s + \frac{G}{2k}(L^2 - x^2) + \frac{2}{L}(T_i - T_s)\sum_{m=0}^{\infty}(-1)^m\, e^{-h^2\beta_m^2 t}\left(\frac{\cos(\beta_m x)}{\beta_m}\right) - \frac{2G}{Lk}\sum_{m=0}^{\infty}(-1)^m\, e^{-h^2\beta_m^2 t}\left(\frac{\cos(\beta_m x)}{\beta_m}\right) \tag{3.23}$$

e

$$\beta_m = \frac{(2m+1)\pi}{2L} \tag{3.24}$$

Sabendo da existência de simetria neste problema, na equação (2.23) foi considerada metade da placa, isto é, L=0,5m, como se verifica na Figura 3.9.

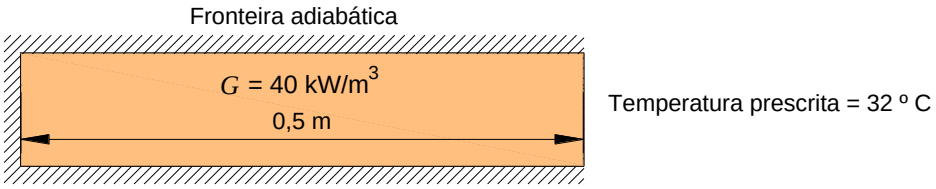


Figura 3.9: Metade da placa L=0,5 com geração de calor [10]

em que T_i – temperatura inicial uniforme,

T_s – temperatura da superfície,

L – metade da largura da placa,

x – distância medida desde o centro da placa

h^2 – difusibilidade térmica, $\frac{k}{\rho\, c}$.

Foram obtidos os seguintes valores presentes no Quadro 3.6.

t(h)	Solução Analítica(ºC)
0	60,966
0,025	70,000
0,05	79,975
0,075	89,745
0,1	99,113
0,125	108,017
0,15	116,466
0,175	124,485
0,2	132,101
0,225	139,339
0,25	146,221
0,275	152,768
0,3	158,996
0,325	164,922
0,35	170,561
0,375	175,929
0,4	181,037
0,425	185,899
0,45	190,527
0,475	194,931
0,5	199,124

Quadro 3.6: Valores de temperaturas em solução analítica

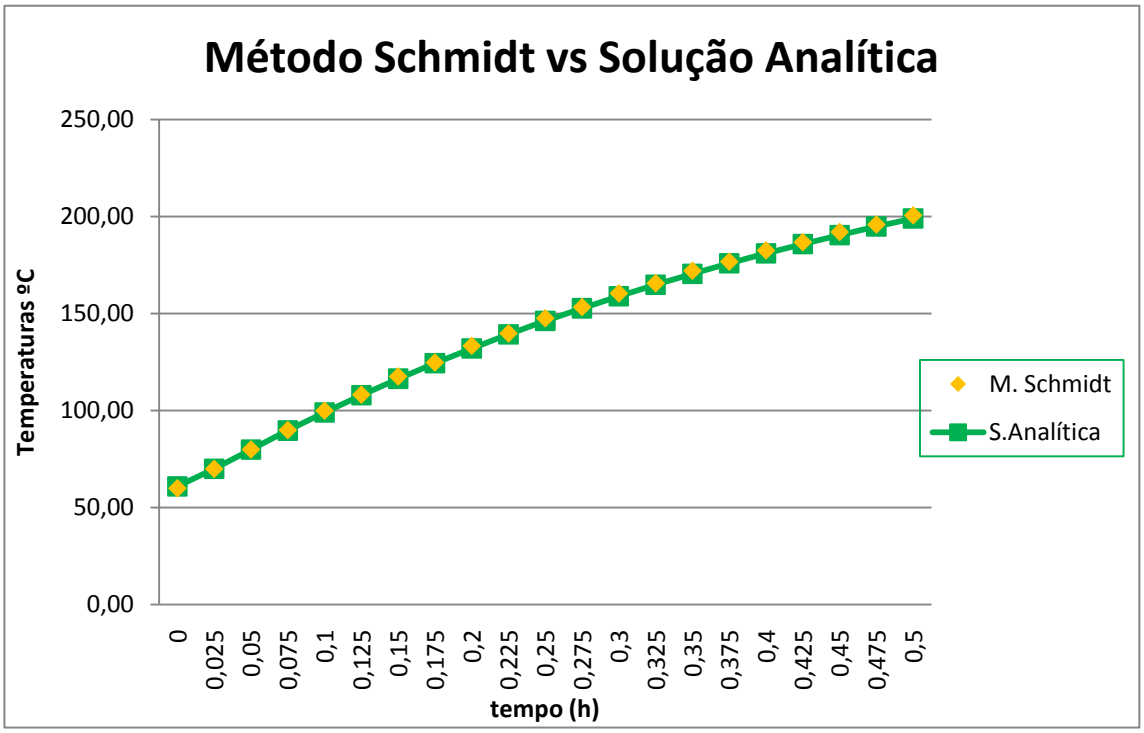


Figura 3.10: Problema com geração de calor, Método Schmidt vs Solução Analítica

Nos problemas da placa com geração de calor constante, observando a Figura 3.10 tanto as temperaturas do Método de Schmidt como as da Solução Analítica têm valores muito próximos.

Verifica-se então que o Método Schmidt é um método fácil e explícito porque com ele se obtém praticamente os mesmos resultados do método da Solução Analítica, que exige a formulação de equações mais complexas.

3.3. Aplicação do Método de Schmidt para o cálculo das barragens

Considerando Silveira [10] No presente ponto pretende-se aplicar o método de Schmidt ao caso concreto do cálculo de previsão do comportamento térmico em barragens de betão.

Como se verá no capítulo seguinte, a curva de desenvolvimento do calor de hidratação do cimento em função do tempo pode ser definida pela seguinte expressão:

$$Q = Q_i(1 - e^{-mt}) \tag{3.25}$$

Em que Q_i e m_i são constantes para cada cimento e t é o tempo. Note-se que esta curva habitualmente é determinada através de ensaios laboratoriais.

O conhecimento da curva das temperaturas adiabáticas no betão em função do tempo é essencial para o estudo da elevação da temperatura sofrida pelo betão. Essas temperaturas são dadas pela seguinte expressão:

$$T = \frac{Q}{c\rho} \tag{3.26}$$

Em que:

Q – calor desenvolvido por grama de cimento em função do tempo;

c - calor específico do betão;

ρ- peso específico dos constituintes do betão referidos à unidade de peso do cimento.

Uma vez determinada a curva adiabática da temperatura do betão e a difusibilidade deste, poder-se-á proceder ao cálculo do aumento de temperatura do betão para uma determinada cadência de betonagem e uma dada espessura de camadas.

Em barragens com grande espessura, o calor desenvolvido durante os primeiros dias é perdido pela face superior da camada quase na sua totalidade, ou seja, na direcção vertical (z).

Nesta situação, está-se na presença de um caso de fluxo unidimensional de calor. Logo, considerando a equação (2.18), esta situação origina a seguinte equação:

Sendo:

$$G = \rho c \frac{\partial T_{ad}}{\partial t} \tag{3.27}$$

Obtêm-se:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = h^2 \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{\partial T ad}{\partial t} \tag{3.28}$$

T- temperatura do elemento de volume considerado;

t- variável tempo;

z – coordenada na direcção do fluxo;

h^2 – difusibilidade térmica;

Tad- subida adiabática da temperatura no elemento de volume do betão considerado.

Esta equação, expressa em diferenças finitas, toma a seguinte forma:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{h^2}{\Delta z^2} T(z + \Delta z) + T(z - \Delta z) - 2T(z) + \frac{\Delta T ad}{\Delta t} \tag{3.29}$$

A temperatura ao fim do intervalo de tempo t no elemento de volume considerado será então:

$$\Delta T = \frac{\Delta t}{\Delta z^2} h^2 (T_{m-1} + T_{m+1} - 2T_m) + \Delta T ad \tag{3.30}$$

Ao fim de um intervalo de tempo Δt, a temperatura será:

$$T_m^{i+1} = T_m^i + \Delta T = \frac{\Delta t}{\Delta z^2} h^2 \left(T_{m-1}^i + T_{m+1}^i - 2T_m^i\right) + T_m^i + \Delta T a \tag{3.31}$$

Conforme o método de Schmidt, considerando o número de Fourier $\tau = 1/2$, e utilizando novamente a equação (3.13), tém-se:

$$\mathrm{h}^2 \frac{\Delta \mathrm{t}}{\Delta \mathrm{z}^2} = \frac{1}{2} \tag{3.32}$$

Logo ter-se-á

$$T_m^{i+1} = \frac{1}{2}\left(T_{m+1}^i + T_{m-1}^i\right) + \Delta T ad \tag{3.33}$$

A equação 3.27 traduz o método de Schmidt para a resolução da equação de Fourier, relativa ao fluxo unidimensional do calor, exemplificada na figura 3.11:

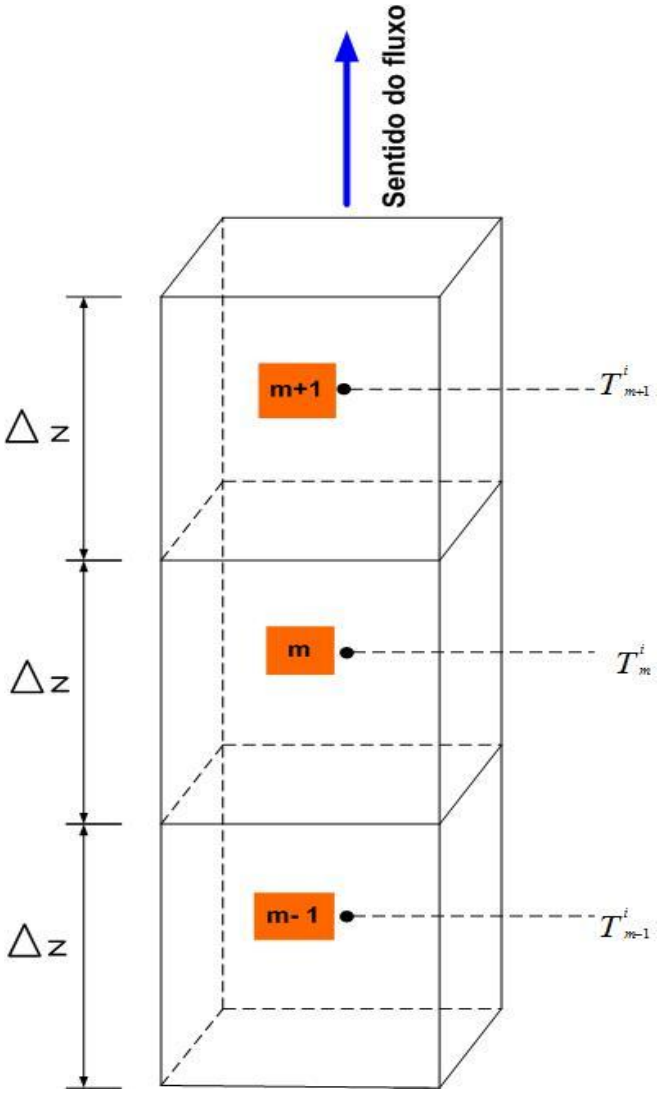


Figura 3.11: Descrição de pontos numa barragem

Apresenta-se de seguida um pequeno exemplo prático de acordo com Silveira [10].

Admita-se os seguintes valores:

$$h^2 = 0{,}09 m^2\ dia^{-1}$$

$$\Delta z = 0{,}3\ m$$

Logo, obtém-se:

$$\Delta t = \frac{1}{2} \times \frac{\Delta z^2}{h^2} = \frac{1}{2} \times 0{,}09/0{,}09 = 0{,}5\ dia.$$

Apresentamos na Figura 3.12. a curva da subida adiabática da temperatura do betão e no Quadro 3.7. os valores da curva da subida adiabática da temperatura e as diferenças de temperatura entre os intervalos de tempo.

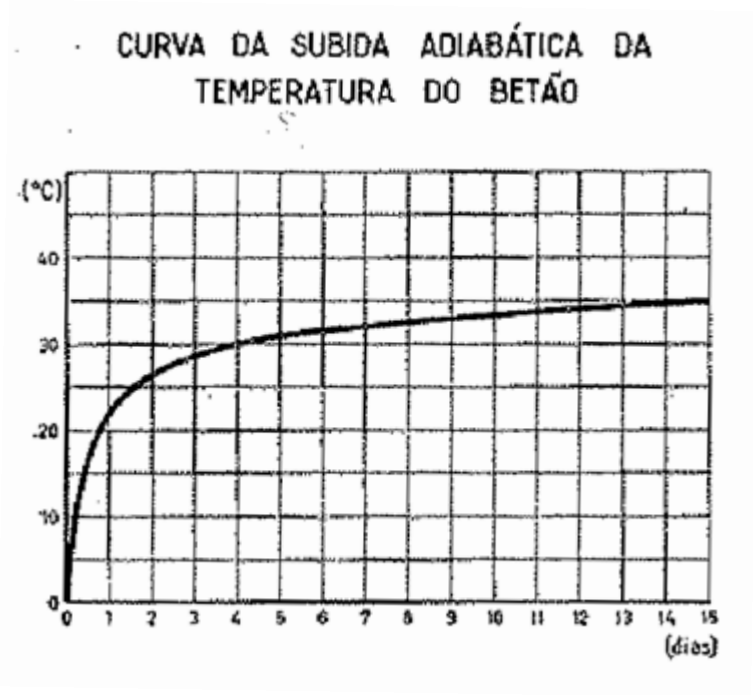
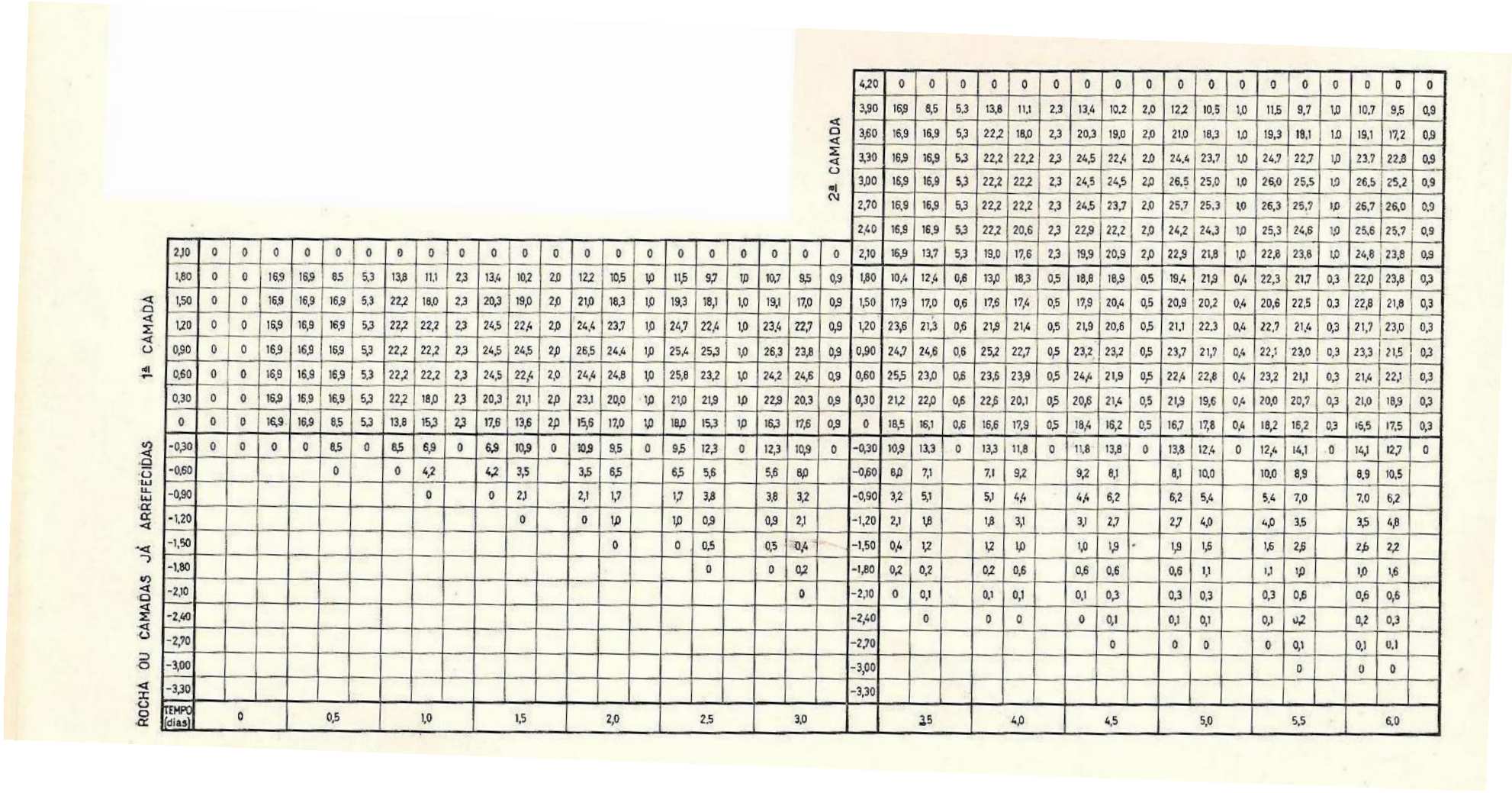


Figura 3.12: Curva da subida adiabática da temperatura do betão [10]

TEMPO (dias)	T	ΔTad
0,0	0,0	16,9
0,5	16,9	5,3
1,0	22,2	2,3
1,5	24,5	2,0
2,0	26,5	1,0
2,5	27,5	1,0
3,0	28,5	0,9
3,5	29,4	0,6
4,0	30,0	0,5
4,5	30,5	0,5
5,0	31,0	0,4
5,5	31,4	0,3
6,0	31,7	

Quadro 3.7: Valores da curva da subida adiabática da temperatura do betão [10]



Quadro 3.8:Cálculo da temperatura pelo Método de Schmidt numa barragem [10]

Para o cálculo da subida máxima de temperatura pelo Método de Schmidt, o quadro 3.8 acima apresentado deverá ser preenchido da seguinte forma:

- As condições nos limites são dadas pelas temperaturas inscritas na linha horizontal;
- As condições iniciais em cada intervalo de tempo são representadas pelas temperaturas inscritas na primeira coluna;
- As temperaturas desenvolvidas em cada intervalo de tempo são inscritas na coluna do meio e resultam da aplicação do Método de Schmidt. Na terceira coluna são colocadas as temperaturas de hidratação de cada intervalo de tempo. Desta forma, o estado térmico no fim de cada intervalo de tempo é obtido através da soma das duas últimas colunas, sendo este resultado colocado na primeira coluna do intervalo de tempo imediatamente seguinte.

No presente exemplo, considerou-se que a primeira camada era colocada sobre uma massa de propriedades térmicas idênticas às do betão, calculando desta forma, o efeito de perda de calor pela zona inferior da primeira camada.

Note-se que o quadro 3.8 acima apresentado é facilmente executado em Excel.

No capítulo seguinte será apresentado um exemplo da aplicação do Método de Schmidt num caso real, incluindo a execução de um quadro similar ao quadro 3.8.

4. Cálculo da elevação da temperatura durante a construção de uma barragem de BCC

4.1. Propriedades Térmicas dos Materiais dos Betões

De acordo com Madalena Teles [7], os betões são sólidos não homogéneos do ponto de vista térmico devido a, por um lado, serem constituídos por materiais de diferentes propriedades e, por outro, à existência de poros contendo ar ou água no seu interior, o que origina que as suas propriedades térmicas dependem fortemente da sua constituição.

De todas as propriedades térmicas do betão, é usual caracterizar a condutibilidade e a difusibilidade térmica, que variam também com a temperatura, pelo que, nas aplicações práticas, se usam valores médios. O calor específico é, por vezes, determinado directamente, ou obtido a partir do conhecimento dos valores da condutibilidade e da difusibilidade térmica. Relativamente às propriedades termomecânicas, usualmente utilizam-se ensaios para a caracterização do coeficiente de dilatação linear.

O cimento é um dos elementos mais importantes para a caracterização das propriedades do betão e é o principal responsável pelo calor de hidratação, calor esse que depende da composição do cimento, da água de amassadura, da finura do cimento, da temperatura inicial e das condições de conservação.

A reacção dos componentes do cimento com a água de amassadura, ou seja, calor de hidratação, habitualmente é expresso pela equação:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Qi(1 - e^{-m_i t}) \tag{4.1}$$

Sendo Qi e mi constantes.

Em grande parte dos casos, considera-se um único termo da série, sendo então Qi o valor de Q ao fim de um tempo finito. Através de diversos trabalhos efectuados no LNEC, verificou-se que a curva que melhor ajusta os valores determinados em ensaios laboratoriais era:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} Qi(1 - (t+1)^{-s_i}) \quad (4.2)$$

Sendo s_i uma função da temperatura.

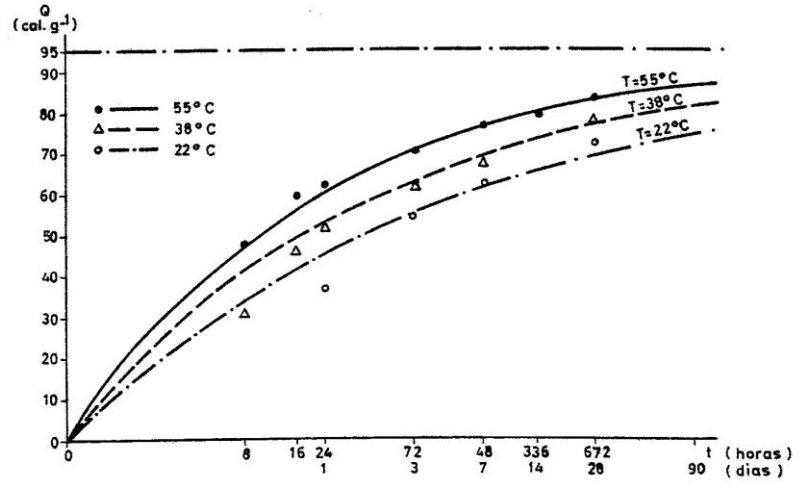


Figura 4.1: Curvas de desenvolvimento de hidratação [7]

Na figura 4.1, apresentam-se valores obtidos em laboratório para três temperaturas de conservação constantes, bem como as curvas ajustadas com base na equação 4.1., em que se considerou um único termo da série e $Q1 = 95$ cal/g.

Estes resultados, embora tenham sido obtidos considerando um único tipo de cimento, indicam-nos que a expressão analítica do calor de hidratação tem de ser uma função não só do tempo, mas também da temperatura.

Os inertes são outros dos constituintes do betão com grande incidência sobre as propriedades térmicas, devido à elevada percentagem com que entram na sua composição. De um modo geral, todas as propriedades térmicas variam com a temperatura.

A água de amassadura, ao contrário dos inertes, não tem grande influência nas propriedades térmicas do betão. No entanto, pode ser responsável por eventuais diferenças encontradas nas medições *in situ* e em laboratório, visto que em obra, é extremamente difícil controlar com algum rigor esta componente. No entanto, calculam-se, para diferentes temperaturas, os valores das condutibilidades térmicas e capacidades caloríficas de um betão em que se fez variar a relação água-cimento de 0,45 a 0,55, tendo-se verificado que as diferenças nos valores das propriedades térmicas não era significativo.

Uma vez conhecida a composição do betão, é possível determinar as suas características térmicas com base na seguinte equação (4.3):

$$C = \frac{\sum_i c_i p_i}{\sum_i p_i} \tag{4.3}$$

Sendo C a constante térmica a determinar, ci a mesma constante térmica de cada uma dos constituintes do betão e pi a quantidade com que cada um deles entra na composição do betão.

A determinação da condutibilidade, difusibilidade térmica e calor específico, assim como os coeficientes de dilatação linear, faz-se, habitualmente, por ensaios laboratoriais.

Em ensaios para a determinação da condutibilidade térmica, podem utilizar-se técnicas de regime permanente, em que usualmente se considera um fluxo de calor impondo temperaturas constantes e diferentes numa superfície interior e exterior de um sólido e medindo a quantidade de calor num determinado intervalo de tempo.

A determinação da condutibilidade pode ser também feita utilizando técnicas de regime transiente. No entanto, estes ensaios conduzem a melhores resultados quando aplicados a materiais com elevada condutibilidade térmica.

4.2. Betão Compactado com Cilindros – BCC

.

De acordo com António Ribeiro [9] o BCC, à semelhança aos outros betões, tem características específicas nos estados frescos e endurecido. As diferenças mais relevantes do BCC relativamente aos restantes são a sua consistência extremamente seca, no estado fresco, o que permite suportar o peso dos cilindros de compactação, a reduzida dosagem de cimento e a energia elevada a que é submetido durante a compactação.

Figura 4.2: Betão compactado com cilindros [8]

O BCC poderá ser definido como um betão seco consolidado por vibração externa com cilindros vibradores como se verifica na Figura 4.2. Este difere do betão convencional na sua consistência e na energia de compactação. Para a correcta compactação deste tipo de betão, este terá que ser o suficientemente seco para suportar o peso do equipamento de compactação, mas também deverá ser trabalhável para permitir uma distribuição adequada da pasta através da massa durante o processo de mistura e compactação. A energia a que o BCC é submetido durante a compactação é superior à normalmente usada com o betão convencional, o que permiti uma diminuição de dosagem de água na mistura e, por consequência,

obtenção de melhores características, quando se usam os mesmos inertes e as mesmas dosagens de ligantes. Este betão é colocado em camadas contínuas sobrepostas – Figura 4.3, e na vizinhança da zona de ligação entre duas camadas sucessivas, o material apresenta características distintas do betão interior, normalmente com qualidade inferior.

Figura 4.3: Camadas Contínuas Sobrepostas [S1]

Os métodos de fabrico, transporte, colocação e compactação utilizados no BCC permitem ritmos de construção muito superiores ao betão convencional, que se traduzem em vantagens económicas muito importantes, conforme as Figuras 4.4 e 4.5.

Figura 4.4: Transporte e colocação de componentes utilizados no BCC [S1]

Como é sabido, nas aplicações de betão em massa, a hidratação do cimento e as fracas condições de dissipação do calor resultam numa significativa elevação da temperatura do betão nos primeiros dias após a sua colocação. O progressivo arrefecimento posterior para a temperatura ambiente causa por vezes a fendilhação do betão. Devem ser feitos todos os esforços para controlar a elevação da temperatura de modo a que a estrutura se mantenha monolítica e sem fissuras. Desta forma, deve-se fazer uma escolha criteriosa dos componentes e da composição do betão, e estabelecer práticas de construção e condições de cura adequadas.

Figura 4.5: Compactação do Betão com cilindros [S1]

As características térmicas mais relevantes para o dimensionamento às variações de temperatura são: o coeficiente de dilatação térmica, a elevação adiabática de temperatura, a condutibilidade, a difusibilidade e o calor específico.

Como atrás referido, as propriedades térmicas podem variar não apenas com a composição do betão, mas também com a temperatura e com a humidade. Por sua vez, a geração de calor que conduz à elevação adiabática de temperatura é devida à hidratação do ligante pelo que depende principalmente deste componente do betão.

Sendo 75% a 80% do volume do BCC constituído por partículas de inerte, as características térmicas do betão estão principalmente dependentes das características térmicas no inerte.

4.3. Elevação Adiabática de Temperatura

O ligante no BCC é constituído normalmente por cimento e adições. A hidratação do cimento liberta uma quantidade de calor que depende da sua composição, finura e temperatura durante a hidratação. Um dos componentes principais do clínquer do cimento é o aluminato tricálcico que produz maior calor seguido do silicato tricálcico. Na figura 4.6 apresentam-se as curvas de contribuição para o calor de hidratação dos quatro componentes principais do cimento, obtidas a partir de ensaios efectuados em diferentes laboratórios. Quanto mais fino for o cimento, maior é o aumento da elevação adiabática de temperatura do betão, principalmente nas idades mais jovens, devido à maior superfície de grãos de cimento disponíveis para reagir. A elevação da temperatura é também afectada pela temperatura de colocação: quanto maior for a temperatura de colocação do betão, mais rapidamente se desenvolve o calor de hidratação mas, ao fim de um determinado tempo, por volta dos 28 dias, a elevação adiabática de temperatura é praticamente a mesma para diferentes temperaturas de colocação.

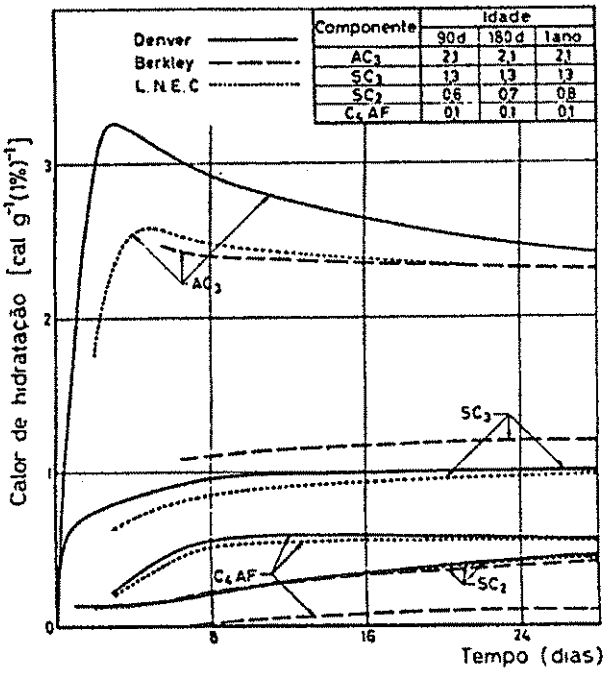


Figura 4.6: Curvas da hidratação de calor dos componentes do cimento [9]

A introdução de adições, em substituição de parte da dosagem de cimento, em geral, provoca a diminuição do calor de hidratação. No BCC, as adições mais utilizadas são as cinzas volantes, que praticamente não contribuem para o calor de

hidratação nas primeiras idades, uma vez que reagem lentamente com o hidróxido de cálcio. Mesmo a idades mais avançadas, o calor gerado é menor porque essas reacções não são tão exotérmicas como a hidratação do clínquer.

Grande parte do calor é gerado durante os estágios iniciais da hidratação do silicato tricálcico e do aluminato tricálcico. Se o teor destes componentes do cimento for reduzido pela substituição do cimento por cinzas, a elevação de temperatura é mais baixa.

A seguir, o Quadro 4.1 apresenta elevações adiabáticas de temperaturas aos 28 dias em betões fabricados com cinzas ou escórias:

– Elevação adiabática de betões fabricados com cinzas ou com escórias

Cimento (kg/m^3)	Cinzas volantes (kg/m^3)	Escórias (kg/m^3)	Elevação adiabática de temperatura aos 28 dias (ºC)
59	138	-	14,37
60	-	140	19,58
60	-	60	15,45
60	60	-	7,92

Quadro 4.1:. Elevação adiabática de betões fabricados com cinzas ou com escórias [9]

Deste quadro, facilmente se observa que, em betões fabricados com cerca de 60 kg/m^3 de cimento, a elevação de temperatura aos 28 dias é menor com adição de 138 kg/m^3 de cinzas volantes do que com a adição de 60 kg/m^3 de escórias.

4.4. Barragem Objecto de Estudo (Tha Dam)

A barragem objecto de estudo, designada por Tha Dam localiza-se na Tailândia e tem como principal função a melhoria da irrigação do rio da região de Nakhon Nayok acerca de 120 km a noroeste de Banguecoque, fortemente afectada por períodos de seca e de cheias.

Esta barragem gravítica em BCC, desenvolve-se ao longo de 2.600m, tendo uma altura máxima de 92 m. O volume total de betão desta barragem ascende a $5{,}5x10^6$ m^3, dos quais, $5x10^6$ m^3 é em betão BCC e $5x10^5$ m^3 é em betão convencional. As faces de montante e jusante da barragem foram construídas em camadas horizontais, o que aumenta a durabilidade das paredes externas e, ao mesmo tempo, suporte para a colocação do BCC. A camada de betão executada de modo convencional colocada entre a face de jusante da barragem e o betão BCC forma a camada impermeabilizante da barragem. Esta mistura de BCC, feita com cimento portland, cinzas volantes e agregados britados no local, obteve uma média tensão de compressão aos 91 dias de 18 MPa.

A colocação do BCC teve início em Março de 2001. A produção mensal máxima de colocação que se registou foi de 200.000m^3, sendo que a média mensal obtida foi de 135.000m^3. O BCC foi produzido por 2 centrais contínuas com uma capacidade total de produção de 2.400 ton/h, e foi transportado por tapetes e dumpers.

4.5. Definições Geométricas da Barragem THA DAM

Na Figura 4.7 é apresentada a secção transversal da barragem. O perfil da barragem é definido por um triângulo cujo topo se encontra à cota 110,00 m, com o lado de montante vertical e com o lado de jusante com uma inclinação de 0,8h/1v. Abaixo da cota 55,00 m, o lado de montante apresenta uma inclinação de 0,4h/1v. O topo da barragem, tem 8m de largura e situa-se à cota 112,00m. A fundação da barragem encontra-se à cota 20,00m.

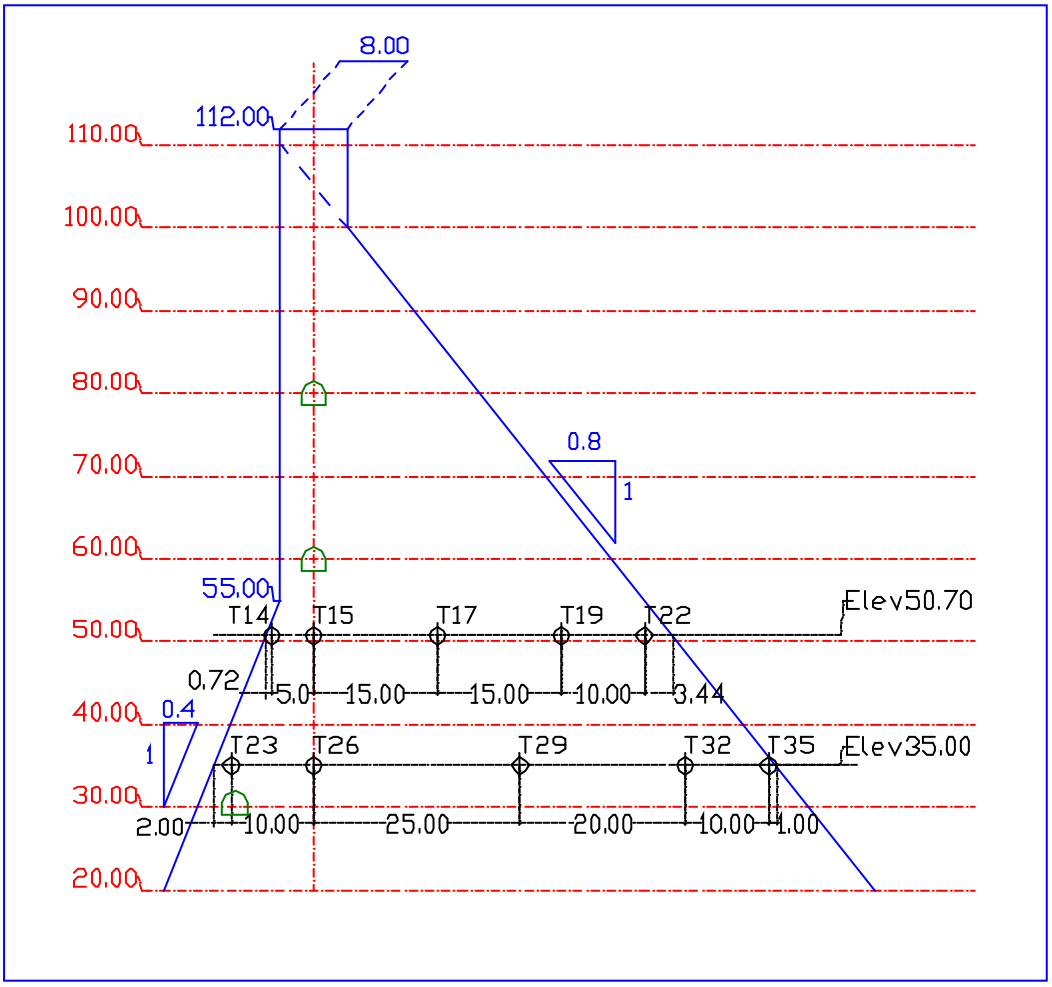


Figura 4.7: Definições geométricas da barragem THA DAM [13]

A barragem é composta maioritariamente por BCC, colocado em camadas de 0,30m. Ambas as faces de montante e jusante foram efectuadas com betão convencional.

A fronteira entre o betão convencional e o BCC tem a forma de uma árvore de betão, executado pela seguinte ordem: colocação do betão convencional, colocação e vibração do BCC e, finalmente, vibração do betão convencional. Este faseamento foi adoptado para melhorar a colagem entre os dois tipos de betão.

4.6. Procedimento e Faseamento da Construção

A figura 4.8 representa o tempo de colocação do BCC.

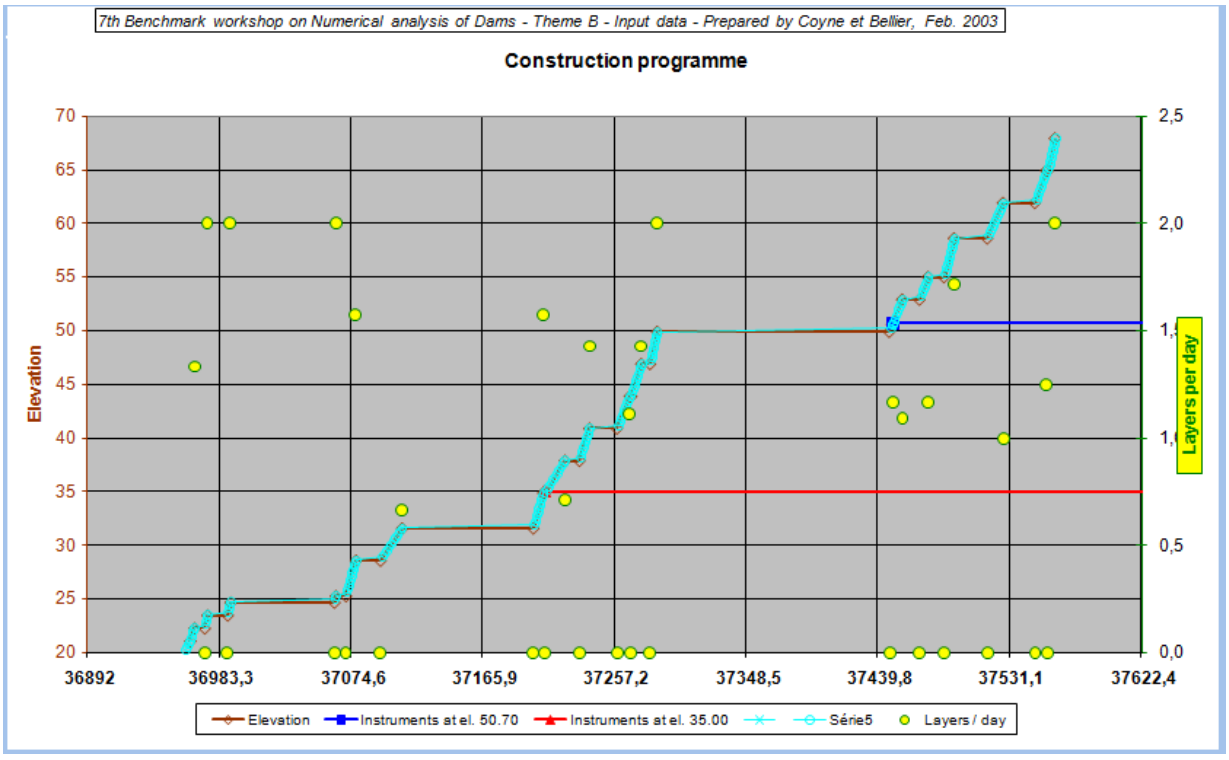


Figura 4.8: Tempos de colocação das camadas durante a construção da barragem de BCC[13]

Data	Elevação	Camadas / dia
13-03-2001	21,1	
16-03-2001	22,3	1,33
23-03-2001	22,3	0,00
25-03-2001	23,5	2,00
08-04-2001	23,5	0,00
10-04-2001	24,7	2,00
21-06-2001	24,7	0,00
22-06-2001	25,3	2,00
29-06-2001	25,3	0,00
06-07-2001	28,6	1,57
23-07-2001	28,6	0,00
07-08-2001	31,6	0,67
06-11-2001	31,6	0,00
13-11-2001	34,9	1,57
14-11-2001	34,9	0,00
28-11-2001	37,9	0,71
08-12-2001	37,9	0,00
15-12-2001	40,9	1,43
03-01-2002	40,9	0,00
12-01-2002	43,9	1,11
13-01-2002	43,9	0,00
20-01-2002	46,9	1,43
26-01-2002	46,9	0,00
31-01-2002	49,9	2,00
11-07-2002	49,9	0,00
13-07-2002	50,6	1,17
20-07-2002	52,9	1,10
01-08-2002	52,9	0,00
07-08-2002	55	1,17
18-08-2002	55	0,00
25-08-2002	58,6	1,71
17-09-2002	58,60	0,00
28-09-2002	61,90	1,00
20-10-2002	61,90	0,00
28-10-2002	64,90	1,25
29-10-2002	64,90	0,00
03-11-2002	67,90	2,00

Quadro 4.2:. Ritmo de elevação de camadas por dia [13]

O ritmo de elevação foi de 1 camada por dia, que corresponde aos segmentos mais inclinado da curva. Em geral, foram colocadas 10 camadas a este ritmo numa secção.

Na figura 4.8, verifica-se que as camadas às cotas 25,00 m, 31.90 m e 50,20 m foram as que mais tempo levaram a ser executadas.

4.7. Características dos Materiais Utilizados

O betão convencional utilizado nas faces da barragem tinha 305kg de cimento Portland, não havendo disponível a curva do calor de hidratação deste material.

As características do BCC utilizado foram que estão representados no quadro 4.3.

Variável	Símbolo	Valor	Unidade
Peso Especifico	ρ	2380	kg/m^3
Calor Especifico	c	1,0	kJ/kg/°C
Condutividade	κ	10,0	kJ/m/h/°C
Difusibilidade	h^2	0,0042	m²/h

Quadro 4.3:. Características da barragem em BCC [13]

A mistura do cimento utilizada no BCC foi uma mistura de 100kg cimento Portland (STC) com 90kg de cinzas puzolánicas (PFA) por metro cúbico de BCC.

O betão convencional utilizado nas faces da barragem tinha 305kg de cimento Portland, não havendo disponível a curva do calor de hidratação deste material.

A curva do calor de hidratação desta mistura é dada por:

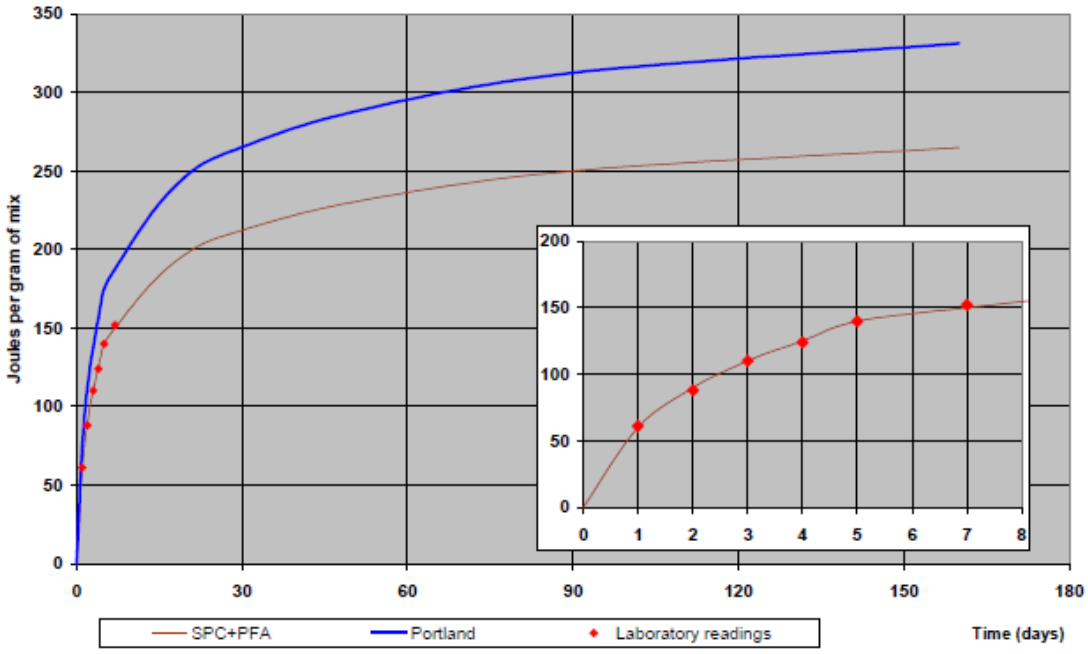


Figura 4.9: Curva de hidratação da mistura do cimento utilizada no BCC [13].

A partir da Figura 4.9 considerou os seguintes valores, obtendo o quadro 4.4.

		Coeficiente STC	1,25
Tempo		*Calor J/g* **STC+PFA**	**Portland**
dia	**hora**	**Lab.**	**Curva**	**Curva**
0	0	0	0	0
1	24	61	60	75
2	48	88	90	112,5
3	72	110	110	137,5
4	96	124	125	156,25
5	120	140	140	175
7	168	152	150	187,5
14	336		180	225
21	504		200	250
28	672		210	262,5
50	1200		230	287,5
90	2160		250	312,5
160	3840		265	331,25

Quadro 4.4:. Valores da curva de calor de hidratação da mistura do cimento utilizada no BCC [13]

Utilizando a equação 4.1 conseguimos valores do calor de hidratação aproximados ao Quadro 4.4.

$$Q = Q_1(1 - e^{-m_1 t}) + Q_2(1 - e^{-m_2 t}) + Q_3(1 - e^{-m_3 t}) \quad (4.4)$$

Sendo:

$Q_1 = 87{,}80901, m_1 = 0{,}10765$

$Q_2 = 89{,}30024, m_2 = 0{,}014736$

$Q_3 = 96{,}39567, m_3 = 0{,}680893$

Multiplicando com a massa da mistura de cimento com cinzas pozolánicas *m=190* kg e dividindo pelo peso específico ρ =2380 kg/m^3 obtemos as temperaturas que são apresentados no quadro 4.4:

.

dia	Q J/g	Temperaturas ºC
0	0	0
1	57,872	4,790
2	91,301	7,185
3	111,991	8,782
4	125,903	9,979
5	136,085	11,176
7	150,805	11,975
14	181,390	14,370
21	198,815	15,966
28	210,085	16,765
50	230,358	18,361
90	249,792	19,958
160	265,054	21,155

Quadro 4.5:. Valores da Temperatura da curva do calor de hidratação [13]

4.8. Instrumentação e Leituras

Foram instalados termopares eléctricos no interior do BCC, em diversas camadas e secções. Na figura 4.10 apresentam-se as posições dos termopares à cota 35,00m e 50,70m.

Foram ainda instalados termopares em diversos locais no exterior da barragem para se obter a temperatura ambiente em cada instante.

Desde que se iniciou a colocação do BCC, foram registadas as temperaturas do BCC e as temperaturas atmosféricas em intervalos diferentes.

4.9. Aplicação do Método de Schmidt à Barragem de Tha Dam.

Tendo em consideração os dados do Quadro 4.3 e que a espessura de cada camada foi de 0,30m, aplicando a equação 3.13, para a barragem de Tha Dam, obtém-se:

$$\Delta t = \frac{0{,}3 \times 0{,}3}{2 \times 0{,}0042} = 10{,}71\ horas$$

Em Apêndice III, apresentam-se os intervalos de tempos de cada camada.

Tendo a curva adiabática do calor de hidratação da figura 4.9, e utilizando a equação 4.4, Calculou-se as diferenças de temperaturas, que se apresenta em Apêndice II. Note-se que se desprezou a diferença de temperatura do calor de hidratação a partir do valor 0,00499ºC.

Utilizando a equação 3.27 sucessivamente e adoptando o mesmo esquema utilizado em Silveira [17], determinou-se os incrementos das temperaturas interiores das diversas camada. Apresentam-se em Apêndice IV 30 das 387 folhas feitas do cálculo dos incrementos de tempertura da barragem Tha Dam.

A partir dos resultados obtidos, foram elaborados gráficos no qual se representa a variação de incrementos de temperatura no tempo. Abaixo apresentam-se os gráficos obtidos.

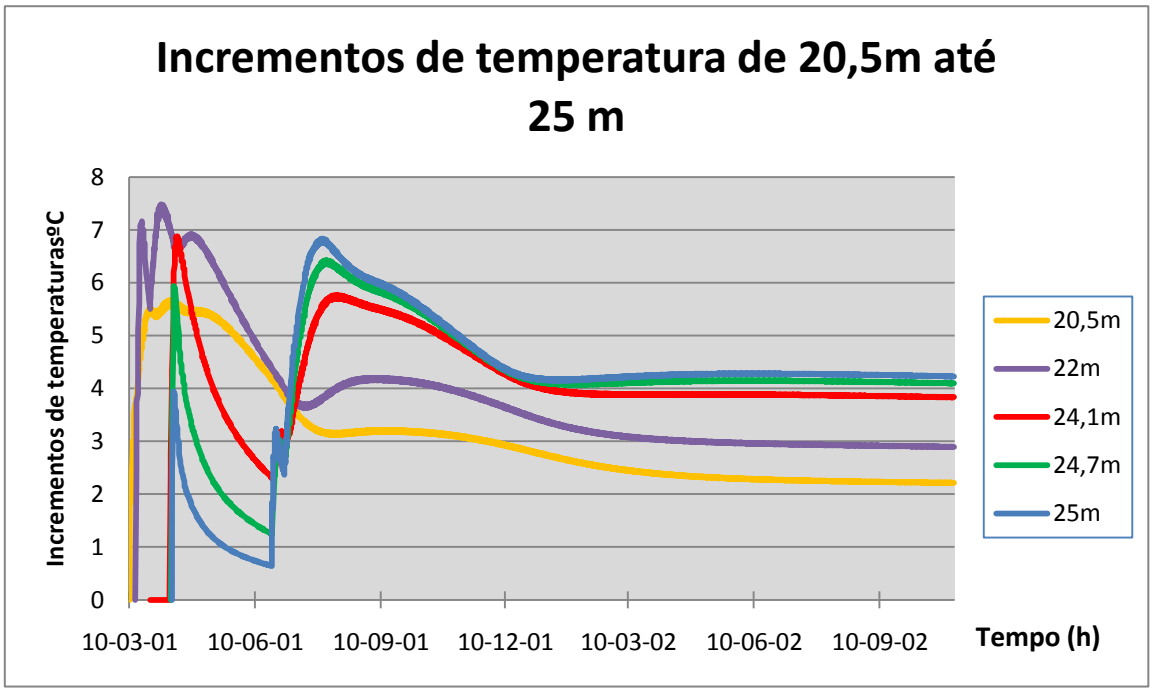


Figura 4.10: temperaturas de camadas de 20,5 m até 35 m.

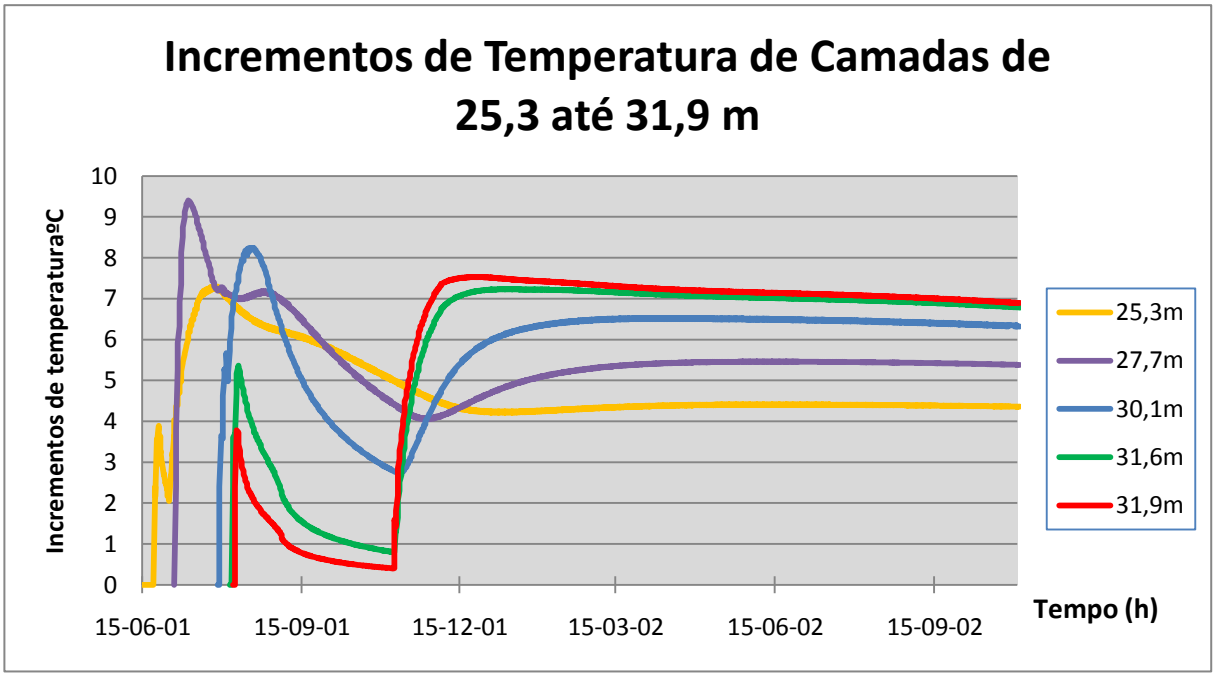


Figura 4.11: Temperaturas de Camadas de 25,3m até 31,5 m

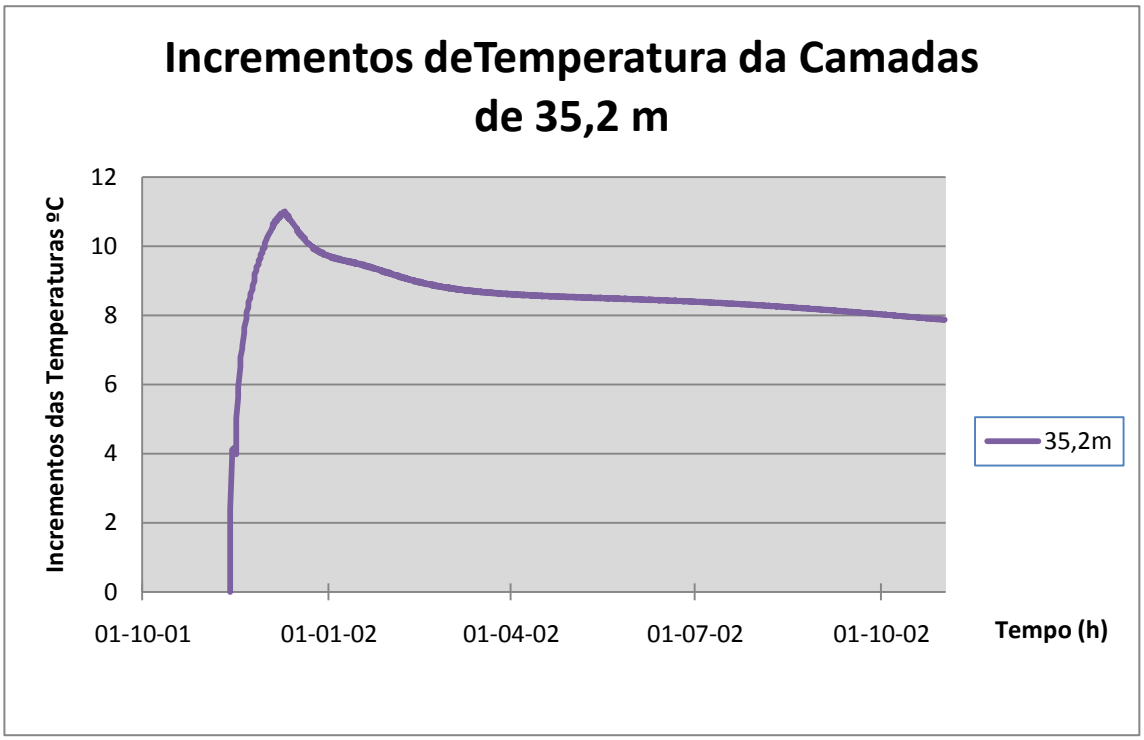


Figura 4.12: Temperaturas de camada de 35,2m

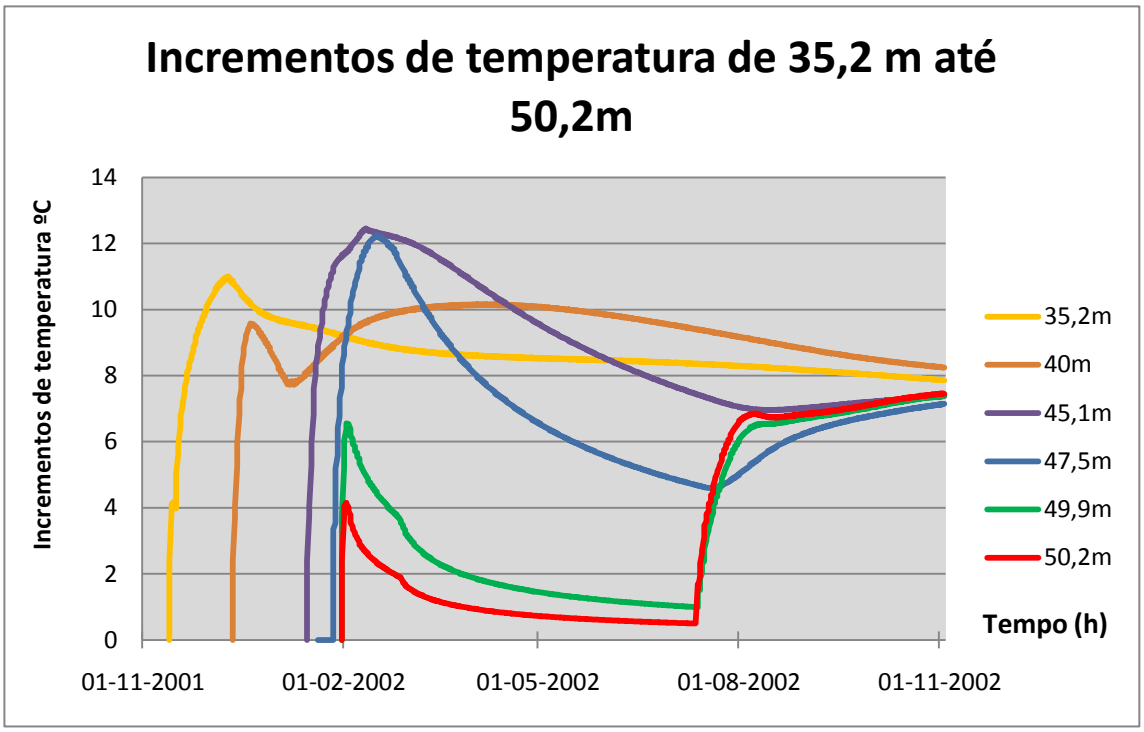


Figura 4.13: Temperaturas de Camadas de 35,2 m até 50,2 m

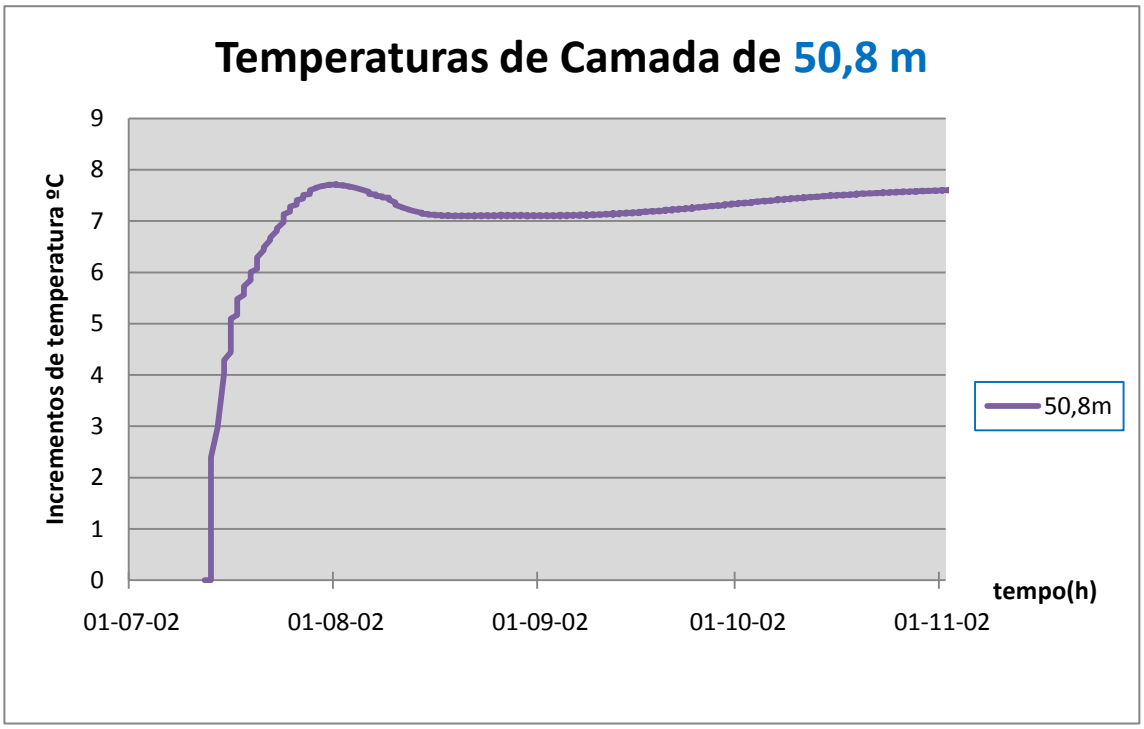


Figura 4.14: Temperaturas da camada de 50,8 m

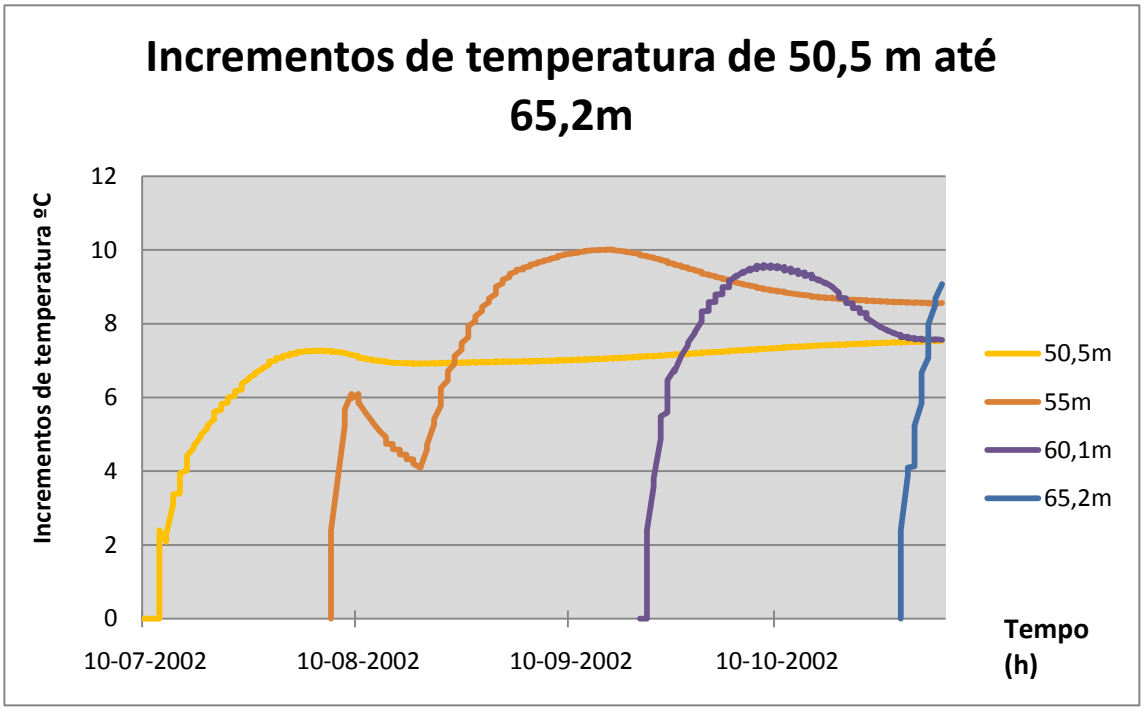


Figura 4.15: Temperaturas da camada de 50,5 até 65,2 m

Pela análise dos gráficos, pode-se observar:

- Quanto maior for o intervalo de tempo entre o fim de execução de uma camada e o início da camada seguinte, menor é o incremento da temperatura atingida pela nova camada;
- A temperatura de cada camada ao longo do tempo é influenciada pelo intervalo de tempo entre o início da sua execução e fim da execução da camada anterior;
- Verifica-se ainda que o calor de hidratação é influenciado pela cadência de execução das diversas camadas.
- O incremento de temperatura máximo atingido é de 12,41ºC e verifica-se na camada situada na cota 45,10;
- Quando o intervalo de tempo entre camadas é longo, as temperaturas das camadas anteriores, devido a maior dissipação do calor de hidratação nesse intervalo de tempo, diminuem para posteriormente convergirem para o ponto de equilíbrio.

4.10.Comparação dos Resultados

No presente ponto pretende-se comparar os resultados obtidos através do método de Schmidt com os apresentados no 7º Workshop sobre Análise Numérica de Barragens [13], realizado em 24 a 26 de Setembro de 2003, em Bucareste, Roménia, calculados a partir de outros métodos numéricos. Esta comparação é feita apenas para as camadas situadas às cotas 35,00 m e 50,70 m, uma vez que se dispõem das leituras efectuadas pelos termopares eléctricos. Neste workshop, as várias equipas presentes realizaram as curvas por diversos métodos através de programas a duas dimensões. Importa referir que o Método de Schmidt assume a hipótese de fluxo unidimensional, o que difere dos utilizados no workshop. No Quadro 4.5 estão listados os softwares utilizados por cada equipa.

Equipas	Software
P1	FLAC
P2	Z_Soil
P3	ANSYS
P4	Programa Próprio
P5	ANSYS
P6	ANSYS
P7	ABACUS

Quadro 4.6:. Equipas do Workshop [13]

O FLAC está baseado no método das diferenças finitas, O Z_soil, o Ansys e o Abacus são programas de elementos finitos comerciais.

Sendo nesta dissertação feito o estudo através de incrementos de temperaturas os valores das Figura 4.16 e Figura 4.18 é retirado as temperaturas inicias e comparados com as Figura 4.12 e Figura 4.14.No termopares à cota 35 é considerado a temperatura inicial 24,9 ºC, enquanto nos termopares à cota 50,7 é 34,3 ºC.

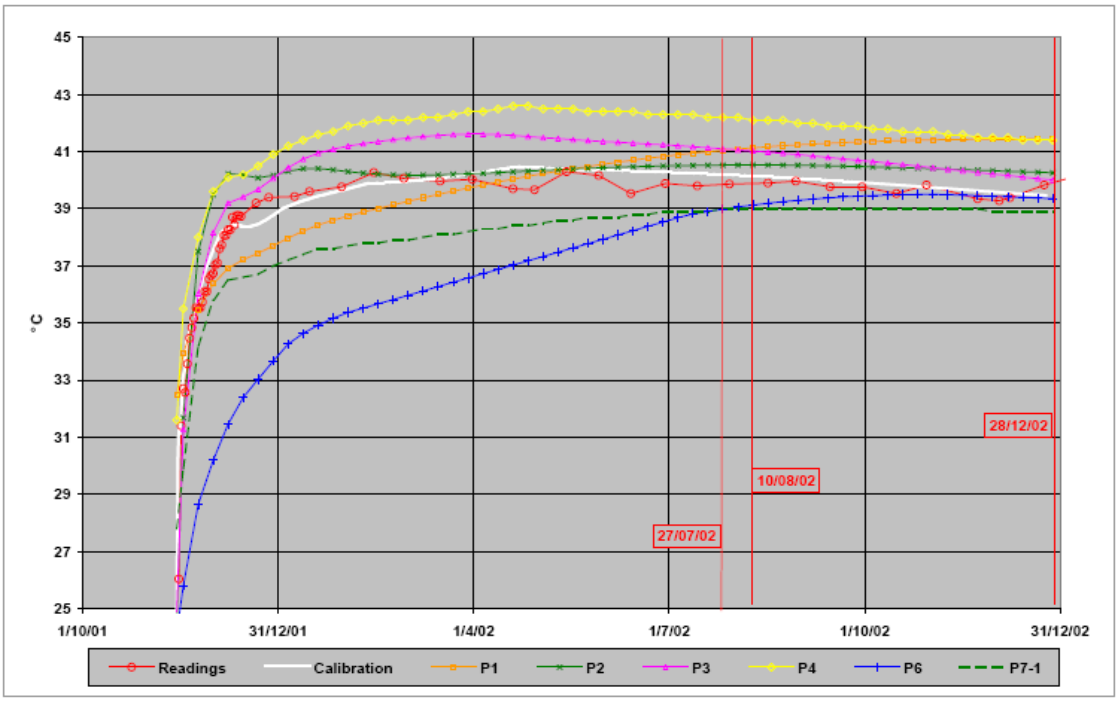


Figura 4.16: Valores de vários Métodos em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 35 [13].

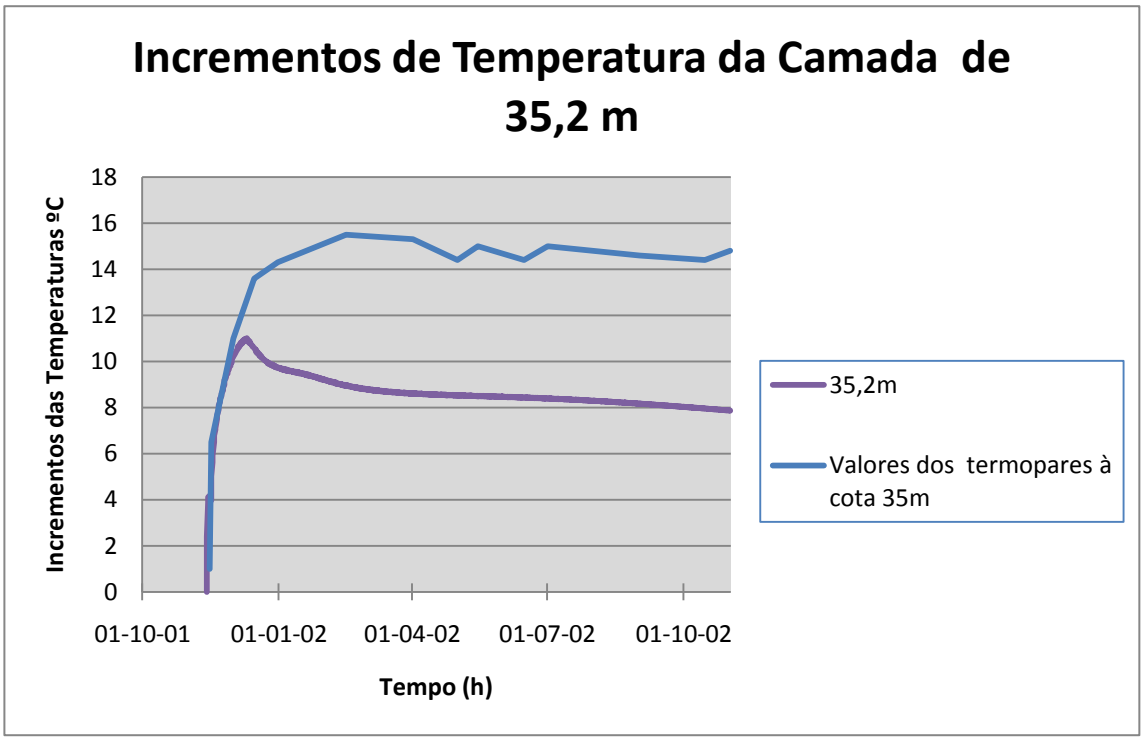


Figura 4.17: Valores do Método de Schmidt em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 35 m .

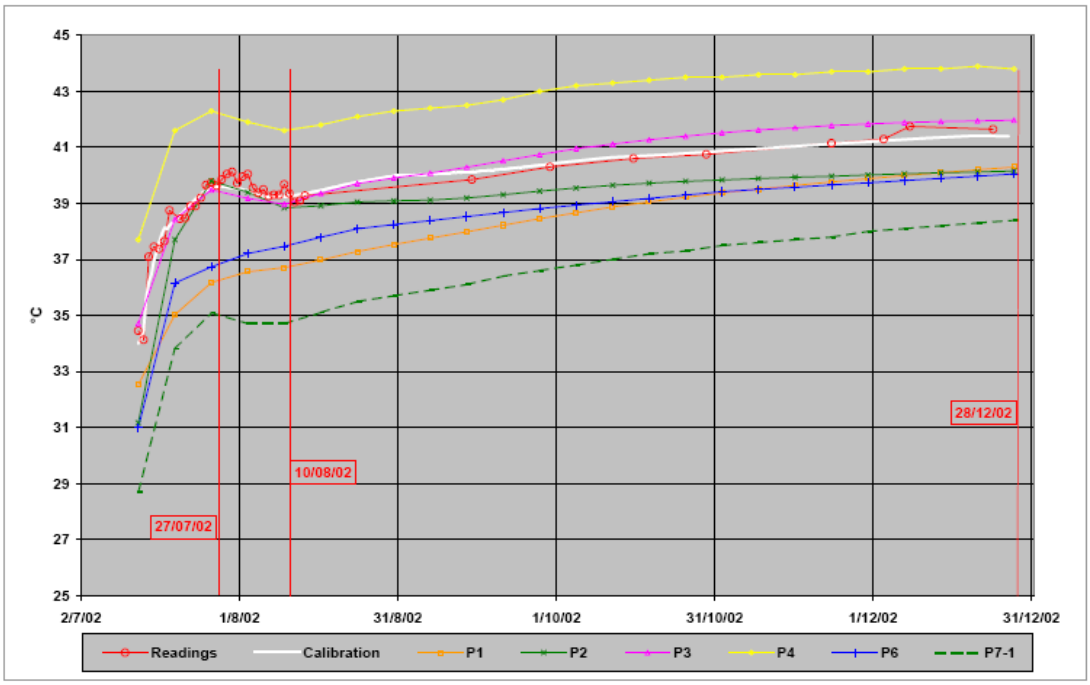


Figura 4.18: Valores de vários Métodos em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 50,7 m [13]

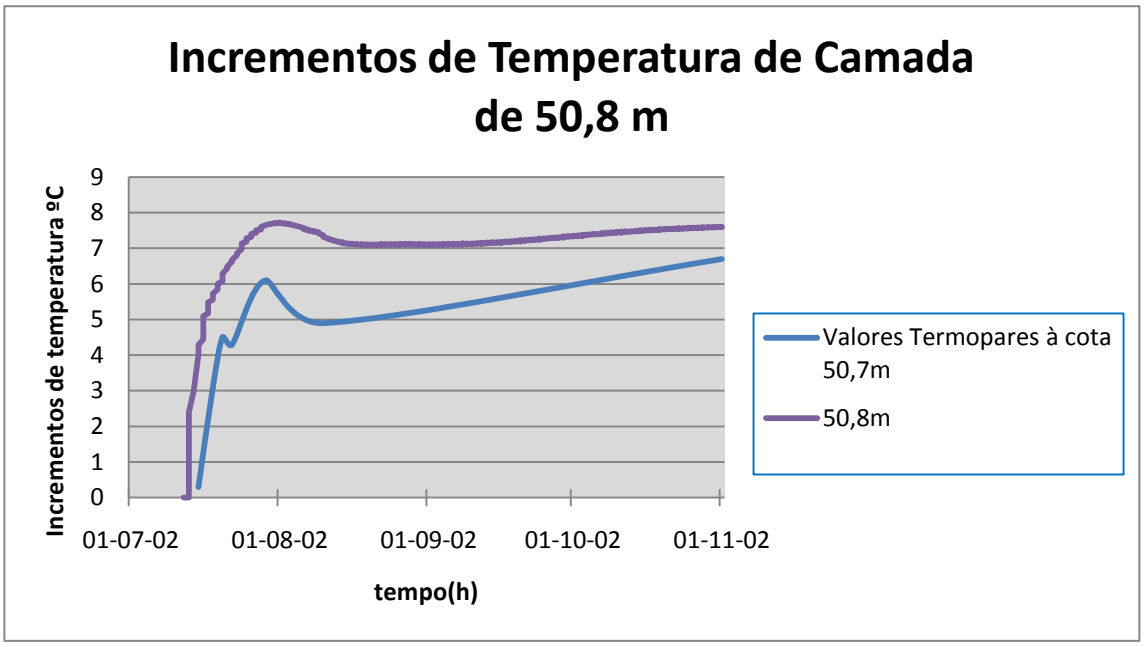


Figura 4.19: Valores do Método de Schmidt em comparação leituras efectuadas pelos termopares à cota 50,7 m.

Nas figuras 4.16 e 4.18 estão representadas as temperaturas dos termopares eléctricos, o Método de Schmidt e os diversos métodos utilizados no Workshop [13].

Analisando as figuras 4.17 e 4.19, verifica-se que através do Método de Schmidt se obtêm resultados similares aos restantes métodos. Este método não tem em consideração diversas variáveis ambientais que influenciam a temperatura do betão ao longo da construção da barragem que são consideradas nos outros métodos, o que o torna num método simplificado em relação aos outros. No entanto, pode-se afirmar que o Método de Schmidt permite a obtenção de boas aproximações às temperaturas que ocorrem no decorrer da construção de uma barragem de BCC, de uma forma expedita mas mais demorada do que os outros métodos.

5. Conclusão

Este trabalho foi desenvolvido com objectivo de efectuar o estudo do comportamento térmico de estruturas em massa através do Método de Schmidt e compará-lo com outros Métodos.

O cálculo das temperaturas permite que se tomem as devidas precauções para prevenir a fissuração do betão devido ao aumento de temperatura das camadas.

Para se efectuar esse cálculo utilizou-se a equação da condução de calor mediante a formulação do Método de Schmidt como caso particular do Método das Diferenças Finitas para tornar mais simples a aplicação no cálculo das temperaturas. Em seguida fez-se dois problemas para demonstrar o cálculo das temperaturas numa placa.

No primeiro problema calculou-se as temperaturas em vários intervalos de tempo com o Método Schmidt e o Método de Solução Analítica, concluindo-se que quer se utilize um ou outro método os resultados são muito próximos. No Método de Schmidt, sendo um método onde se utiliza simplificações, obtêm-se nos primeiros tempos temperaturas menos próximas ao Método da Solução Analítica mas, à medida que se calcula mais intervalos de tempo, os resultados vão-se aproximando cada vez mais.

No segundo problema calculou-se as temperaturas tendo em conta a geração de calor. No cálculo com o Método de Schmidt adicionou-se para cada tempo o valor provocado pela geração de calor.

Após a resolução destes dois problemas foi possível calcular as temperaturas das camadas de uma barragem em vários tempos. Neste caso utilizou-se a libertação do calor de hidratação do betão utilizado como geração de calor tendo-se concluído que o Método de Schmidt permite de uma forma simples, utilizando uma folha de cálculo do Excel obter as temperaturas das camadas de betão de uma barragem enquanto que o Método da Solução Analítica exige a formulação de equações mais complexas.

Aplicou-se então este Método a um caso real – Barragem Tha Dam da Tailândia construída em Betão Compactado com Cilindros e comparou-se os resultados com os obtidos no 7º Workshop realizado na Roménia sobre Análise Numérica de Barragens.

Analisando o relatório da barragem e partindo da curva da subida adiabática da temperatura e das características do betão utilizado: peso e calor específico, condutividade e difusibilidade calculou-se os incrementos das temperaturas.

Sendo o Método de Schmidt um método unidimensional obteve-se incrementos de temperaturas aproximados aos conseguidos pelas outras equipas do Workshop que utilizaram programas bidimensionais: o FLAC, baseado no método das diferenças

finitas, O Z_soil, o Ansys e o Abacus que são programas de elementos finitos e ainda um programa próprio.

Conclui-se então que o Método de Schmidt é um método explícito que permite boas aproximações aos outros métodos. Os métodos usados pelas equipas do Workshop tornam-se mais dispendiosos porque é necessário adquirir programas comerciais ou programar software específico.

Sabendo da dificuldade de desenvolver programas informáticos e destes serem também muito dispendiosos na sua compra, demonstra-se que o Método de Schmidt é um método simples mas também económico, uma vez que o seu cálculo poderá ser efectuado através de folhas de cálculo, como por exemplo, o Excel.

Uma das desvantagens do Método de Schmidt é a morosidade do seu cálculo. Quanto maior for a estrutura de betão em massa, maior é o tempo necessário para efectuar o cálculo das temperaturas nas diversas camadas.

Outra das desvantagens deste método é a unidimensionalidade, o que impossibilita a sua aplicação em problemas dimensionais mais complexos.

6. Referências

6.1. Bibliografia

[1] ACI COMMITEE 116 (2000) Cement and concrete Terminology (ACI 116R-00), American Concrete Institute.

[2] ACI COMMITEE 207 (2007) 2 “Reporto on thermal and Volume Change Effects on Cracking of Mass Concrete (ACI 207. 2R-07)”. American Concrete Institute;

[3] ÇENGEL, Y.A. (2003) “Heat Transfer: a practical approach”. McGraw-Hill;

[4] DUNINBERRE, G.M. (1949) “Numerical Analysis of Heat Flow”. McGraw-Hill;

[5] INGERSOLL L.R.; ZOBEL, O.J.: INGERSOLL, A.C. (1948) “Heat Conduction with Engineering and Geological Applications”. McGraw-Hill;

[6] LNEC (2011) Análise Térmica de barragens de Betão – Acções térmicas ambientais, LNEC, a publicar.

[7] TELES (1985) “Comportamento de Barragens de Betão”. DEC, FEUP;

[8] MARQUES, T (2008) Estudo de um Betão compactado com cilindros – Aplicado a barragens, Universidade Nova de Lisboa

[9] RIBEIRO A.B.S. (2004) “Betão compactado com Cilindros – Composição e características” ;

[10] SILVEIRA A.F. (1961) “As variações de temperaturas nas barragens”; Tese de Investigador, LNEC. Memória nº 177, LNEC.

[11] TOWNSEND, C.L. (1981) Control of Cracking in mass concrete structures, Water Resources Technical Publication.

[12] USACE (1997) “Thermal Studies of Mass Concrete Structures (ETL 1110-2-542)”;

[13] ICOLD (2003) 7th Benchmark Workshop on Numerical Analysis of Dams Theme B RCC Dams Bucharest, Romenia.

[14] VILA REAL, P. (1988) “Modelação por Elementos Finitos do Comportamento Térmico e Termo-elástico de Sólidos Sujeitos a Elevados Gradiente Térmicos”. Tese de doutoramento, Universidade do Porto.

6.2. Sites de internet

[S1] http://www.engenhariacivil.com/betao-compactado-cilindros

[S2] FIERRO, Carlos Francisco Cruz Método Gráfico de Schmidt
:http://tecno.cruzfierro.com/cursos/2011b/fenomenos2/ppt-schmidt

APÊNDICES

APÊNDICE I

x(m) / t(h)	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
0	0	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,003125	0	500,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,00625	0	500,000	750,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,009375	0	375,000	750,000	875,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,0125	0	375,000	625,000	875,000	937,500	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,015625	0	312,500	625,000	781,250	937,500	968,750	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,01875	0	312,500	546,875	781,250	875,000	968,750	984,375	1000,000	1000,000	1000,000	1000,000
0,021875	0	273,438	546,875	710,938	875,000	929,688	984,375	992,188	1000,000	1000,000	1000,000
0,025	0	273,438	492,188	710,938	820,313	929,688	960,938	992,188	996,094	1000,000	1000,000
0,028125	0	246,094	492,188	656,250	820,313	890,625	960,938	978,516	996,094	998,047	1000,000
0,03125	0	246,094	451,172	656,250	773,438	890,625	934,570	978,516	988,281	998,047	998,047
0,034375	0	225,586	451,172	612,305	773,438	854,004	934,570	961,426	988,281	993,164	998,047
0,0375	0	225,586	418,945	612,305	733,154	854,004	907,715	961,426	977,295	993,164	993,164
0,040625	0	209,473	418,945	576,050	733,154	820,435	907,715	942,505	977,295	985,229	993,164
0,04375	0	209,473	392,761	576,050	698,242	820,435	881,470	942,505	963,867	985,229	985,229
0,046875	0	196,381	392,761	545,502	698,242	789,856	881,470	922,668	963,867	974,548	985,229
0,05	0	196,381	370,941	545,502	667,679	789,856	856,262	922,668	948,608	974,548	974,548
0,053125	0	185,471	370,941	519,310	667,679	761,971	856,262	902,435	948,608	961,578	974,548
0,05625	0	185,471	352,390	519,310	640,640	761,971	832,203	902,435	932,007	961,578	961,578
0,059375	0	176,195	352,390	496,515	640,640	736,422	832,203	882,105	932,007	946,793	961,578
0,0625	0	176,195	336,355	496,515	616,468	736,422	809,263	882,105	914,449	946,793	946,793
0,065625	0	168,178	336,355	476,412	616,468	712,866	809,263	861,856	914,449	930,621	946,793
0,06875	0	168,178	322,295	476,412	594,639	712,866	787,361	861,856	896,238	930,621	930,621
0,071875	0	161,147	322,295	458,467	594,639	691,000	787,361	841,800	896,238	913,429	930,621
0,075	0	161,147	309,807	458,467	574,733	691,000	766,400	841,800	877,615	913,429	913,429
0,078125	0	154,904	309,807	442,270	574,733	670,567	766,400	822,007	877,615	895,522	913,429
0,08125	0	154,904	298,587	442,270	556,418	670,567	746,287	822,007	858,765	895,522	895,522
0,084375	0	149,293	298,587	427,503	556,418	651,353	746,287	802,526	858,765	877,143	895,522
0,0875	0	149,293	288,398	427,503	539,428	651,353	726,939	802,526	839,835	877,143	877,143
0,090625	0	144,199	288,398	413,913	539,428	633,183	726,939	783,387	839,835	858,489	877,143
0,09375	0	144,199	279,056	413,913	523,548	633,183	708,285	783,387	820,938	858,489	858,489

0,096875	0	139,528	279,056	401,302	523,548	615,917	708,285	764,611	820,938	839,713	858,489
0,1	0	139,528	270,415	401,302	508,609	615,917	690,264	764,611	802,162	839,713	839,713
0,103125	0	135,207	270,415	389,512	508,609	599,437	690,264	746,213	802,162	820,938	839,713
0,10625	0	135,207	262,360	389,512	494,474	599,437	672,825	746,213	783,576	820,938	820,938
0,109375	0	131,180	262,360	378,417	494,474	583,650	672,825	728,200	783,576	802,257	820,938
0,1125	0	131,180	254,799	378,417	481,033	583,650	655,925	728,200	765,229	802,257	802,257
0,115625	0	127,399	254,799	367,916	481,033	568,479	655,925	710,577	765,229	783,743	802,257
0,11875	0	127,399	247,658	367,916	468,198	568,479	639,528	710,577	747,160	783,743	783,743
0,121875	0	123,829	247,658	357,928	468,198	553,863	639,528	693,344	747,160	765,451	783,743
0,125	0	123,829	240,878	357,928	455,895	553,863	623,603	693,344	729,397	765,451	765,451
0,128125	0	120,439	240,878	348,387	455,895	539,749	623,603	676,500	729,397	747,424	765,451
0,13125	0	120,439	234,413	348,387	444,068	539,749	608,125	676,500	711,962	747,424	747,424
0,134375	0	117,206	234,413	339,240	444,068	526,096	608,125	660,044	711,962	729,693	747,424

APÊNDICE II

Valores da temperaturas e as diferenças de temperatura da curva adiabática de hidratação do betão da barragem em estudo

hora	dia	Temperatura ºC	ΔTad ºC
0	0	0	0
10,71	0,44625	2,4	2,4
21,42	0,8925	4,24	1,84
32,13	1,33875	5,68	1,44
42,84	1,785	6,82	1,14
53,55	2,23125	7,74	0,92
64,26	2,6775	8,484	0,744
74,97	3,12375	9,1	0,616
85,68	3,57	9,62	0,52
96,39	4,01625	10,067	0,447
107,1	4,4625	10,4525	0,3855
117,81	4,90875	10,79822	0,34572
128,52	5,355	11,1068	0,30858
139,23	5,80125	11,38734	0,28054
149,94	6,2475	11,64514	0,2578
160,65	6,69375	11,884	0,23886
171,36	7,14	12,10765	0,22365
182,07	7,58625	12,31947	0,21182
192,78	8,0325	12,51634	0,19687
203,49	8,47875	12,70483	0,18849
214,2	8,925	12,88432	0,17949
224,91	9,37125	13,05571	0,17139
235,62	9,8175	13,21972	0,16401
246,33	10,26375	13,37694	0,15722
257,04	10,71	13,52788	0,15094
267,75	11,15625	13,67296	0,14508
278,46	11,6025	13,81254	0,13958
289,17	12,04875	13,94697	0,13443
299,88	12,495	14,07651	0,12954
310,59	12,94125	14,20137	0,12486
321,3	13,3875	14,32199	0,12062
332,01	13,83375	14,438	0,11601
342,72	14,28	14,55081	0,11281
353,43	14,72625	14,659	0,10819
364,14	15,1725	14,764	0,105
374,85	15,61875	14,866	0,102
385,56	16,065	14,96454	0,09854
396,27	16,51125	15,059	0,09446
406,98	16,9575	15,152	0,093
417,69	17,40375	15,241	0,089
428,4	17,85	15,328	0,087
439,11	18,29625	15,412	0,084
449,82	18,7425	15,494	0,082

460,53	19,18875	15,573	0,079
471,24	19,635	15,64976	0,07676
481,95	20,08125	15,724	0,07424
492,66	20,5275	15,797	0,073
503,37	20,97375	15,86768	0,07068
514,08	21,42	15,93637	0,06869
524,79	21,86625	16,003	0,06663
535,5	22,3125	16,06831	0,06531
546,21	22,75875	16,13171	0,0634
556,92	23,205	16,1935	0,06179
567,63	23,65125	16,2537	0,0602
578,34	24,0975	16,31248	0,05878
589,05	24,54375	16,36981	0,05733
599,76	24,99	16,42577	0,05596
610,47	25,43625	16,48041	0,05464
621,18	25,8825	16,5338	0,05339
631,89	26,32875	16,58598	0,05218
642,6	26,775	16,637	0,05102
653,31	27,22125	16,6869	0,0499
664,02	27,6675	16,73574	0
674,73	28,11375	16,78355	0
685,44	28,56	16,83036	0
696,15	29,00625	16,87623	0
706,86	29,4525	16,92119	0

Quadro A1: Valores da temperatura da curva adiabática de hidratação do betão da barragem em estudo

APÊNDICE III

Tempo (h)	ano-mês-dia hora:min	h
0	10-03-2001 09:00	20,2
10,71	10-03-2001 19:42	
21,42	11-03-2001 06:25	20,5
42,84	12-03-2001 03:50	20,8
74,97	13-03-2001 11:58	21,1
85,68	13-03-2001 22:40	21,4
107,1	14-03-2001 20:06	21,7
128,52	15-03-2001 17:31	22
139,23	16-03-2001 04:13	22,3
321,3	23-03-2001 18:18	22,6
332,01	24-03-2001 05:00	22,9
342,72	24-03-2001 15:43	23,2
364,14	25-03-2001 13:08	23,5
706,86	08-04-2001 19:51	23,8
717,57	09-04-2001 06:34	24,1
728,28	09-04-2001 17:16	24,4
738,99	10-04-2001 03:59	24,7
2484,72	21-06-2001 21:43	25
2495,43	22-06-2001 08:25	25,3
2677,5	29-06-2001 22:30	25,6
2688,21	30-06-2001 09:12	25,9
2709,63	01-07-2001 06:37	26,2
2720,34	01-07-2001 17:20	26,5
2741,76	02-07-2001 14:45	26,8
2752,47	03-07-2001 01:28	27,1
2773,89	03-07-2001 22:53	27,4
2784,6	04-07-2001 09:36	27,7
2806,02	05-07-2001 07:01	28
2816,73	05-07-2001 17:43	28,3
2827,44	06-07-2001 04:26	28,6
3277,26	24-07-2001 22:15	28,9
3309,39	26-07-2001 06:23	29,2
3352,23	28-07-2001 01:13	29,5
3384,36	29-07-2001 09:21	29,8
3416,49	30-07-2001 17:29	30,1
3459,33	01-08-2001 12:19	30,4
3491,46	02-08-2001 20:27	30,7
3523,59	04-08-2001 04:35	31
3566,43	05-08-2001 23:25	31,3
3598,56	07-08-2001 07:33	31,6
5794,11	06-11-2001 19:06	31,9
5815,53	07-11-2001 16:31	32,2
5826,24	08-11-2001 03:14	32,5
5847,66	09-11-2001 00:39	32,8
5858,37	09-11-2001 11:22	33,1
5879,79	10-11-2001 08:47	33,4
5890,5	10-11-2001 19:30	33,7

5911,92	11-11-2001 16:55	34
5922,63	12-11-2001 03:37	34,3
5933,34	12-11-2001 14:20	34,6
5954,76	13-11-2001 11:45	34,9
6008,31	15-11-2001 17:18	35,2
6040,44	17-11-2001 01:26	35,5
6072,57	18-11-2001 09:34	35,8
6115,41	20-11-2001 04:24	36,1
6147,54	21-11-2001 12:32	36,4
6179,67	22-11-2001 20:40	36,7
6211,8	24-11-2001 04:48	37
6243,93	25-11-2001 12:55	37,3
6276,06	26-11-2001 21:03	37,6
6308,19	28-11-2001 05:11	37,9
6565,23	08-12-2001 22:13	38,2
6586,65	09-12-2001 19:39	38,5
6608,07	10-12-2001 17:04	38,8
6629,49	11-12-2001 14:29	39,1
6640,2	12-12-2001 01:12	39,4
6650,91	12-12-2001 11:54	39,7
6672,33	13-12-2001 09:19	40
6683,04	13-12-2001 20:02	40,3
6704,46	14-12-2001 17:27	40,6
6715,17	15-12-2001 04:10	40,9
7197,12	04-01-2002 06:07	41,2
7218,54	05-01-2002 03:32	41,5
7239,96	06-01-2002 00:57	41,8
7261,38	06-01-2002 22:22	42,1
7282,8	07-01-2002 19:48	42,4
7304,22	08-01-2002 17:13	42,7
7325,64	09-01-2002 14:38	43
7347,06	10-01-2002 12:03	43,3
7368,48	11-01-2002 09:28	43,6
7389,9	12-01-2002 06:54	43,9
7432,74	14-01-2002 01:44	44,2
7454,16	14-01-2002 23:09	44,5
7464,87	15-01-2002 09:52	44,8
7486,29	16-01-2002 07:17	45,1
7497	16-01-2002 18:00	45,4
7518,42	17-01-2002 15:25	45,7
7529,13	18-01-2002 02:07	46
7550,55	18-01-2002 23:33	46,3
7571,97	19-01-2002 20:58	46,6
7582,68	20-01-2002 07:40	46,9
7743,33	27-01-2002 00:19	47,2
7754,04	27-01-2002 11:02	47,5
7764,75	27-01-2002 21:45	47,8
7775,46	28-01-2002 08:27	48,1
7786,17	28-01-2002 19:10	48,4
7796,88	29-01-2002 05:52	48,7
7807,59	29-01-2002 16:35	49
7829,01	30-01-2002 14:00	49,3

7839,72	31-01-2002 00:43	49,6
7850,43	31-01-2002 11:25	49,9
11738,16	12-07-2002 11:09	50,2
11759,58	13-07-2002 08:34	50,5
11781	14-07-2002 06:00	50,8
11802,42	15-07-2002 03:25	51,1
11823,84	16-07-2002 00:50	51,4
11845,26	16-07-2002 22:15	51,7
11866,68	17-07-2002 19:40	52
11888,1	18-07-2002 17:06	52,3
11909,52	19-07-2002 14:31	52,6
11930,94	20-07-2002 11:56	52,9
12241,53	02-08-2002 10:31	53,2
12262,95	03-08-2002 07:57	53,5
12273,66	03-08-2002 18:39	53,8
12295,08	04-08-2002 16:04	54,1
12316,5	05-08-2002 13:30	54,4
12337,92	06-08-2002 10:55	54,7
12359,34	07-08-2002 08:20	55
12637,8	18-08-2002 22:48	55,3
12648,51	19-08-2002 09:30	55,6
12669,93	20-08-2002 06:55	55,9
12680,64	20-08-2002 17:38	56,2
12691,35	21-08-2002 04:21	56,5
12712,77	22-08-2002 01:46	56,8
12723,48	22-08-2002 12:28	57,1
12734,19	22-08-2002 23:11	57,4
12744,9	23-08-2002 09:54	57,7
12766,32	24-08-2002 07:19	58
12777,03	24-08-2002 18:01	58,3
12787,74	25-08-2002 04:44	58,6
13366,08	18-09-2002 07:04	58,9
13387,5	19-09-2002 04:30	59,2
13419,63	20-09-2002 12:37	59,5
13441,05	21-09-2002 10:03	59,8
13462,47	22-09-2002 07:28	60,1
13483,89	23-09-2002 04:53	60,4
13516,02	24-09-2002 13:01	60,7
13537,44	25-09-2002 10:26	61
13558,86	26-09-2002 07:51	61,3
13580,28	27-09-2002 05:16	61,6
13612,41	28-09-2002 13:24	61,9
14158,62	21-10-2002 07:37	62,2
14169,33	21-10-2002 18:19	62,5
14190,75	22-10-2002 15:45	62,8
14212,17	23-10-2002 13:10	63,1
14233,59	24-10-2002 10:35	63,4
14255,01	25-10-2002 08:00	63,7
14265,72	25-10-2002 18:43	64
14287,14	26-10-2002 16:08	64,3
14308,56	27-10-2002 13:33	64,7
14329,98	28-10-2002 10:58	64,9

14362,11	29-10-2002 19:06	65,2
14372,82	30-10-2002 05:49	65,5
14383,53	30-10-2002 16:31	65,8
14394,24	31-10-2002 03:14	66,1
14415,66	01-11-2002 00:39	66,4
14426,37	01-11-2002 11:22	66,7
14437,08	01-11-2002 22:04	67
14447,79	02-11-2002 08:47	67,3
14458,5	02-11-2002 19:30	67,6
14469,21	03-11-2002 06:12	67,9

Quadro A2: intervalos de tempos na construção das camadas da barragem em estudo.

APÊNDICE IV

Altura (h)	10-3-01 9:00			10-3-01 19:42			11-3-01 6:25			11-3-01 17:07			12-3-01 3:50			12-3-01 14:33			13-3-01 1:15		
19,9				0,000	0,000	0,000	0,000	0,600	0,000	0,600	0,460	0,000	0,460	0,810	0,000	0,810	0,930	0,000	0,930	1,195	0,000
20,2	0,000	0,000	0,000	0,000	1,200	0,000	1,200	0,920	0,000	0,920	1,320	0,000	1,320	1,630	0,000	1,630	1,910	0,000	1,910	1,955	0,000
20,5	0,000	0,000	2,400	2,400	0,000	1,840	1,840	0,600	1,440	2,040	1,660	1,140	2,800	2,090	0,920	3,010	2,235	0,744	2,979	2,878	0,616
20,8	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	1,020	1,840	2,860	1,400	1,440	2,840	2,705	1,140	3,845	3,120	0,920
21,1										0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	1,420	1,840	3,260	1,923	1,440
21,4																0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
21,7																					
22																					
22,3																					
22,6																					
22,9																					
23,2																					
23,5																					
23,8																					
24,1																					
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	13-3-01 11:58			13-3-01 22:40			14-3-01 9:23			14-3-01 20:06			15-3-01 6:48			15-3-01 17:31			16-3-01 4:13		
19,9	1,195	1,239	0,000	1,239	1,540	0,000	1,540	1,571	0,000	1,571	1,808	0,000	1,808	1,789	0,000	1,789	2,019	0,000	2,019	2,008	0,000
20,2	1,955	2,344	0,000	2,344	2,378	0,000	2,378	2,623	0,000	2,623	2,561	0,000	2,561	2,819	0,000	2,819	2,799	0,000	2,799	3,083	0,000
20,5	3,494	2,997	0,520	3,517	3,258	0,447	3,705	3,166	0,386	3,552	3,549	0,281	3,830	3,500	0,310	3,810	3,866	0,280	4,146	3,853	0,260
20,8	4,040	3,428	0,744	4,172	3,338	0,616	3,954	3,956	0,520	4,476	3,991	0,447	4,438	4,527	0,386	4,913	4,557	0,350	4,907	4,884	0,310
21,1	3,363	2,020	1,140	3,160	3,286	0,920	4,206	3,687	0,744	4,431	4,609	0,616	5,225	4,784	0,520	5,304	5,176	0,447	5,623	5,378	0,386
21,4	0,000	0,000	0,000	2,400	1,580	1,840	3,420	3,303	1,440	4,743	3,991	1,140	5,131	4,518	0,920	5,438	5,105	0,744	5,849	5,567	0,616
21,7				0,000	0,000	0,000	2,400	1,710	1,840	3,550	2,372	1,440	3,812	3,765	1,140	4,905	4,592	0,920	5,512	4,871	0,744
22							0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	1,906	1,840	3,746	2,453	1,440	3,893	3,956	1,140
22,3													0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	1,946	1,840
22,6																			0,000	0,000	0,000
22,9																					
23,2																					
23,5																					
23,8																					
24,1																					
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	16-3-01 14:56			17-3-01 1:39			17-3-01 12:21			17-3-01 23:04			18-3-01 9:46			18-3-01 20:29			19-3-01 7:12		
19,9	2,008	2,248	0,000	2,248	2,235	0,000	2,235	2,461	0,000	2,461	2,450	0,000	2,450	2,663	0,000	2,663	2,648	0,000	2,648	2,852	0,000
20,2	3,083	3,061	0,000	3,061	3,313	0,000	3,313	3,297	0,000	3,297	3,531	0,000	3,531	3,507	0,000	3,507	3,728	0,000	3,728	3,699	0,000
20,5	4,113	4,138	0,240	4,378	4,140	0,220	4,360	4,391	0,210	4,601	4,364	0,200	4,564	4,603	0,190	4,793	4,570	0,180	4,750	4,806	0,170
20,8	5,194	4,938	0,280	5,218	5,209	0,260	5,469	5,192	0,240	5,432	5,456	0,220	5,676	5,424	0,210	5,634	5,684	0,200	5,884	5,640	0,190
21,1	5,763	5,689	0,350	6,039	5,714	0,310	6,024	6,031	0,280	6,311	6,023	0,260	6,283	6,335	0,240	6,575	6,309	0,220	6,529	6,574	0,210
21,4	6,183	5,689	0,520	6,209	6,147	0,447	6,594	6,229	0,386	6,615	6,644	0,350	6,994	6,674	0,310	6,984	6,985	0,280	7,265	6,927	0,260
21,7	5,615	5,640	0,616	6,256	5,915	0,520	6,435	6,530	0,447	6,977	6,678	0,386	7,064	7,044	0,350	7,394	7,016	0,310	7,326	7,215	0,280
22	5,096	4,701	0,920	5,621	5,722	0,744	6,466	6,126	0,616	6,742	6,574	0,520	7,094	6,601	0,447	7,048	6,780	0,386	7,165	6,639	0,350
22,3	3,786	3,748	1,440	5,188	4,677	1,140	5,817	5,250	0,920	6,170	5,395	0,744	6,139	5,549	0,616	6,165	5,431	0,520	5,951	5,432	0,447
22,6	2,400	1,893	1,840	3,733	2,594	1,440	4,034	2,908	1,140	4,048	3,085	0,920	4,005	3,070	0,744	3,814	3,083	0,616	3,699	2,976	0,520
22,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23,2																					
23,5																					
23,8																					
24,1																					
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	19-3-01 17:54			20-3-01 4:37			20-3-01 15:19			21-3-01 2:02			21-3-01 12:45			21-3-01 23:27			22-3-01 10:10		
19,9	2,852	2,833	0,000	2,833	3,031	0,000	3,031	3,008	0,000	3,008	3,200	0,000	3,200	3,172	0,000	3,172	3,356	0,000	3,356	3,321	0,000
20,2	3,699	3,914	0,000	3,914	3,881	0,000	3,881	4,088	0,000	4,088	4,047	0,000	4,047	4,242	0,000	4,242	4,192	0,000	4,192	4,373	0,000
20,5	4,976	4,764	0,164	4,928	4,987	0,157	5,144	4,935	0,151	5,086	5,139	0,145	5,284	5,073	0,140	5,213	5,256	0,134	5,390	5,177	0,129
20,8	5,830	5,880	0,180	6,060	5,818	0,170	5,988	6,027	0,164	6,191	5,942	0,157	6,099	6,120	0,151	6,271	6,016	0,145	6,161	6,167	0,140
21,1	6,784	6,508	0,200	6,708	6,720	0,190	6,910	6,618	0,180	6,798	6,785	0,170	6,955	6,656	0,164	6,820	6,787	0,157	6,944	6,640	0,151
21,4	7,187	7,140	0,240	7,380	7,028	0,220	7,248	7,169	0,210	7,379	7,013	0,200	7,213	7,114	0,190	7,304	6,938	0,180	7,118	7,009	0,170
21,7	7,495	7,088	0,260	7,348	7,188	0,240	7,428	7,008	0,220	7,228	7,062	0,210	7,272	6,857	0,200	7,057	6,883	0,190	7,073	6,676	0,180
22	6,989	6,687	0,310	6,997	6,488	0,280	6,768	6,485	0,260	6,745	6,261	0,240	6,501	6,242	0,220	6,462	6,023	0,210	6,233	5,994	0,200
22,3	5,879	5,242	0,386	5,628	5,192	0,350	5,542	4,983	0,310	5,293	4,933	0,280	5,213	4,729	0,260	4,989	4,674	0,240	4,914	4,494	0,220
22,6	3,496	2,939	0,447	3,386	2,814	0,386	3,199	2,771	0,350	3,121	2,647	0,310	2,957	2,606	0,280	2,886	2,494	0,260	2,754	2,457	0,240
22,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
23,2																					
23,5																					
23,8																					
24,1																					
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	22-3-01 20:52			23-3-01 7:35			23-3-01 18:18			24-3-01 5:00			24-3-01 15:43			25-3-01 2:25			25-3-01 13:08		
19,9	3,321	3,495	0,000	3,495	3,454	0,000	3,454	3,618	0,000	3,618	3,569	0,000	3,569	3,722	0,000	3,722	3,667	0,000	3,667	3,808	0,000
20,2	4,373	4,314	0,000	4,314	4,480	0,000	4,480	4,411	0,000	4,411	4,563	0,000	4,563	4,486	0,000	4,486	4,625	0,000	4,625	4,541	0,000
20,5	5,306	5,340	0,125	5,465	5,248	0,120	5,368	5,393	0,116	5,509	5,291	0,113	5,404	5,419	0,108	5,527	5,310	0,105	5,415	5,424	0,102
20,8	6,307	6,048	0,134	6,182	6,177	0,129	6,306	6,046	0,125	6,171	6,155	0,120	6,275	6,018	0,116	6,134	6,111	0,113	6,224	5,970	0,108
21,1	6,791	6,743	0,145	6,888	6,585	0,140	6,725	6,667	0,134	6,801	6,504	0,129	6,633	6,570	0,125	6,695	6,404	0,120	6,524	6,459	0,116
21,4	7,179	6,823	0,164	6,987	6,872	0,157	7,029	6,685	0,151	6,836	6,720	0,145	6,865	6,533	0,140	6,673	6,561	0,134	6,695	6,377	0,129
21,7	6,856	6,686	0,170	6,856	6,481	0,164	6,645	6,482	0,157	6,639	6,283	0,151	6,434	6,281	0,145	6,426	6,090	0,140	6,230	6,234	0,134
22	6,194	5,785	0,190	5,975	5,756	0,180	5,936	5,560	0,170	5,730	5,533	0,164	5,697	5,349	0,157	5,506	5,623	0,151	5,774	5,534	0,145
22,3	4,714	4,445	0,210	4,655	4,276	0,200	4,476	4,237	0,190	4,427	4,084	0,180	4,264	4,650	0,170	4,820	4,674	0,164	4,838	5,288	0,157
22,6	2,697	2,357	0,220	2,577	2,328	0,210	2,538	2,238	0,200	2,438	3,413	0,190	3,603	3,662	0,180	3,842	4,631	0,170	4,801	4,792	0,164
22,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	1,219	1,840	3,059	3,002	1,440	4,442	3,605	1,140	4,745	4,831	0,920
23,2										0,000	0,000	0,000	2,400	1,529	1,840	3,369	3,421	1,440	4,861	4,135	1,140
23,5													0,000	0,000	0,000	2,400	1,685	1,840	3,525	2,430	1,440
23,8																0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,1																					
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	25-3-01 23:51			26-3-01 10:33			26-3-01 21:16			27-3-01 7:58			27-3-01 18:41			28-3-01 5:24			28-3-01 16:06		
19,9	3,808	3,747	0,000	3,747	3,879	0,000	3,879	3,813	0,000	3,813	3,935	0,000	3,935	3,864	0,000	3,864	3,980		3,980	3,906	0,000
20,2	4,541	4,667	0,000	4,667	4,578	0,000	4,578	4,693	0,000	4,693	4,600	0,000	4,600	4,709	0,000	4,709	4,613		4,613	4,723	0,000
20,5	5,526	5,309	0,099	5,408	5,412	0,094	5,506	5,293	0,093	5,386	5,393	0,089	5,482	5,275	0,087	5,362	5,382	0,084	5,466	5,265	0,082
20,8	6,078	6,051	0,105	6,156	5,907	0,102	6,009	5,995	0,099	6,094	5,856	0,094	5,950	5,961	0,093	6,054	5,828	0,089	5,917	5,950	0,087
21,1	6,575	6,292	0,113	6,405	6,376	0,108	6,484	6,221	0,105	6,326	6,338	0,102	6,440	6,195	0,099	6,294	6,340	0,094	6,434	6,206	0,093
21,4	6,506	6,472	0,125	6,597	6,313	0,120	6,433	6,466	0,116	6,582	6,326	0,113	6,439	6,517	0,108	6,625	6,390	0,105	6,495	6,594	0,102
21,7	6,368	6,092	0,129	6,221	6,322	0,125	6,447	6,206	0,120	6,326	6,478	0,116	6,594	6,373	0,113	6,486	6,645	0,108	6,753	6,549	0,105
22	5,679	5,907	0,140	6,047	5,845	0,134	5,979	6,246	0,129	6,375	6,181	0,125	6,306	6,545	0,120	6,665	6,487	0,116	6,603	6,818	0,113
22,3	5,445	5,317	0,151	5,468	5,901	0,145	6,046	5,897	0,140	6,037	6,361	0,134	6,495	6,360	0,129	6,489	6,757	0,125	6,882	6,720	0,120
22,6	4,956	5,598	0,157	5,755	5,664	0,151	5,815	6,202	0,145	6,347	6,273	0,140	6,413	6,716	0,134	6,850	6,707	0,129	6,836	7,047	0,125
22,9	5,751	5,115	0,744	5,859	5,743	0,616	6,359	5,989	0,520	6,509	6,490	0,447	6,937	6,541	0,386	6,926	6,863	0,350	7,213	6,783	0,310
23,2	5,275	4,811	0,920	5,731	5,418	0,744	6,162	6,016	0,616	6,632	6,149	0,520	6,669	6,428	0,447	6,875	6,344	0,386	6,730	6,475	0,350
23,5	3,870	3,838	1,140	4,978	4,753	0,920	5,673	5,046	0,744	5,790	5,304	0,616	5,920	5,242	0,520	5,762	5,290	0,447	5,737	5,113	0,386
23,8	2,400	1,935	1,840	3,775	2,489	1,440	3,929	2,836	1,140	3,976	2,895	0,920	3,815	2,960	0,744	3,704	2,881	0,616	3,497	2,868	0,520
24,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	29-3-01 2:49			29-3-01 13:31			30-3-01 0:14			30-3-01 10:57			30-3-01 21:39			31-3-01 8:22			31-3-01 19:04		
19,9	3,906	4,019	0,000	4,019	3,943	0,000	3,943	4,055		4,055	3,978		3,978	4,091		4,091	4,014		4,014	4,128	
20,2	4,723	4,627	0,000	4,627	4,739	0,000	4,739	4,643		4,643	4,759		4,759	4,665		4,665	4,784		4,784	4,692	
20,5	5,347	5,380	0,079	5,459	5,267	0,077	5,344	5,389	0,074	5,463	5,279	0,073	5,352	5,407	0,071	5,478	5,301	0,069	5,370	5,433	0,067
20,8	6,037	5,823	0,084	5,907	5,957	0,082	6,039	5,836	0,079	5,915	5,978	0,077	6,055	5,862	0,074	5,936	6,008	0,073	6,081	5,894	0,071
21,1	6,299	6,366	0,089	6,455	6,241	0,087	6,328	6,409	0,084	6,493	6,289	0,082	6,371	6,460	0,079	6,539	6,342	0,077	6,419	6,511	0,074
21,4	6,696	6,476	0,099	6,575	6,685	0,094	6,780	6,571	0,093	6,664	6,775	0,089	6,864	6,661	0,087	6,748	6,856	0,084	6,940	6,737	0,082
21,7	6,654	6,813	0,102	6,915	6,715	0,099	6,814	6,963	0,094	7,057	6,857	0,093	6,950	7,084	0,089	7,173	6,967	0,087	7,054	7,173	0,084
22	6,931	6,747	0,108	6,855	7,041	0,105	7,146	6,949	0,102	7,051	7,204	0,099	7,303	7,092	0,094	7,187	7,313	0,093	7,406	7,183	0,089
22,3	6,840	7,052	0,116	7,168	6,971	0,113	7,084	7,243	0,108	7,351	7,129	0,105	7,234	7,352	0,102	7,454	7,213	0,099	7,312	7,400	0,094
22,6	7,172	6,966	0,120	7,086	7,223	0,116	7,339	7,095	0,113	7,208	7,292	0,108	7,400	7,134	0,105	7,239	7,291	0,102	7,393	7,118	0,099
22,9	7,093	6,999	0,280	7,279	6,846	0,260	7,106	6,993	0,240	7,233	6,813	0,220	7,033	6,918	0,210	7,128	6,725	0,200	6,925	6,810	0,190
23,2	6,825	6,296	0,310	6,606	6,368	0,280	6,648	6,159	0,260	6,419	6,197	0,240	6,437	5,990	0,220	6,210	6,016	0,210	6,226	5,813	0,200
23,5	5,499	5,106	0,350	5,456	4,901	0,310	5,211	4,881	0,280	5,161	4,687	0,260	4,947	4,664	0,240	4,904	4,482	0,220	4,702	4,469	0,210
23,8	3,388	2,749	0,447	3,196	2,728	0,386	3,114	2,606	0,350	2,956	2,580	0,310	2,890	2,474	0,280	2,754	2,452	0,260	2,712	2,351	0,240
24,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	1-4-01 5:47			1-4-01 16:30			2-4-01 3:12			2-4-01 13:55			3-4-01 0:37			3-4-01 11:20			3-4-01 22:03		
19,9	4,128	4,051		4,051	4,166		4,166	4,089		4,089	4,205		4,205	4,128		4,128	4,244		4,244	4,168	
20,2	4,692	4,814		4,814	4,722		4,722	4,846		4,846	4,755		4,755	4,879		4,879	4,789		4,789	4,912	
20,5	5,500	5,329	0,065	5,394	5,462	0,063	5,525	5,359	0,062	5,421	5,493	0,060	5,553	5,390	0,059	5,449	5,524	0,057	5,581	5,420	0,056
20,8	5,965	6,042	0,069	6,111	5,929	0,067	5,996	6,076	0,065	6,141	5,962	0,063	6,025	6,106	0,062	6,168	5,991	0,060	6,051	6,131	0,059
21,1	6,585	6,392	0,073	6,465	6,555	0,071	6,626	6,435	0,069	6,504	6,592	0,067	6,659	6,468	0,065	6,533	6,618	0,063	6,681	6,491	0,062
21,4	6,819	6,921	0,079	7,000	6,796	0,077	6,873	6,968	0,074	7,042	6,838	0,073	6,911	6,997	0,071	7,068	6,863	0,069	6,932	7,012	0,067
21,7	7,257	7,045	0,082	7,127	7,231	0,079	7,310	7,095	0,077	7,172	7,262	0,074	7,336	7,119	0,073	7,192	7,271	0,071	7,342	7,122	0,069
22	7,272	7,375	0,087	7,462	7,232	0,084	7,316	7,400	0,082	7,482	7,248	0,079	7,327	7,396	0,077	7,473	7,238	0,074	7,312	7,370	0,073
22,3	7,494	7,245	0,093	7,338	7,402	0,089	7,491	7,238	0,087	7,325	7,372	0,084	7,456	7,203	0,082	7,285	7,320	0,079	7,399	7,148	0,077
22,6	7,217	7,247	0,094	7,341	7,066	0,093	7,159	7,173	0,089	7,262	6,991	0,087	7,078	7,082	0,084	7,166	6,901	0,082	6,983	6,980	0,079
22,9	7,000	6,615	0,180	6,795	6,685	0,170	6,855	6,494	0,164	6,658	6,551	0,157	6,708	6,367	0,151	6,518	6,416	0,145	6,561	6,239	0,140
23,2	6,013	5,839	0,190	6,029	5,649	0,180	5,829	5,670	0,170	5,840	5,491	0,164	5,655	5,509	0,157	5,666	5,343	0,151	5,494	5,360	0,145
23,5	4,679	4,302	0,200	4,502	4,294	0,190	4,484	4,145	0,180	4,325	4,141	0,170	4,311	4,004	0,164	4,168	4,001	0,157	4,158	3,874	0,151
23,8	2,591	2,339	0,220	2,559	2,251	0,210	2,461	2,242	0,200	2,442	2,162	0,190	2,352	2,155	0,180	2,335	2,084	0,170	2,254	2,079	0,164
24,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	4-4-01 8:45			4-4-01 19:28			5-4-01 6:10			5-4-01 16:53			6-4-01 3:36			6-4-01 14:18			7-4-01 1:01		
19,9	4,168	4,284		4,284	4,207		4,207	4,322		4,322	4,244		4,244	4,359		4,359	4,280		4,280	4,393	
20,2	4,912	4,822		4,822	4,945		4,945	4,853		4,853	4,975		4,975	4,883		4,883	5,002		5,002	4,909	
20,5	5,476	5,551	0,055	5,606	5,447	0,053	5,500	5,576	0,052	5,628	5,470	0,051	5,521	5,595	0,050	5,645	5,489	0,049	5,537	5,611	0,048
20,8	6,190	6,015	0,057	6,072	6,150	0,056	6,206	6,032	0,055	6,087	6,162	0,053	6,215	6,043	0,052	6,095	6,168	0,051	6,219	6,047	0,050
21,1	6,553	6,634	0,060	6,694	6,504	0,059	6,563	6,640	0,057	6,697	6,508	0,056	6,564	6,636	0,055	6,691	6,503	0,053	6,556	6,625	0,052
21,4	7,079	6,872	0,065	6,937	7,011	0,063	7,074	6,868	0,062	6,930	6,997	0,060	7,057	6,853	0,059	6,912	6,974	0,057	7,031	6,828	0,056
21,7	7,191	7,261	0,067	7,328	7,108	0,065	7,173	7,235	0,063	7,298	7,080	0,062	7,142	7,196	0,060	7,256	7,040	0,059	7,099	7,147	0,057
22	7,443	7,208	0,071	7,279	7,326	0,069	7,395	7,162	0,067	7,229	7,269	0,065	7,334	7,105	0,063	7,168	7,202	0,062	7,264	7,037	0,060
22,3	7,225	7,251	0,074	7,325	7,079	0,073	7,152	7,170	0,071	7,241	6,999	0,069	7,068	7,081	0,067	7,148	6,911	0,065	6,976	6,986	0,063
22,6	7,059	6,802	0,077	6,879	6,870	0,074	6,945	6,696	0,073	6,769	6,757	0,071	6,828	6,585	0,069	6,654	6,641	0,067	6,707	6,472	0,065
22,9	6,379	6,282	0,134	6,416	6,110	0,129	6,239	6,148	0,125	6,273	5,982	0,120	6,102	6,017	0,116	6,133	5,856	0,113	5,969	5,888	0,108
23,2	5,505	5,202	0,140	5,342	5,217	0,134	5,351	5,067	0,129	5,196	5,081	0,125	5,206	4,938	0,120	5,058	4,952	0,116	5,068	4,814	0,113
23,5	4,025	3,874	0,145	4,019	3,756	0,140	3,896	3,756	0,134	3,890	3,645	0,129	3,774	3,646	0,125	3,771	3,539	0,120	3,659	3,541	0,116
23,8	2,243	2,012	0,157	2,169	2,009	0,151	2,160	1,948	0,145	2,093	1,945	0,140	2,085	1,887	0,134	2,021	1,885	0,129	2,014	1,830	0,125
24,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
24,4																					
24,7																					
25																					
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	7-4-01 11:43			7-4-01 22:26			8-4-01 9:09			8-4-01 19:51			9-4-01 6:34			9-4-01 17:16			10-4-01 3:59		
19,9	4,393	4,314		4,314	4,425		4,425	4,344		4,344	4,454		4,454	4,372		4,372	4,480		4,480	4,397	
20,2	4,909	5,026		5,026	4,932		4,932	5,046		5,046	4,951		4,951	5,063		5,063	4,967		4,967	5,075	
20,5	5,659	5,503	0,047	5,550	5,621	0,046	5,667	5,513	0,045	5,558	5,627	0,044	5,671	5,518	0,043	5,561	5,629	0,042	5,671	5,518	0,042
20,8	6,097	6,168	0,049	6,217	6,046	0,048	6,094	6,162	0,047	6,209	6,038	0,046	6,084	6,150	0,045	6,195	6,026	0,044	6,070	6,133	0,043
21,1	6,677	6,490	0,051	6,541	6,606	0,050	6,656	6,470	0,049	6,519	6,581	0,048	6,629	6,444	0,047	6,491	6,550	0,046	6,595	6,413	0,046
21,4	6,884	6,941	0,055	6,996	6,794	0,053	6,847	6,901	0,052	6,953	6,753	0,051	6,804	6,854	0,050	6,904	6,706	0,049	6,755	6,802	0,048
21,7	7,204	6,991	0,056	7,047	7,091	0,055	7,146	6,934	0,053	6,987	7,027	0,052	7,079	6,871	0,051	6,922	6,958	0,050	7,008	6,803	0,049
22	7,097	7,127	0,059	7,186	6,963	0,057	7,020	7,046	0,056	7,102	6,883	0,055	6,938	6,960	0,053	7,013	6,799	0,052	6,851	6,870	0,051
22,3	7,049	6,818	0,062	6,879	6,886	0,060	6,946	6,720	0,059	6,779	6,783	0,057	6,840	6,620	0,056	6,676	6,678	0,055	6,732	6,519	0,053
22,6	6,538	6,522	0,063	6,586	6,358	0,062	6,420	6,404	0,060	6,464	6,244	0,059	6,303	6,285	0,057	6,343	6,130	0,056	6,186	6,167	0,055
22,9	5,996	5,732	0,105	5,837	5,760	0,102	5,862	5,610	0,099	5,709	5,636	0,094	5,730	5,491	0,093	5,584	5,514	0,089	5,603	5,375	0,087
23,2	4,927	4,826	0,108	4,934	4,696	0,105	4,801	4,706	0,102	4,808	4,581	0,099	4,680	4,590	0,094	4,685	4,470	0,093	4,563	4,777	0,089
23,5	3,657	3,441	0,113	3,554	3,441	0,108	3,550	3,347	0,105	3,452	3,348	0,102	3,450	3,257	0,099	3,355	3,857	0,094	3,952	3,860	0,930
23,8	1,955	1,829	0,120	1,949	1,777	0,116	1,893	1,775	0,113	1,888	1,726	0,108	1,834	2,925	0,105	3,030	3,056	0,102	3,158	4,053	0,099
24,1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,400	0,917	1,840	2,757	2,715	1,440	4,155	3,188	1,140
24,4													0,000	0,000	0,000	2,400	1,378	1,840	3,218	3,277	1,440
24,7																0,000	0,000	0,000	2,400	1,609	1,840
25																			0,000	0,000	0,000
25,3																					
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	10-4-01 14:42			11-4-01 1:24			11-4-01 12:07			11-4-01 22:49			12-4-01 9:32			12-4-01 20:15			13-4-01 6:57		
19,9	4,397	4,502		4,502	4,419		4,419	4,521		4,521	4,437		4,437	4,538		4,538	4,453		4,453	4,551	
20,2	5,075	4,979		4,979	5,084		5,084	4,987		4,987	5,090		5,090	4,992		4,992	5,092		5,092	4,994	
20,5	5,560	5,626	0,041	5,667	5,515	0,040	5,555	5,619	0,039	5,658	5,508	0,039	5,547	5,608	0,038	5,647	5,497	0,037	5,534	5,594	0,037
20,8	6,176	6,009	0,042	6,052	6,112	0,042	6,154	5,988	0,041	6,029	6,087	0,040	6,127	5,962	0,039	6,002	6,058	0,039	6,096	5,934	0,038
21,1	6,459	6,513	0,044	6,557	6,377	0,043	6,420	6,472	0,042	6,515	6,337	0,042	6,378	6,428	0,041	6,469	6,293	0,040	6,333	6,383	0,039
21,4	6,850	6,655	0,047	6,702	6,745	0,046	6,791	6,600	0,045	6,645	6,685	0,044	6,729	6,540	0,043	6,584	6,626	0,042	6,669	6,490	0,042
21,7	6,852	6,886	0,048	6,933	6,732	0,047	6,779	6,809	0,046	6,855	6,658	0,045	6,703	6,740	0,044	6,784	6,605	0,043	6,648	6,685	0,042
22	6,921	6,712	0,050	6,762	6,779	0,049	6,828	6,623	0,048	6,671	6,704	0,047	6,751	6,580	0,046	6,626	6,656	0,045	6,701	6,558	0,044
22,3	6,572	6,572	0,052	6,624	6,416	0,051	6,467	6,503	0,050	6,553	6,409	0,049	6,457	6,480	0,048	6,528	6,421	0,047	6,468	6,498	0,046
22,6	6,222	6,017	0,053	6,070	6,126	0,052	6,178	6,095	0,051	6,146	6,160	0,050	6,210	6,167	0,049	6,216	6,246	0,048	6,294	6,266	0,047
22,9	5,462	5,544	0,084	5,628	5,642	0,082	5,724	5,688	0,079	5,767	5,800	0,077	5,877	5,890	0,074	5,965	5,992	0,073	6,065	6,116	0,071
23,2	4,866	5,126	0,087	5,213	5,113	0,084	5,197	5,372	0,082	5,454	5,492	0,079	5,571	5,691	0,077	5,768	5,863	0,074	5,938	6,015	0,073
23,5	4,790	4,509	0,089	4,598	4,933	0,087	5,020	5,133	0,084	5,217	5,423	0,082	5,505	5,683	0,079	5,762	5,888	0,077	5,965	6,122	0,074
23,8	4,152	4,559	0,094	4,654	4,977	0,093	5,070	5,303	0,089	5,392	5,708	0,087	5,795	5,924	0,084	6,008	6,225	0,082	6,307	6,325	0,079
24,1	4,328	4,435	0,920	5,355	4,841	0,744	5,585	5,583	0,616	6,199	5,823	0,520	6,343	6,240	0,447	6,687	6,300	0,386	6,686	6,524	0,346
24,4	4,717	3,889	1,140	5,029	5,177	0,920	6,097	5,511	0,744	6,255	6,069	0,616	6,685	6,072	0,520	6,592	6,295	0,447	6,742	6,162	0,386
24,7	3,449	3,559	1,440	4,999	4,297	1,140	5,437	5,018	0,920	5,938	5,057	0,744	5,801	5,287	0,616	5,903	5,118	0,520	5,638	5,155	0,447
25	2,400	1,725	1,840	3,565	2,499	1,440	3,939	2,718	1,140	3,858	2,969	0,920	3,889	2,900	0,744	3,644	2,951	0,616	3,567	2,819	0,520
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	13-4-01 17:40			14-4-01 4:22			14-4-01 15:05			15-4-01 1:48			15-4-01 12:30			15-4-01 23:13			16-4-01 9:55		
19,9	4,551	4,465		4,465	4,561		4,561	4,474		4,474	4,568		4,568	4,481		4,481	4,573		4,573	4,486	
20,2	4,994	5,091		5,091	4,992		4,992	5,087		5,087	4,988		4,988	5,081		5,081	4,983		4,983	5,074	
20,5	5,631	5,483	0,036	5,519	5,578	0,036	5,613	5,467	0,035	5,502	5,559	0,035	5,594	5,451	0,034	5,485	5,541	0,034	5,575	5,436	0,033
20,8	5,972	6,027	0,037	6,064	5,905	0,037	5,942	5,996	0,036	6,032	5,878	0,036	5,913	5,967	0,035	6,002	5,853	0,035	5,888	5,941	0,034
21,1	6,422	6,252	0,039	6,291	6,340	0,038	6,378	6,216	0,037	6,253	6,302	0,037	6,339	6,185	0,036	6,222	6,271	0,036	6,307	6,161	0,035
21,4	6,532	6,575	0,041	6,616	6,450	0,040	6,490	6,533	0,039	6,572	6,419	0,039	6,457	6,502	0,038	6,541	6,398	0,037	6,435	6,482	0,037
21,7	6,727	6,567	0,042	6,609	6,647	0,041	6,688	6,544	0,040	6,584	6,626	0,039	6,666	6,535	0,039	6,573	6,620	0,038	6,658	6,537	0,037
22	6,602	6,635	0,043	6,679	6,556	0,042	6,598	6,638	0,042	6,680	6,571	0,041	6,612	6,659	0,040	6,699	6,599	0,039	6,638	6,691	0,039
22,3	6,544	6,458	0,045	6,502	6,545	0,044	6,589	6,514	0,043	6,558	6,610	0,042	6,653	6,582	0,042	6,624	6,683	0,041	6,723	6,653	0,040
22,6	6,313	6,365	0,046	6,411	6,386	0,045	6,431	6,496	0,044	6,540	6,510	0,043	6,553	6,623	0,042	6,666	6,626	0,042	6,667	6,737	0,041
22,9	6,187	6,200	0,069	6,269	6,337	0,067	6,403	6,397	0,065	6,462	6,531	0,063	6,594	6,565	0,062	6,627	6,691	0,060	6,751	6,701	0,059
23,2	6,088	6,192	0,071	6,262	6,294	0,069	6,363	6,455	0,067	6,522	6,513	0,065	6,578	6,652	0,063	6,715	6,673	0,062	6,735	6,791	0,060
23,5	6,196	6,246	0,073	6,319	6,436	0,071	6,507	6,494	0,069	6,563	6,643	0,067	6,710	6,653	0,065	6,719	6,768	0,063	6,832	6,745	0,062
23,8	6,404	6,533	0,077	6,610	6,552	0,074	6,626	6,692	0,073	6,765	6,658	0,071	6,729	6,753	0,069	6,821	6,689	0,067	6,756	6,754	0,065
24,1	6,870	6,476	0,309	6,784	6,596	0,281	6,876	6,496	0,258	6,753	6,557	0,239	6,796	6,436	0,224	6,659	6,465	0,212	6,677	6,339	0,197
24,4	6,547	6,236	0,346	6,582	6,057	0,309	6,365	6,068	0,281	6,349	5,885	0,258	6,143	5,869	0,239	6,108	5,698	0,224	5,922	5,673	0,212
24,7	5,602	4,943	0,386	5,329	4,915	0,346	5,260	4,708	0,309	5,016	4,662	0,281	4,943	4,480	0,258	4,737	4,430	0,239	4,669	4,274	0,224
25	3,339	2,801	0,447	3,248	2,664	0,386	3,050	2,630	0,346	2,976	2,508	0,309	2,817	2,471	0,281	2,752	2,369	0,258	2,626	2,334	0,239
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	16-4-01 20:38			17-4-01 7:21			17-4-01 18:03			18-4-01 4:46			18-4-01 15:28			19-4-01 2:11			19-4-01 12:54		
19,9	4,486	4,576		4,576	4,490		4,490	4,577		4,577	4,493		4,493	4,579		4,579	4,495		4,495	4,580	
20,2	5,074	4,977		4,977	5,066		5,066	4,972		4,972	5,059		5,059	4,967		4,967	5,053		5,053	4,964	
20,5	5,469	5,524	0,033	5,557	5,422	0,032	5,454	5,510	0,032	5,541	5,410	0,031	5,442	5,497	0,031	5,528	5,401	0,031	5,432	5,487	0,030
20,8	5,975	5,833	0,034	5,866	5,919	0,033	5,953	5,816	0,033	5,849	5,902	0,032	5,935	5,804	0,032	5,835	5,890	0,031	5,921	5,795	0,031
21,1	6,197	6,247	0,035	6,282	6,144	0,034	6,178	6,230	0,034	6,264	6,132	0,033	6,165	6,219	0,033	6,251	6,125	0,032	6,158	6,212	0,032
21,4	6,519	6,385	0,036	6,422	6,472	0,036	6,507	6,381	0,035	6,416	6,468	0,035	6,502	6,381	0,034	6,415	6,469	0,034	6,502	6,385	0,033
21,7	6,574	6,624	0,037	6,661	6,547	0,036	6,583	6,636	0,036	6,672	6,561	0,035	6,597	6,651	0,035	6,686	6,578	0,034	6,613	6,668	0,034
22	6,729	6,633	0,038	6,672	6,727	0,037	6,765	6,670	0,037	6,707	6,764	0,036	6,800	6,706	0,036	6,742	6,798	0,035	6,834	6,738	0,035
22,3	6,693	6,754	0,039	6,793	6,719	0,039	6,758	6,818	0,038	6,857	6,778	0,037	6,815	6,874	0,037	6,911	6,826	0,036	6,863	6,919	0,036
22,6	6,778	6,726	0,040	6,766	6,833	0,039	6,872	6,809	0,039	6,848	6,909	0,038	6,947	6,874	0,037	6,911	6,967	0,037	7,004	6,921	0,036
22,9	6,760	6,815	0,057	6,872	6,804	0,056	6,860	6,907	0,055	6,961	6,879	0,053	6,932	6,971	0,052	7,023	6,929	0,051	6,980	7,011	0,050
23,2	6,851	6,783	0,059	6,842	6,884	0,057	6,941	6,854	0,056	6,910	6,940	0,055	6,994	6,893	0,053	6,946	6,967	0,052	7,019	6,908	0,051
23,5	6,807	6,835	0,060	6,896	6,788	0,059	6,847	6,861	0,057	6,918	6,798	0,056	6,854	6,856	0,055	6,911	6,783	0,053	6,836	6,831	0,052
23,8	6,819	6,671	0,063	6,735	6,718	0,062	6,780	6,625	0,060	6,686	6,659	0,059	6,718	6,562	0,057	6,619	6,587	0,056	6,643	6,487	0,055
24,1	6,536	6,352	0,188	6,540	6,224	0,179	6,404	6,229	0,171	6,401	6,106	0,164	6,270	6,106	0,157	6,263	5,987	0,151	6,138	5,984	0,145
24,4	5,885	5,517	0,197	5,714	5,491	0,188	5,679	5,347	0,179	5,526	5,323	0,171	5,494	5,192	0,164	5,356	5,168	0,157	5,326	5,049	0,151
24,7	4,498	4,229	0,212	4,441	4,093	0,197	4,290	4,056	0,188	4,244	3,934	0,179	4,114	3,902	0,171	4,074	3,796	0,164	3,960	3,767	0,157
25	2,573	2,249	0,224	2,473	2,220	0,212	2,432	2,145	0,197	2,342	2,122	0,188	2,311	2,057	0,179	2,236	2,037	0,171	2,208	1,980	0,164
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	19-4-01 23:36			20-4-01 10:19			20-4-01 21:01			21-4-01 7:44			21-4-01 18:27			22-4-01 5:09			22-4-01 15:52		
19,9	4,580	4,498		4,498	4,581		4,581	4,501		4,501	4,583		4,583	4,504		4,504	4,586		4,586	4,508	
20,2	4,964	5,049		5,049	4,961		4,961	5,045		5,045	4,960		4,960	5,043		5,043	4,960		4,960	5,043	
20,5	5,517	5,395	0,030	5,424	5,480	0,029	5,509	5,390	0,029	5,419	5,475	0,029	5,504	5,387	0,028	5,416	5,471	0,028	5,500	5,386	0,028
20,8	5,826	5,880	0,031	5,911	5,789	0,030	5,819	5,874	0,030	5,904	5,785	0,029	5,815	5,870	0,029	5,899	5,784	0,029	5,813	5,868	0,028
21,1	6,244	6,122	0,031	6,153	6,208	0,031	6,239	6,121	0,031	6,152	6,207	0,030	6,237	6,122	0,030	6,152	6,207	0,029	6,236	6,123	0,029
21,4	6,418	6,473	0,033	6,505	6,391	0,032	6,423	6,478	0,032	6,510	6,397	0,031	6,429	6,483	0,031	6,514	6,403	0,031	6,434	6,488	0,030
21,7	6,702	6,595	0,033	6,628	6,684	0,033	6,716	6,611	0,032	6,643	6,697	0,032	6,729	6,623	0,031	6,655	6,708	0,031	6,739	6,633	0,031
22	6,772	6,828	0,034	6,862	6,764	0,034	6,798	6,852	0,033	6,885	6,785	0,033	6,818	6,870	0,032	6,902	6,800	0,032	6,832	6,882	0,031
22,3	6,954	6,865	0,035	6,900	6,953	0,035	6,987	6,893	0,034	6,927	6,977	0,034	7,011	6,912	0,033	6,945	6,992	0,033	7,024	6,923	0,032
22,6	6,957	7,008	0,036	7,043	6,954	0,035	6,989	7,034	0,035	7,069	6,973	0,034	7,007	7,047	0,034	7,081	6,980	0,033	7,013	7,050	0,033
22,9	7,061	6,958	0,049	7,007	7,033	0,048	7,081	6,971	0,047	7,018	7,039	0,046	7,084	6,970	0,045	7,015	7,032	0,044	7,076	6,957	0,043
23,2	6,959	6,972	0,050	7,022	6,904	0,049	6,953	6,961	0,048	7,008	6,886	0,047	6,933	6,936	0,046	6,982	6,857	0,045	6,902	6,901	0,044
23,5	6,883	6,750	0,051	6,801	6,791	0,050	6,841	6,706	0,049	6,754	6,740	0,048	6,788	6,652	0,047	6,699	6,681	0,046	6,727	6,591	0,045
23,8	6,542	6,506	0,053	6,560	6,406	0,052	6,458	6,420	0,051	6,471	6,321	0,050	6,371	6,332	0,049	6,381	6,233	0,048	6,281	6,241	0,047
24,1	6,129	5,871	0,140	6,011	5,866	0,134	6,000	5,757	0,130	5,887	5,751	0,125	5,876	5,647	0,121	5,767	5,639	0,116	5,755	5,539	0,113
24,4	5,200	5,027	0,145	5,172	4,917	0,140	5,056	4,895	0,134	5,030	4,793	0,130	4,922	4,773	0,125	4,897	4,676	0,121	4,797	4,657	0,116
24,7	3,924	3,672	0,151	3,823	3,646	0,145	3,791	3,559	0,140	3,699	3,535	0,134	3,670	3,456	0,130	3,585	3,433	0,125	3,558	3,360	0,121
25	2,144	1,962	0,157	2,119	1,912	0,151	2,062	1,895	0,145	2,040	1,850	0,140	1,989	1,835	0,134	1,969	1,793	0,130	1,922	1,779	0,125
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	23-4-01 2:34			23-4-01 13:17			24-4-01 0:00			24-4-01 10:42			24-4-01 21:25			25-4-01 8:07			25-4-01 18:50		
19,9	4,508	4,589		4,589	4,512		4,512	4,592		4,592	4,517		4,517	4,596		4,596	4,522		4,522	4,600	
20,2	5,043	4,961		4,961	5,043		5,043	4,963		4,963	5,043		5,043	4,965		4,965	5,045		5,045	4,967	
20,5	5,414	5,469	0,027	5,497	5,386	0,027	5,413	5,468	0,026	5,495	5,387	0,026	5,412	5,468	0,026	5,493	5,387	0,025	5,412	5,467	0,025
20,8	5,896	5,783	0,028	5,811	5,866	0,028	5,894	5,783	0,027	5,810	5,865	0,027	5,892	5,783	0,027	5,810	5,864	0,027	5,890	5,782	0,026
21,1	6,152	6,207	0,029	6,236	6,124	0,028	6,153	6,207	0,028	6,235	6,125	0,028	6,153	6,207	0,027	6,234	6,125	0,027	6,152	6,205	0,027
21,4	6,518	6,408	0,030	6,438	6,491	0,029	6,520	6,411	0,029	6,440	6,492	0,029	6,521	6,412	0,028	6,440	6,491	0,028	6,519	6,410	0,028
21,7	6,663	6,715	0,030	6,746	6,639	0,030	6,669	6,719	0,029	6,749	6,641	0,029	6,670	6,719	0,029	6,748	6,640	0,028	6,669	6,716	0,028
22	6,913	6,809	0,031	6,840	6,888	0,031	6,918	6,813	0,030	6,843	6,888	0,030	6,918	6,811	0,029	6,840	6,884	0,029	6,913	6,804	0,029
22,3	6,955	6,998	0,032	7,030	6,925	0,031	6,956	6,997	0,031	7,028	6,921	0,031	6,951	6,989	0,030	7,019	6,910	0,030	6,940	6,975	0,029
22,6	7,083	6,978	0,032	7,010	7,043	0,032	7,075	6,967	0,031	6,998	7,028	0,031	7,059	6,949	0,031	6,980	7,007	0,030	7,037	6,925	0,030
22,9	7,001	7,014	0,042	7,056	6,936	0,042	6,977	6,988	0,041	7,029	6,907	0,040	6,947	6,955	0,039	6,994	6,871	0,039	6,910	6,916	0,038
23,2	6,945	6,818	0,043	6,862	6,859	0,042	6,901	6,773	0,042	6,815	6,810	0,041	6,850	6,722	0,040	6,763	6,756	0,039	6,795	6,667	0,039
23,5	6,636	6,617	0,044	6,661	6,526	0,043	6,569	6,548	0,042	6,590	6,456	0,042	6,498	6,476	0,041	6,517	6,385	0,040	6,425	6,402	0,039
23,8	6,288	6,144	0,046	6,190	6,150	0,045	6,195	6,054	0,044	6,098	6,058	0,043	6,102	5,964	0,042	6,007	5,967	0,042	6,009	5,875	0,041
24,1	5,652	5,530	0,108	5,638	5,434	0,105	5,539	5,425	0,102	5,527	5,332	0,099	5,431	5,323	0,094	5,417	5,233	0,093	5,326	5,223	0,089
24,4	4,773	4,566	0,113	4,679	4,546	0,108	4,655	4,461	0,105	4,566	4,442	0,102	4,544	4,360	0,099	4,459	4,342	0,094	4,437	4,264	0,093
24,7	3,480	3,338	0,116	3,454	3,270	0,113	3,382	3,249	0,108	3,357	3,185	0,105	3,290	3,165	0,102	3,267	3,104	0,099	3,203	3,086	0,094
25	1,904	1,740	0,121	1,861	1,727	0,116	1,843	1,691	0,113	1,804	1,679	0,108	1,787	1,645	0,105	1,750	1,634	0,102	1,736	1,601	0,099
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	26-4-01 5:33			26-4-01 16:15			27-4-01 2:58			27-4-01 13:40			28-4-01 0:23			28-4-01 11:06			28-4-01 21:48		
19,9	4,600	4,528		4,528	4,605		4,605	4,534		4,534	4,610		4,610	4,540		4,540	4,615		4,615	4,546	
20,2	4,967	5,046		5,046	4,970		4,970	5,048		5,048	4,974		4,974	5,051		5,051	4,977		4,977	5,052	
20,5	5,493	5,388	0,025	5,413	5,467	0,025	5,492	5,389	0,024	5,413	5,467	0,024	5,491	5,389	0,024	5,413	5,466	0,024	5,490	5,389	0,023
20,8	5,809	5,862	0,026	5,888	5,781	0,026	5,807	5,860	0,026	5,886	5,780	0,025	5,805	5,857	0,025	5,882	5,778	0,025	5,802	5,853	0,025
21,1	6,232	6,123	0,027	6,150	6,202	0,026	6,228	6,121	0,026	6,147	6,197	0,026	6,223	6,116	0,026	6,142	6,191	0,025	6,217	6,110	0,025
21,4	6,438	6,488	0,027	6,515	6,407	0,027	6,434	6,482	0,027	6,509	6,401	0,027	6,427	6,474	0,026	6,501	6,392	0,026	6,418	6,464	0,026
21,7	6,744	6,636	0,028	6,663	6,709	0,027	6,736	6,628	0,027	6,655	6,699	0,027	6,726	6,616	0,027	6,643	6,685	0,026	6,712	6,602	0,026
22	6,833	6,874	0,028	6,903	6,793	0,028	6,821	6,860	0,028	6,888	6,778	0,027	6,805	6,843	0,027	6,870	6,759	0,027	6,786	6,822	0,027
22,3	7,004	6,894	0,029	6,923	6,956	0,029	6,984	6,873	0,028	6,901	6,932	0,028	6,960	6,848	0,028	6,875	6,904	0,027	6,932	6,819	0,027
22,6	6,955	6,979	0,029	7,009	6,895	0,029	6,925	6,947	0,029	6,976	6,861	0,028	6,890	6,910	0,028	6,938	6,824	0,028	6,852	6,870	0,027
22,9	6,954	6,830	0,037	6,868	6,872	0,037	6,909	6,785	0,036	6,822	6,825	0,036	6,860	6,737	0,035	6,772	6,774	0,035	6,808	6,686	0,034
23,2	6,706	6,698	0,038	6,736	6,609	0,037	6,646	6,637	0,037	6,674	6,548	0,036	6,584	6,573	0,036	6,609	6,485	0,035	6,520	6,508	0,035
23,5	6,441	6,311	0,039	6,350	6,326	0,038	6,364	6,236	0,037	6,274	6,250	0,037	6,287	6,161	0,036	6,197	6,173	0,036	6,208	6,085	0,035
23,8	5,916	5,876	0,040	5,917	5,787	0,039	5,826	5,787	0,039	5,826	5,699	0,038	5,737	5,699	0,037	5,736	5,613	0,037	5,650	5,612	0,036
24,1	5,312	5,137	0,087	5,224	5,126	0,084	5,210	5,043	0,082	5,125	5,032	0,079	5,111	4,952	0,077	5,029	4,941	0,074	5,015	4,863	0,073
24,4	4,357	4,246	0,089	4,335	4,173	0,087	4,260	4,154	0,084	4,238	4,084	0,082	4,166	4,067	0,079	4,146	3,999	0,077	4,076	3,982	0,074
24,7	3,181	3,029	0,093	3,122	3,010	0,089	3,099	2,957	0,087	3,044	2,938	0,084	3,022	2,888	0,082	2,970	2,870	0,079	2,949	2,821	0,077
25	1,700	1,590	0,094	1,685	1,561	0,093	1,654	1,549	0,089	1,638	1,522	0,087	1,609	1,511	0,084	1,595	1,485	0,082	1,567	1,475	0,079
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	29-4-01 8:31			29-4-01 19:13			30-4-01 5:56			30-4-01 16:39			1-5-01 3:21			1-5-01 14:04			2-5-01 0:46		
19,9	4,546	4,620		4,620	4,552		4,552	4,624		4,624	4,557		4,557	4,628		4,628	4,561		4,561	4,631	
20,2	5,052	4,979		4,979	5,054		5,054	4,982		4,982	5,055		5,055	4,984		4,984	5,056		5,056	4,985	
20,5	5,413	5,465	0,023	5,488	5,389	0,023	5,412	5,463	0,023	5,486	5,388	0,023	5,410	5,461	0,022	5,483	5,386	0,022	5,408	5,457	0,022
20,8	5,878	5,774	0,024	5,799	5,849	0,024	5,873	5,770	0,024	5,794	5,843	0,024	5,866	5,764	0,023	5,788	5,836	0,023	5,859	5,758	0,023
21,1	6,135	6,184	0,025	6,209	6,103	0,025	6,128	6,175	0,024	6,199	6,094	0,024	6,118	6,164	0,024	6,188	6,083	0,024	6,107	6,152	0,023
21,4	6,490	6,382	0,026	6,407	6,452	0,025	6,477	6,369	0,025	6,394	6,437	0,025	6,462	6,355	0,025	6,379	6,421	0,024	6,445	6,338	0,024
21,7	6,628	6,669	0,026	6,695	6,585	0,026	6,611	6,650	0,025	6,676	6,566	0,025	6,591	6,629	0,025	6,654	6,545	0,025	6,569	6,606	0,024
22	6,848	6,737	0,026	6,764	6,797	0,026	6,823	6,712	0,026	6,738	6,770	0,026	6,796	6,685	0,025	6,710	6,741	0,025	6,766	6,655	0,025
22,3	6,846	6,873	0,027	6,900	6,787	0,027	6,813	6,839	0,026	6,865	6,752	0,026	6,778	6,802	0,026	6,828	6,715	0,026	6,740	6,763	0,025
22,6	6,898	6,783	0,027	6,810	6,827	0,027	6,854	6,739	0,027	6,766	6,781	0,026	6,808	6,693	0,026	6,720	6,733	0,026	6,759	6,646	0,026
22,9	6,720	6,720	0,034	6,754	6,632	0,033	6,665	6,665	0,033	6,697	6,577	0,032	6,609	6,608	0,032	6,639	6,520	0,031	6,551	6,549	0,031
23,2	6,543	6,420	0,034	6,454	6,442	0,034	6,476	6,354	0,033	6,387	6,375	0,033	6,408	6,288	0,032	6,320	6,307	0,032	6,339	6,221	0,031
23,5	6,120	6,096	0,035	6,130	6,009	0,034	6,043	6,019	0,034	6,052	5,933	0,033	5,966	5,942	0,033	5,975	5,858	0,032	5,890	5,867	0,032
23,8	5,648	5,528	0,036	5,564	5,527	0,035	5,562	5,444	0,035	5,479	5,443	0,034	5,477	5,362	0,034	5,396	5,361	0,033	5,394	5,282	0,033
24,1	4,936	4,852	0,071	4,923	4,777	0,069	4,845	4,767	0,067	4,834	4,693	0,065	4,758	4,684	0,063	4,747	4,612	0,062	4,674	4,603	0,060
24,4	4,057	3,917	0,073	3,990	3,901	0,071	3,972	3,838	0,069	3,907	3,824	0,067	3,890	3,762	0,065	3,828	3,749	0,063	3,812	3,689	0,062
24,7	2,898	2,805	0,074	2,879	2,758	0,073	2,831	2,743	0,071	2,814	2,698	0,069	2,766	2,684	0,067	2,750	2,640	0,065	2,705	2,627	0,063
25	1,554	1,449	0,077	1,526	1,440	0,074	1,514	1,415	0,073	1,488	1,407	0,071	1,477	1,383	0,069	1,452	1,375	0,067	1,442	1,353	0,065
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	2-5-01 11:29			2-5-01 22:12			3-5-01 8:54			3-5-01 19:37			4-5-01 6:19			4-5-01 17:02			5-5-01 3:45		
19,9	4,631	4,565		4,565	4,634		4,634	4,568		4,568	4,635		4,635	4,570		4,570	4,636		4,636	4,572	
20,2	4,985	5,055		5,055	4,985		4,985	5,054		5,054	4,984		4,984	5,052		5,052	4,982		4,982	5,049	
20,5	5,479	5,383	0,022	5,404	5,453	0,022	5,475	5,379	0,022	5,400	5,447	0,021	5,469	5,373	0,021	5,395	5,441	0,021	5,462	5,367	0,021
20,8	5,781	5,828	0,023	5,850	5,750	0,023	5,772	5,818	0,022	5,840	5,740	0,022	5,763	5,807	0,022	5,829	5,730	0,022	5,752	5,795	0,022
21,1	6,176	6,071	0,023	6,095	6,139	0,023	6,162	6,058	0,023	6,081	6,123	0,023	6,146	6,043	0,022	6,065	6,107	0,022	6,129	6,026	0,022
21,4	6,362	6,403	0,024	6,427	6,320	0,024	6,343	6,383	0,023	6,406	6,300	0,023	6,323	6,361	0,023	6,384	6,278	0,023	6,301	6,338	0,023
21,7	6,630	6,521	0,024	6,545	6,580	0,024	6,604	6,495	0,024	6,519	6,553	0,023	6,576	6,468	0,023	6,491	6,524	0,023	6,547	6,439	0,023
22	6,680	6,709	0,025	6,733	6,623	0,024	6,647	6,675	0,024	6,699	6,589	0,024	6,613	6,639	0,024	6,663	6,553	0,023	6,577	6,602	0,023
22,3	6,788	6,675	0,025	6,700	6,721	0,025	6,746	6,634	0,025	6,659	6,679	0,024	6,703	6,591	0,024	6,616	6,634	0,024	6,658	6,547	0,024
22,6	6,671	6,684	0,025	6,709	6,596	0,025	6,621	6,633	0,025	6,658	6,546	0,025	6,570	6,581	0,024	6,605	6,494	0,024	6,518	6,528	0,024
22,9	6,580	6,462	0,031	6,492	6,490	0,030	6,520	6,403	0,030	6,433	6,430	0,029	6,459	6,343	0,029	6,372	6,369	0,029	6,398	6,283	0,028
23,2	6,252	6,239	0,031	6,270	6,153	0,031	6,184	6,171	0,030	6,202	6,086	0,030	6,116	6,104	0,029	6,133	6,019	0,029	6,049	6,036	0,029
23,5	5,899	5,783	0,031	5,815	5,792	0,031	5,823	5,710	0,031	5,740	5,718	0,030	5,748	5,637	0,030	5,667	5,645	0,029	5,674	5,565	0,029
23,8	5,315	5,281	0,032	5,313	5,203	0,032	5,235	5,203	0,031	5,234	5,126	0,031	5,157	5,126	0,031	5,157	5,051	0,030	5,081	5,051	0,030
24,1	4,663	4,533	0,059	4,592	4,525	0,057	4,583	4,456	0,056	4,512	4,450	0,055	4,504	4,382	0,053	4,436	4,376	0,052	4,428	4,310	0,051
24,4	3,751	3,677	0,060	3,737	3,619	0,059	3,678	3,608	0,057	3,665	3,551	0,056	3,607	3,541	0,055	3,596	3,486	0,053	3,539	3,477	0,052
24,7	2,690	2,584	0,062	2,646	2,573	0,060	2,633	2,531	0,059	2,590	2,521	0,057	2,578	2,480	0,056	2,536	2,471	0,055	2,526	2,432	0,053
25	1,418	1,345	0,063	1,409	1,323	0,062	1,385	1,317	0,060	1,377	1,295	0,059	1,354	1,289	0,057	1,346	1,268	0,056	1,324	1,263	0,055
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	5-5-01 14:27			6-5-01 1:10			6-5-01 11:52			6-5-01 22:35			7-5-01 9:18			7-5-01 20:00			8-5-01 6:43		
19,9	4,572	4,636		4,636	4,572		4,572	4,636		4,636	4,572		4,572	4,634		4,634	4,570		4,570	4,631	
20,2	5,049	4,980		4,980	5,045		5,045	4,976		4,976	5,040		5,040	4,972		4,972	5,034		5,034	4,966	
20,5	5,388	5,433	0,021	5,454	5,360	0,021	5,380	5,424	0,020	5,445	5,351	0,020	5,372	5,415	0,020	5,435	5,342	0,020	5,362	5,404	0,020
20,8	5,817	5,718	0,022	5,740	5,782	0,021	5,804	5,705	0,021	5,727	5,768	0,021	5,789	5,691	0,021	5,712	5,752	0,021	5,773	5,676	0,021
21,1	6,048	6,089	0,022	6,111	6,009	0,022	6,030	6,070	0,022	6,091	5,990	0,021	6,011	6,049	0,021	6,070	5,969	0,021	5,990	6,027	0,021
21,4	6,360	6,255	0,022	6,278	6,313	0,022	6,335	6,231	0,022	6,253	6,287	0,022	6,309	6,205	0,022	6,227	6,260	0,022	6,282	6,178	0,021
21,7	6,462	6,493	0,023	6,516	6,409	0,022	6,431	6,461	0,022	6,483	6,377	0,022	6,399	6,428	0,022	6,450	6,344	0,022	6,366	6,394	0,022
22	6,626	6,516	0,023	6,539	6,564	0,023	6,587	6,478	0,023	6,501	6,524	0,022	6,547	6,439	0,022	6,461	6,484	0,022	6,506	6,399	0,022
22,3	6,571	6,589	0,023	6,612	6,502	0,023	6,526	6,542	0,023	6,565	6,456	0,023	6,479	6,495	0,023	6,518	6,409	0,022	6,432	6,447	0,022
22,6	6,552	6,441	0,024	6,465	6,475	0,023	6,498	6,388	0,023	6,411	6,420	0,023	6,443	6,335	0,023	6,357	6,366	0,023	6,388	6,281	0,022
22,9	6,312	6,309	0,028	6,337	6,223	0,028	6,251	6,248	0,027	6,275	6,163	0,027	6,190	6,187	0,027	6,214	6,103	0,027	6,130	6,126	0,026
23,2	6,065	5,953	0,028	5,981	5,969	0,028	5,998	5,887	0,028	5,915	5,903	0,027	5,930	5,821	0,027	5,849	5,837	0,027	5,864	5,757	0,027
23,5	5,594	5,573	0,029	5,602	5,494	0,028	5,522	5,503	0,028	5,531	5,425	0,028	5,453	5,433	0,027	5,461	5,356	0,027	5,384	5,365	0,027
23,8	5,081	4,978	0,029	5,007	4,979	0,029	5,008	4,906	0,029	4,935	4,908	0,028	4,936	4,836	0,028	4,864	4,838	0,028	4,866	4,768	0,027
24,1	4,361	4,305	0,050	4,355	4,241	0,049	4,290	4,237	0,048	4,284	4,173	0,047	4,220	4,170	0,046	4,216	4,108	0,045	4,153	4,105	0,044
24,4	3,529	3,423	0,051	3,474	3,415	0,050	3,465	3,363	0,049	3,412	3,356	0,048	3,404	3,305	0,047	3,351	3,299	0,046	3,344	3,249	0,045
24,7	2,485	2,423	0,052	2,476	2,385	0,051	2,436	2,378	0,050	2,428	2,340	0,049	2,389	2,334	0,048	2,382	2,297	0,047	2,344	2,292	0,046
25	1,318	1,243	0,053	1,296	1,238	0,052	1,290	1,218	0,051	1,269	1,214	0,050	1,264	1,195	0,049	1,243	1,191	0,048	1,239	1,172	0,047
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	8-5-01 17:25			9-5-01 4:08			9-5-01 14:51			10-5-01 1:33			10-5-01 12:16			10-5-01 22:58			11-5-01 9:41		
19,9	4,631	4,568		4,568	4,628		4,628	4,565		4,565	4,624		4,624	4,561		4,561	4,618		4,618	4,556	
20,2	4,966	5,027		5,027	4,959		4,959	5,020		5,020	4,952		4,952	5,011		5,011	4,943		4,943	5,001	
20,5	5,423	5,331	0,020	5,351	5,392	0,019	5,411	5,320	0,019	5,339	5,379	0,019	5,398	5,307	0,019	5,326	5,365	0,019	5,384	5,294	0,019
20,8	5,697	5,736	0,020	5,756	5,660	0,020	5,680	5,718	0,020	5,738	5,642	0,020	5,662	5,699	0,020	5,719	5,624	0,020	5,644	5,680	0,019
21,1	6,048	5,948	0,021	5,969	6,004	0,021	6,025	5,925	0,020	5,946	5,981	0,020	6,001	5,902	0,020	5,922	5,956	0,020	5,976	5,877	0,020
21,4	6,199	6,232	0,021	6,253	6,150	0,021	6,171	6,202	0,021	6,223	6,121	0,021	6,142	6,172	0,021	6,192	6,091	0,020	6,111	6,141	0,020
21,7	6,415	6,310	0,021	6,331	6,358	0,021	6,380	6,275	0,021	6,296	6,322	0,021	6,343	6,239	0,021	6,260	6,285	0,021	6,306	6,203	0,020
22	6,421	6,442	0,022	6,464	6,358	0,022	6,379	6,400	0,021	6,421	6,316	0,021	6,337	6,357	0,021	6,378	6,273	0,021	6,294	6,314	0,021
22,3	6,469	6,362	0,022	6,384	6,399	0,022	6,421	6,314	0,022	6,336	6,350	0,022	6,371	6,266	0,021	6,287	6,301	0,021	6,322	6,217	0,021
22,6	6,303	6,311	0,022	6,333	6,227	0,022	6,249	6,256	0,022	6,278	6,172	0,022	6,194	6,201	0,022	6,223	6,118	0,021	6,140	6,146	0,021
22,9	6,153	6,043	0,026	6,069	6,066	0,026	6,092	5,984	0,026	6,009	6,006	0,025	6,031	5,925	0,025	5,950	5,947	0,025	5,971	5,866	0,025
23,2	5,783	5,772	0,026	5,799	5,693	0,026	5,719	5,708	0,026	5,734	5,630	0,026	5,655	5,645	0,025	5,670	5,567	0,025	5,592	5,583	0,025
23,5	5,392	5,290	0,027	5,316	5,298	0,026	5,325	5,224	0,026	5,250	5,233	0,026	5,259	5,159	0,026	5,185	5,168	0,025	5,194	5,096	0,025
23,8	4,796	4,771	0,027	4,798	4,702	0,027	4,729	4,705	0,027	4,731	4,637	0,026	4,664	4,641	0,026	4,667	4,575	0,026	4,600	4,578	0,026
24,1	4,149	4,045	0,043	4,088	4,043	0,042	4,085	3,983	0,042	4,025	3,982	0,041	4,023	3,924	0,040	3,964	3,923	0,039	3,963	3,866	0,039
24,4	3,294	3,243	0,044	3,287	3,195	0,043	3,238	3,190	0,042	3,232	3,142	0,042	3,184	3,139	0,041	3,180	3,092	0,040	3,132	3,089	0,039
24,7	2,337	2,256	0,045	2,301	2,251	0,044	2,295	2,217	0,043	2,260	2,212	0,042	2,254	2,179	0,042	2,220	2,175	0,041	2,215	2,142	0,040
25	1,219	1,169	0,046	1,215	1,151	0,045	1,196	1,148	0,044	1,192	1,130	0,043	1,173	1,127	0,042	1,170	1,110	0,042	1,152	1,108	0,041
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	11-5-01 20:24			12-5-01 7:06			12-5-01 17:49			13-5-01 4:31			13-5-01 15:14			14-5-01 1:57			14-5-01 12:39		
19,9	4,556	4,612		4,612	4,550		4,550	4,606		4,606	4,544		4,544	4,598		4,598	4,536		4,536	4,590	
20,2	5,001	4,934		4,934	4,991		4,991	4,924		4,924	4,979		4,979	4,913		4,913	4,967		4,967	4,901	
20,5	5,312	5,350	0,019	5,369	5,279	0,018	5,298	5,334	0,018	5,353	5,264	0,018	5,282	5,318	0,018	5,336	5,247	0,018	5,265	5,301	0,018
20,8	5,699	5,605	0,019	5,624	5,659	0,019	5,678	5,585	0,019	5,604	5,638	0,019	5,657	5,563	0,019	5,582	5,616	0,019	5,634	5,542	0,018
21,1	5,897	5,930	0,020	5,950	5,852	0,019	5,872	5,904	0,019	5,923	5,826	0,019	5,845	5,876	0,019	5,895	5,799	0,019	5,818	5,848	0,019
21,4	6,161	6,060	0,020	6,080	6,109	0,020	6,129	6,029	0,020	6,048	6,076	0,020	6,096	5,996	0,019	6,016	6,043	0,019	6,062	5,963	0,019
21,7	6,223	6,248	0,020	6,268	6,166	0,020	6,186	6,209	0,020	6,229	6,128	0,020	6,148	6,171	0,020	6,190	6,090	0,019	6,109	6,131	0,019
22	6,334	6,231	0,021	6,251	6,270	0,020	6,290	6,187	0,020	6,207	6,226	0,020	6,246	6,144	0,020	6,164	6,181	0,020	6,201	6,100	0,020
22,3	6,238	6,251	0,021	6,272	6,168	0,021	6,189	6,201	0,021	6,222	6,119	0,020	6,140	6,152	0,020	6,172	6,070	0,020	6,090	6,102	0,020
22,6	6,168	6,064	0,021	6,085	6,092	0,021	6,113	6,010	0,021	6,031	6,037	0,021	6,058	5,957	0,020	5,977	5,983	0,020	6,004	5,904	0,020
22,9	5,891	5,888	0,024	5,912	5,808	0,024	5,832	5,829	0,024	5,853	5,750	0,024	5,774	5,771	0,023	5,795	5,694	0,023	5,717	5,714	0,023
23,2	5,607	5,506	0,025	5,531	5,521	0,024	5,545	5,446	0,024	5,470	5,461	0,024	5,484	5,386	0,024	5,410	5,401	0,023	5,424	5,328	0,023
23,5	5,121	5,106	0,025	5,130	5,035	0,025	5,059	5,044	0,024	5,068	4,974	0,024	4,998	4,983	0,024	5,007	4,915	0,024	4,938	4,924	0,023
23,8	4,604	4,513	0,025	4,539	4,517	0,025	4,542	4,454	0,025	4,478	4,458	0,025	4,483	4,395	0,024	4,420	4,400	0,024	4,424	4,339	0,024
24,1	3,905	3,866	0,038	3,904	3,810	0,037	3,848	3,811	0,037	3,848	3,756	0,036	3,793	3,757	0,036	3,793	3,704	0,035	3,739	3,705	0,035
24,4	3,128	3,044	0,039	3,082	3,041	0,038	3,079	2,997	0,037	3,034	2,995	0,037	3,032	2,952	0,036	2,988	2,950	0,036	2,986	2,908	0,035
24,7	2,182	2,139	0,039	2,178	2,107	0,039	2,146	2,104	0,038	2,142	2,073	0,037	2,110	2,070	0,037	2,107	2,040	0,036	2,077	2,038	0,036
25	1,149	1,091	0,040	1,131	1,089	0,039	1,128	1,073	0,039	1,112	1,071	0,038	1,109	1,055	0,037	1,093	1,054	0,037	1,091	1,038	0,036
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	14-5-01 23:22			15-5-01 10:04			15-5-01 20:47			16-5-01 7:30			16-5-01 18:12			17-5-01 4:55			17-5-01 15:37		
19,9	4,590	4,528		4,528	4,580		4,580	4,519		4,519	4,570		4,570	4,509		4,509	4,560		4,560	4,499	
20,2	4,901	4,954		4,954	4,888		4,888	4,940		4,940	4,875		4,875	4,926		4,926	4,860		4,860	4,910	
20,5	5,318	5,230	0,018	5,248	5,282	0,018	5,300	5,213	0,017	5,230	5,264	0,017	5,281	5,194	0,017	5,211	5,244	0,017	5,261	5,175	0,017
20,8	5,560	5,593	0,018	5,611	5,519	0,018	5,537	5,569	0,018	5,587	5,496	0,018	5,514	5,545	0,018	5,562	5,472	0,018	5,489	5,520	0,018
21,1	5,867	5,771	0,019	5,790	5,819	0,018	5,838	5,743	0,018	5,761	5,790	0,018	5,808	5,714	0,018	5,732	5,760	0,018	5,778	5,685	0,018
21,4	5,983	6,009	0,019	6,028	5,930	0,019	5,949	5,974	0,019	5,993	5,896	0,019	5,915	5,939	0,018	5,958	5,862	0,018	5,880	5,904	0,018
21,7	6,151	6,051	0,019	6,070	6,092	0,019	6,111	6,012	0,019	6,031	6,052	0,019	6,071	5,973	0,019	5,991	6,012	0,018	6,030	5,933	0,018
22	6,119	6,136	0,019	6,156	6,056	0,019	6,075	6,092	0,019	6,111	6,011	0,019	6,030	6,047	0,019	6,065	5,967	0,019	5,986	6,002	0,019
22,3	6,122	6,021	0,020	6,041	6,053	0,020	6,072	5,973	0,019	5,992	6,003	0,019	6,023	5,924	0,019	5,943	5,954	0,019	5,973	5,875	0,019
22,6	5,924	5,930	0,020	5,949	5,851	0,020	5,870	5,876	0,020	5,896	5,798	0,019	5,818	5,823	0,019	5,842	5,746	0,019	5,765	5,771	0,019
22,9	5,737	5,637	0,023	5,660	5,657	0,023	5,680	5,582	0,022	5,604	5,602	0,022	5,624	5,527	0,022	5,549	5,546	0,022	5,568	5,472	0,022
23,2	5,351	5,342	0,023	5,365	5,270	0,023	5,293	5,285	0,023	5,307	5,213	0,022	5,236	5,228	0,022	5,250	5,158	0,022	5,180	5,172	0,022
23,5	4,948	4,857	0,023	4,880	4,866	0,023	4,889	4,800	0,023	4,823	4,810	0,023	4,832	4,744	0,022	4,767	4,754	0,022	4,776	4,690	0,022
23,8	4,363	4,344	0,024	4,367	4,283	0,023	4,307	4,289	0,023	4,312	4,230	0,023	4,253	4,235	0,023	4,258	4,177	0,023	4,200	4,183	0,022
24,1	3,740	3,653	0,034	3,687	3,654	0,034	3,688	3,603	0,033	3,636	3,605	0,033	3,638	3,555	0,032	3,587	3,558	0,032	3,589	3,508	0,031
24,4	2,943	2,907	0,035	2,941	2,865	0,034	2,900	2,865	0,034	2,899	2,824	0,033	2,858	2,824	0,033	2,857	2,785	0,032	2,817	2,785	0,032
24,7	2,074	2,009	0,035	2,044	2,007	0,035	2,042	1,978	0,034	2,012	1,977	0,034	2,011	1,949	0,033	1,982	1,948	0,033	1,981	1,921	0,032
25	1,075	1,037	0,036	1,073	1,022	0,035	1,057	1,021	0,035	1,056	1,006	0,034	1,040	1,005	0,034	1,039	0,991	0,033	1,024	0,990	0,033
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	18-5-01 2:20			18-5-01 13:03			18-5-01 23:45			19-5-01 10:28			19-5-01 21:10			20-5-01 7:53			20-5-01 18:36		
19,9	4,499	4,548		4,548	4,488		4,488	4,536		4,536	4,476		4,476	4,524		4,524	4,464		4,464	4,511	
20,2	4,910	4,845		4,845	4,895		4,895	4,830		4,830	4,878		4,878	4,813		4,813	4,861		4,861	4,797	
20,5	5,192	5,224	0,017	5,241	5,155	0,017	5,172	5,203	0,016	5,219	5,134	0,016	5,151	5,181	0,016	5,198	5,113	0,016	5,129	5,159	0,016
20,8	5,537	5,447	0,017	5,465	5,494	0,017	5,511	5,422	0,017	5,439	5,468	0,017	5,485	5,396	0,017	5,413	5,441	0,017	5,458	5,370	0,017
21,1	5,702	5,730	0,018	5,747	5,655	0,018	5,672	5,699	0,017	5,716	5,624	0,017	5,642	5,667	0,017	5,685	5,593	0,017	5,610	5,636	0,017
21,4	5,922	5,827	0,018	5,845	5,868	0,018	5,886	5,792	0,018	5,810	5,832	0,018	5,850	5,756	0,018	5,774	5,796	0,017	5,813	5,720	0,017
21,7	5,951	5,971	0,018	5,989	5,893	0,018	5,911	5,931	0,018	5,948	5,853	0,018	5,871	5,890	0,018	5,907	5,813	0,018	5,830	5,849	0,017
22	6,020	5,923	0,018	5,941	5,956	0,018	5,975	5,878	0,018	5,897	5,911	0,018	5,930	5,834	0,018	5,852	5,867	0,018	5,884	5,790	0,018
22,3	5,894	5,905	0,019	5,924	5,827	0,019	5,846	5,856	0,018	5,874	5,779	0,018	5,797	5,807	0,018	5,826	5,731	0,018	5,749	5,759	0,018
22,6	5,790	5,694	0,019	5,713	5,719	0,019	5,737	5,643	0,019	5,662	5,667	0,018	5,685	5,592	0,018	5,611	5,616	0,018	5,634	5,542	0,018
22,9	5,494	5,492	0,022	5,513	5,419	0,021	5,440	5,438	0,021	5,459	5,366	0,021	5,387	5,385	0,021	5,406	5,314	0,021	5,335	5,333	0,021
23,2	5,194	5,103	0,022	5,125	5,118	0,022	5,139	5,049	0,021	5,070	5,064	0,021	5,085	4,996	0,021	5,017	5,011	0,021	5,032	4,944	0,021
23,5	4,712	4,700	0,022	4,722	4,636	0,022	4,658	4,647	0,022	4,668	4,584	0,021	4,605	4,594	0,021	4,616	4,533	0,021	4,554	4,543	0,021
23,8	4,205	4,126	0,022	4,148	4,132	0,022	4,154	4,076	0,022	4,098	4,082	0,022	4,104	4,027	0,022	4,048	4,033	0,021	4,055	3,979	0,021
24,1	3,540	3,511	0,031	3,542	3,463	0,031	3,493	3,466	0,030	3,496	3,419	0,030	3,448	3,422	0,029	3,451	3,376	0,029	3,405	3,379	0,029
24,4	2,817	2,746	0,031	2,778	2,747	0,031	2,778	2,709	0,031	2,740	2,710	0,030	2,740	2,673	0,030	2,703	2,674	0,029	2,704	2,638	0,029
24,7	1,953	1,920	0,032	1,952	1,893	0,031	1,925	1,893	0,031	1,924	1,867	0,031	1,897	1,867	0,030	1,897	1,841	0,030	1,871	1,841	0,029
25	1,023	0,976	0,032	1,009	0,976	0,032	1,008	0,962	0,031	0,994	0,962	0,031	0,993	0,949	0,031	0,979	0,948	0,030	0,979	0,935	0,030
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	21-5-01 5:18			21-5-01 16:01			22-5-01 2:43			22-5-01 13:26			23-5-01 0:09			23-5-01 10:51			23-5-01 21:34		
19,9	4,511	4,451		4,451	4,497		4,497	4,437		4,437	4,482		4,482	4,423		4,423	4,467		4,467	4,408	
20,2	4,797	4,843		4,843	4,779		4,779	4,825		4,825	4,761		4,761	4,806		4,806	4,742		4,742	4,786	
20,5	5,175	5,092	0,016	5,107	5,137	0,016	5,152	5,069	0,016	5,085	5,114	0,016	5,129	5,047	0,015	5,062	5,090	0,015	5,105	5,023	0,015
20,8	5,387	5,414	0,016	5,430	5,343	0,016	5,360	5,386	0,016	5,403	5,316	0,016	5,332	5,358	0,016	5,374	5,288	0,016	5,304	5,330	0,016
21,1	5,653	5,562	0,017	5,579	5,604	0,017	5,620	5,531	0,016	5,547	5,571	0,016	5,587	5,499	0,016	5,515	5,538	0,016	5,554	5,466	0,016
21,4	5,738	5,759	0,017	5,777	5,684	0,017	5,702	5,723	0,017	5,740	5,648	0,017	5,665	5,686	0,017	5,702	5,612	0,016	5,628	5,648	0,016
21,7	5,866	5,773	0,017	5,790	5,808	0,017	5,825	5,732	0,017	5,749	5,767	0,017	5,784	5,692	0,017	5,709	5,726	0,017	5,742	5,652	0,016
22	5,808	5,822	0,018	5,839	5,746	0,017	5,763	5,777	0,017	5,794	5,702	0,017	5,719	5,732	0,017	5,749	5,658	0,017	5,675	5,688	0,017
22,3	5,777	5,684	0,018	5,702	5,711	0,018	5,729	5,637	0,018	5,654	5,664	0,017	5,681	5,590	0,017	5,607	5,616	0,017	5,633	5,543	0,017
22,6	5,560	5,565	0,018	5,583	5,492	0,018	5,510	5,515	0,018	5,533	5,443	0,018	5,460	5,466	0,017	5,483	5,394	0,017	5,412	5,416	0,017
22,9	5,353	5,262	0,020	5,283	5,281	0,020	5,301	5,212	0,020	5,232	5,230	0,020	5,250	5,162	0,020	5,181	5,180	0,020	5,200	5,112	0,019
23,2	4,965	4,959	0,021	4,979	4,893	0,020	4,913	4,907	0,020	4,928	4,843	0,020	4,863	4,857	0,020	4,877	4,793	0,020	4,813	4,808	0,020
23,5	4,564	4,483	0,021	4,503	4,493	0,021	4,514	4,433	0,020	4,454	4,444	0,020	4,464	4,385	0,020	4,405	4,396	0,020	4,416	4,338	0,020
23,8	4,000	3,986	0,021	4,007	3,933	0,021	3,954	3,940	0,021	3,960	3,887	0,021	3,908	3,894	0,020	3,915	3,843	0,020	3,863	3,850	0,020
24,1	3,408	3,334	0,028	3,362	3,338	0,028	3,366	3,293	0,028	3,321	3,297	0,027	3,325	3,253	0,027	3,280	3,257	0,027	3,284	3,214	0,027
24,4	2,667	2,639	0,029	2,668	2,604	0,028	2,632	2,606	0,028	2,634	2,570	0,028	2,598	2,573	0,027	2,600	2,538	0,027	2,565	2,541	0,027
24,7	1,871	1,816	0,029	1,845	1,816	0,029	1,845	1,792	0,028	1,820	1,793	0,028	1,821	1,768	0,028	1,796	1,769	0,027	1,797	1,746	0,027
25	0,965	0,935	0,029	0,965	0,923	0,029	0,952	0,923	0,029	0,952	0,910	0,028	0,938	0,910	0,028	0,938	0,898	0,028	0,926	0,898	0,027
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	24-5-01 8:16			24-5-01 18:59			25-5-01 5:42			25-5-01 16:24			26-5-01 3:07			26-5-01 13:49			27-5-01 0:32		
19,9	4,408	4,452		4,452	4,393		4,393	4,436		4,436	4,377		4,377	4,419		4,419	4,361		4,361	4,402	
20,2	4,786	4,723		4,723	4,766		4,766	4,704		4,704	4,746		4,746	4,684		4,684	4,725		4,725	4,663	
20,5	5,039	5,066	0,015	5,081	5,000	0,015	5,015	5,042	0,015	5,056	4,976	0,015	4,991	5,017	0,015	5,031	4,951	0,015	4,966	4,992	0,015
20,8	5,346	5,260	0,016	5,276	5,301	0,016	5,317	5,232	0,015	5,248	5,272	0,015	5,287	5,204	0,015	5,219	5,243	0,015	5,258	5,175	0,015
21,1	5,482	5,505	0,016	5,521	5,434	0,016	5,450	5,472	0,016	5,488	5,401	0,016	5,417	5,439	0,015	5,454	5,368	0,015	5,384	5,405	0,015
21,4	5,665	5,575	0,016	5,591	5,611	0,016	5,627	5,538	0,016	5,554	5,574	0,016	5,590	5,502	0,016	5,517	5,536	0,016	5,552	5,465	0,016
21,7	5,668	5,685	0,016	5,701	5,611	0,016	5,627	5,644	0,016	5,660	5,571	0,016	5,587	5,603	0,016	5,619	5,530	0,016	5,546	5,562	0,016
22	5,705	5,614	0,017	5,631	5,644	0,016	5,660	5,570	0,016	5,587	5,599	0,016	5,616	5,527	0,016	5,543	5,555	0,016	5,571	5,484	0,016
22,3	5,560	5,569	0,017	5,586	5,497	0,017	5,514	5,522	0,017	5,539	5,451	0,016	5,467	5,476	0,016	5,492	5,405	0,016	5,422	5,430	0,016
22,6	5,434	5,346	0,017	5,363	5,368	0,017	5,385	5,298	0,017	5,315	5,320	0,017	5,336	5,251	0,016	5,267	5,272	0,016	5,289	5,204	0,016
22,9	5,132	5,130	0,019	5,150	5,064	0,019	5,083	5,082	0,019	5,101	5,016	0,019	5,034	5,033	0,019	5,052	4,968	0,019	4,987	4,986	0,018
23,2	4,827	4,745	0,019	4,764	4,759	0,019	4,778	4,697	0,019	4,716	4,711	0,019	4,730	4,650	0,019	4,669	4,664	0,019	4,683	4,604	0,019
23,5	4,358	4,349	0,020	4,368	4,292	0,019	4,311	4,302	0,019	4,322	4,246	0,019	4,265	4,257	0,019	4,276	4,202	0,019	4,220	4,212	0,019
23,8	3,870	3,799	0,020	3,819	3,807	0,020	3,826	3,757	0,020	3,776	3,764	0,019	3,784	3,715	0,019	3,734	3,723	0,019	3,742	3,674	0,019
24,1	3,241	3,219	0,026	3,245	3,176	0,026	3,202	3,181	0,026	3,207	3,139	0,026	3,165	3,144	0,025	3,170	3,103	0,025	3,128	3,108	0,025
24,4	2,567	2,507	0,027	2,533	2,509	0,026	2,536	2,476	0,026	2,502	2,479	0,026	2,505	2,446	0,026	2,472	2,449	0,025	2,475	2,417	0,025
24,7	1,773	1,747	0,027	1,774	1,723	0,027	1,750	1,725	0,026	1,751	1,702	0,026	1,728	1,703	0,026	1,729	1,681	0,026	1,707	1,682	0,025
25	0,926	0,886	0,027	0,914	0,887	0,027	0,914	0,875	0,027	0,902	0,876	0,026	0,902	0,864	0,026	0,890	0,865	0,026	0,890	0,853	0,026
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	27-5-01 11:15			27-5-01 21:57			28-5-01 8:40			28-5-01 19:22			29-5-01 6:05			29-5-01 16:48			30-5-01 3:30		
19,9	4,402	4,344		4,344	4,385		4,385	4,327		4,327	4,367		4,367	4,309		4,309	4,349		4,349	4,292	
20,2	4,663	4,704		4,704	4,643		4,643	4,683		4,683	4,621		4,621	4,661		4,661	4,600		4,600	4,638	
20,5	5,006	4,927	0,014	4,941	4,966	0,014	4,980	4,902	0,014	4,916	4,940	0,014	4,954	4,876	0,014	4,890	4,914	0,014	4,928	4,851	0,014
20,8	5,190	5,213	0,015	5,228	5,146	0,015	5,161	5,183	0,015	5,198	5,116	0,015	5,131	5,153	0,015	5,168	5,087	0,014	5,101	5,123	0,014
21,1	5,420	5,335	0,015	5,350	5,371	0,015	5,386	5,302	0,015	5,317	5,337	0,015	5,352	5,269	0,015	5,283	5,303	0,015	5,318	5,235	0,015
21,4	5,480	5,499	0,015	5,514	5,428	0,015	5,443	5,461	0,015	5,477	5,391	0,015	5,406	5,424	0,015	5,439	5,354	0,015	5,369	5,386	0,015
21,7	5,577	5,490	0,016	5,506	5,521	0,015	5,536	5,450	0,015	5,465	5,480	0,015	5,496	5,410	0,015	5,425	5,440	0,015	5,455	5,370	0,015
22	5,500	5,512	0,016	5,528	5,441	0,016	5,457	5,468	0,016	5,484	5,398	0,015	5,414	5,425	0,015	5,441	5,356	0,015	5,371	5,382	0,015
22,3	5,446	5,360	0,016	5,376	5,384	0,016	5,400	5,315	0,016	5,331	5,339	0,016	5,355	5,271	0,016	5,286	5,294	0,015	5,310	5,227	0,015
22,6	5,220	5,225	0,016	5,241	5,158	0,016	5,174	5,179	0,016	5,194	5,112	0,016	5,128	5,133	0,016	5,148	5,067	0,016	5,082	5,087	0,015
22,9	5,004	4,921	0,018	4,940	4,939	0,018	4,957	4,875	0,018	4,893	4,892	0,018	4,910	4,829	0,018	4,847	4,846	0,018	4,864	4,784	0,018
23,2	4,622	4,618	0,018	4,636	4,558	0,018	4,576	4,572	0,018	4,590	4,513	0,018	4,531	4,527	0,018	4,545	4,469	0,018	4,487	4,483	0,018
23,5	4,231	4,158	0,019	4,176	4,168	0,018	4,187	4,115	0,018	4,133	4,125	0,018	4,144	4,072	0,018	4,090	4,083	0,018	4,101	4,031	0,018
23,8	3,693	3,682	0,019	3,701	3,634	0,019	3,653	3,642	0,019	3,661	3,595	0,018	3,614	3,603	0,018	3,621	3,557	0,018	3,575	3,565	0,018
24,1	3,133	3,068	0,025	3,092	3,073	0,024	3,097	3,033	0,024	3,057	3,039	0,024	3,063	3,000	0,024	3,023	3,005	0,023	3,028	2,967	0,023
24,4	2,442	2,420	0,025	2,445	2,389	0,025	2,414	2,392	0,024	2,417	2,361	0,024	2,386	2,365	0,024	2,389	2,334	0,024	2,358	2,338	0,023
24,7	1,708	1,661	0,025	1,686	1,662	0,025	1,687	1,641	0,025	1,665	1,642	0,024	1,667	1,621	0,024	1,645	1,623	0,024	1,647	1,602	0,024
25	0,879	0,854	0,025	0,879	0,843	0,025	0,868	0,843	0,025	0,868	0,833	0,025	0,857	0,833	0,024	0,858	0,823	0,024	0,847	0,823	0,024
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	30-5-01 14:13			31-5-01 0:55			31-5-01 11:38			31-5-01 22:21			1-6-01 9:03			1-6-01 19:46			2-6-01 6:28		
19,9	4,292	4,330		4,330	4,273		4,273	4,311		4,311	4,255		4,255	4,292		4,292	4,236		4,236	4,272	
20,2	4,638	4,578		4,578	4,616		4,616	4,556		4,556	4,593		4,593	4,533		4,533	4,570		4,570	4,511	
20,5	4,864	4,888	0,014	4,902	4,825	0,014	4,838	4,861	0,014	4,875	4,799	0,014	4,812	4,835	0,013	4,848	4,772	0,013	4,786	4,808	0,013
20,8	5,138	5,057	0,014	5,071	5,093	0,014	5,107	5,027	0,014	5,041	5,062	0,014	5,076	4,997	0,014	5,011	5,032	0,014	5,045	4,967	0,014
21,1	5,250	5,269	0,014	5,284	5,202	0,014	5,216	5,235	0,014	5,250	5,168	0,014	5,182	5,201	0,014	5,215	5,135	0,014	5,149	5,167	0,014
21,4	5,401	5,317	0,015	5,332	5,349	0,015	5,364	5,281	0,015	5,295	5,312	0,014	5,326	5,244	0,014	5,258	5,275	0,014	5,289	5,207	0,014
21,7	5,385	5,399	0,015	5,414	5,330	0,015	5,345	5,359	0,015	5,374	5,291	0,015	5,305	5,319	0,014	5,334	5,252	0,014	5,266	5,279	0,014
22	5,397	5,314	0,015	5,329	5,340	0,015	5,355	5,272	0,015	5,287	5,297	0,015	5,312	5,230	0,015	5,245	5,255	0,015	5,270	5,189	0,014
22,3	5,242	5,250	0,015	5,265	5,183	0,015	5,198	5,206	0,015	5,221	5,140	0,015	5,155	5,162	0,015	5,177	5,097	0,015	5,112	5,119	0,015
22,6	5,102	5,022	0,015	5,037	5,042	0,015	5,057	4,978	0,015	4,993	4,998	0,015	5,013	4,934	0,015	4,949	4,954	0,015	4,968	4,891	0,015
22,9	4,802	4,801	0,017	4,819	4,740	0,017	4,757	4,757	0,017	4,774	4,696	0,017	4,713	4,713	0,017	4,730	4,653	0,017	4,670	4,670	0,017
23,2	4,500	4,425	0,018	4,443	4,439	0,017	4,456	4,382	0,017	4,400	4,396	0,017	4,413	4,340	0,017	4,357	4,354	0,017	4,371	4,299	0,017
23,5	4,049	4,041	0,018	4,059	3,990	0,018	4,008	4,001	0,017	4,018	3,950	0,017	3,967	3,960	0,017	3,978	3,910	0,017	3,927	3,921	0,017
23,8	3,583	3,519	0,018	3,537	3,527	0,018	3,545	3,482	0,018	3,500	3,490	0,018	3,508	3,446	0,017	3,463	3,454	0,017	3,471	3,410	0,017
24,1	2,990	2,972	0,023	2,995	2,934	0,023	2,957	2,940	0,023	2,962	2,902	0,022	2,925	2,908	0,022	2,930	2,871	0,022	2,893	2,877	0,022
24,4	2,361	2,308	0,023	2,331	2,311	0,023	2,334	2,282	0,023	2,305	2,286	0,023	2,308	2,257	0,022	2,279	2,260	0,022	2,283	2,232	0,022
24,7	1,626	1,604	0,023	1,628	1,584	0,023	1,607	1,586	0,023	1,609	1,566	0,023	1,589	1,568	0,023	1,590	1,548	0,022	1,571	1,550	0,022
25	0,847	0,813	0,024	0,837	0,814	0,023	0,837	0,804	0,023	0,827	0,804	0,023	0,827	0,794	0,023	0,817	0,795	0,023	0,818	0,785	0,022
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	2-6-01 17:11			3-6-01 3:54			3-6-01 14:36			4-6-01 1:19			4-6-01 12:01			4-6-01 22:44			5-6-01 9:27		
19,9	4,272	4,216		4,216	4,252		4,252	4,197		4,197	4,232		4,232	4,177		4,177	4,211		4,211	4,157	
20,2	4,511	4,546		4,546	4,488		4,488	4,523		4,523	4,464		4,464	4,499		4,499	4,441		4,441	4,475	
20,5	4,821	4,746	0,013	4,759	4,781	0,013	4,794	4,719	0,013	4,732	4,753	0,013	4,766	4,692	0,013	4,705	4,726	0,013	4,739	4,665	0,013
20,8	4,981	5,001	0,014	5,015	4,937	0,014	4,950	4,970	0,013	4,984	4,907	0,013	4,920	4,939	0,013	4,953	4,876	0,013	4,889	4,908	0,013
21,1	5,181	5,101	0,014	5,115	5,133	0,014	5,147	5,068	0,014	5,081	5,099	0,014	5,112	5,034	0,013	5,047	5,065	0,013	5,078	5,000	0,013
21,4	5,221	5,237	0,014	5,251	5,171	0,014	5,185	5,200	0,014	5,214	5,134	0,014	5,148	5,163	0,014	5,177	5,098	0,014	5,112	5,126	0,014
21,7	5,294	5,212	0,014	5,227	5,240	0,014	5,254	5,173	0,014	5,187	5,200	0,014	5,214	5,135	0,014	5,148	5,161	0,014	5,175	5,096	0,014
22	5,203	5,214	0,014	5,228	5,148	0,014	5,162	5,172	0,014	5,187	5,107	0,014	5,121	5,131	0,014	5,145	5,067	0,014	5,080	5,090	0,014
22,3	5,134	5,054	0,015	5,069	5,076	0,014	5,091	5,012	0,014	5,027	5,034	0,014	5,048	4,971	0,014	4,985	4,992	0,014	5,006	4,929	0,014
22,6	4,906	4,910	0,015	4,925	4,848	0,015	4,863	4,867	0,014	4,881	4,806	0,014	4,820	4,824	0,014	4,839	4,764	0,014	4,778	4,782	0,014
22,9	4,686	4,611	0,016	4,627	4,627	0,016	4,643	4,568	0,016	4,585	4,584	0,016	4,600	4,527	0,016	4,543	4,542	0,016	4,558	4,486	0,016
23,2	4,316	4,312	0,017	4,329	4,258	0,016	4,274	4,271	0,016	4,287	4,217	0,016	4,233	4,230	0,016	4,246	4,177	0,016	4,193	4,190	0,016
23,5	3,938	3,872	0,017	3,888	3,882	0,017	3,899	3,833	0,016	3,850	3,844	0,016	3,860	3,796	0,016	3,812	3,806	0,016	3,822	3,758	0,016
23,8	3,428	3,418	0,017	3,435	3,375	0,017	3,392	3,383	0,017	3,400	3,341	0,017	3,358	3,349	0,016	3,365	3,307	0,016	3,323	3,315	0,016
24,1	2,899	2,841	0,022	2,863	2,846	0,022	2,868	2,811	0,021	2,832	2,817	0,021	2,838	2,781	0,021	2,803	2,787	0,021	2,808	2,753	0,021
24,4	2,254	2,236	0,022	2,258	2,208	0,022	2,229	2,211	0,022	2,233	2,184	0,021	2,205	2,188	0,021	2,209	2,161	0,021	2,182	2,164	0,021
24,7	1,573	1,531	0,022	1,553	1,533	0,022	1,555	1,514	0,022	1,536	1,516	0,022	1,538	1,497	0,021	1,519	1,500	0,021	1,521	1,481	0,021
25	0,808	0,786	0,022	0,809	0,777	0,022	0,799	0,777	0,022	0,799	0,768	0,022	0,790	0,769	0,022	0,790	0,759	0,021	0,781	0,760	0,021
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	5-6-01 20:09			6-6-01 6:52			6-6-01 17:34			7-6-01 4:17			7-6-01 15:00			8-6-01 1:42			8-6-01 12:25		
19,9	4,157	4,191		4,191	4,136		4,136	4,170		4,170	4,116		4,116	4,149		4,149	4,095		4,095	4,127	
20,2	4,475	4,417		4,417	4,451		4,451	4,393		4,393	4,426		4,426	4,369		4,369	4,402		4,402	4,345	
20,5	4,678	4,698	0,013	4,711	4,638	0,012	4,651	4,670	0,012	4,683	4,611	0,012	4,623	4,643	0,012	4,655	4,583	0,012	4,596	4,615	0,012
20,8	4,921	4,846	0,013	4,859	4,877	0,013	4,890	4,815	0,013	4,828	4,846	0,013	4,859	4,785	0,013	4,797	4,815	0,013	4,828	4,754	0,012
21,1	5,014	5,031	0,013	5,044	4,967	0,013	4,980	4,997	0,013	5,010	4,933	0,013	4,946	4,963	0,013	4,975	4,900	0,013	4,913	4,929	0,013
21,4	5,140	5,062	0,013	5,075	5,090	0,013	5,103	5,025	0,013	5,039	5,053	0,013	5,066	4,989	0,013	5,003	5,017	0,013	5,030	4,954	0,013
21,7	5,110	5,122	0,014	5,136	5,058	0,013	5,071	5,083	0,013	5,097	5,019	0,013	5,033	5,045	0,013	5,058	4,981	0,013	4,994	5,006	0,013
22	5,104	5,026	0,014	5,040	5,050	0,014	5,063	4,986	0,014	5,000	5,010	0,013	5,023	4,947	0,013	4,960	4,970	0,013	4,983	4,908	0,013
22,3	4,943	4,950	0,014	4,964	4,888	0,014	4,902	4,909	0,014	4,923	4,848	0,014	4,861	4,868	0,014	4,881	4,807	0,013	4,821	4,827	0,013
22,6	4,796	4,722	0,014	4,736	4,740	0,014	4,754	4,681	0,014	4,695	4,699	0,014	4,713	4,641	0,014	4,654	4,658	0,014	4,672	4,601	0,013
22,9	4,501	4,501	0,016	4,517	4,445	0,016	4,461	4,460	0,015	4,476	4,405	0,015	4,420	4,420	0,015	4,435	4,365	0,015	4,380	4,380	0,015
23,2	4,206	4,138	0,016	4,154	4,151	0,016	4,166	4,099	0,016	4,115	4,112	0,015	4,127	4,061	0,015	4,076	4,073	0,015	4,089	4,023	0,015
23,5	3,774	3,769	0,016	3,785	3,722	0,016	3,738	3,732	0,016	3,748	3,686	0,016	3,701	3,696	0,015	3,711	3,650	0,015	3,666	3,660	0,015
23,8	3,331	3,274	0,016	3,290	3,282	0,016	3,298	3,241	0,016	3,257	3,249	0,016	3,265	3,209	0,016	3,225	3,217	0,016	3,232	3,177	0,015
24,1	2,773	2,758	0,021	2,779	2,724	0,020	2,745	2,730	0,020	2,750	2,696	0,020	2,716	2,702	0,020	2,722	2,669	0,020	2,689	2,674	0,020
24,4	2,185	2,138	0,021	2,158	2,141	0,021	2,162	2,115	0,020	2,136	2,119	0,020	2,139	2,093	0,020	2,113	2,097	0,020	2,117	2,071	0,020
24,7	1,502	1,483	0,021	1,504	1,465	0,021	1,486	1,467	0,021	1,488	1,450	0,020	1,470	1,452	0,020	1,472	1,434	0,020	1,454	1,437	0,020
25	0,782	0,751	0,021	0,772	0,752	0,021	0,773	0,743	0,021	0,764	0,744	0,021	0,764	0,735	0,020	0,755	0,736	0,020	0,756	0,727	0,020
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					

Altura (h)	8-6-01 23:07			9-6-01 9:50			9-6-01 20:33			10-6-01 7:15			10-6-01 17:58			11-6-01 4:40			11-6-01 15:23		
19,9	4,127	4,074		4,074	4,106		4,106	4,053		4,053	4,084		4,084	4,031		4,031	4,062		4,062	4,010	
20,2	4,345	4,377		4,377	4,321		4,321	4,352		4,352	4,297		4,297	4,327		4,327	4,272		4,272	4,302	
20,5	4,627	4,556	0,012	4,568	4,587	0,012	4,599	4,528	0,012	4,540	4,559	0,012	4,570	4,501	0,012	4,512	4,531	0,012	4,542	4,473	0,012
20,8	4,767	4,784	0,012	4,796	4,724	0,012	4,736	4,753	0,012	4,765	4,693	0,012	4,705	4,722	0,012	4,734	4,662	0,012	4,674	4,691	0,012
21,1	4,941	4,867	0,013	4,879	4,895	0,012	4,907	4,833	0,012	4,846	4,861	0,012	4,873	4,800	0,012	4,812	4,827	0,012	4,839	4,767	0,012
21,4	4,966	4,980	0,013	4,993	4,918	0,013	4,931	4,944	0,013	4,957	4,882	0,013	4,895	4,908	0,012	4,921	4,847	0,012	4,859	4,872	0,012
21,7	5,019	4,944	0,013	4,957	4,968	0,013	4,981	4,906	0,013	4,919	4,930	0,013	4,943	4,869	0,013	4,881	4,892	0,012	4,905	4,832	0,012
22	4,921	4,930	0,013	4,943	4,869	0,013	4,882	4,891	0,013	4,904	4,830	0,013	4,843	4,852	0,013	4,864	4,791	0,013	4,804	4,813	0,013
22,3	4,841	4,767	0,013	4,781	4,787	0,013	4,800	4,728	0,013	4,741	4,747	0,013	4,760	4,689	0,013	4,702	4,708	0,013	4,721	4,650	0,013
22,6	4,614	4,618	0,013	4,631	4,561	0,013	4,574	4,578	0,013	4,591	4,522	0,013	4,535	4,539	0,013	4,552	4,483	0,013	4,496	4,500	0,013
22,9	4,395	4,326	0,015	4,341	4,341	0,015	4,356	4,287	0,015	4,302	4,302	0,015	4,317	4,249	0,015	4,264	4,264	0,014	4,278	4,211	0,014
23,2	4,038	4,036	0,015	4,051	3,986	0,015	4,001	3,998	0,015	4,013	3,949	0,015	3,964	3,961	0,015	3,976	3,913	0,015	3,927	3,925	0,014
23,5	3,676	3,615	0,015	3,631	3,625	0,015	3,640	3,581	0,015	3,596	3,591	0,015	3,606	3,547	0,015	3,562	3,557	0,015	3,572	3,514	0,015
23,8	3,193	3,185	0,015	3,200	3,146	0,015	3,161	3,154	0,015	3,169	3,115	0,015	3,130	3,123	0,015	3,138	3,085	0,015	3,100	3,093	0,015
24,1	2,694	2,642	0,019	2,661	2,648	0,019	2,667	2,615	0,019	2,635	2,621	0,019	2,640	2,589	0,019	2,608	2,595	0,019	2,614	2,564	0,019
24,4	2,091	2,075	0,020	2,095	2,050	0,019	2,070	2,054	0,019	2,073	2,029	0,019	2,048	2,033	0,019	2,052	2,009	0,019	2,027	2,012	0,019
24,7	1,456	1,419	0,020	1,439	1,421	0,020	1,441	1,404	0,019	1,424	1,407	0,019	1,426	1,390	0,019	1,409	1,392	0,019	1,411	1,376	0,019
25	0,747	0,728	0,020	0,748	0,719	0,020	0,739	0,721	0,020	0,740	0,712	0,019	0,731	0,713	0,019	0,732	0,704	0,019	0,724	0,706	0,019
25,3	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25,6																					
25,9																					
26,2																					
26,5																					
26,8																					
27,1																					
27,4																					
27,7																					
28																					
28,3																					
28,6																					
28,9																					
29,2																					
29,5																					
29,8																					
30,1																					
30,4																					
30,7																					
31																					
31,3																					
31,6																					
31,9																					
32,2																					
32,5																					
32,8																					
33,1																					
33,4																					
33,7																					
34																					
34,3																					
34,6																					
34,9																					
35,2																					
35,5																					
35,8																					
36,1																					
36,4																					
36,7																					
37																					
37,3																					
37,6																					
37,9																					
38,2																					
38,5																					
38,8																					
39,1																					
39,4																					
39,7																					
40																					
40,3																					
40,6																					
40,9																					
41,2																					
41,5																					
41,8																					
42,1																					
42,4																					
42,7																					
43																					
43,3																					
43,6																					
43,9																					
44,2																					
44,5																					
44,8																					
45,1																					
45,4																					
45,7																					
46																					
46,3																					