



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS - CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

CAROLINE BARRÊTO INÁCIO MARTINELLI

**USO DE CONCRETO RESFRIADO EM ELEMENTOS DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIO EM PALMAS – ESTUDO DE CASO**

PALMAS

2026

CAROLINE BARRÊTO INÁCIO MARTINELLI

**USO DE CONCRETO RESFRIADO EM ELEMENTOS DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIO EM PALMAS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal
do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas.

Orientador: Prof. Dr. Moacyr Salles Neto.

**PALMAS
2026**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

M385u Martinelli, Caroline Barrêto Inácio
 USO DE CONCRETO RESFRIADO EM ELEMENTOS DE
 FUNDAÇÕES DE EDIFÍCIO EM PALMAS – ESTUDO DE CASO /
 Caroline Barrêto Inácio Martinelli. – Palmas, TO, 2026.
 90 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2026.

Orientador: Dr. Moacyr Salles Neto

1. Concreto resfriado. 2. Controle térmico do concreto. 3. Blocos
de coroamento de fundações. I. Salles Neto, Moacyr. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).

CAROLINE BARRÊTO INÁCIO MARTINELLI

**USO DE CONCRETO RESFRIADO EM ELEMENTOS DE FUNDAÇÕES DE
EDIFÍCIO EM PALMAS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Civil pelo Instituto Federal
do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas.

Aprovado em: 21/05/2026.

BANCA AVALIADORA



Documento assinado digitalmente
MOACYR SALLES NETO
Data: 25/06/2026 15:58:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Moacyr Salles Neto / Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins – Campus Palmas



Documento assinado digitalmente
GILSON MARAFIGA PEDROSO
Data: 25/06/2026 16:49:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedroso
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins – Campus Palmas



Documento assinado digitalmente
THIAGO DIAS DE ARAÚJO E SILVA
Data: 20/07/2026 13:31:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Thiago Dias de Araújo e Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins – Campus Palmas

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus por me conceder saúde e determinação para superar os desafios encontrados ao longo desta jornada e tornar possível a realização deste sonho.

Aos meus pais, Evandro Martinelli e Ediégina Martinelli, muito obrigado por todo amor, apoio e incentivo ao longo da minha vida. Esta conquista também é de vocês que nunca mediram esforços para que eu pudesse realizar o sonho de concluir minha graduação, sempre acreditaram em mim, me deram forças nos momentos mais difíceis e me incentivaram a seguir em frente.

Ao meu irmão, Gabriel Martinelli, agradeço pelo companheirismo, amizade e apoio durante toda essa caminhada.

À minha vó, Tereza Sutile Martinelli, que sempre sonhou em me ver formando e acompanhou com orgulho cada etapa da minha trajetória. Infelizmente não está mais presente para compartilhar este momento, mas sua lembrança, seus ensinamentos e seu amor permanecerão para sempre em meu coração.

Aos meus avós, Naidete Barreto e José Petrucio Inácio, agradeço por todo o carinho, pelas palavras de incentivo e pela torcida constante desde o início da minha graduação.

Ao meu orientador, Moacyr Salles Neto, agradeço pela disponibilidade orientação e pelos valiosos ensinamentos compartilhados durante o desenvolvimento desse trabalho.

À empresa Franco Franco Engenharia, agradeço pela oportunidade de estágio, pela confiança depositada e pelo fornecimento de dados que tornaram possível a realização desta pesquisa.

Por fim agradeço a todos os familiares, amigos, professores que contribuíram para a realização deste trabalho e para minha trajetória acadêmica.

RESUMO

O concreto é um material exotérmico, liberando calor durante as reações de hidratação do cimento. Esse fenômeno torna-se mais crítico em regiões de clima quente, como Palmas/TO, podendo favorecer o aumento da temperatura interna em concretagens de grande volume. Entretanto, ainda existem poucos estudos na cidade de Palmas sobre o comportamento do concreto resfriado. Dessa forma, este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a aplicação de concreto resfriado em blocos de coroamento de fundações de um edifício residencial localizado em Palmas/TO, com o objetivo de monitorar o comportamento térmico do concreto durante o processo de hidratação do cimento, bem como avaliar o desempenho mecânico do material. O concreto foi dosado para atingir resistência de 35 MPa aos 28 dias, utilizando substituição parcial de 19% da água de amassamento por gelo para reduzir a temperatura de concretagem. O monitoramento térmico foi realizado com termopares instalados no núcleo dos blocos, com leituras horárias até o início do resfriamento. Também foram realizados ensaios de compressão aos 7 e 28 dias. Os resultados demonstraram que todas as temperaturas registradas permaneceram abaixo do limite crítico de aproximadamente 70 °C, reduzindo o risco de formação de etringita tardia e de fissuração térmica. Além disso, o concreto atingiu a resistência prevista em projeto, evidenciando que a utilização do concreto resfriado foi eficiente no controle térmico sem comprometer as propriedades mecânicas do material. Conclui-se que o concreto resfriado em blocos de coroamento de fundações de um edifício residencial localizado em Palmas/TO mostrou-se uma alternativa viável e eficiente para concretagens de grande volume em regiões de clima quente.

Palavras-chave: Concreto resfriado. Calor de hidratação. Controle térmico. Blocos de coroamento. Fissuração térmica.

ABSTRACT

Concrete is an exothermic material, releasing heat during cement hydration reactions. This phenomenon becomes more critical in hot climates, such as Palmas/TO, and can favor an increase in internal temperature in large-volume concrete pours. However, there are still few studies in the city of Palmas on the behavior of cooled concrete. Therefore, this work presents a case study on the application of cooled concrete in foundation capping blocks of a residential building located in Palmas/TO, with the objective of monitoring the thermal behavior of the concrete during the cement hydration process, as well as evaluating the mechanical performance of the material. The concrete was proportioned to achieve a compressive strength of 35 MPa at 28 days, using a partial replacement of 19% of the mixing water with ice to reduce the pouring temperature. Thermal monitoring was performed with thermocouples installed in the core of the blocks, with hourly readings until the beginning of cooling. Compression tests were also performed at 7 and 28 days. The results demonstrated that all recorded temperatures remained below the critical limit of approximately 70 °C, reducing the risk of delayed ettringite formation and thermal cracking. Furthermore, the concrete achieved the strength specified in the design, demonstrating that the use of cooled concrete was efficient in thermal control without compromising the material's mechanical properties. It is concluded that cooled concrete in foundation capping blocks of a residential building located in Palmas/TO proved to be a viable and efficient alternative for large-volume concrete pours in hot climates.

Keywords: Chilled concrete. Heat of hydration. Thermal control. Pile caps. Thermal cracking.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Temperatura do concreto – Grupo 01	38
Gráfico 02 – Temperatura do concreto – Grupo 02	39
Gráfico 03 – Temperatura do concreto – Grupo 03	39
Gráfico 04 – Temperatura do concreto – Grupo 04	40
Gráfico 05 – Temperatura do concreto – Grupo 05	40
Gráfico 06 – Temperatura do concreto – Grupo 06	41
Gráfico 07 – Temperatura do concreto – Grupo 07	41
Gráfico 08 – Temperatura do concreto – Grupo 08	42
Gráfico 09 – Temperatura do concreto – Grupo 09	42
Gráfico 10 – Resistência do concreto – Grupo 01	44
Gráfico 11 – Resistência do concreto – Grupo 02	44
Gráfico 12 – Resistência do concreto – Grupo 03	45
Gráfico 13 – Resistência do concreto – Grupo 04	45
Gráfico 14 – Resistência do concreto – Grupo 05	46
Gráfico 15 – Resistência do concreto – Grupo 06	46
Gráfico 16 – Resistência do concreto – Grupo 07	47
Gráfico 17 – Resistência do concreto – Grupo 08	47
Gráfico 18 – Resistência do concreto – Grupo 09	48
Gráfico 19 – Resistência à compressão (7 dias) x Temperatura máxima	49
Gráfico 20 – Resistência à compressão (28 dias) x Temperatura máxima	50
Gráfico 21 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 1	50
Gráfico 22 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 2	51
Gráfico 23 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 3	51
Gráfico 24 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 4	52
Gráfico 25 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 5	52
Gráfico 26 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 6	53

Gráfico 27 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 7	53
Gráfico 28 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 8	54
Gráfico 29 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 9	54
Gráfico 30 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 10	55
Gráfico 31 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 11	55
Gráfico 32 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 12	56
Gráfico 33 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 13	56
Gráfico 34 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 14	57
Gráfico 35 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 15	57
Gráfico 36 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 16	58
Gráfico 37 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 17	58
Gráfico 38 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 18	59
Gráfico 39 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 19	59
Gráfico 40 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 20	60
Gráfico 41 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 21	60
Gráfico 42 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 22	61
Gráfico 43 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 23	61
Gráfico 44 –Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 24	62
Gráfico 45 –Velocidade de aumento da temperatura x Resistência à compressão (7 dias)	62
Gráfico 46 –Velocidade de aumento da temperatura x Resistência à compressão (7 dias)	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Estágio da reação de hidratação do cimento Portland	17
Figura 02 – Silicato Dicálcico (1) e (2) e Silicato Tricálcico (2).....	19
Figura 03 – Aluminato Tricálcico (1).....	20
Figura 04 – Aluminato Tricálcico (C_3A) e Ferroaluminato Tetracálcico (C_4AF)	21
Figura 05 – Distribuição ideal de termopares.....	25
Figura 06 – Disposição dos blocos da fundação.....	27
Figura 08 – Escavação do bloco	29
Figura 09 – Arrasamento das estacas	29
Figura 10 – Arrasamento das estacas	30
Figura 11 – Chapisco nas laterais e concreto magro no fundo do bloco	30
Figura 12 – Assentamento de tijolos ao redor do bloco	31
Figura 13 – Armação dos blocos	31
Figura 14 – Termopar fixado no bloco	32
Figura 15 – Aferição da temperatura do concreto no recebimento	34
Figura 16 – Teste de slump do concreto	35
Figura 17 – Corpos de prova moldado na obra	35
Figura 18 – Concretagem do bloco da fundação	36
Figura 19 – Concretagem do bloco da fundação	36
Figura 20 – Cura úmida do concreto	37
Figura 21 – Aferição da temperatura do concreto no interior do bloco	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Principais compostos químicos do cimento Portland	16
Tabela 02 – Tipos de termopares	24
Tabela 03 – Características dos blocos	27
Tabela 04 – Grupos de acordo com as características dos blocos	38
Tabela 05 – Volume do bloco x Temperatura máxima	43
Tabela 06 – Volume do bloco x Resistência do concreto	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. PROBLEMA DE PESQUISA.....	14
3. JUSTIFICATIVA	14
4. OBJETIVOS	15
4.1. Objetivo Geral	15
4.2. Objetivos Específicos.....	15
5. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
5.1. Cimento Portland	15
5.2. Hidratação do cimento	16
5.2.1. Estágios da reação de hidratação do cimento Portland.....	17
5.2.1.1. Estágio I: Contato inicial e liberação rápida de calor.....	17
5.2.1.2. Estágio II: Período de indução	17
5.2.1.3. Estágio III: Aceleração da hidratação	17
5.2.1.4. Estágio IV: Reação lenta e contínua	18
5.2.2. Compostos presentes no clínquer	18
5.2.2.1. Silicato Tricálcico (C_3S).....	18
5.2.2.2. Silicato Dicálcico (C_2S).....	19
5.2.2.3. Aluminato Tricálcico (C_3A).....	19
5.2.2.4. Ferroaluminato Tetracálcico (C_4AF).....	20
1.1. Agregados	21
1.2. Sílica ativa	21
1.3. Concreto	22
1.4. Concreto resfriado.....	22
1.5. Temperatura do concreto.....	23
1.6. Termopares	24
2. METODOLOGIA.....	26

2.1. Características dos blocos de coroamento da fundação.....	26
2.2. Equipamentos e análise de temperatura	27
3. ESTUDO DE CASO.....	28
3.1. Preparação para a concretagem	28
3.1.1. Escavação dos blocos e arrasamento das estacas	28
3.1.2. Contenção lateral e fundo	30
3.1.3. Armação dos blocos	31
3.1.4. Termopares.....	32
3.2. Concretagem.....	33
3.2.2. Controle tecnológico	34
3.2.3. Concretagem	35
4. RESULTADOS	38
4.1. Temperaturas dos blocos	38
4.2. Concretagem convencional	43
4.3. Resistência à compressão.....	44
4.4. Fissuras	49
4.5. Velocidade de aumento da temperatura	50
4.6. Aumento da temperatura x Resistência à compressão.....	62
5. CONCLUSÃO.....	63
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICE A – CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO	67

1. INTRODUÇÃO

O concreto é o elemento mais utilizado na engenharia civil, devido a sua resistência e versatilidade. Todavia um dos seus principais problemas consiste no controle do surgimento de fissuras em concretagens de grandes proporções, devido ao alto calor de hidratação. O cimento ao se misturar com a água inicia uma reação exotérmica, liberando uma grande quantidade de calor que fica retido no concreto, causando o aumento da temperatura e expansão. (BONI et al. 2014; VICENTE et al. 2014).

O aumento da temperatura no núcleo do concreto durante o processo de hidratação do cimento pode gerar dois tipos principais de danos: primeiro é a formação de etringita tardia (DEF), que ocorre após o endurecimento do concreto. Esse composto expansivo pode provocar fissuração, embora sua manifestação seja mais comum em condições de temperaturas extremamente elevadas durante a cura inicial. O segundo tipo de dano está relacionado a estruturas com elevada restrição à deformação. Nesses casos, quando o gradiente térmico entre o núcleo e a superfície do elemento excede aproximadamente 40 °C, surgem tensões internas significativas que podem resultar no aparecimento de fissuras térmicas.

A geração de calor no interior de um bloco de concreto gera um gradiente de temperatura em relação aos bordos externos que induz o surgimento de tensões de tração, que se ultrapassarem a resistência à tração do concreto, provocará fissuração comprometendo a estabilidade da estrutura. (Inoue, 1986).

A fissuração pode acarretar uma deterioração da estrutura de concreto, tendo em vista o surgimento de um caminho livre para a percolação da água. Além de promover a entrada de agentes agressivos no interior da estrutura e contribuir para a corrosão das armaduras do bloco, afetando a durabilidade do concreto.

A liberação de calor no interior da massa de concreto pode ser influenciada pelas propriedades dos materiais, pelas condições ambientais e pelas dimensões dos blocos de concreto.

Nesse contexto foi necessário buscar soluções para controlar as altas temperaturas potencialmente danosas ao concreto. O concreto resfriado consiste na substituição parcial da água de amassamento por gelo triturado, reduzindo a

temperatura do concreto no momento do lançamento e contribuindo para minimizar gradientes térmicos internos. Esse método permite maior eficiência no controle da temperatura inicial do material, favorecendo a integridade do bloco durante as primeiras idades e melhorando as condições de cura.

Esta técnica surge como uma solução simples para reduzir a alta temperatura de hidratação do cimento. Uma solução que a princípio era utilizado somente em pontes e barragens, passou a ser aplicadas em blocos de fundação.

2. PROBLEMA DE PESQUISA

Em áreas de clima quente, como Palmas–TO, as altas temperaturas do ambiente acentuam o calor gerado pela hidratação do cimento em grandes estruturas de fundação, resultando na formação de gradientes térmicos e, conseqüentemente, no surgimento de fissuras térmicas.

Diante dessa situação, levanta-se a questão sobre a eficácia do uso de concreto resfriado com uma substituição parcial da água por gelo na redução da temperatura interna dos blocos de coroamento e no controle das fissuras térmicas, sem que haja comprometimento do desempenho mecânico do concreto.

3. JUSTIFICATIVA

O aumento das dimensões dos componentes de fundação em edifícios verticais tem elevado a utilização de concretos de grande volume, principalmente em blocos de coroamento. Nesses casos, o calor proveniente da hidratação do cimento, em conjunto com as altas temperaturas ambientes típicas de lugares como Palmas–TO, acentuam a formação de gradientes térmicos internos, o que eleva consideravelmente o risco de fissuração térmica.

A presença de fissuras nestes elementos prejudica a durabilidade das estruturas, permitindo a infiltração de agentes nocivos e acelerando a degradação, como a corrosão das armaduras.

Nesse cenário, a aplicação de concreto resfriado aparece como uma alternativa prática e viável financeiramente para o controle térmico em grandes concretagens. Contudo, ainda são necessários estudos de campo que analisem o desempenho térmico e mecânico desta técnica em situações reais de obra em fundações de edifícios.

Portanto, esta pesquisa se justifica pela necessidade de examinar a eficácia desta técnica em um ambiente prático, contribuindo para o aprimoramento do controle tecnológico do concreto e para o aumento da durabilidade das estruturas na construção civil.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Avaliar a eficácia do uso de concreto resfriado, com a substituição parcial da água por gelo, no gerenciamento da temperatura durante a hidratação em blocos de coroamento de fundações, e analisar seus efeitos tanto no comportamento térmico quanto no desempenho mecânico do concreto em condições reais de obra na cidade de Palmas–TO.

4.2. Objetivos Específicos

- Descrever o processo de execução da concretagem dos blocos de fundação, focando nas medidas implementadas para o controle térmico;
- Acompanhar a evolução da temperatura no interior dos blocos de concreto durante a hidratação;
- Examinar a influência do concreto resfriado na diminuição das temperaturas máximas e dos gradientes térmicos;
- Avaliar a resistência mecânica do concreto através de testes de compressão;

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Cimento Portland

Possivelmente os romanos foram os pioneiros na produção e utilização de uma espécie de concreto primitivo a base de cimento hidráulico, ou seja, endurecia ao entrar em contato com a água. Esse cimento consistia na adição de cinzas vulcânicas em argamassas de cal. (BATTAGIN, 2011).

Todavia foi somente em 1824, que o britânico Joseph Aspdin patenteou e popularizou o uso do cimento Portland, obtido através da mistura de calcário, sílica e alumina, o composto é moído e aquecido em temperaturas de 1400°C, recebendo o nome de clínquer. Este por sua vez é misturado ao sulfato de cálcio e posteriormente moído novamente até gerar um pó fino como produto final, o cimento Portland. (NEVILLE; BROOKS, 2010, p. 8).

De forma básica existem quatro compostos químicos que são considerados os principais constituintes do cimento Portland, na tabela a seguir estão listados esses compostos, assim como sua nomenclatura e a abreviatura.

Tabela 01: Principais compostos químicos do cimento Portland.

<i>Nomenclatura</i>	<i>Composição</i>	<i>Abreviatura</i>
Silicato tricálcico	$3\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO}.\text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Ferroaluminato tetracálcico	$4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Fonte: MEHTA & MONTEIRO, 2014; NEVILLE, 2016.

O cimento utilizado no concreto dos blocos da fundação foi o cimento Portland CP-IV, que devido à presença de pozolana, possui um menor calor de hidratação.

5.2. Hidratação do cimento

O cimento é formado por compostos anidros que são instáveis na presença de água. Quando esses compostos entram em contato com a água, ocorre a hidratação, que faz com que a pasta de cimento endureça e adquira resistência, inclusive à própria água.

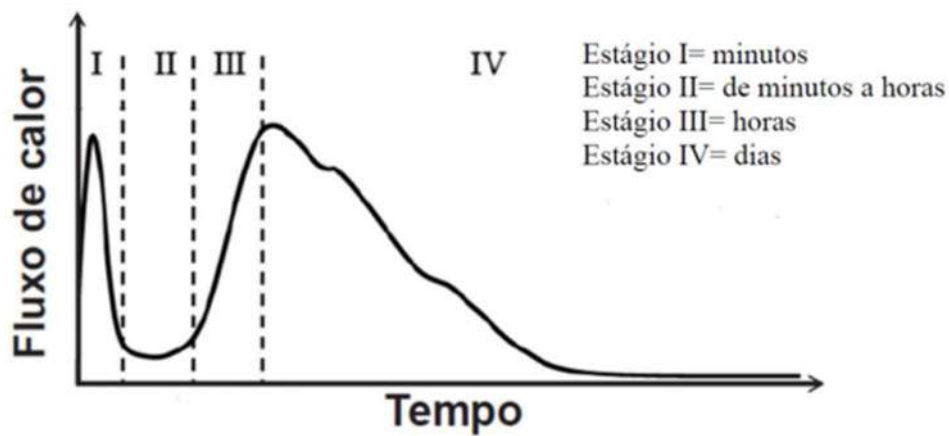
O processo de hidratação começa quando a água entra em contato com os grãos de cimento. Primeiro ocorre a dissolução dos compostos presentes no cimento e, em seguida, a precipitação dos produtos hidratados. Logo após a adição da água, começa a formação de um gel, que inicialmente é pouco desenvolvido, mas com o tempo se torna mais denso. Esse gel é responsável pela ligação entre os grãos e pelo endurecimento da pasta.

Além disso, durante a hidratação, parte da água inicialmente livre passa a integrar os produtos formados, tornando-se água combinada. Como esta ocupa menor volume que a água livre, ocorre uma redução volumétrica denominada retração química, que se distribui de maneira uniforme na pasta. (Taylor, 1997).

O processo de hidratação é uma reação exotérmica, liberando calor durante a formação dos produtos hidratados. A elevação da temperatura acelera significativamente essa reação, enquanto temperaturas mais baixas tendem a retardá-la, exigindo cuidados adicionais em climas frios. (Mehta e Monteiro (2014).

5.2.1. Estágios da reação de hidratação do cimento Portland

Figura 01: Estágio da reação de hidratação do cimento Portland.



Fonte: Mehta & Monteiro, 2014

5.2.1.1. Estágio I: Contato inicial e liberação rápida de calor

Assim que a água entra em contato com o cimento, ocorre uma reação muito rápida. Nesse momento, alguns compostos começam a se dissolver, como os álcalis e o sulfato de cálcio, liberando uma quantidade significativa de calor. É a fase mais intensa no início da hidratação.

5.2.1.2. Estágio II: Período de indução

Após a reação inicial, a velocidade da hidratação diminui. Isso acontece porque começa a se formar ao redor dos grãos uma fina camada de C-S-H (silicato de cálcio hidratado), que dificulta a entrada da água nas partículas de cimento. Esse estágio é importante porque determina o tempo de trabalhabilidade do concreto. Sua duração varia conforme o tipo de cimento, as adições minerais e os aditivos usados.

5.2.1.3. Estágio III: Aceleração da hidratação

Depois do período de indução, a reação volta a se intensificar. A formação de C-S-H, responsável pela resistência, e de C-H (hidróxido de cálcio) acontece rapidamente. Como esses produtos vão se formando, a quantidade de íons cálcio dissolvidos na água diminui, mostrando que o processo está avançando. É nesse estágio que ocorre grande parte do desenvolvimento inicial da resistência.

5.2.1.4. Estágio IV: Reação lenta e contínua

Após a fase de aceleração, a hidratação continua, mas de forma mais lenta. Ainda se formam C-S-H e C-H, porém em menor velocidade. Essa etapa pode durar dias, meses ou até anos, contribuindo para o ganho de resistência a longo prazo.

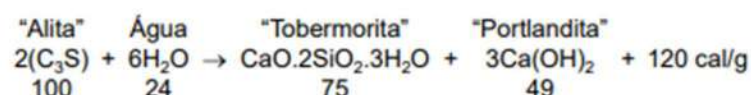
5.2.2. Compostos presentes no clínquer

Segundo Mehta e Monteiro, a hidratação do cimento Portland trata-se de uma série de reações químicas exotérmicas desencadeadas quando os grãos de cimento entram em contato com a água, levando à formação de produtos hidratados que consolidam a matriz cimentícia. Entre os compostos presentes no clínquer, destacam-se o silicato tricálcico (C_3S), o silicato dicálcico (C_2S), o aluminato tricálcico (C_3A) e o ferroaluminato tetracálcico (C_4AF).

5.2.2.1. Silicato Tricálcico (C_3S)

O tricálcio silicato (C_3S) é o composto do cimento mais rico em cal e o mais reativo entre os silicatos, iniciando sua hidratação poucas horas após o contato com a água. Sua reação ocorre de maneira rápida, liberando grande quantidade de calor e garantindo o desenvolvimento das resistências iniciais do concreto, especialmente até cerca de sete dias.

A hidratação do C_3S gera principalmente o gel de silicato de cálcio hidratado (C-S-H), responsável pela resistência mecânica, além de hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$), que aumenta a alcalinidade do meio, mas é suscetível ao ataque de águas ácidas ou agressivas. Devido ao elevado calor de hidratação, esse composto pode contribuir para retrações térmicas e hidráulicas, elevando o risco de fissuração em elementos de grande volume.



5.2.2.2. Silicato Dicálcico (C₂S)

O dicálcio silicato (C₂S) hidrata-se de forma lenta e libera pouco calor, contribuindo principalmente para o ganho de resistência do concreto em idades avançadas, especialmente após 28 dias.

Sua hidratação produz C-S-H, porém com menor formação de Ca(OH)₂, resultando em menor reserva alcalina. Essa característica reduz a proteção às armaduras, mas aumenta a durabilidade do concreto em ambientes agressivos devido à menor lixiviação de cal e maior impermeabilidade. Assim, a proporção entre C₃S e C₂S no clínquer influencia diretamente o comportamento térmico, mecânico e de durabilidade do concreto ao longo do tempo.

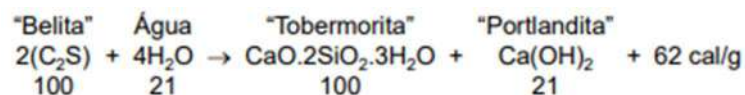
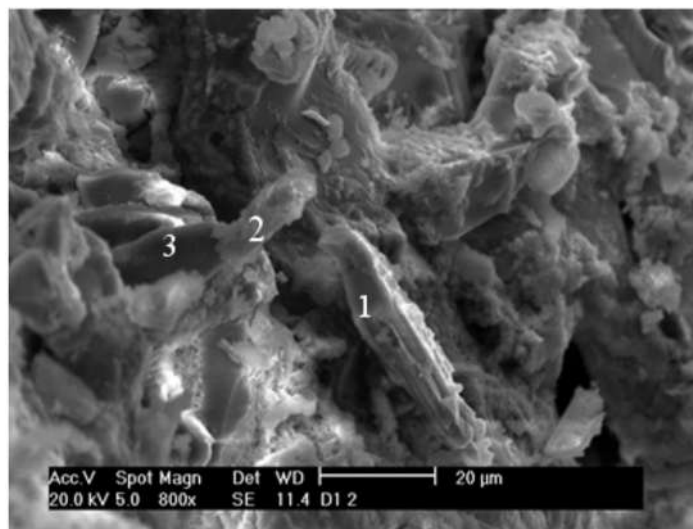


Figura 02: Silicato Dicálcico (1) e (2) e Silicato Tricálcico (2).



Fonte: ResearchGate, 2006.

5.2.2.3. Aluminato Tricálcico (C₃A)

O Aluminato tricálcico (C₃A) é o composto mais reativo do cimento Portland, hidratando-se de forma extremamente rápida e liberando grande quantidade de calor. Para controlar essa reação, adiciona-se gesso ao clínquer, formando etringita inicial e garantindo maior tempo de pega.

Embora contribua pouco para a resistência mecânica, o C_3A influencia fortemente o aquecimento inicial do concreto e pode aumentar o risco de retrações e fissuras em grandes volumes. Além disso, é muito sensível a ambientes com sulfatos, formando produtos expansivos que deterioram o concreto. Como praticamente não libera cal, também não contribui para a proteção das armaduras.

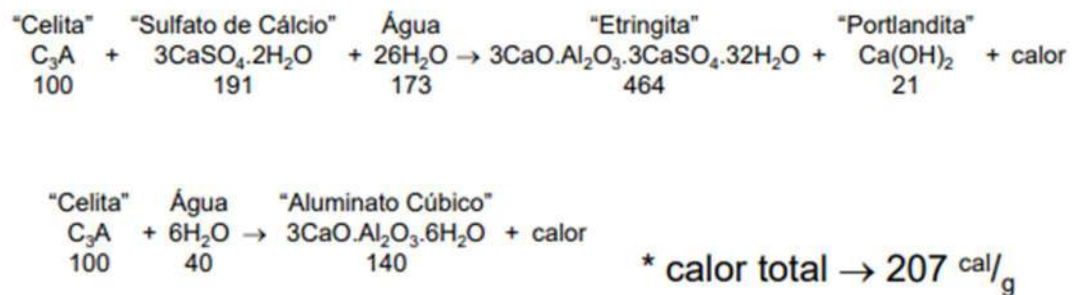
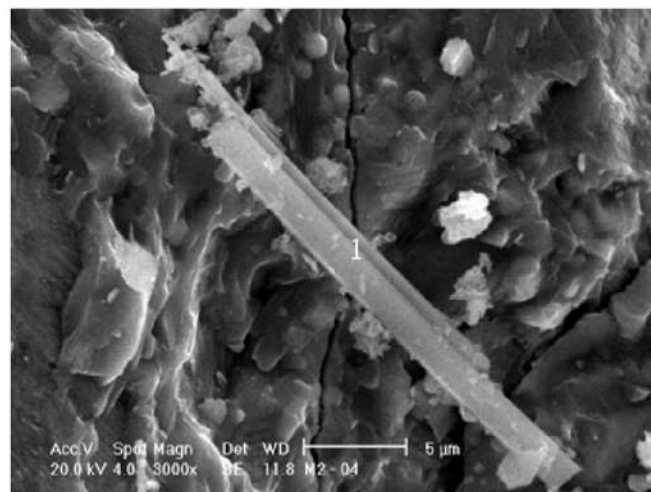


Figura 03: Aluminato Tricálcico (1).



Fonte: ResearchGate, 2006.

5.2.2.4. Ferroaluminato Tetracálcico (C_4AF)

O ferroaluminato tetracálcico (C_4AF) inicia sua hidratação poucos minutos após o amassamento, mas contribui pouco para a resistência mecânica nas idades iniciais. Sua reação libera baixa quantidade de calor, o que reduz impactos térmicos no concreto. No processo de fabricação do cimento, sua função principal é atuar como fundente, facilitando a calcinação do clínquer.

Por apresentar coloração escura, o C_4AF praticamente não está presente nos cimentos brancos. Além disso, destaca-se por sua boa resistência ao ataque de águas

agressivas e à ação de sulfatos, contribuindo para a durabilidade do concreto em ambientes adversos.

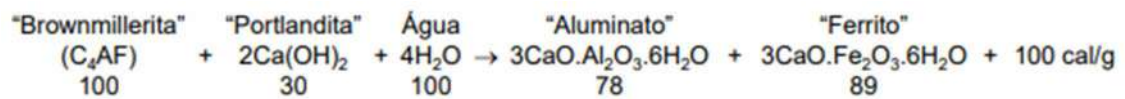
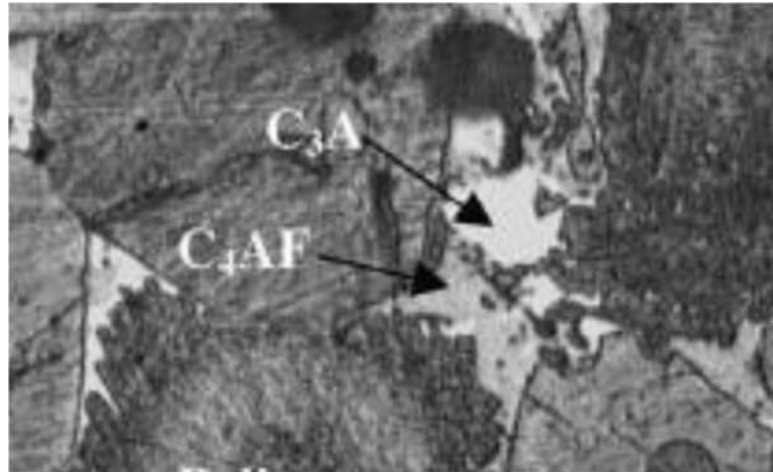


Figura 04: Aluminato Tricálcico (C_3A) e Ferroaluminato Tetracálcico (C_4AF).



Fonte: ResearchGate, 2006.

1.1. Agregados

De acordo com a NBR 7211, os agregados são definidos como material granular, sem forma e volume definidos, geralmente inertes, de dimensões e propriedades adequadas para a produção de concretos. Podem ser classificados em miúdos e graúdos.

Os agregados miúdos são as partículas passantes na peneira de abertura de 4,75mm, como por exemplo a areia. É usado para preencher vazios entre os agregados graúdos e contribui para a compacidade e trabalhabilidade do concreto.

Já os agregados graúdos são os materiais que ficam retidos na peneira de 4,75mm, como a brita e o cascalho. Tem como finalidade a resistência mecânica, estabilidade e rigidez para o concreto.

1.2. Sílica ativa

A sílica ativa é uma matéria pozzolânica de elevada finura, cerca de cem vezes menores que o cimento, e possui uma alta área específica. Além de aumentar a resistência mecânica, a sílica melhora a aderência entre a pasta e os agregados e eleva a resistência química do concreto.

“A utilização da sílica ativa trouxe maiores benefícios ao concreto com relação à durabilidade, reduzindo a carga total passante e o coeficiente de difusão dos concretos.” (HOFFMANN, 2001, p. 104).

1.3. Concreto

O concreto pode ser definido como qualquer composto resultante de uma mistura de cimento, água e agregados miúdos e graúdos. Pode conter produtos como pozolanas, escória de alto-forno, adições minerais, aditivos, polímeros e sílica ativa. (A.M. NEVILLE; J.J. BROOKS, 2010, p. 2).

Concreto passa a ser considerado convencional para concreto massa quando as dimensões do bloco ultrapassam o tamanho considerado normal. De acordo com o American Concrete Institut: “o concreto massa é definido como um grande volume de concreto que apresenta dimensões grandes o suficiente para que algumas medidas sejam tomadas para reduzir a temperatura interna dessa estrutura”.

1.4. Concreto resfriado

O uso de concreto resfriado constitui uma estratégia amplamente empregada para o controle da temperatura durante a hidratação do cimento, especialmente em regiões de clima quente ou em estruturas de grande volume. A elevação térmica excessiva promove gradientes de temperatura entre o núcleo e a superfície, condição que pode gerar tensões internas e conduzir à fissuração térmica (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Pesquisas de Taylor, Famy e Scrivener (2001) indicam que manter a temperatura interna do concreto dentro de faixas recomendadas é fundamental para evitar alterações prejudiciais na microestrutura, como manifestações tardias de etringita e expansões que comprometem o desempenho do material.

A necessidade de utilizar concreto resfriado está diretamente relacionada ao volume e à geometria do elemento estrutural. De acordo com o ACI 116R, concreto massa é definido como “qualquer volume de concreto com dimensões suficientemente grandes para exigir medidas especiais de controle do calor de hidratação e das deformações associadas” (ACI, 2011).

Normalmente, estruturas com espessuras iguais ou superiores a 1,00 m são classificadas como concreto de grande volume, apresentando risco elevado de desenvolvimento de altas temperaturas internas (ACI 207.1R, 2017).

1.5. Temperatura do concreto

A hidratação do cimento é o conjunto de reações químicas que ocorre quando o cimento entra em contato com a água, esse processo é exotérmico e libera calor, chamado de calor de hidratação, cujo controle é fundamental para garantir o desempenho e a durabilidade das estruturas.

A taxa de hidratação do cimento é influenciada por fatores como temperatura, finura do cimento, relação água/cimento e presença de adições minerais, os quais impactam diretamente o ganho de resistência e a durabilidade do concreto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O aumento da temperatura no núcleo do concreto durante a hidratação do cimento em blocos de coroamento pode desencadear dois tipos distintos de danos, ambos merecendo a mesma atenção. Contudo, como o bloco de coroamento geralmente não se encontra confinado nem sujeito a elevadas restrições à deformação, o mecanismo de dano mais relevante passa a ser a formação de etringita tardia, cuja expansão pode comprometer a integridade e a durabilidade da estrutura.

O concreto quando submetidos a temperaturas superiores a 65°C durante o processo de cura, pode sofrer expansões devido à formação de etringita ou DEF (Delayed Ettringite Formation), de forma expansiva com tensões de tração, tendo como consequência a fissuração. (MEHTA & MONTEIRO, 2014).

Durante a elevação de temperatura no interior do bloco de concreto, pode ser formado um composto denominado etringita tardia. Esse composto é caracterizado pela recristalização da fase da etringita na matriz do concreto já endurecidos, após submetidos a temperaturas próximas ou superiores a 70°C durante a cura do concreto. (TAYLOR, 1997; TAYLOR, FAMY, SCRIVENER, 2001).

Durante a construção do Estádio Mané Garrincha, em Brasília, a equipe técnica realizou o monitoramento da temperatura do concreto por meio de termopares instalados nas peças estruturais, estabelecendo que o material deveria permanecer

abaixo de 70 °C, valor adotado como limite para prevenir danos térmicos (TECHNE, 2013).

1.6. Termopares

Termopares são sensores de temperatura simples, robustos e de baixo custo, sendo amplamente utilizados nos mais variados processos de medição de temperatura. Um termopar é constituído de dois metais distintos que unidos por sua extremidade formam um circuito fechado, que quando conectada a um Instrumento de Leitura consegue ler a temperatura do processo destes Termopares.

Tabela 02: Tipos de termopares.

Tipo de Termopar	Faixa de Temperatura	Preço Médio	Aplicações
Tipo K	-200 °C a 1260 °C	R\$ 15 - 120	Indústria geral, concreto, fornos, motores
Tipo J	-40 °C a 760 °C	R\$ 20 - 150	Processos industriais e máquinas
Tipo T	-200 °C a 370 °C	R\$ 30 - 180	Laboratórios e baixas temperaturas
Tipo E	-200 °C a 870 °C	R\$ 40 - 220	Ambientes oxidantes e criogenia
Tipo N	-200 °C a 1300 °C	R\$ 60 - 350	Altas temperaturas e longa durabilidade
Tipo S	0 °C a 1450 °C	R\$ 400 - 1.500	Siderurgia e laboratório
Tipo R	0 °C a 1450 °C	R\$ 500 - 1.800	Processos industriais de alta precisão
Tipo B	600 °C a 1700 °C	R\$ 700 - 2.500	Fornos industriais e metalurgia

Fonte: Autor, 2026.

A instalação dos termopares deve ser realizada antes da concretagem, seguindo procedimentos que garantam a integridade e o correto funcionamento dos sensores. Os termopares do tipo K devem ser fixados a uma barra de aço ou a um elemento rígido, utilizando-se abraçadeiras plásticas (enforca-gato), fita isolante ou arame recozido, tomando-se o cuidado de não apertar excessivamente, a fim de evitar danos ao cabo sensorial.

Após a fixação, os cabos devem ser protegidos com conduítes flexíveis ou mangueiras plásticas, de modo a prevenir rupturas, esmagamentos ou interferências durante o lançamento do concreto. Esse procedimento assegura a estabilidade dos sensores e a confiabilidade das leituras, representando adequadamente a evolução térmica no interior do bloco de coroamento.

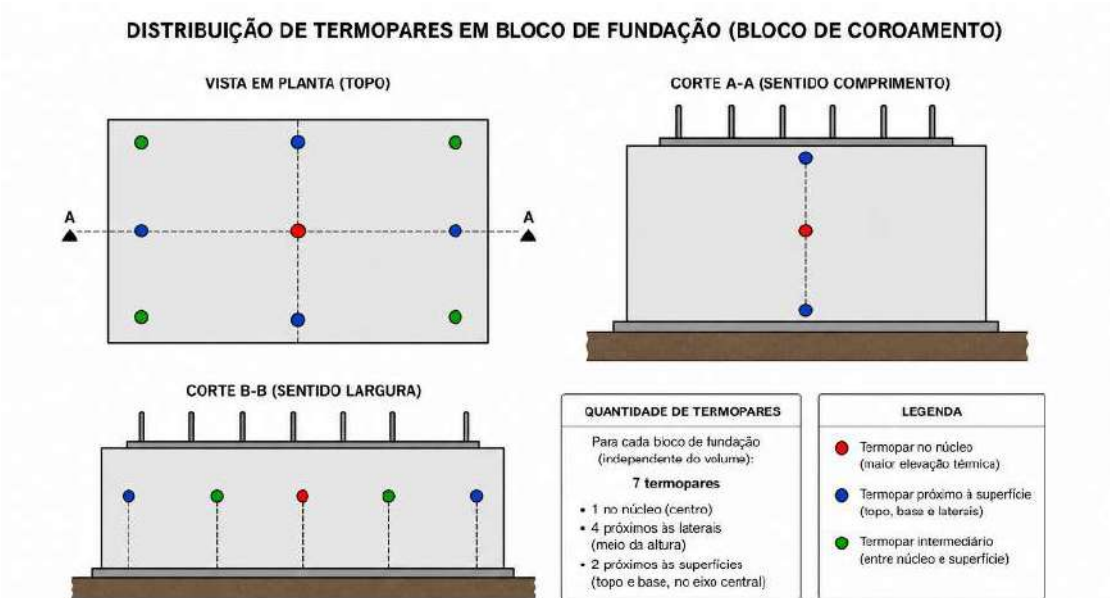
Em blocos de grandes dimensões, o núcleo tende a apresentar temperaturas mais elevadas em relação às extremidades, devido à menor dissipação de calor. As regiões periféricas, por estarem em contato mais direto com o meio externo, mantêm temperaturas mais baixas, enquanto o centro permanece mais aquecido, resultando

em gradientes térmicos significativos. Por esse motivo, é prática comum posicionar os sensores no núcleo do bloco, onde ocorre a maior elevação térmica.

No que se refere à quantidade de termopares, não há uma norma brasileira específica, como a ABNT NBR, que estabeleça um número fixo de sensores a serem utilizados em blocos de fundação. No entanto, diretrizes internacionais, como as recomendações do ACI 207 – Mass Concrete, indicam que a quantidade e a disposição dos sensores devem ser definidas de acordo com as dimensões do elemento e com o nível de controle térmico desejado.

De modo geral, Autores como Paulo Helene e P. K. Mehta recomendam a utilização de, no mínimo, dois a três termopares por elemento de concreto massa: um posicionado no núcleo (região de maior temperatura), outro próximo à superfície e, quando necessário, um intermediário. Em estruturas de maior porte, pode-se adotar uma instrumentação mais robusta, com maior número de sensores distribuídos ao longo do volume, a fim de avaliar com maior precisão os gradientes térmicos.

Figura 05: Distribuição ideal de termopares.



Fonte: Autor, 2026.

A imagem apresenta uma distribuição de termopares em blocos de fundação que pode ser considerada ideal quando se busca um alto nível de segurança no controle térmico do concreto. Essa configuração permite monitorar a temperatura no

núcleo, nas superfícies e nas regiões intermediárias, possibilitando avaliar os gradientes térmicos e reduzir o risco de fissuração.

Os termopares mais importantes são:

- No núcleo: registra a temperatura máxima;
- Próximos à superfície (topo e base): permitem avaliar a dissipação de calor e o gradiente térmico;
- Nas laterais: complementam a análise térmica do bloco.

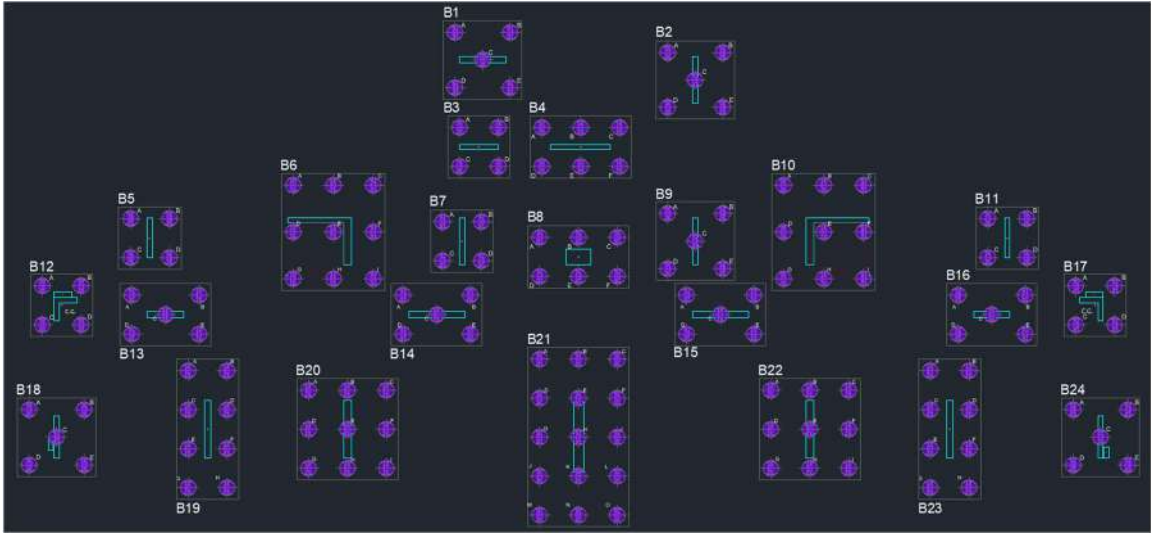
2. METODOLOGIA

2.1. Características dos blocos de coroamento da fundação

O edifício residencial selecionado como objeto de estudo foi escolhido devido ao seu porte e ao tipo de fundação adotado, os quais exigiram um elevado volume de concreto durante a etapa de concretagem. Essa característica o tornou particularmente adequado para a análise, uma vez que a utilização de concreto resfriado apresenta maior relevância em estruturas de grande massa, permitindo avaliar de forma efetiva seus efeitos no controle da temperatura durante o processo de hidratação do cimento.

O edifício residencial com projeção de aproximadamente 2500 m² possui 25 andares, sendo 2 coberturas, térreo, mezanino e um subsolo, a sua fundação é constituída por estacas de hélice contínua, com o diâmetro de 60 cm e profundidade variando entre 16 e 17 m, sendo coroadas por blocos em concreto armado. Os blocos possuem o volume de concreto variando entre 9,50 m³ (4 estacas $\varnothing$ 60cm) e 48,44 m³ (15 estacas $\varnothing$ 60 cm), por apresentar nove configurações diferentes, em função do número de estacas por bloco e suas dimensões.

Figura 06: Disposição dos blocos da fundação.



Fonte: Autor, 2025.

A tabela a seguir mostra as características dos blocos.

Tabela 03: Características dos blocos.

Grupo	Blocos	Dimensões (m)	Volume de concreto (m³)	Quantidade e diâmetro das estacas
1	B3 ; B5 ; B7 ; B11 ; B12 ; B17	2,40 x 2,40 x 1,65	9,50	4 Ø 60 cm
2	B13 ; B16	3,50 x 2,40 x 2,10	17,64	5 Ø 60 cm
3	B14 ; B15	3,50 x 2,40 x 2,20	18,48	5 Ø 60 cm
4	B1 ; B2 ; B9 ; B18 ; B24	3,02 x 3,02 x 2,10	19,15	5 Ø 60 cm
5	B4 ; B8	3,90 x 2,40 x 2,10	19,66	6 Ø 60 cm
6	B19 ; B23	5,40 x 2,40 x 1,60	20,74	8 Ø 60 cm
7	B20 ; B22	3,90 x 3,90 x 1,60	24,34	9 Ø 60 cm
8	B6 ; B10	4,00 x 4,50 x 1,60	28,80	9 Ø 60 cm
9	B21	3,90 x 6,90 x 1,80	48,44	15 Ø 60 cm

Fonte: Autor, 2025.

2.2. Equipamentos e análise de temperatura

As temperaturas ambiente, do concreto fresco e do interior dos blocos foram aferidas por meio de um termômetro digital Minipa MT-455, à prova d’água, equipado com termopares tipo K e faixa de leitura de –50 °C a 1300 °C. Tanto o termômetro quanto os termopares foram adquiridos pela empresa responsável pela execução da obra, sendo os sensores adquiridos em quantidade correspondente ao número de blocos de coroamento a serem monitorados.

O equipamento dispõe de dois canais de entrada para termopares, possibilitando a conexão simultânea de até dois sensores. Entretanto, por possuir apenas um display é necessário a alternância manual entre os canais para visualização das medições.

A medição da temperatura no interior dos blocos foi realizada por meio da instalação de um termopar por bloco. Os sensores foram fixados diretamente nas armações de espera dos pilares utilizando arame galvanizado. Ressalta-se que os cabos dos termopares não receberam proteção adicional para evitar possíveis danos durante a concretagem, como esmagamento ou rompimento. Idealmente, a instalação deveria ter sido realizada no interior de tubos de PVC ou dispositivos similares, de modo a assegurar a integridade dos cabos durante o lançamento do concreto e proporcionar uma fixação mais adequada.

Durante a concretagem, a aferição da temperatura ambiente e da temperatura do concreto no momento do descarregamento dos caminhões betoneira foi realizada pela estagiária designada para essa atividade. A medição da temperatura no núcleo dos blocos de coroamento foi conduzida por um ajudante de obra, responsável por registrar as leituras em intervalos regulares de uma hora.

Ao término de todo o processo de concretagem, os blocos serão submetidos a uma inspeção visual para verificar a ocorrência de fissuras. Essa análise será realizada sem o emprego de equipamentos específicos, baseando-se apenas na observação direta das superfícies aparentes dos blocos.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. Preparação para a concretagem

3.1.1. Escavação dos blocos e arrasamento das estacas

Inicialmente, para a execução das escavações dos blocos de fundação, foi contratada uma empresa terceirizada, responsável pela realização dos serviços de escavação e pelo arrasamento das cabeças das estacas. O arrasamento mostrou-se necessário, uma vez que, durante a execução das estacas pelo método de hélice contínua, estas foram concretadas com aproximadamente um metro acima da cota prevista para corte.

Além disso, foi executado o arrasamento das cabeças das estacas, assegurando que permanecessem, no mínimo, 10 cm acima do concreto magro.

Nas figuras a seguir exemplificam a escavação dos blocos e o arrasamento das estacas.

Figura 07: Escavação do bloco.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 08: Arrasamento das estacas.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 09: Arrasamento das estacas.



Fonte: Autor, 2025.

3.1.2. Contenção lateral e fundo

O sistema de forma utilizado para a execução do bloco foi composto predominantemente pelo próprio solo do terreno com uma camada de chapisco, que atuou como contenção lateral. No fundo da escavação foi aplicada uma camada de 5 cm de concreto magro, garantindo nivelamento e regularização da base.

Figura 10: Chapisco nas laterais e concreto magro no fundo do bloco.



Fonte: Autor, 2025.

Ao redor do perímetro do bloco realizou-se o assentamento de uma fiada de tijolos, que, após a concretagem, permitiu a formação de uma lâmina de água sobre a superfície, contribuindo para o processo de cura úmida do concreto.

Figura 11: Assentamento de tijolos ao redor do bloco.



Fonte: Autor, 2025.

3.1.3. Armação dos blocos

Após essa etapa, os armadores iniciaram a execução da armação dos blocos de fundação.

Figura 12: Armação dos blocos.



Fonte: Autor, 2025.

3.1.4. Termopares

A especificação estabelecia que a temperatura do concreto no momento da concretagem, ao sair do caminhão betoneira, não poderia ultrapassar 30 °C em nenhum dos blocos, independentemente de seu volume. Para monitorar esse parâmetro, as temperaturas ambiente e do concreto fresco foram aferidas por meio de um termômetro digital Minipa MT-455, à prova d'água, termopares tipo K e faixa de leitura entre -50 °C a 1300 °C.

A medição da temperatura no interior dos blocos foi realizada por meio da instalação de termopares. Esses sensores foram fixados com arame galvanizado nas armações de espera dos pilares, conforme ilustra a Figura 4. Foi utilizado um termopar por bloco, posicionado no centro de cada elemento.

Figura 13: Termopar fixado no bloco.



Fonte: Autor, 2025.

Entretanto, o método empregado apresentou limitações e não atendeu integralmente às recomendações técnicas para esse tipo de monitoramento. Verificou-se que o procedimento adotado não garantiu a proteção adequada dos cabos dos termopares durante a concretagem, tornando a instrumentação mais suscetível a danos ocasionados pelo lançamento e adensamento do concreto.

Conforme mencionado anteriormente, os sensores deveriam ter sido instalados no interior de tubos de PVC ou dispositivos equivalentes, com a finalidade de proteger a fiação, minimizando riscos de rompimento e proporcionando maior estabilidade e segurança ao sistema de monitoramento ao longo da execução.

Outro aspecto observado refere-se à quantidade de termopares utilizada no bloco monitorado. Embora as boas práticas recomendem a instalação de mais de um sensor, não existe atualmente uma norma específica que determine a quantidade mínima obrigatória de termopares a ser empregada nesse tipo de monitoramento.

Nesse contexto, a empresa optou pela utilização de apenas um termopar por bloco, considerando que o mesmo procedimento já havia sido aplicado anteriormente em outro edifício executado pela construtora, no qual o monitoramento apresentou resultados considerados satisfatórios. Dessa forma, entendeu-se que não haveria necessidade da instalação de sensores adicionais.

Apesar disso, a utilização de um único termopar limita significativamente a análise do comportamento térmico da estrutura, uma vez que não permite a avaliação dos gradientes de temperatura entre as regiões centrais e superficiais do bloco. Consequentemente, reduzindo a capacidade de análise das variações de temperatura decorrentes do processo de hidratação do concreto.

3.2. Concretagem

3.2.1. Gelo utilizado no concreto

Inicialmente, no dia da concretagem, a fábrica de gelo realizou a entrega do material nas primeiras horas da manhã à usina de concreto, para que fosse incorporado à mistura. O gelo utilizado foi do tipo triturado, adotado com a finalidade de facilitar sua homogeneização ao concreto e proporcionar maior eficiência no resfriamento da mistura.

A gestão do uso do gelo não apresentou dificuldades significativas, pois a usina contratada já possuía experiência na produção de concreto resfriado, o que facilitou a execução do procedimento.

O gelo foi fornecido pela empresa contratada, transportado até a usina e incorporado ao concreto juntamente com os agregados e a água. Adotou-se a substituição de 19% da água de amassamento por gelo em todos os blocos de coroamento. Para isso, foi necessário informar previamente à usina a data da concretagem, o traço, o tipo de cimento e a quantidade de gelo por metro cúbico. Além

disso, foi estabelecido que o concreto deveria chegar à obra com temperatura inferior a 30 °C.

Da mesma forma, a fábrica de gelo foi comunicada com antecedência sobre o volume necessário, solicitando-se uma margem adicional para compensar o derretimento do gelo e possíveis variações durante a concretagem.

Figura 14: Aferição da temperatura do concreto no recebimento.



Fonte: Autor, 2025.

3.2.2. Controle tecnológico

Todos os caminhões betoneira, ao chegarem à obra e antes do lançamento do concreto, foram submetidos ao ensaio de slump, com o objetivo de verificar a consistência e a trabalhabilidade do concreto fresco. Esse controle visou garantir que o material apresentasse fluidez adequada para a aplicação nos blocos, evitando a ocorrência de segregação durante o lançamento e a formação de vazios ou regiões sem preenchimento.

Foi especificado junto à usina que o abatimento (slump) do concreto deveria ser de 150 mm $\pm$ 30 mm.

Figura 15: Teste de slump do concreto.



Fonte: Autor, 2025.

O controle tecnológico foi realizado por um laboratório especializado, sendo moldados quatro corpos de prova (CPs) para cada caminhão betoneira de concreto. A moldagem dos corpos de prova foi executada na obra, enquanto os ensaios de ruptura foram realizados no laboratório da empresa contratada.

Figura 16: Corpos de prova moldado na obra.



Fonte: Autor, 2025.

3.2.3. Concretagem

O concreto foi produzido em usina para uma resistência à compressão, aos 28 dias, de 35 MPa, com um consumo de cimento em 380 kg/m^3 , abatimento de $150 \pm 30 \text{ mm}$, com a substituição parcial da água de amassamento por gelo que foi incorporada no concreto na própria usina.

A concretagem dos blocos de coroamento foi realizada em camada única, garantindo a homogeneidade e a continuidade do lançamento do concreto.

Figura 17: Concretagem do bloco da fundação.



Fonte: Autor, 2025.

Figura 18: Concretagem do bloco da fundação.



Fonte: Autor, 2025.

Quando o concreto já se encontrava em processo inicial de endurecimento, foi realizada a aplicação de água sobre a superfície do bloco, com o objetivo de formar uma lâmina contínua, contribuindo para a cura úmida do concreto.

Figura 19: Cura úmida do concreto.



Fonte: Autor, 2025.

Após uma hora do término da concretagem, todos os blocos de coroamento, independentemente do volume, passaram a ter a temperatura do concreto monitorada desde o lançamento até o momento em que se iniciou a redução da temperatura no interior do bloco, com medições realizadas a cada hora.

Durante o expediente, um ajudante foi designado exclusivamente para realizar essas medições. No período noturno, até o início do expediente seguinte, outro colaborador assumiu essa mesma função.

Figura 20: Aferição da temperatura do concreto no interior do bloco.



Fonte: Autor, 2025.

4. RESULTADOS

4.1.Temperaturas dos blocos

Como dito anteriormente do item 6.1 os blocos foram divididos em 9 grupos, conforme o seu volume e suas dimensões.

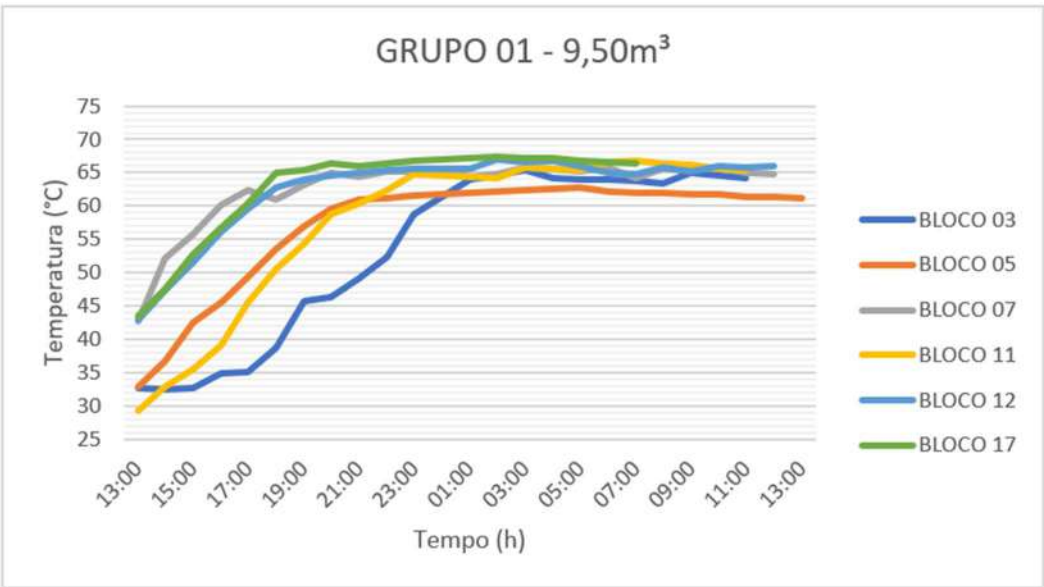
Tabela 04: Grupos de acordo com as características dos blocos.

GRUPO	BLOCO	VOLUME (m ³)
1	B3 ; B5 ; B7 ; B11 ; B12 ; B17	9,50
2	B13 ; B16	17,64
3	B14 ; B15	18,48
4	B1 ; B2 ; B9 ; B18 ; B24	19,15
5	B4 ; B8	19,66
6	B19 ; B23	20,74
7	B20 ; B22	24,34
8	B6 ; B10	28,80
9	B21	48,44

Fonte: Autor, 2025.

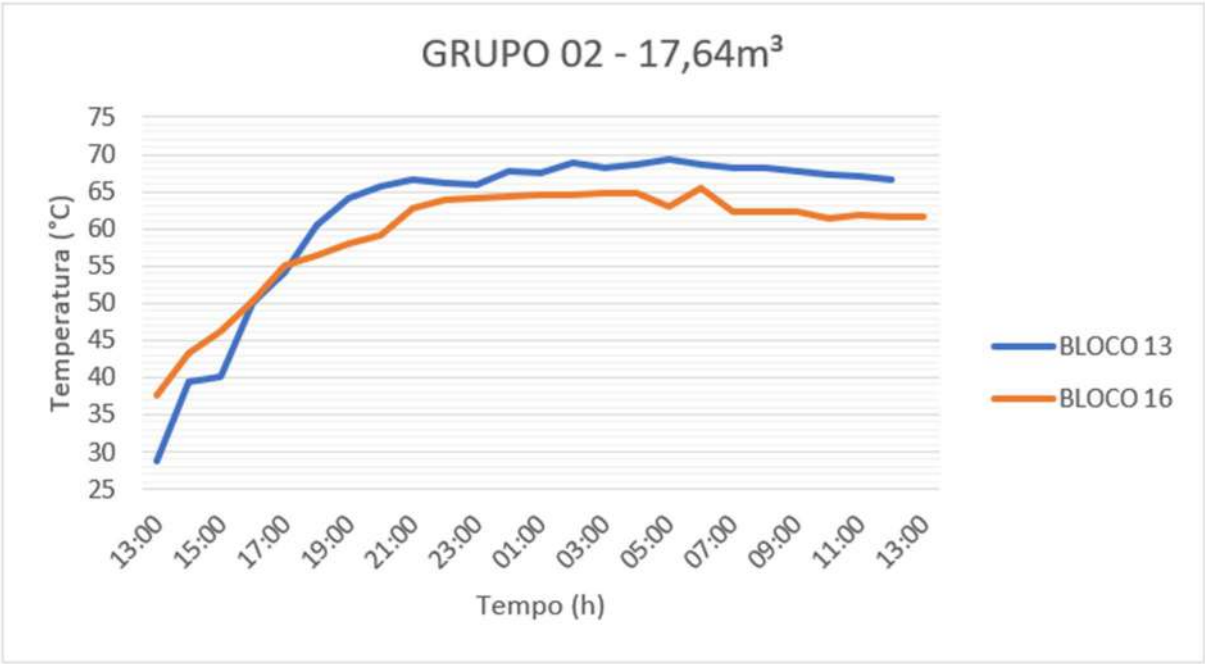
Os gráficos a seguir apresentam os resultados das medições de temperatura no interior dos blocos de concreto durante as primeiras horas em que se iniciou a redução da temperatura no interior do bloco. O eixo horizontal representa os horários em que as medições foram realizadas, enquanto o eixo vertical indica os valores de temperatura registrados ao longo desse período.

Gráfico 01: Temperatura do concreto – Grupo 01.



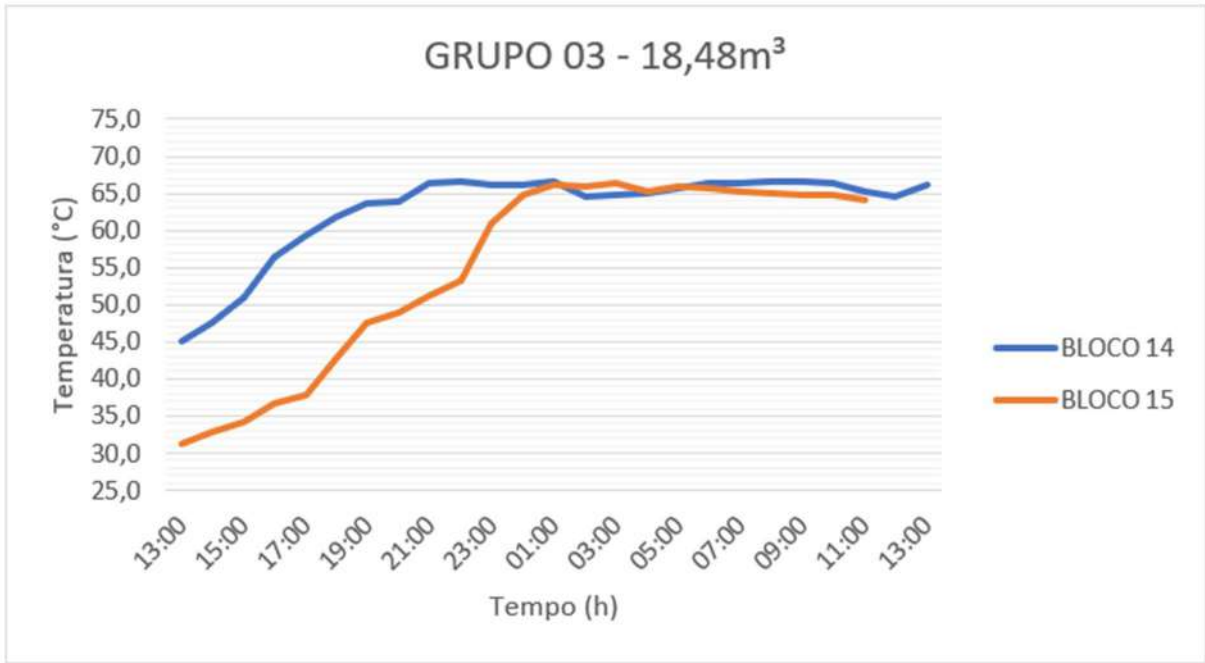
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 02: Temperatura do concreto – Grupo 02.



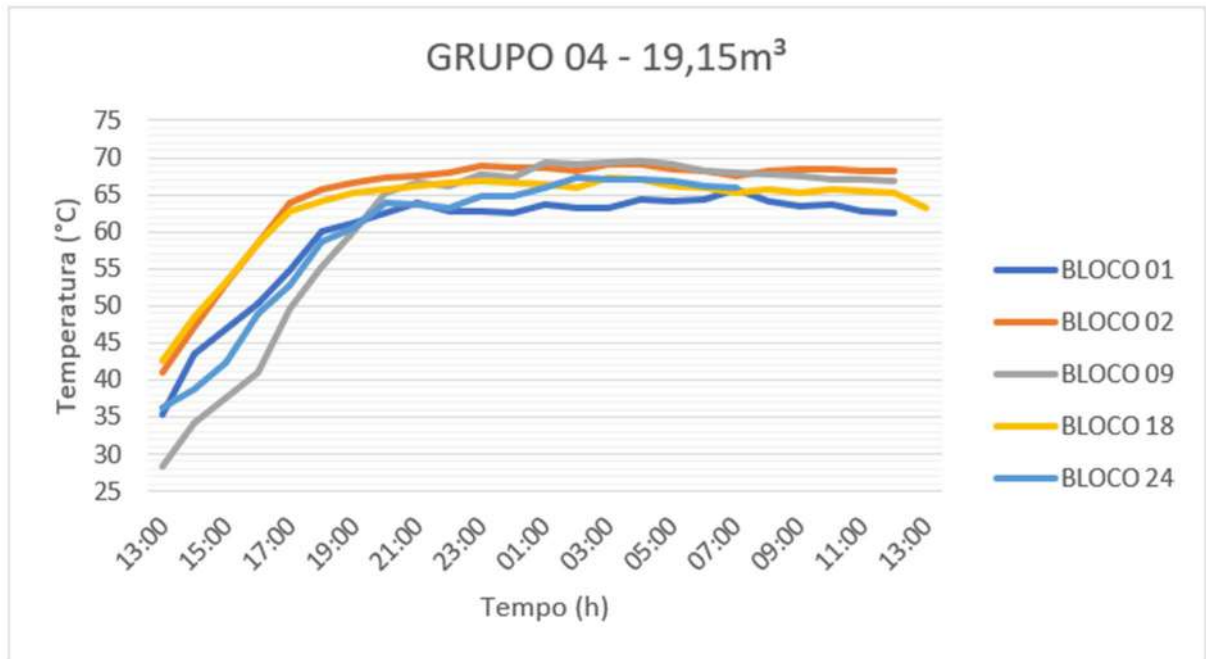
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 03: Temperatura do concreto – Grupo 03.



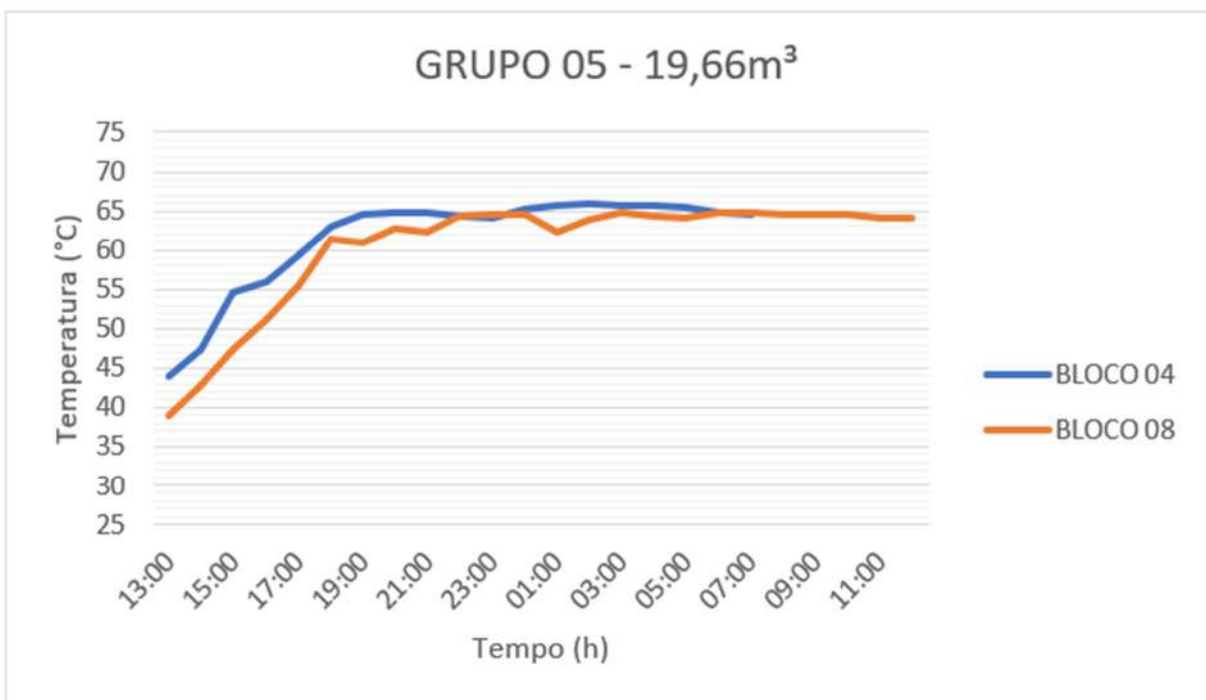
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 04: Temperatura do concreto – Grupo 04.



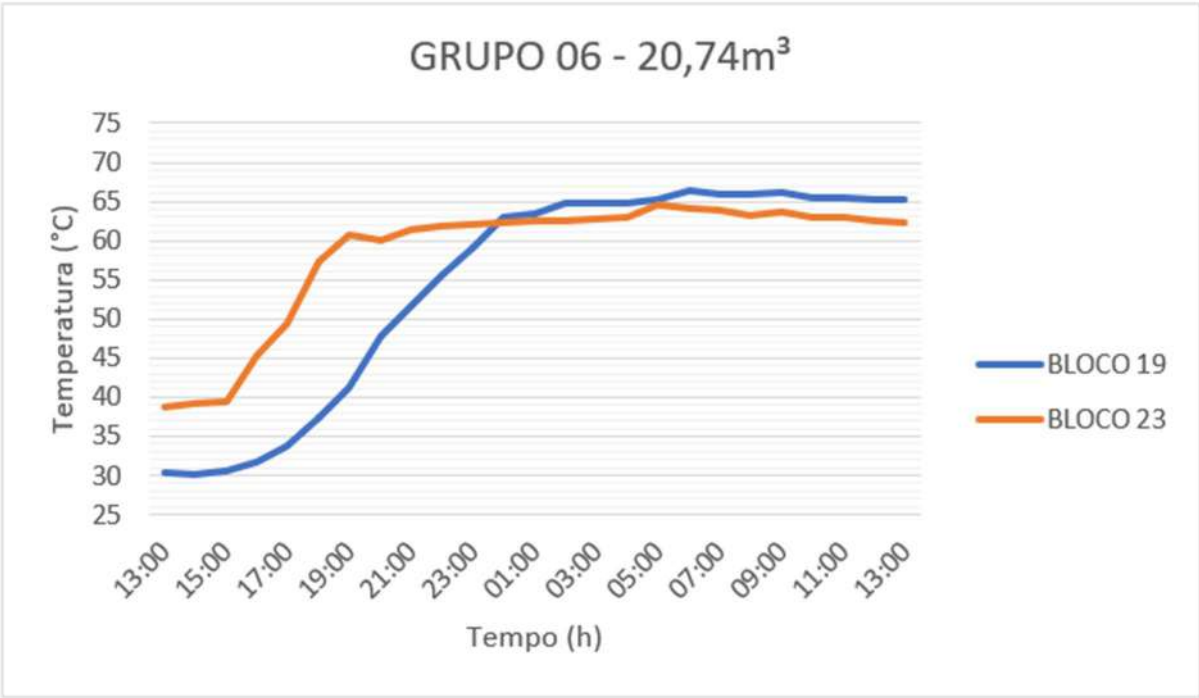
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 05: Temperatura do concreto – Grupo 05.



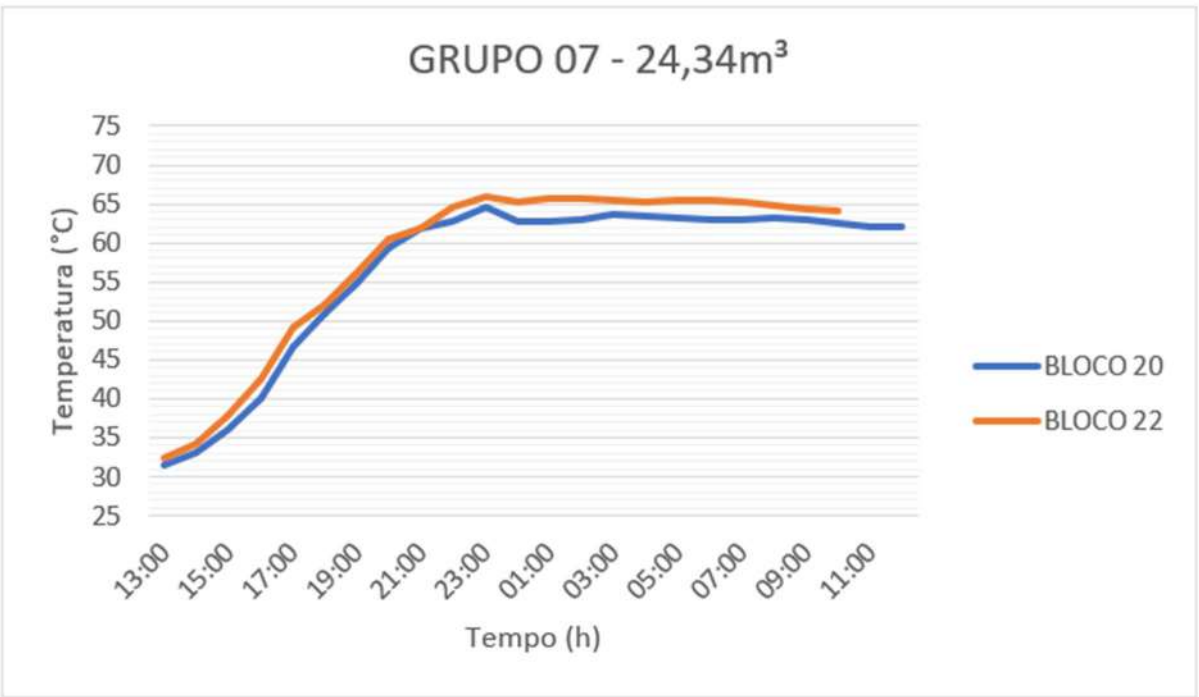
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 06: Temperatura do concreto – Grupo 06.



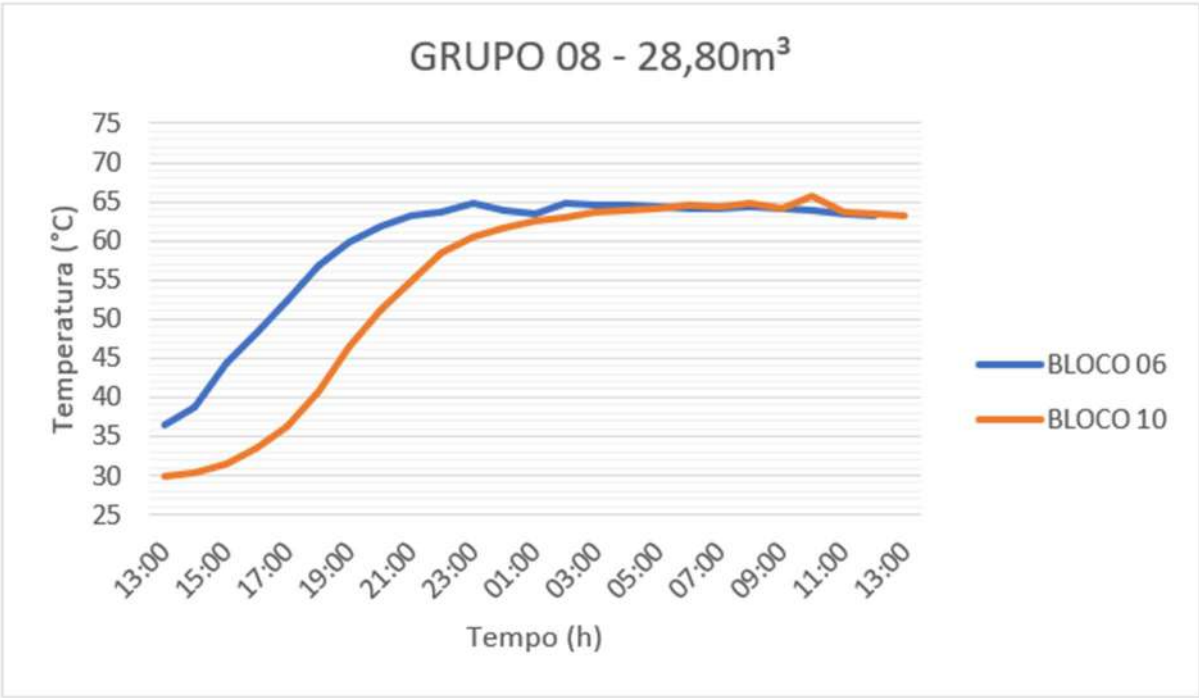
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 07: Temperatura do concreto – Grupo 07.



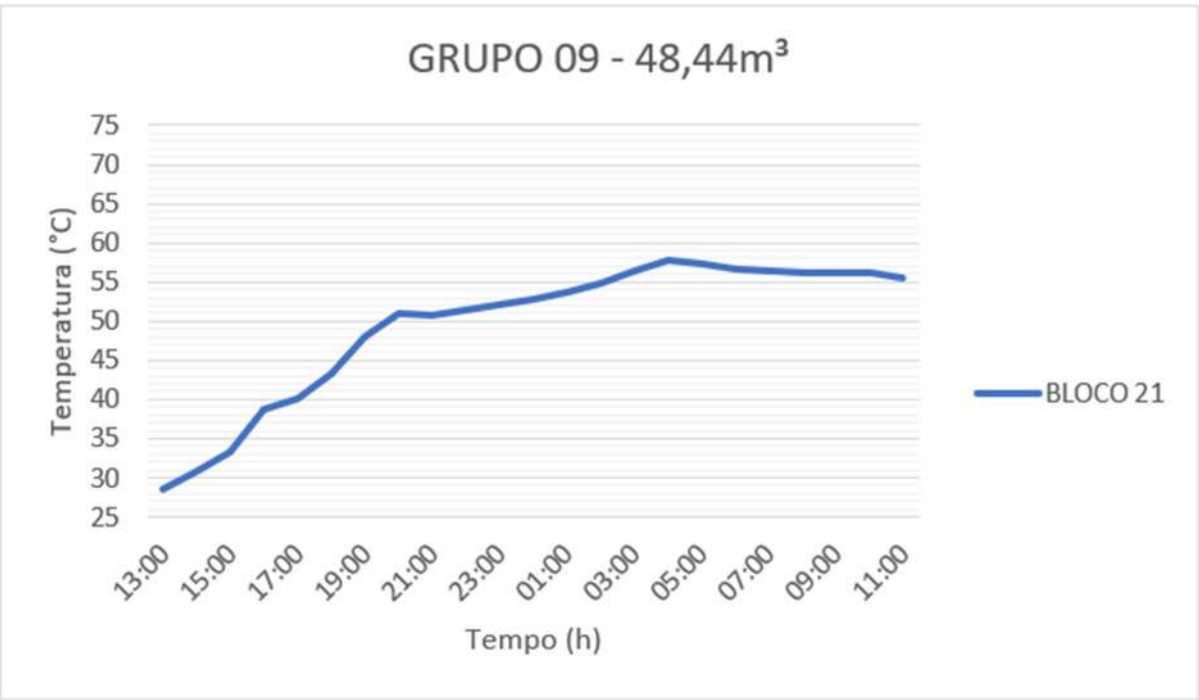
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 08: Temperatura do concreto – Grupo 08.



Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 09: Temperatura do concreto – Grupo 09.



Fonte: Autor, 2026.

Tabela 05: Volume do bloco x Temperatura máxima.

BLOCO	VOLUME	TEMPERATURA MÁXIMA (°C)
B1	19,15	65,70
B2	19,15	69,00
B3	9,50	65,40
B4	19,66	65,90
B5	9,50	62,80
B6	28,80	64,90
B7	9,50	65,80
B8	19,66	64,90
B9	19,15	69,50
B10	28,80	65,70
B11	9,50	66,80
B12	9,50	66,90
B13	17,64	69,30
B14	18,48	66,60
B15	18,48	66,30
B16	17,64	65,50
B17	9,50	67,40
B18	19,15	67,20
B19	20,74	66,40
B20	24,34	64,50
B21	48,44	57,80
B22	24,34	65,90
B23	20,74	64,60
B24	19,15	67,20

Fonte: Autor, 2026.

Os resultados indicam que, mesmo nas condições climáticas elevadas de Palmas–TO, as temperaturas máximas registradas permaneceram abaixo do limite crítico de aproximadamente 70 °C, valor frequentemente adotado na literatura para evitar a formação de etringita tardia (DEF) e danos associados ao calor de hidratação.

4.2. Concretagem convencional

O cimento CP IV, que apresenta menor calor de hidratação, consegue reduzir o aumento da temperatura do núcleo para uma faixa aproximada de 8 °C a 10 °C a cada 100 kg/m³ de cimento.

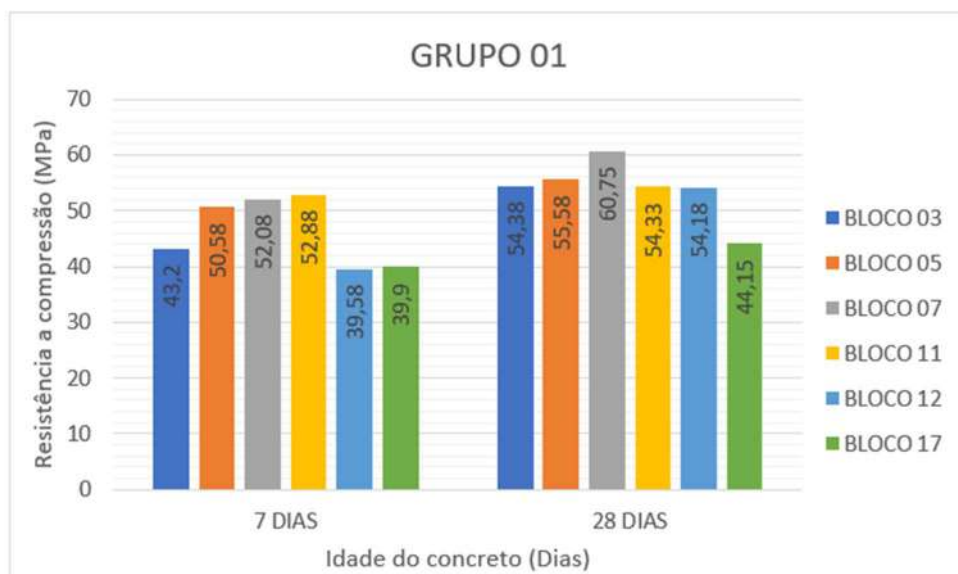
Considerando um consumo de cimento de 380 kg/m³ e temperatura ambiente em torno de 36 °C, estima-se que, em uma concretagem convencional sem a utilização de gelo na água de amassamento, o concreto poderia atingir temperaturas próximas de 80 °C no núcleo dos blocos.

4.3. Resistência à compressão

Os rompimentos de corpos de prova de concreto, foram realizados seguindo os procedimentos e as prescrições indicadas na ABNT NBR 5739:2018.

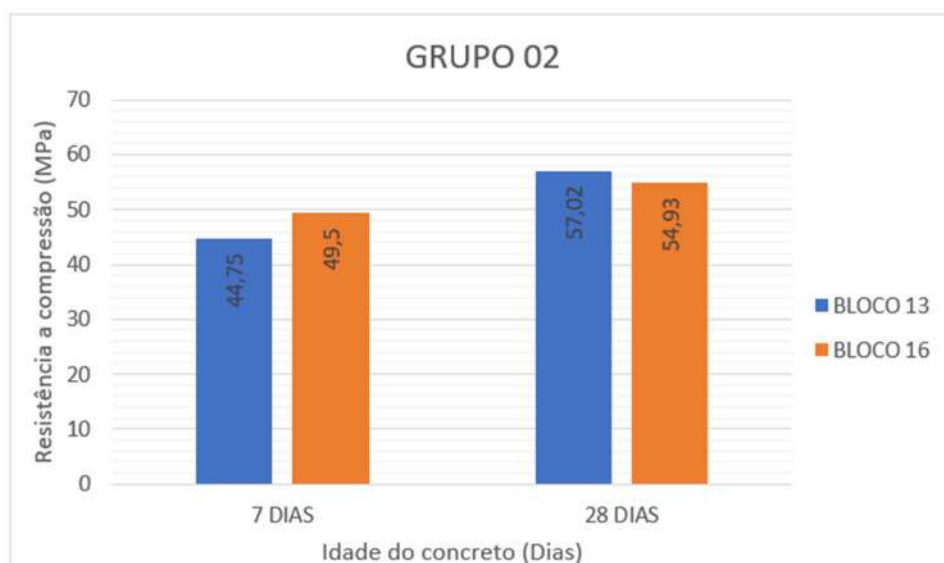
Os gráficos a seguir apresentam os resultados da resistência à compressão dos corpos de prova ensaiados aos 7 e aos 28 dias após a moldagem. O eixo horizontal representa as idades de ruptura dos corpos de prova, enquanto o eixo vertical indica os valores de resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}).

Gráfico 10: Resistência do concreto – Grupo 01.



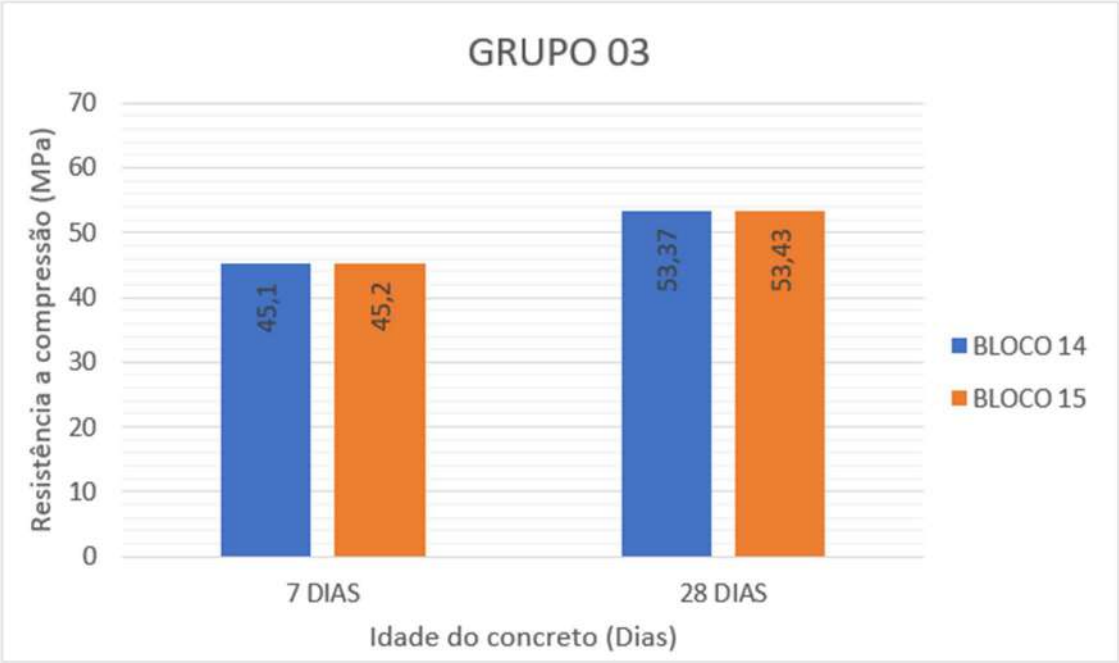
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 11: Resistência do concreto – Grupo 02.



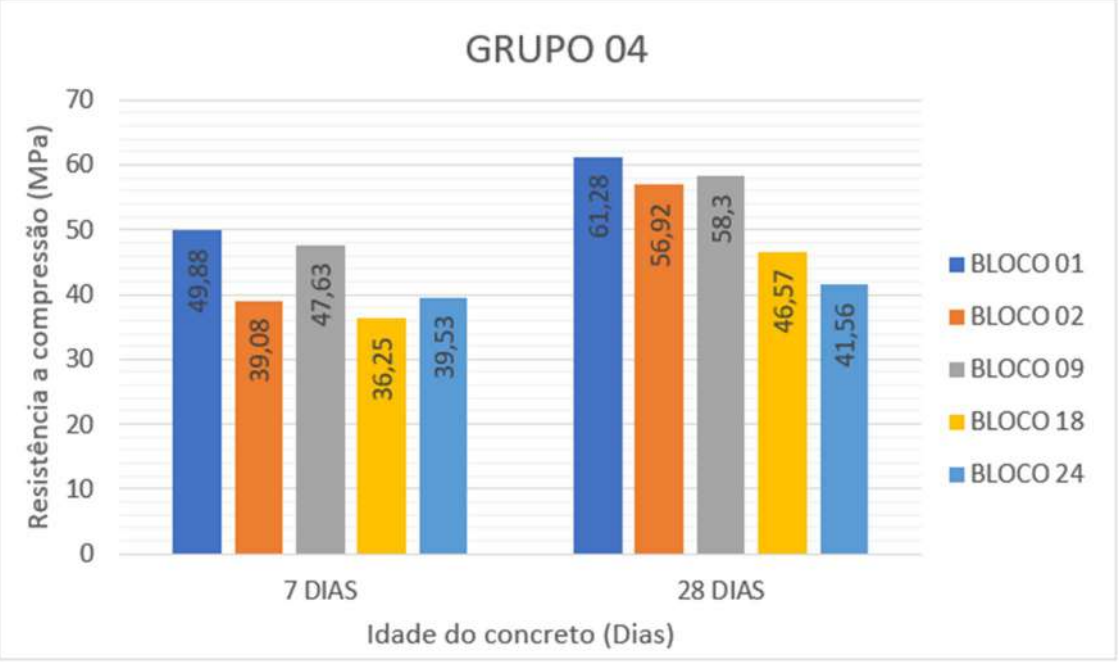
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 12: Resistência do concreto – Grupo 03.



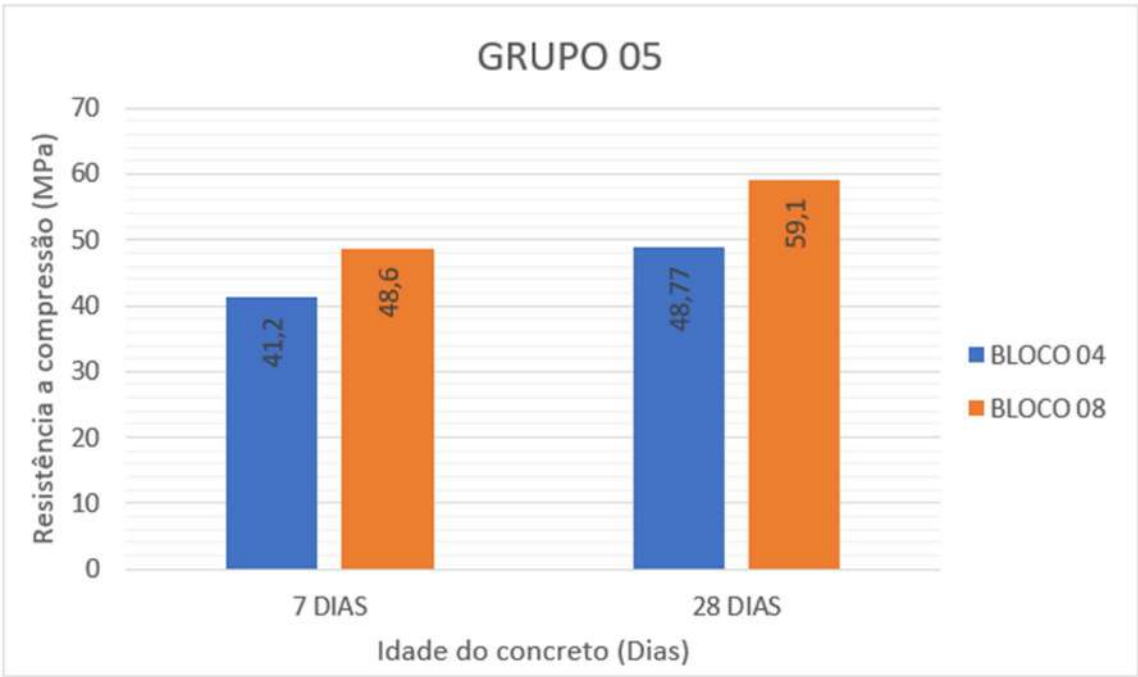
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 13: Resistência do concreto – Grupo 04.



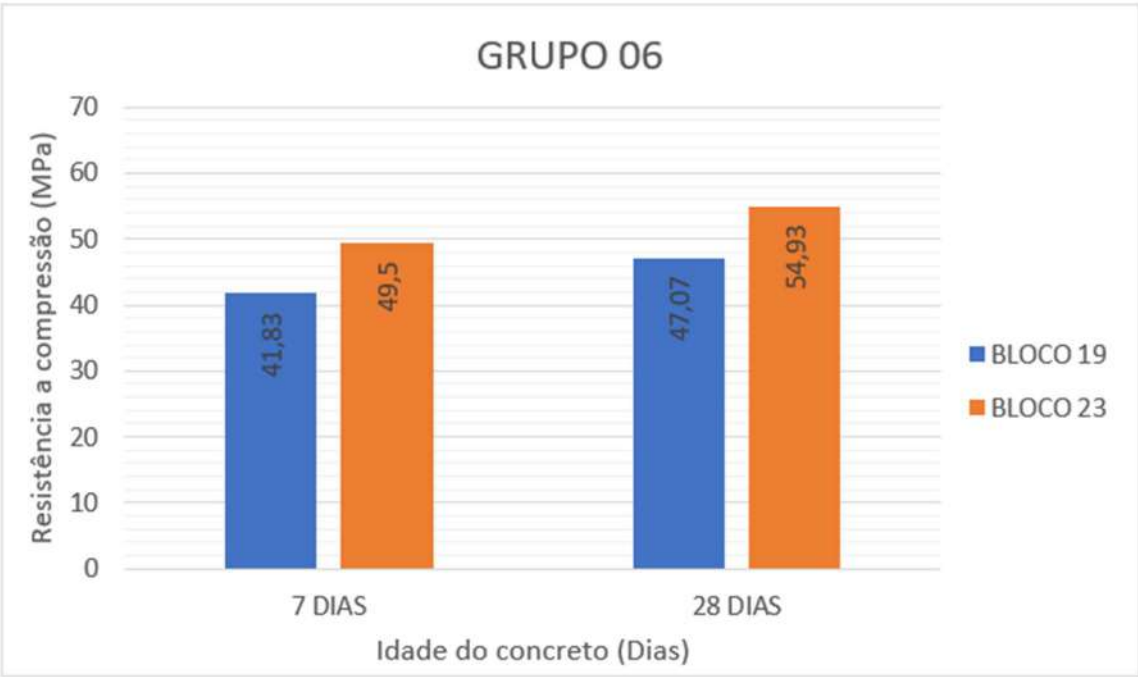
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 14: Resistência do concreto – Grupo 05.



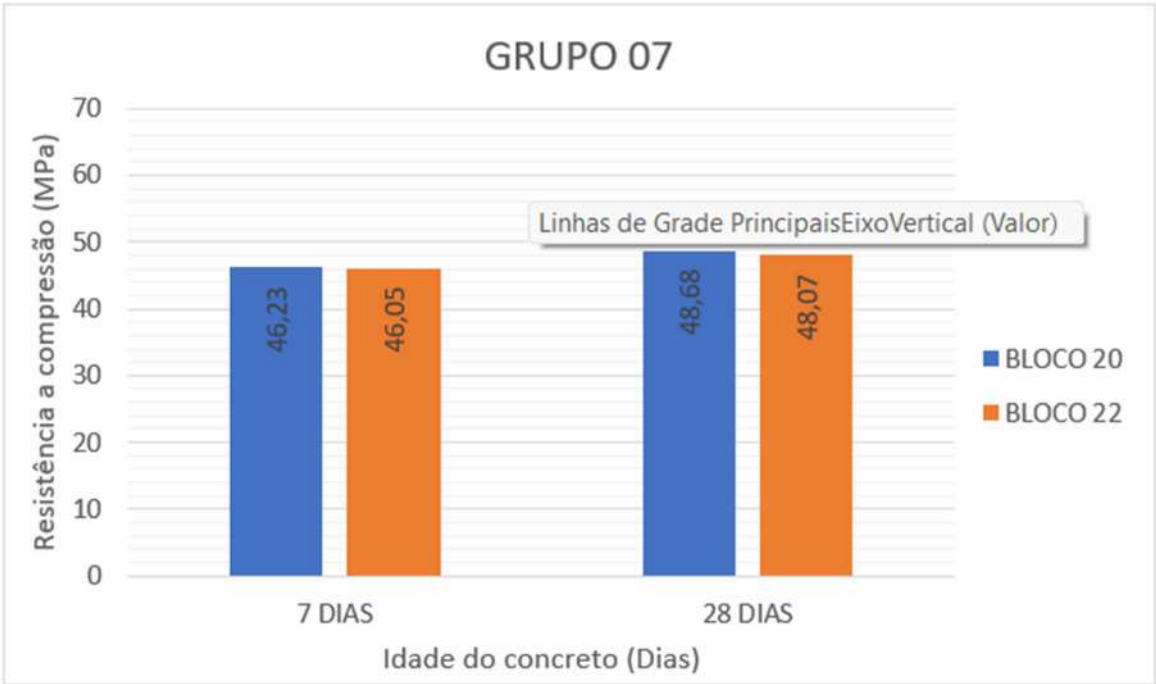
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 15: Resistência do concreto – Grupo 06.



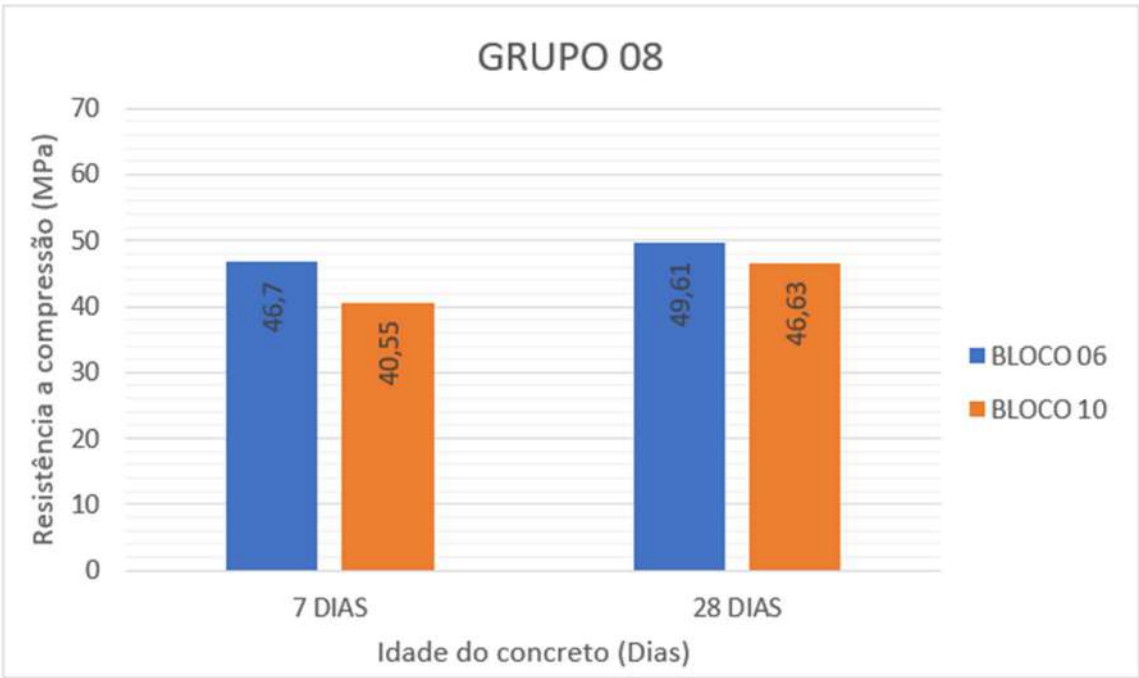
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 16: Resistência do concreto – Grupo 07.



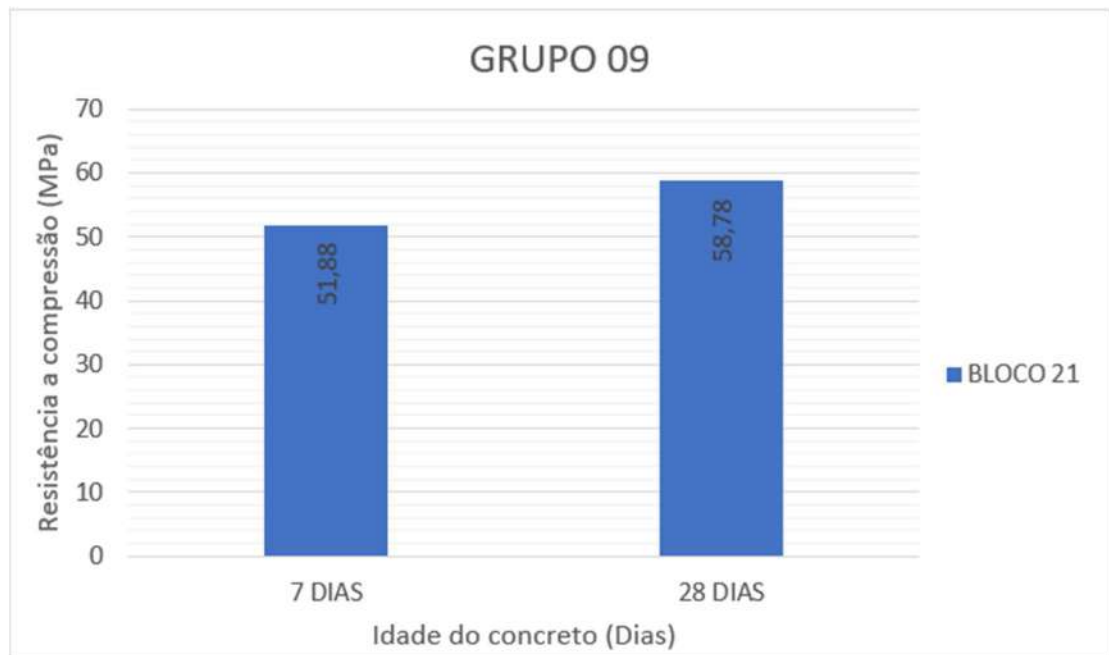
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 17: Resistência do concreto – Grupo 08.



Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 18: Resistência do concreto – Grupo 09.



Fonte: Autor, 2026.

Tabela 06: Volume do bloco x Resistência do concreto

BLOCO	VOLUME	7 DIAS	28 DIAS
B1	19,15	49,88	61,28
B2	19,15	39,08	56,92
B3	9,50	43,20	54,38
B4	19,66	41,20	48,77
B5	9,50	50,58	55,58
B6	28,80	46,70	49,61
B7	9,50	52,08	60,75
B8	19,66	48,60	59,10
B9	19,15	47,63	58,30
B10	28,80	40,55	46,63
B11	9,50	52,88	54,33
B12	9,50	39,58	54,18
B13	17,64	44,75	57,02
B14	18,48	45,10	53,37
B15	18,48	45,20	53,43
B16	17,64	49,50	54,93
B17	9,50	39,90	44,15
B18	19,15	36,25	46,57
B19	20,74	41,83	47,07
B20	24,34	46,23	48,68
B21	48,44	51,88	58,78
B22	24,34	46,05	48,07
B23	20,74	49,50	54,93
B24	19,15	39,53	41,56

Fonte: Autor, 2026.

Observa-se que o uso de concreto resfriado não comprometeu o desempenho mecânico do material.

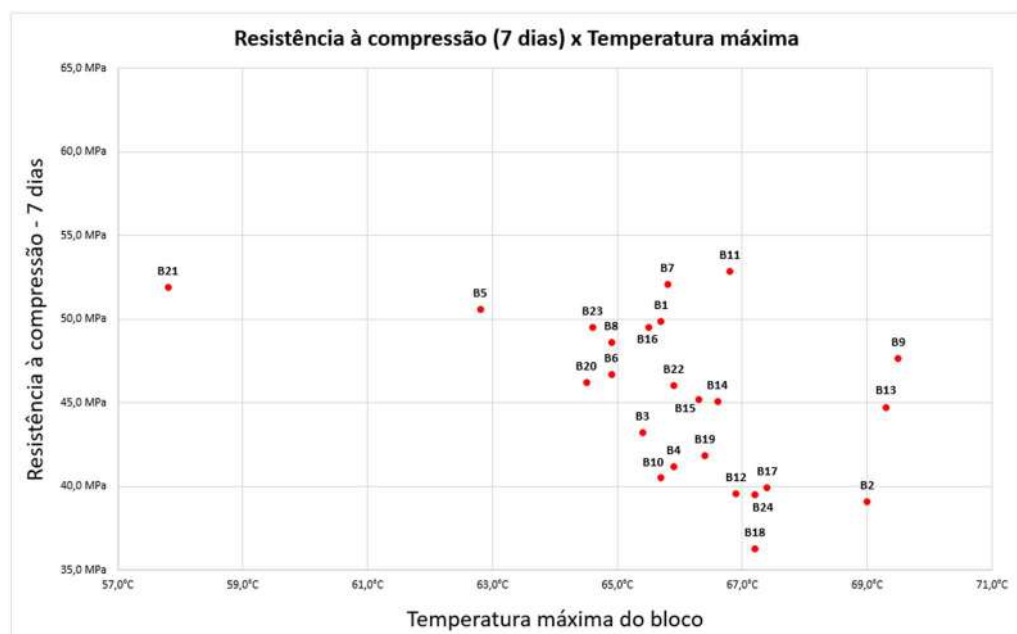
4.4. Fissuras

As condições climáticas observadas durante o período de concretagem inviabilizaram a realização de inspeções visuais detalhadas na superfície dos blocos. Além disso, o equipamento de ultrassom não se encontrava disponível na obra, razão pela qual não foi possível realizar o acompanhamento e a verificação da possível formação de fissuras internas no concreto.

Porém sabe-se que o aumento da temperatura do concreto acelera o processo de hidratação do cimento, favorecendo o ganho de resistência à compressão, ou seja, quanto maior for a temperatura alcançada pelo concreto, maior será a resistência à compressão do bloco.

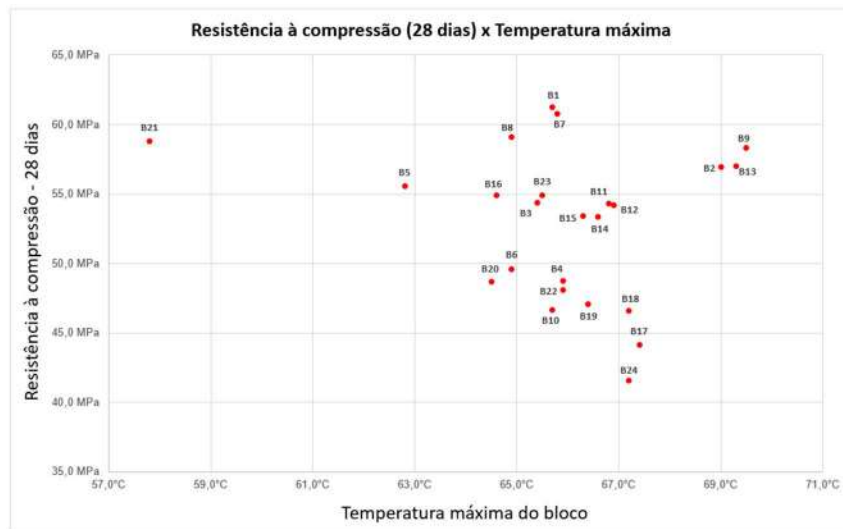
Entretanto, caso um bloco atinja temperaturas elevadas e apresente redução da resistência à compressão em relação aos demais, isso pode ser um indicativo da possível ocorrência de fissuras térmicas internas, capazes de comprometer a microestrutura do concreto.

Gráfico 19: Resistência à compressão (7 dias) x Temperatura máxima



Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 20: Resistência à compressão (28 dias) x Temperatura máxima



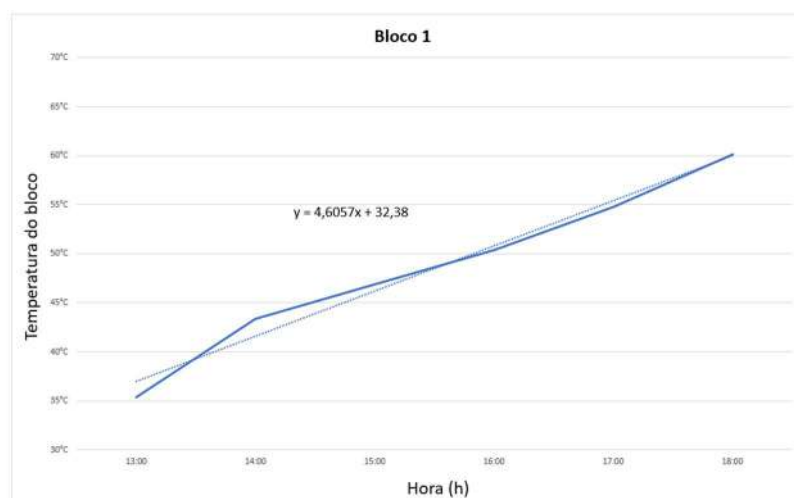
Fonte: Autor, 2026.

Os gráficos de dispersão apresentados indicam que o emprego do concreto resfriado contribuiu para minimizar os efeitos térmicos prejudiciais, uma vez que foi observado um aumento da resistência à compressão aos 7 e 28 dias de idade. Já que caso tivessem ocorrido fissurações internas significativas seria esperado uma redução expressiva dos valores de resistência obtidos nos ensaios.

4.5. Velocidade de aumento da temperatura

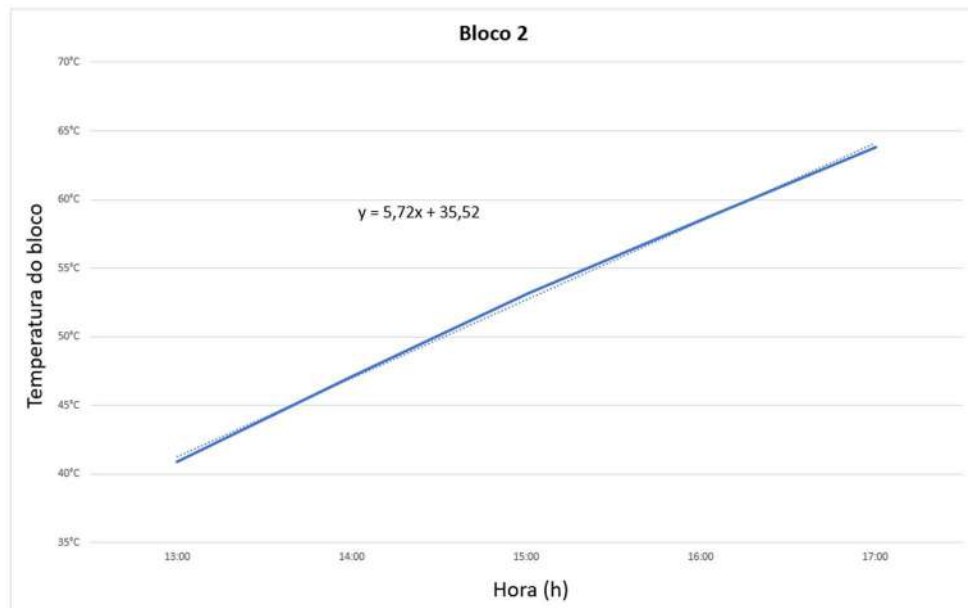
A velocidade de aumento da temperatura foi estimada pela declividade da curva de temperatura por tempo na região linear.

Gráfico 21: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 1.



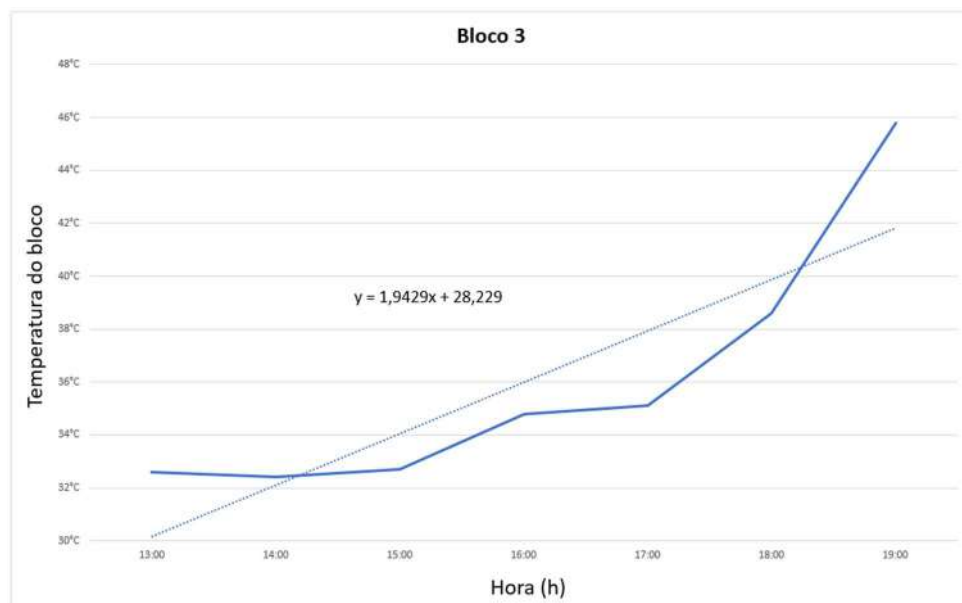
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 22: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 2.



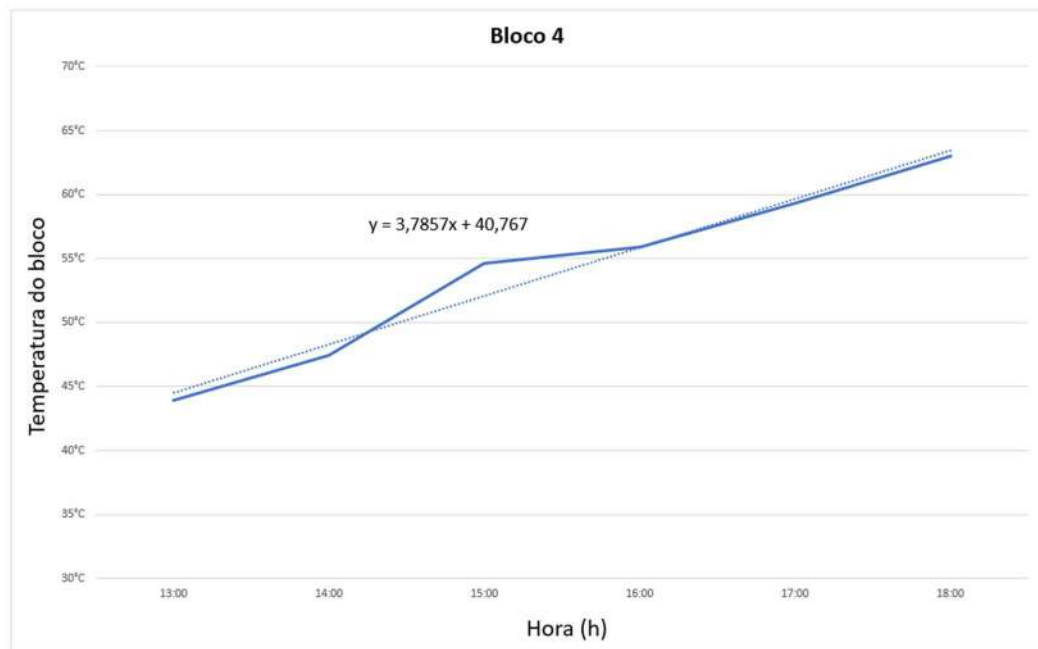
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 23: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 3.



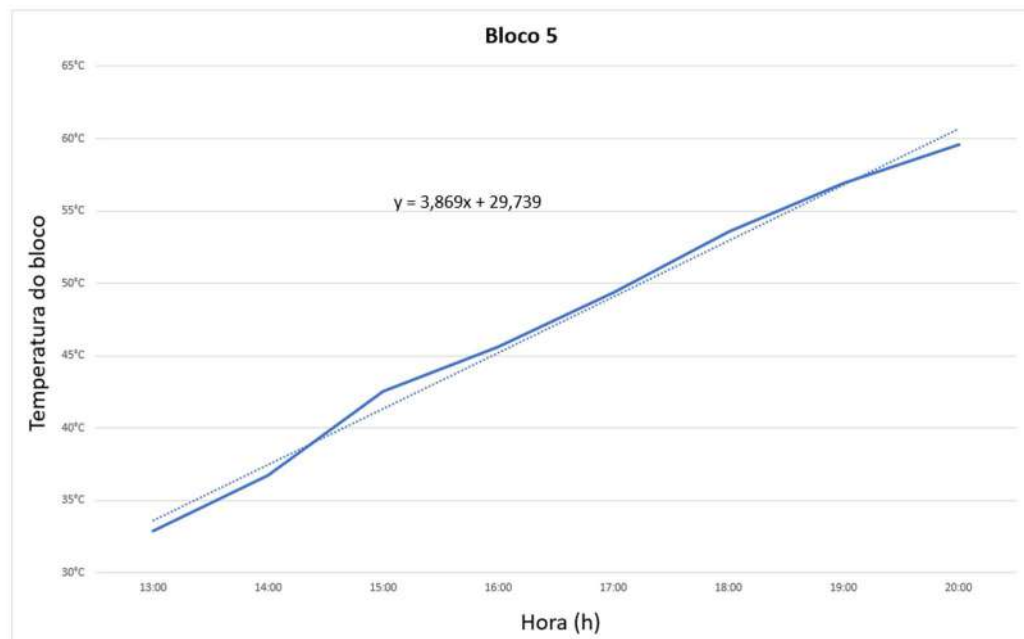
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 24: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 4.



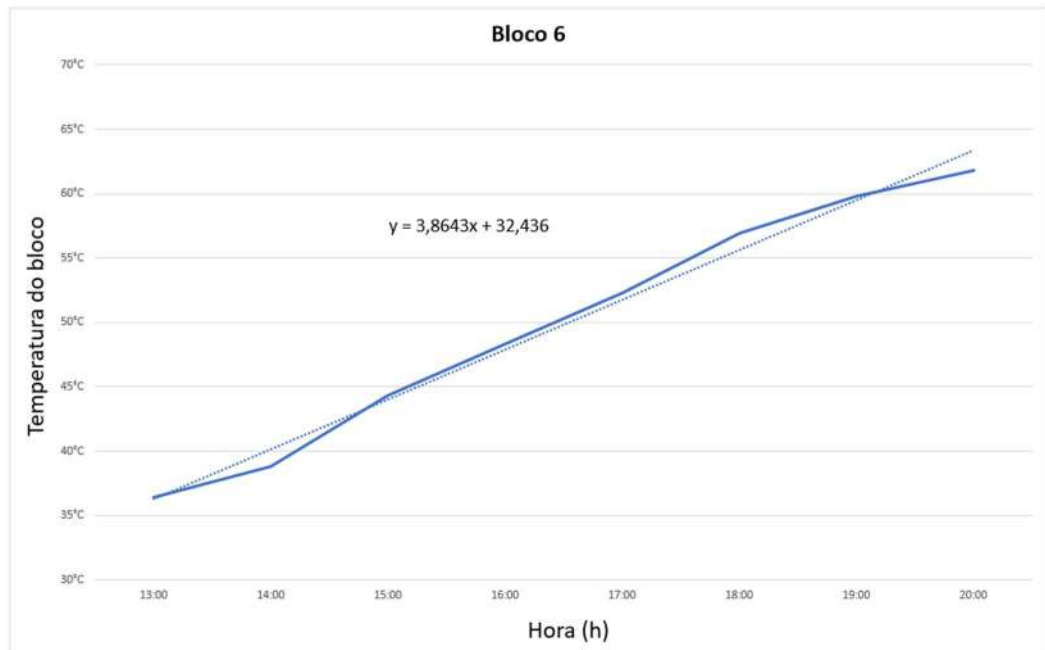
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 25: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 5.



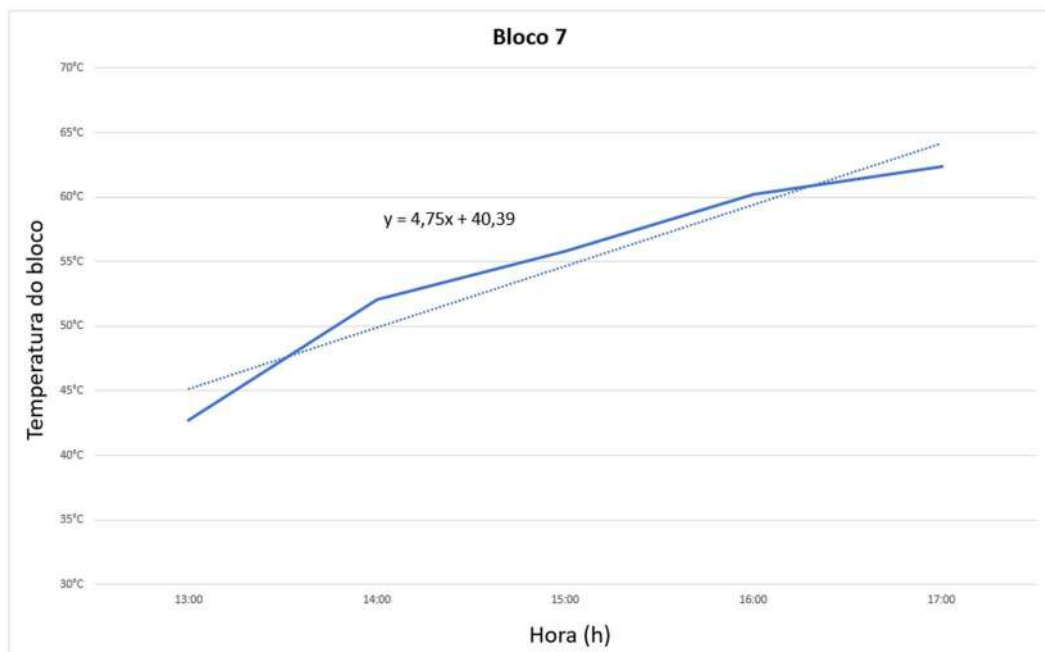
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 26: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 6.



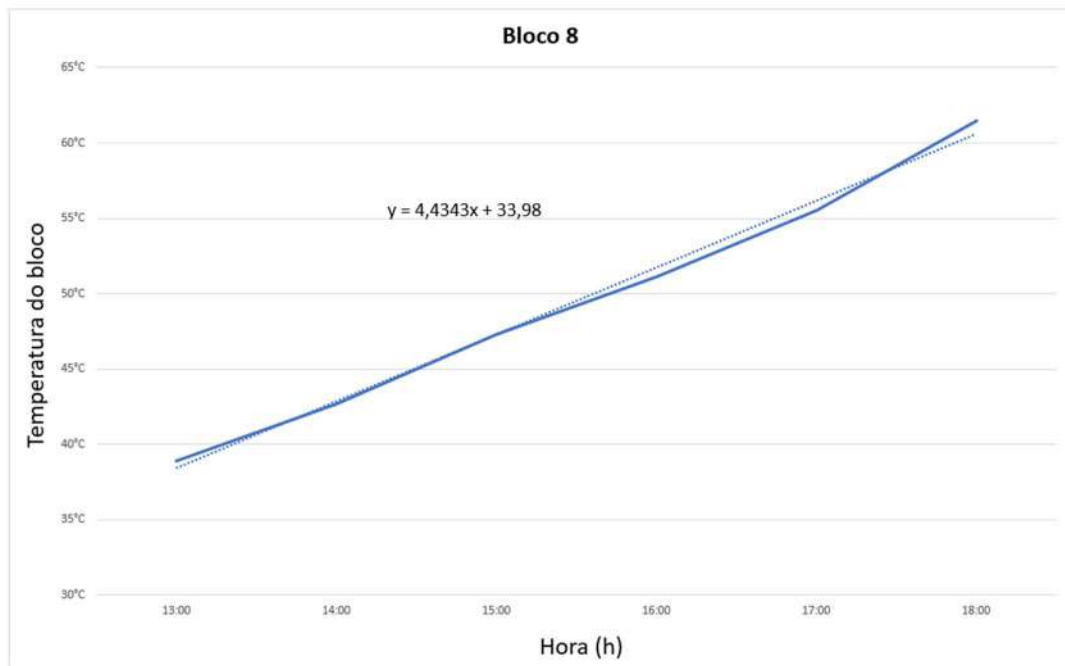
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 27: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 7.



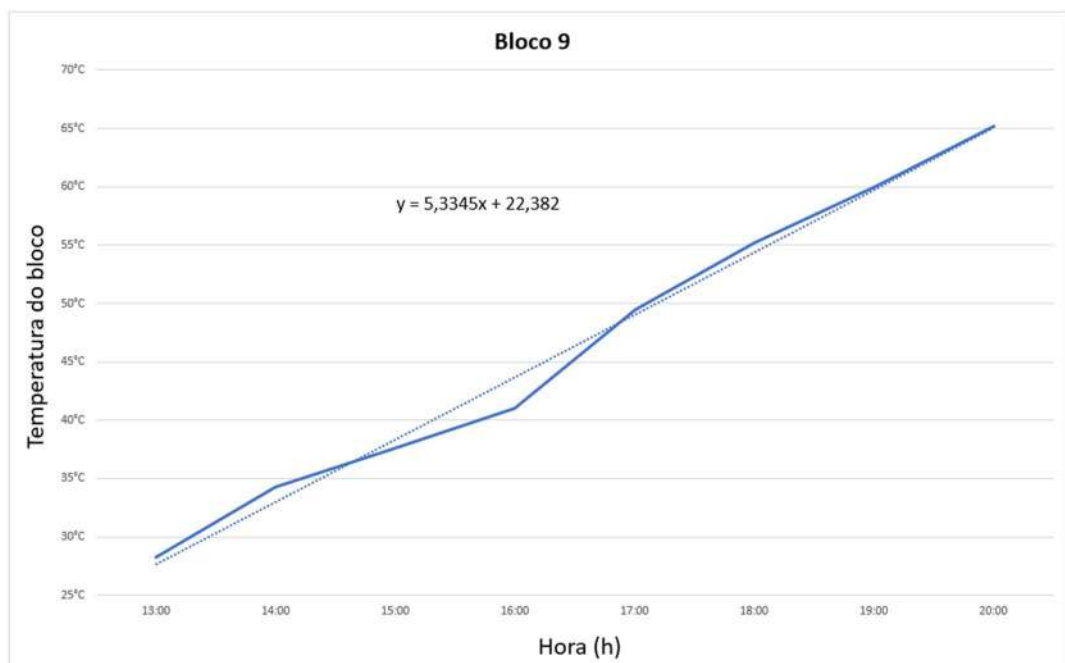
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 28: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 8.



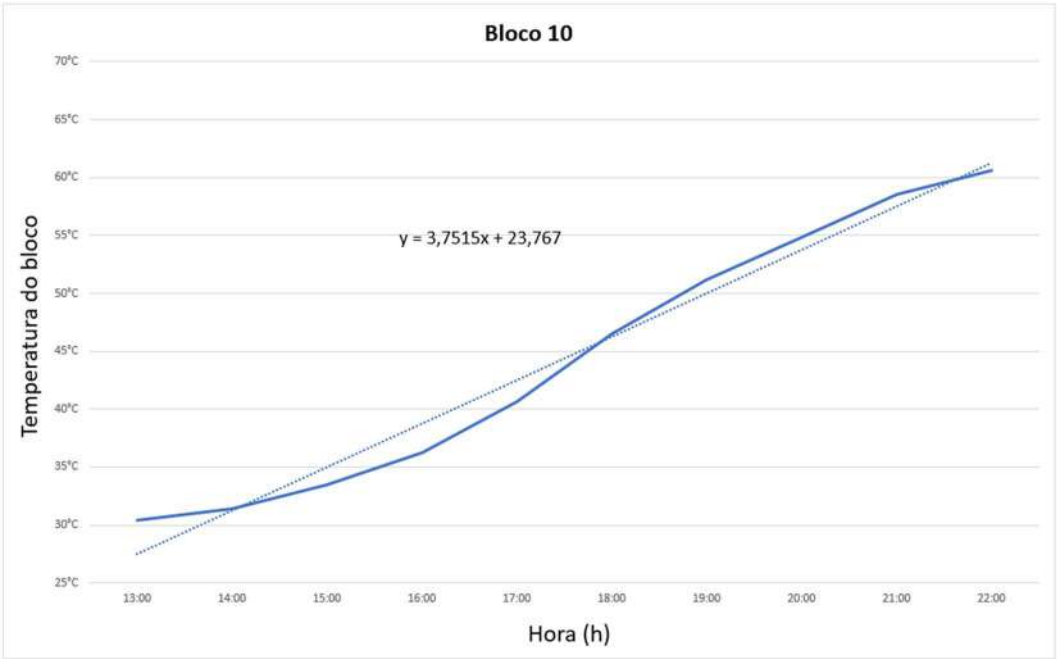
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 29: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 9.



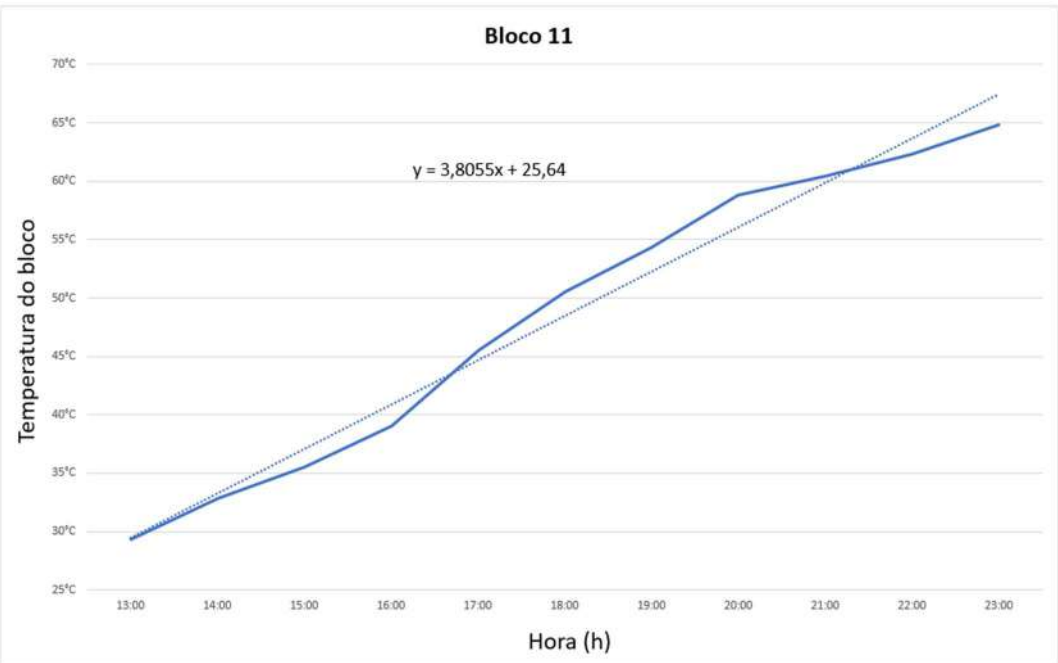
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 30: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 10.



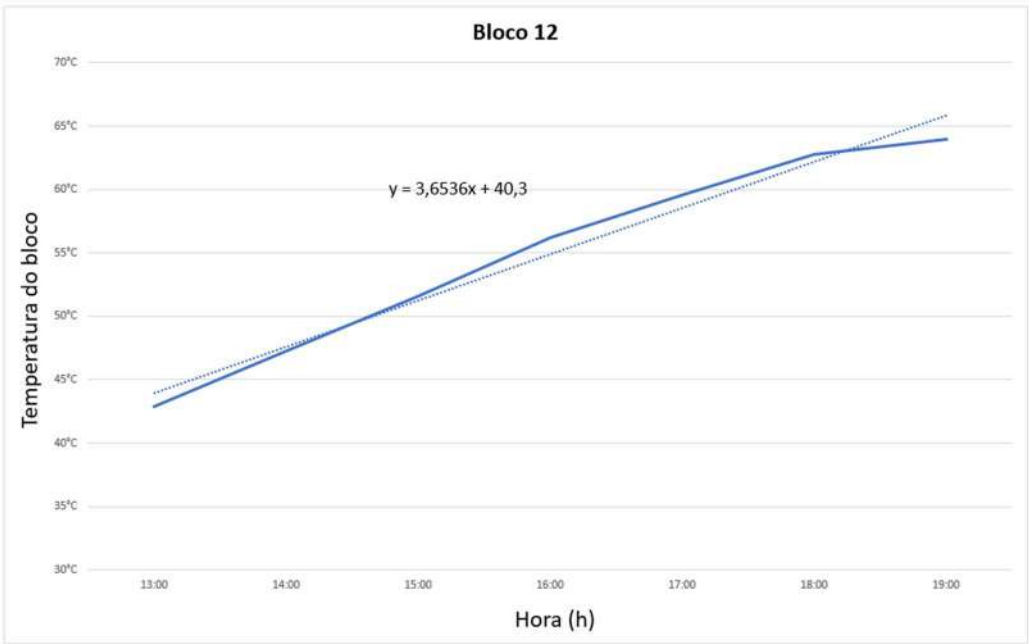
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 31: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 11.



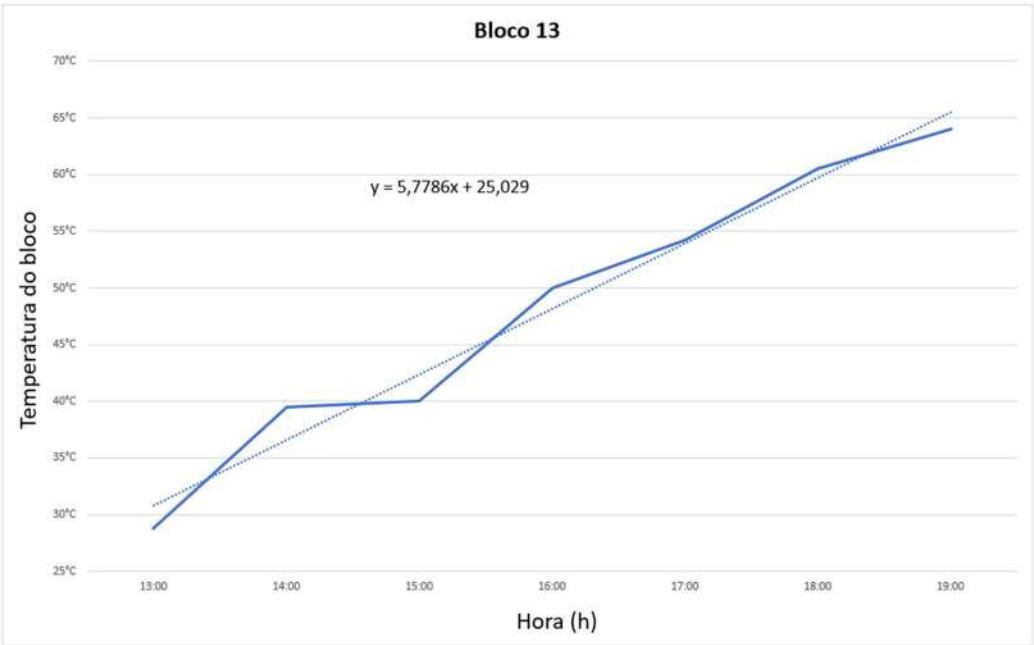
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 32: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 12.



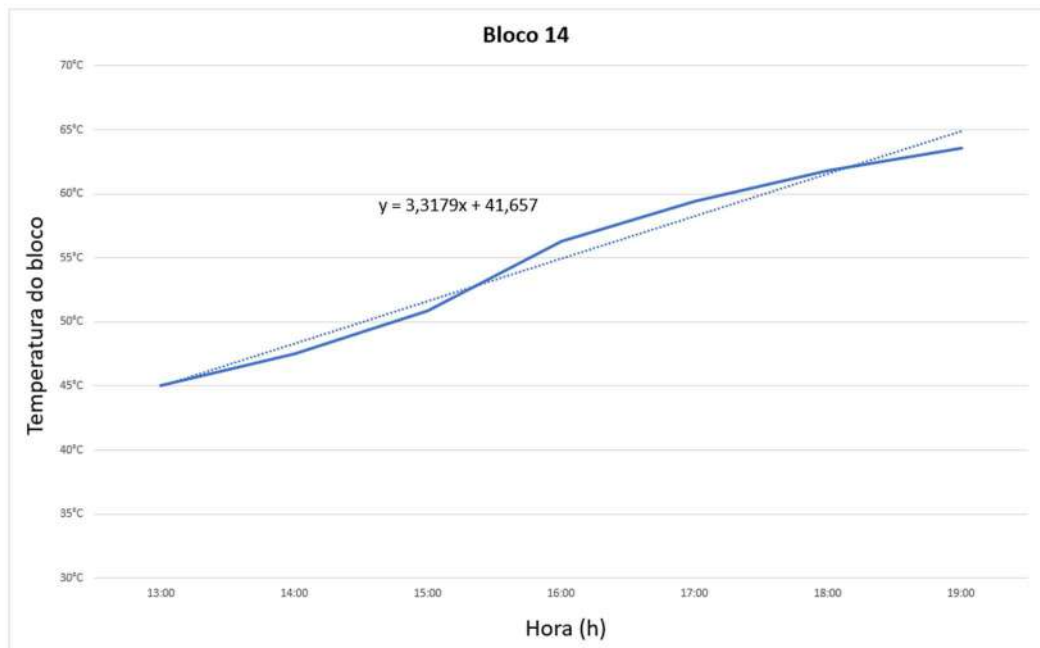
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 33: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 13.



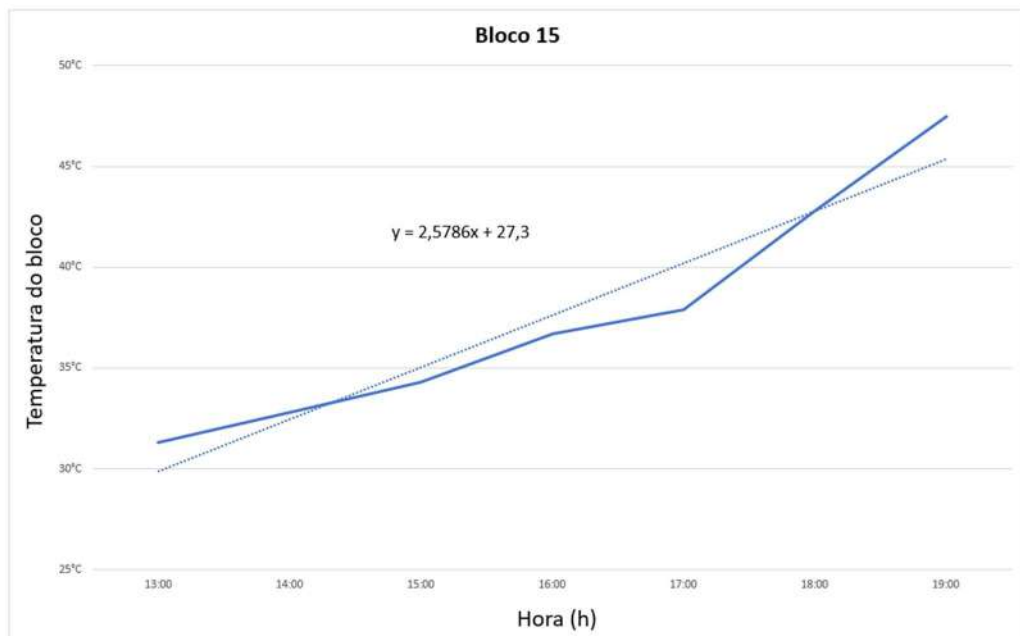
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 34: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 14.



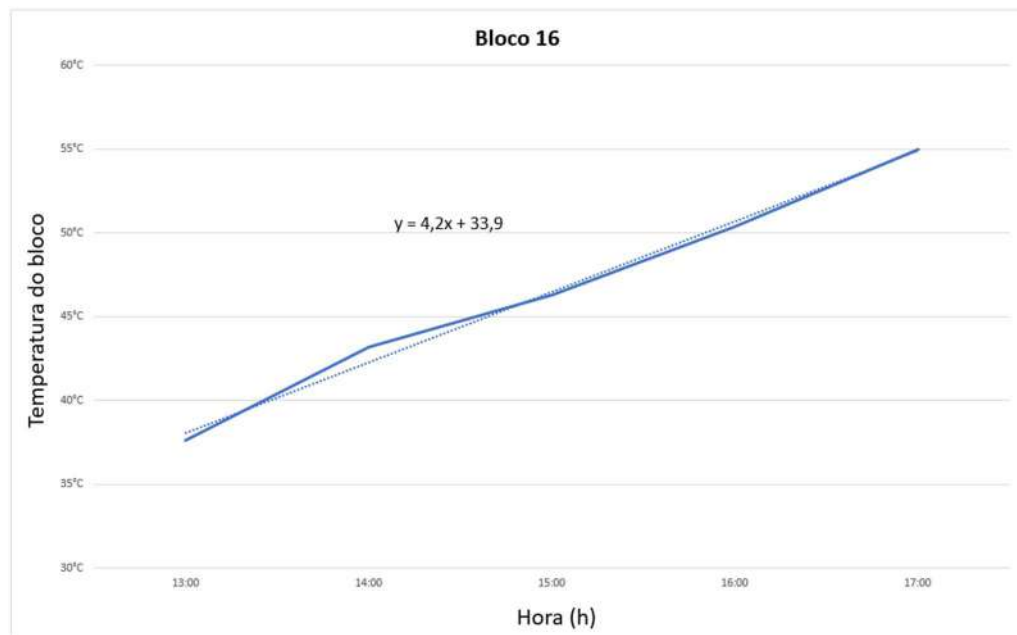
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 35: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 15.



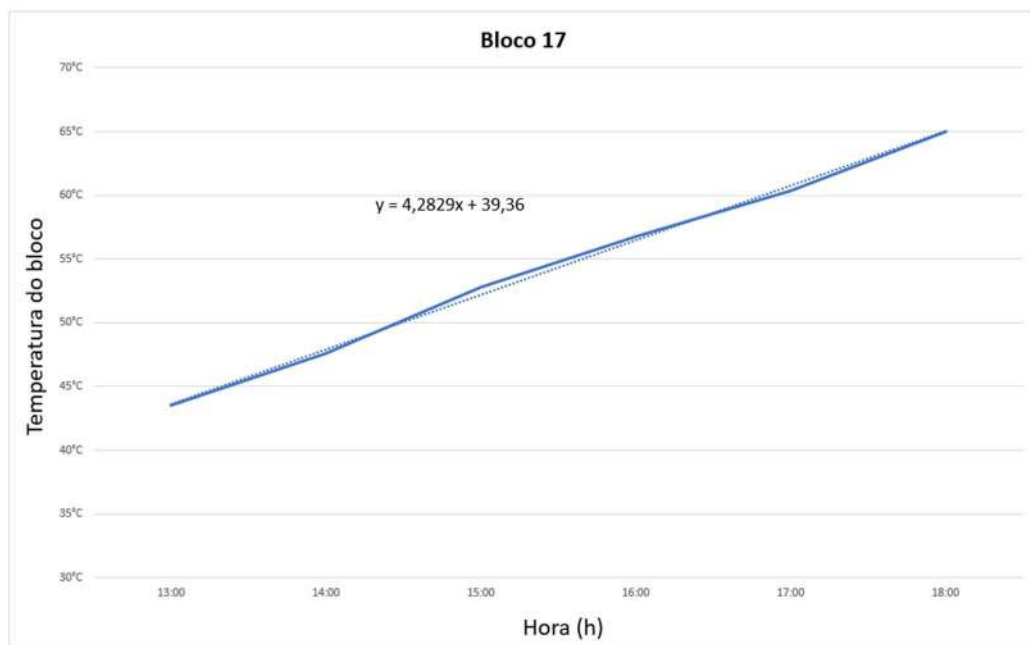
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 36: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 16.



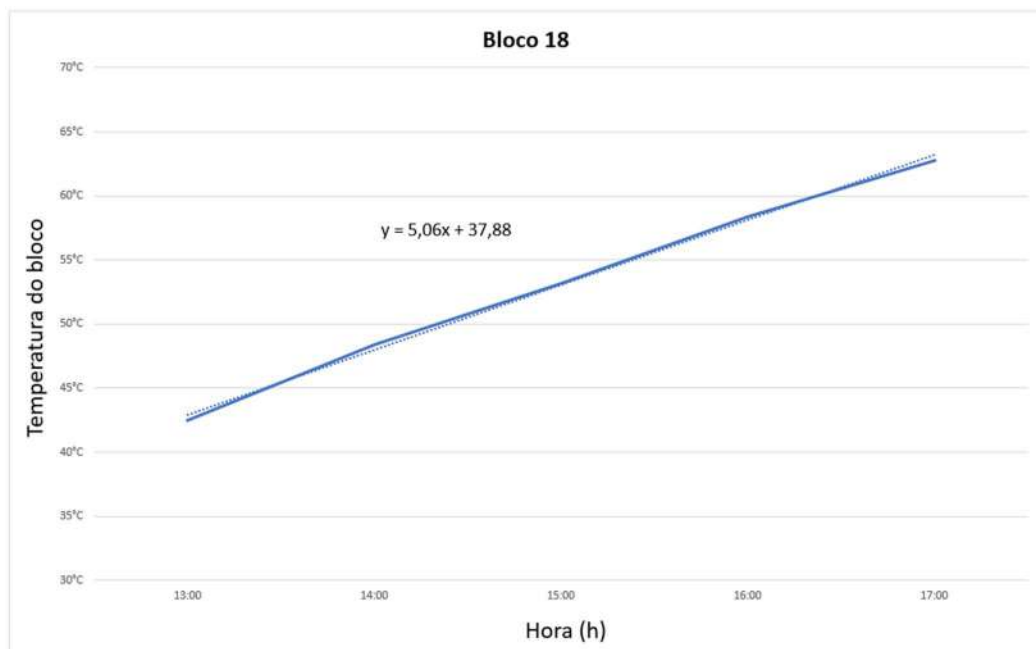
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 37: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 17.



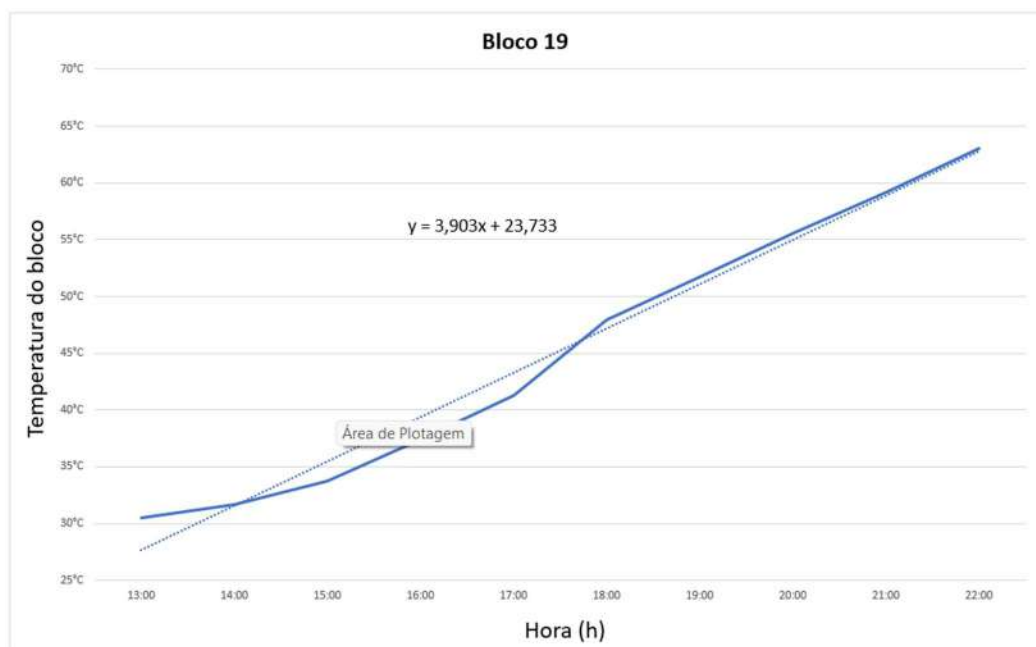
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 38: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 18.



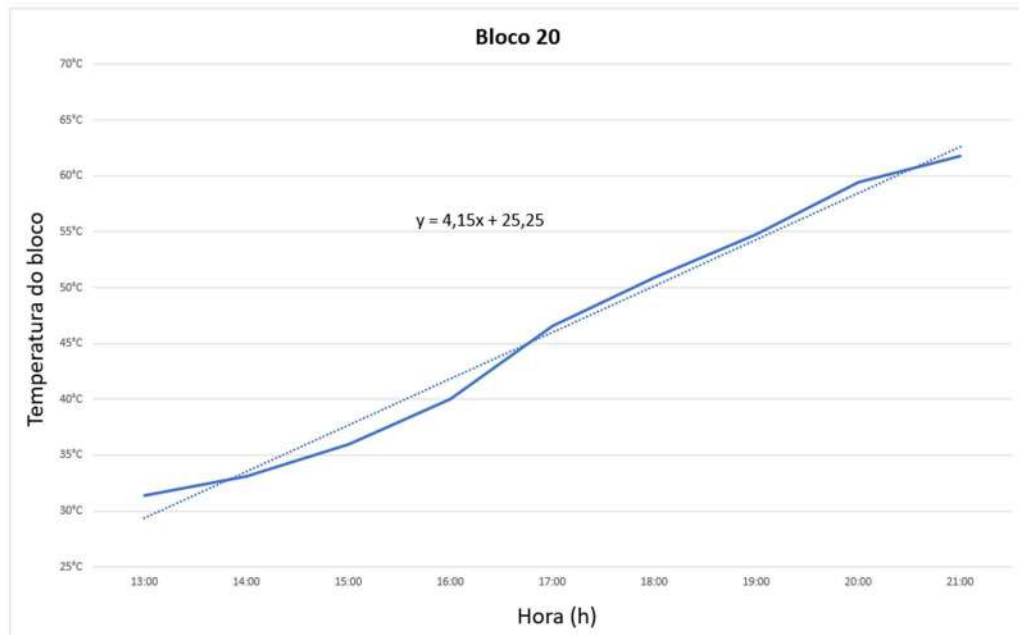
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 39: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 19.



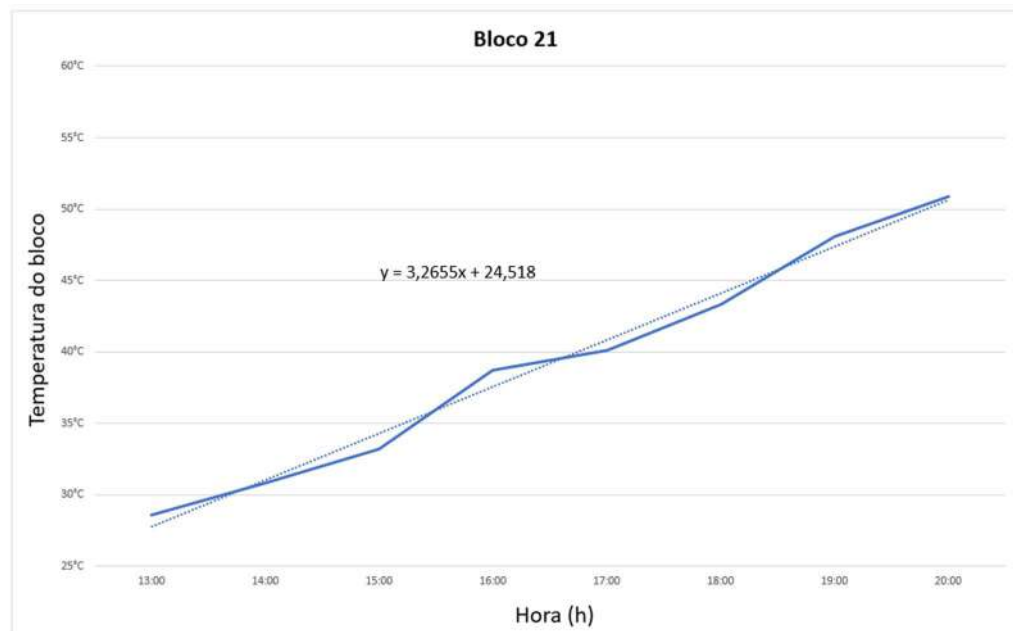
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 40: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco20.



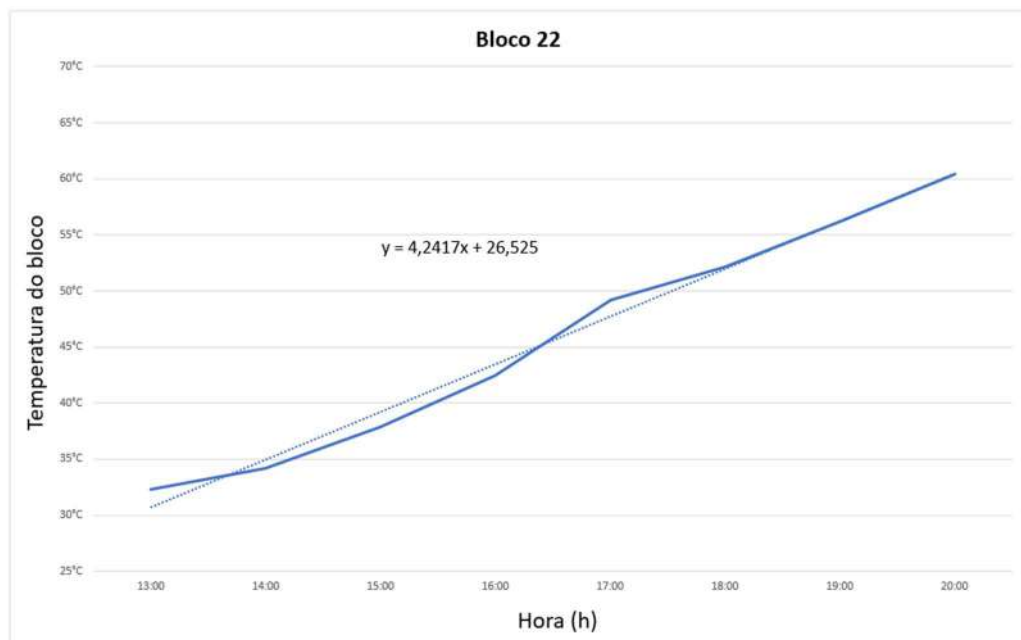
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 41: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 21.



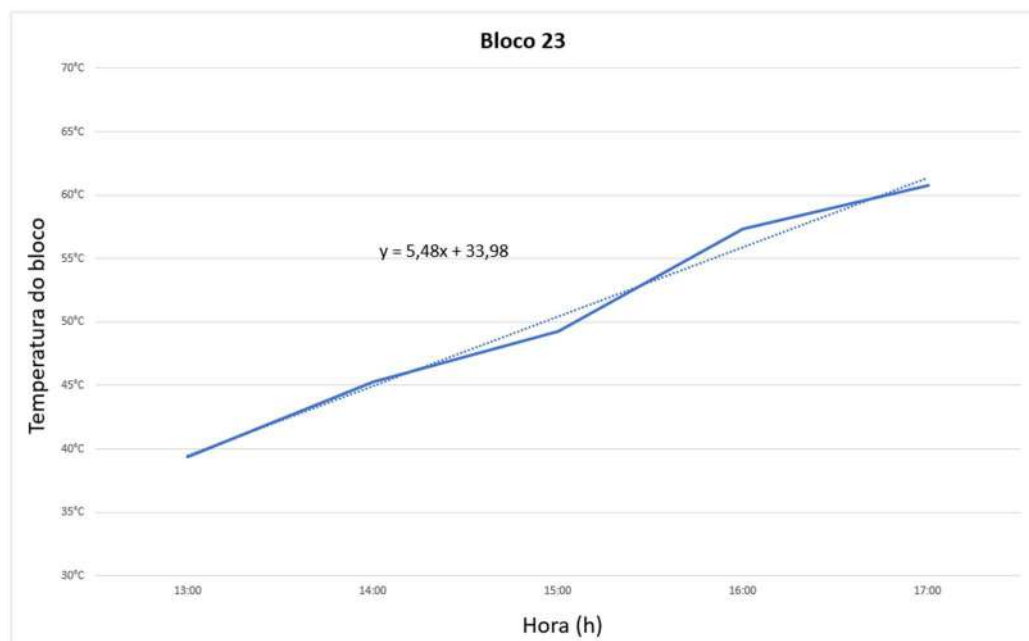
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 42: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 22.



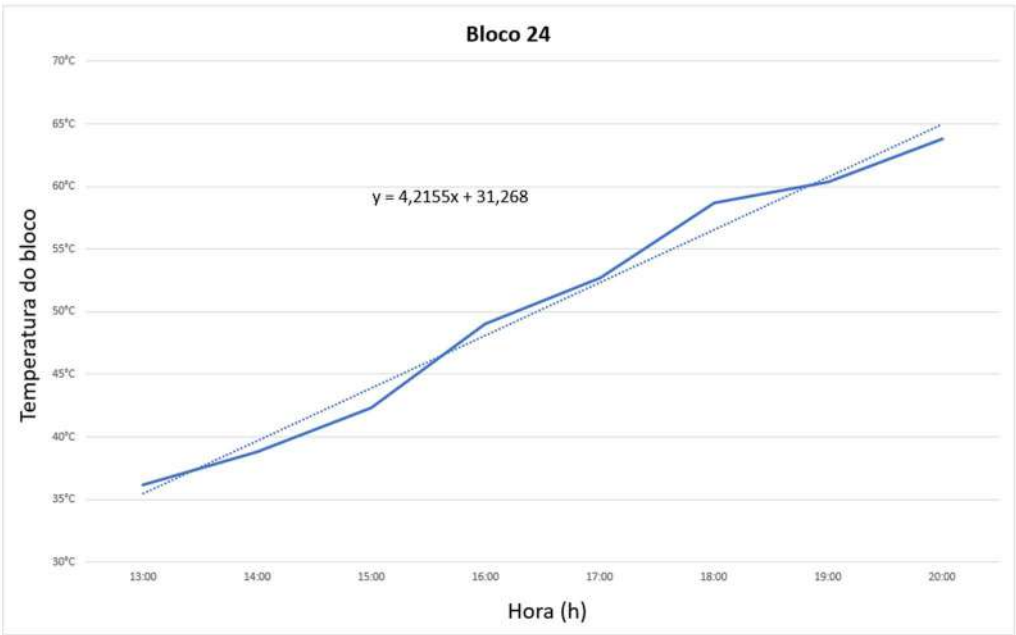
Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 43: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 23.



Fonte: Autor, 2026.

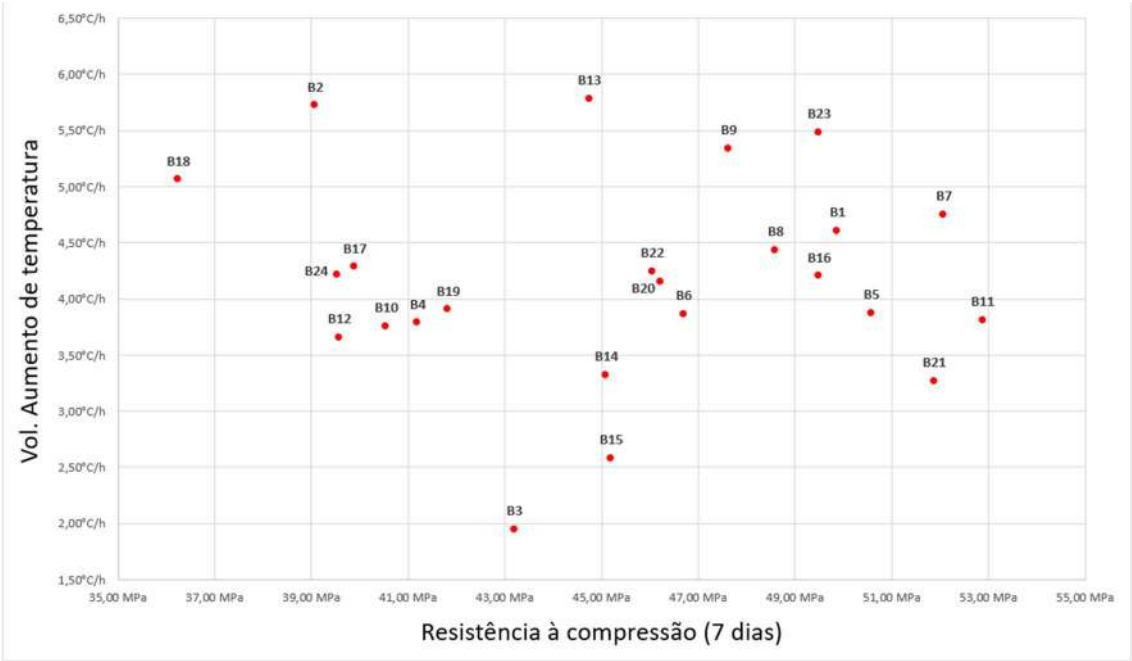
Gráfico 44: Velocidade de aumento da temperatura – Bloco 24.



Fonte: Autor, 2026.

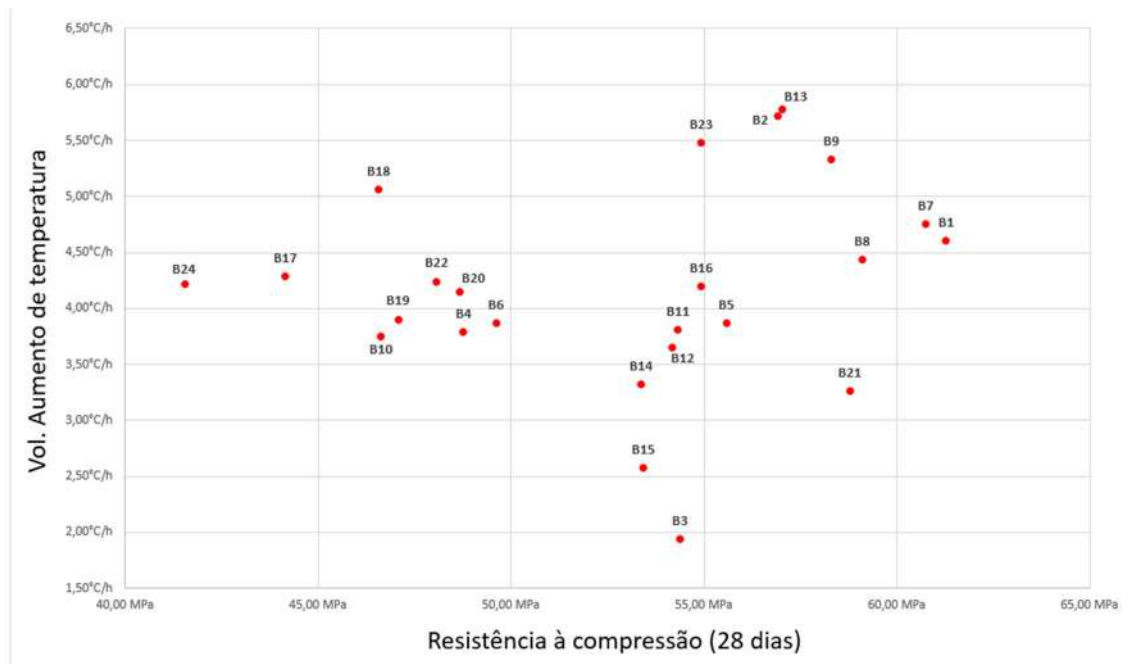
4.6. Aumento da temperatura x Resistência à compressão

Gráfico 45: Velocidade de aumento da temperatura x Resistência à compressão (7 dias).



Fonte: Autor, 2026.

Gráfico 46: Velocidade de aumento da temperatura x Resistência à compressão (28 dias).



Fonte: Autor, 2026.

5. CONCLUSÃO

O concreto é um material amplamente utilizado na construção civil por sua resistência e versatilidade. Entretanto, em concretagens de grande volume, como os blocos de fundação, o aumento da temperatura resultante das reações de hidratação do cimento pode comprometer seu desempenho, favorecendo a formação de fissuras térmicas. Este estudo demonstrou que o controle térmico em grandes volumes de concreto é crucial para o desempenho e a durabilidade dos elementos de fundação, especialmente em regiões de clima quente como Palmas–TO.

O uso de concreto resfriado, ao substituir parcialmente a água de mistura por gelo, provou ser uma abordagem eficaz na redução da temperatura do concreto nas fases iniciais, ajudando a controlar o pico térmico no interior dos blocos de coroamento. Os resultados mostraram que as temperaturas máximas permaneceram abaixo do limite crítico de 70 °C, reduzindo o risco de aparecer problemas patológicos relacionados ao calor de hidratação, como a formação de etringita tardia.

Todavia recomenda-se que o percentual de gelo empregado na composição do traço seja reavaliado e aumentado em futuras concretagens de grande volume. Embora a temperatura máxima registrada não tenha ultrapassado o limite de 70 °C

adotado como referência neste estudo, os valores observados aproximaram-se significativamente desse patamar e superaram o limite de 65 °C recomendado por outros pesquisadores.

Em relação ao desempenho mecânico, observou-se que a adição de gelo não afetou a resistência à compressão do concreto, pois os resultados obtidos foram compatíveis com as especificações do projeto, comprovando a viabilidade técnica da metodologia empregada.

No entanto, é importante ressaltar que o monitoramento térmico apresentou suas limitações, principalmente em relação à quantidade e proteção dos termopares, o que limita uma avaliação mais aprofundada dos gradientes térmicos no interior dos blocos.

Dessa forma, conclui-se que o concreto resfriado representa uma alternativa eficiente, tecnicamente viável e aplicável ao controle térmico em concretagens de grande volume. Além disso, observou-se que o mercado local já se encontra plenamente capacitado para a implementação dessa tecnologia, tanto em relação ao fornecimento de gelo quanto à produção e controle do concreto resfriado pelas usinas da região, demonstrando a viabilidade prática de sua utilização em obras de fundação de grande porte.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI. *ACI 116R-00 – Cement and Concrete Terminology.* Farmington Hills: American Concrete Institute, 2011.

ACI. *ACI 207.1R-17 – Guide to Mass Concrete.* Farmington Hills: American Concrete Institute, 2017.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *ACI 207.1R-05: Guide to Mass Concrete.* Farmington Hills, MI: ACI, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BATTAGIN, A. F. *Cimento Portland: origem, composição e propriedades.* São Paulo: ABCP, 2011.

BONI, J.; SILVA, M.; SOUZA, P. Influência do calor de hidratação sobre a fissuração em concretos massa. *Revista Brasileira de Concreto*, v. 12, n. 3, p. 45–56, 2014.

HOFFMANN, C. *Sílica ativa em concretos e argamassas.* São Paulo: PINI, 2001.

INOUE, George. Medidas preventivas de controle da temperatura que induz fissuração no concreto massa. *Departamento de Engenharia de Construção Civil*, n. 07, 1986.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concrete: Microstructure, Properties, and Materials.* 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2014.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais.* 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. *Tecnologia do Concreto.* 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

TAYLOR, H. F. W.; FAMY, C.; SCRIVENER, K. L. Delayed ettringite formation. *Cement and Concrete Research*, v. 31, n. 5, p. 683–693, 2001.

VICENTE, A.; PEREIRA, L.; COSTA, C. Estudo de fissuração térmica em blocos de fundação de concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO CIVIL, 2014.

HELENE, P. Concreto de Cimento Portland. In: ISAIA, G. C. (org.). *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005.

NEVILLE, A. M. Properties of Concrete. 5. ed. Harlow: Pearson Education, 2011.

ANDRIOLO, F. R. Concreto Massa. São Paulo: PINI, 1984.

APÊNDICE A – CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B01 (3,02 X 3,02 X 2,10) 19,15 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46008	35,0	27/02/2025	09:01	28,0	27,6
	46009	35,0	27/02/2025	09:22	29,5	28,2
	46010	35,0	27/02/2025	09:47	27,4	27,5

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
27/02/2025	13:00	35,4	28/02/2026	01:00	63,7
	14:00	43,4		02:00	63,3
	15:00	46,9		03:00	63,1
	16:00	50,4		04:00	64,3
	17:00	54,8		05:00	64,1
	18:00	60,1		06:00	64,4
	19:00	61,2		07:00	65,7
	20:00	62,5		08:00	64,0
	21:00	63,8		09:00	63,5
	22:00	62,7		10:00	63,6
	23:00	62,8		11:00	62,8
	00:00	62,6		12:00	62,6

MINIMA	35,4
MÁXIMA	65,7
MÉDIA	59,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B02 (3,02 X 3,02 X 2,10) 19,15 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45665	35,0	07/02/2025			
	45666	35,0	07/02/2025			
	45663	35,0	07/02/2025			
	45673	35,0	07/02/2025			

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
07/02/2025	13:00	40,9	08/02/2025	01:00	68,7
	14:00	47,1		02:00	68,3
	15:00	53,1		03:00	69,0
	16:00	58,5		04:00	69,0
	17:00	63,8		05:00	68,4
	18:00	65,7		06:00	68,1
	19:00	66,7		07:00	67,4
	20:00	67,3		08:00	68,2
	21:00	67,6		09:00	68,5
	22:00	68,0		10:00	68,4
	23:00	68,9		11:00	68,2
	00:00	68,7		12:00	68,1

MINIMA	40,9
MÁXIMA	69,0
MÉDIA	64,9

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B03 (2,40 X 2,40 X 1,65) 9,50 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +/- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46645	35,0	04/04/2025		31,0	
	46646	35,0	04/04/2025		31,0	

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
04/04/2025	13:00	32,6	05/04/2025	01:00	63,9
	14:00	32,4		02:00	64,6
	15:00	32,7		03:00	65,4
	16:00	34,8		04:00	64,1
	17:00	35,1		05:00	64,0
	18:00	38,6		06:00	63,9
	19:00	45,8		07:00	63,7
	20:00	46,3		08:00	63,3
	21:00	49,1		09:00	64,9
	22:00	52,3		10:00	64,5
	23:00	58,8		11:00	64,2
	00:00	61,3			-

MINIMA	32,4
MÁXIMA	65,4
MÉDIA	53,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO

BLOCO B04 (3,90 X 2,40 X 2,10) 19,66 m³

CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm

CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46881	35,0	17/04/2025	09:24		
	46883	35,0	17/04/2025	10:03		
	46887	35,0	17/04/2025	11:08		

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO

DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/12/2024	13:00	43,9	18/12/2024	01:00	65,6
	14:00	47,4		02:00	65,9
	15:00	54,6		03:00	65,7
	16:00	55,9		04:00	65,8
	17:00	59,3		05:00	65,4
	18:00	63,0		06:00	64,7
	19:00	64,5		07:00	64,5
	20:00	64,9		08:00	-
	21:00	64,7		09:00	-
	22:00	64,3		10:00	-
	23:00	64,0		11:00	-
	00:00	65,3		12:00	-

MINIMA	43,9
MÁXIMA	65,9
MÉDIA	61,5

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B05 (2,40X 2,40 X 1,65) 9,50 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46340	35,0	18/03/2025	08:23	28,3	30,4
	46342	35,0	18/03/2025	08:45	28,5	29,8

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
18/03/2025	13:00	32,9	19/03/2025	01:00	61,9
	14:00	36,7		02:00	62,2
	15:00	42,5		03:00	62,4
	16:00	45,6		04:00	62,6
	17:00	49,4		05:00	62,8
	18:00	53,6		06:00	62,2
	19:00	56,9		07:00	62,0
	20:00	59,6		08:00	61,9
	21:00	60,9		09:00	61,8
	22:00	61,2		10:00	61,7
	23:00	61,5		11:00	61,3
	00:00	61,8		12:00	61,4
				13:00	61,2

MINIMA	32,9
MÁXIMA	62,8
MÉDIA	57,1

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B06 (4,00 X 4,50 X 1,60) 28,8 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45309	35,0	17/01/2025	09:40	27,0	30,4
	45311	35,0	17/01/2025	10:09	28,0	28,6
	45313	35,0	17/01/2025	10:34	29,3	31,6
	45317	35,0	17/01/2025	11:51	28,4	32,8

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/12/2024	13:00	36,4	18/12/2024	01:00	63,5
	14:00	38,8		02:00	64,8
	15:00	44,3		03:00	64,6
	16:00	48,3		04:00	64,5
	17:00	52,3		05:00	64,3
	18:00	56,9		06:00	64,2
	19:00	59,8		07:00	64,2
	20:00	61,8		08:00	64,4
	21:00	63,1		09:00	64,2
	22:00	63,7		10:00	63,8
	23:00	64,9		11:00	63,4
	00:00	63,8		12:00	63,3

MINIMA	36,4
MÁXIMA	64,9
MÉDIA	59,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B07 (2,40X 2,40 X 1,65) 9,50 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46010	35,0	27/02/2025	10:06	27,4	28,8
	46012	35,0	27/02/2025	10:17	27,4	29,1
	46013	35,0	27/02/2025	10:30	28,2	29,3

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
27/02/2025	13:00	42,7	28/02/2025	01:00	64,3
	14:00	52,1		02:00	64,8
	15:00	55,8		03:00	65,8
	16:00	60,2		04:00	65,5
	17:00	62,4		05:00	65,1
	18:00	61,0		06:00	65,8
	19:00	63,1		07:00	64,2
	20:00	64,9		08:00	65,5
	21:00	64,3		09:00	65,3
	22:00	65,1		10:00	65,8
	23:00	65,2		11:00	64,9
	00:00	65,3		12:00	64,8

MINIMA	42,7
MÁXIMA	65,8
MÉDIA	62,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B08 (3,90X 2,40 X 2,10) 19,65 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46013	35,0	27/02/2025	10:35	28,2	29,3
	46014	35,0	27/02/2025	10:49	28,9	31,9
	46015	35,0	27/02/2025	11:42	27,9	26,5

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
27/02/2025	13:00	38,9	28/02/2025	01:00	62,3
	14:00	42,7		02:00	63,8
	15:00	47,3		03:00	64,9
	16:00	51,1		04:00	64,4
	17:00	55,5		05:00	64,2
	18:00	61,5		06:00	64,8
	19:00	61,0		07:00	64,8
	20:00	62,8		08:00	64,6
	21:00	62,3		09:00	64,5
	22:00	64,4		10:00	64,6
	23:00	64,5		11:00	64,2
	00:00	64,5		12:00	64,1

MINIMA	38,9
MÁXIMA	64,9
MÉDIA	60,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO

BLOCO B09 (3,02 X 3,02 X 2,10) 19,15 m³

CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm

CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45762	35,0	13/02/2025	09:40	27,9	29,2
	45766	35,0	13/02/2025	10:38	32,1	30,1
	45769	35,0	13/02/2025	11:39	29,9	28,4

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO

DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
13/02/2025	13:00	28,3	14/02/2025	01:00	69,3
	14:00	34,3		02:00	69
	15:00	37,6		03:00	69,3
	16:00	41		04:00	69,5
	17:00	49,5		05:00	69,1
	18:00	55,2		06:00	68,3
	19:00	60		07:00	67,9
	20:00	65,2		08:00	67,8
	21:00	66,6		09:00	67,4
	22:00	66,2		10:00	67,1
	23:00	67,8		11:00	67
	00:00	67,3		12:00	66,8

MINIMA	28,3
MÁXIMA	69,5
MÉDIA	60,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B10 (4,00 X 4,50 X 1,60) 28,8 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	44950	35,0	17/12/2024	09:24	24,0	27,6
	44951	35,0	17/12/2024	09:45	29,0	27,5
	44953	35,0	17/12/2024	10:10	28,8	32,0
	44954	35,0	17/12/2024	10:31	29,2	33,5

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/12/2024	13:00	30,0	18/12/2024	01:00	62,5
	14:00	30,4		02:00	63,0
	15:00	31,4		03:00	63,7
	16:00	33,5		04:00	63,9
	17:00	36,3		05:00	64,2
	18:00	40,7		06:00	64,5
	19:00	46,5		07:00	64,4
	20:00	51,2		08:00	64,8
	21:00	54,9		09:00	64,1
	22:00	58,5		10:00	65,7
	23:00	60,6		11:00	63,6
	00:00	61,7		12:00	63,5
				13:00	63,3

MINIMA	30,0
MÁXIMA	65,7
MÉDIA	54,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B11 (2,40 X 2,40 X 1,65) 9,50 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +/- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46778	35,0	12/04/2025		29,8	33,0
	46786	35,0	12/04/2025		29,8	33,0

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
12/04/2025	13:00	29,3	13/04/2025	01:00	64,3
	14:00	32,8		02:00	64,1
	15:00	35,5		03:00	65,8
	16:00	39,0		04:00	65,6
	17:00	45,5		05:00	65,3
	18:00	50,5		06:00	66,6
	19:00	54,3		07:00	66,8
	20:00	58,8		08:00	66,4
	21:00	60,4		09:00	66,1
	22:00	62,3		10:00	65,6
	23:00	64,8		11:00	65,3
	00:00	64,5		12:00	-

MINIMA	29,3
MÁXIMA	66,8
MÉDIA	57,4

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B12 (2,40 X 2,40 X 1,65) 9,50 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +/- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45663	35,0	07/02/2025			
	45665	35,0	07/02/2025			

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
07/02/2025	13:00	42,9	08/02/2025	01:00	65,5
	14:00	47,3		02:00	66,9
	15:00	51,6		03:00	66,5
	16:00	56,2		04:00	66,7
	17:00	59,6		05:00	66,0
	18:00	62,8		06:00	64,9
	19:00	64,0		07:00	64,8
	20:00	64,6		08:00	65,8
	21:00	65,0		09:00	65,2
	22:00	65,4		10:00	65,9
	23:00	65,6		11:00	65,7
	00:00	65,6		12:00	65,9

MINIMA	42,9
MÁXIMA	66,9
MÉDIA	62,5

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B13 (3,50 X 2,40 X 2,10) 17,64 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45758	35,0	13/02/2025	08:34	27,0	27,7
	45759	35,0	13/02/2025	08:45	27,2	27,6
	45762	35,0	13/02/2025	09:28	27,9	29,2

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
13/02/2025	13:00	28,8	14/02/2025	01:00	67,4
	14:00	39,5		02:00	68,8
	15:00	40		03:00	68,3
	16:00	50		04:00	68,7
	17:00	54,2		05:00	69,3
	18:00	60,5		06:00	68,7
	19:00	64		07:00	68,3
	20:00	65,8		08:00	68,2
	21:00	66,7		09:00	67,7
	22:00	66,2		10:00	67,3
	23:00	66,0		11:00	67
	00:00	67,8		12:00	66,7

MINIMA	28,8
MÁXIMA	69,3
MÉDIA	61,9

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B14 (3,50X 2,40 X 2,20) 18,48 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46567	35,0	31/03/2025	09:49	22,8	23,9
	46572	35,0	31/03/2025	11:10	29,1	34,5
	46578	35,0	31/03/2025	12:31	31,0	31,9

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
31/03/2025	13:00	45,0	01/04/2025	01:00	66,6
	14:00	47,5		02:00	64,6
	15:00	50,9		03:00	64,9
	16:00	56,3		04:00	65,1
	17:00	59,4		05:00	65,8
	18:00	61,8		06:00	66,3
	19:00	63,6		07:00	66,4
	20:00	63,9		08:00	66,5
	21:00	66,3		09:00	66,5
	22:00	66,5		10:00	66,3
	23:00	66,2		11:00	65,2
	00:00	66,2		12:00	64,6
				13:00	66,2

MINIMA	45,0
MÁXIMA	66,6
MÉDIA	62,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B15 (3,50 X 2,40 X 2,20) 18,48 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46638	35,0	04/04/2025			
	46643	35,0	04/04/2025			
	46645	35,0	04/04/2025			

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
04/04/2025	13:00	31,3	05/04/2025	01:00	66,1
	14:00	32,8		02:00	66,0
	15:00	34,3		03:00	66,3
	16:00	36,7		04:00	65,2
	17:00	37,9		05:00	65,9
	18:00	42,8		06:00	65,7
	19:00	47,5		07:00	65,3
	20:00	48,9		08:00	65,0
	21:00	51,3		09:00	64,9
	22:00	53,2		10:00	64,9
	23:00	60,9		11:00	64
	00:00	64,7		12:00	

MINIMA	31,3
MÁXIMA	66,3
MÉDIA	54,9

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B16 (3,50X 2,40 X 2,10) 17,64 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46342	35,0	18/03/2025	08:50	28,5	29,8
	46343	35,0	18/03/2025	09:10	28,3	29,8
	46345	35,0	18/03/2025	09:31	27,5	31,4
	46347	35,0	18/03/2025	11:11	29,4	32,3
	46348	35,0	18/03/2025	11:28	29,4	31,4

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
18/03/2025	13:00	37,6	19/03/2025	01:00	64,6
	14:00	43,2		02:00	64,6
	15:00	46,3		03:00	64,7
	16:00	50,4		04:00	64,8
	17:00	55		05:00	63,0
	18:00	56,3		06:00	65,5
	19:00	58		07:00	62,4
	20:00	59,1		08:00	62,2
	21:00	62,8		09:00	62,3
	22:00	63,9		10:00	61,3
	23:00	64,1		11:00	61,9
	00:00	64,3		12:00	61,6
				13:00	61,7

MINIMA	37,6
MÁXIMA	65,5
MÉDIA	59,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO

BLOCO B17 (2,40 X 2,40 X 1,65) 9,50 m³

CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm

CAMADA	CAMINHÃO	Fck	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46887	35,0	17/04/2025	11:08		
	46891	35,0	17/04/2025	12:10		

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO

DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/04/2025	13:00	43,5	18/04/2025	01:00	67,2
	14:00	47,6		02:00	67,4
	15:00	52,8		03:00	67,2
	16:00	56,8		04:00	67,1
	17:00	60,4		05:00	66,7
	18:00	65,0		06:00	66,5
	19:00	65,3		07:00	66,3
	20:00	66,4		08:00	-
	21:00	66,0		09:00	-
	22:00	66,3		10:00	-
	23:00	66,7		11:00	-
	00:00	66,9		12:00	-

MINIMA	43,5
MÁXIMA	67,4
MÉDIA	62,7

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B18 (3,02 X 3,02 X 2,10) 19,15 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45660	35,0	07/02/2025			
	45661	35,0	07/02/2025			
	45663	35,0	07/02/2025			

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
07/02/2025	13:00	42,5	08/02/2025	01:00	66,4
	14:00	48,4		02:00	66,0
	15:00	53,2		03:00	67,2
	16:00	58,4		04:00	67,0
	17:00	62,8		05:00	66,2
	18:00	64,2		06:00	66,0
	19:00	65,3		07:00	65,3
	20:00	65,8		08:00	65,8
	21:00	66,1		09:00	65,3
	22:00	66,5		10:00	65,7
	23:00	66,8		11:00	65,4
	00:00	66,7		12:00	65,3
				13:00	63,3

MINIMA	42,5
MÁXIMA	67,2
MÉDIA	63,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B19 (5,40 X 2,40 X 1,60) 20,74 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +/- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	44954	35,0	17/12/2024	10:31	29,2	33,5
	107.2244	35,0	17/12/2024	11:05	28,5	31,8
	107.2245	35,0	17/12/2024	12:26	28,1	28,9

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/12/2024	13:00	30,3	18/12/2024	01:00	63,5
	14:00	30,2		02:00	64,8
	15:00	30,5		03:00	64,8
	16:00	31,7		04:00	64,9
	17:00	33,7		05:00	65,2
	18:00	37,4		06:00	66,4
	19:00	41,3		07:00	65,9
	20:00	47,9		08:00	66,0
	21:00	51,7		09:00	66,1
	22:00	55,6		10:00	65,4
	23:00	59,2		11:00	65,4
	00:00	63,0		12:00	65,3
				13:00	65,2

MINIMA	30,2
MÁXIMA	66,4
MÉDIA	54,5

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B20 (3,90 X 3,90 X 1,60) 24,34 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45306	35,0	17/01/2025	08:23	26,0	26,0
	45307	35,0	17/01/2025	08:40	25,8	28,4
	45308	35,0	17/01/2025	08:52	26,1	28,4
	45309	35,0	17/01/2025	09:40	27,0	30,4

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/01/2025	13:00	31,4	18/01/2025	01:00	62,8
	14:00	33,1		02:00	62,9
	15:00	36,0		03:00	63,7
	16:00	40,0		04:00	63,4
	17:00	46,6		05:00	63,1
	18:00	50,9		06:00	63,0
	19:00	54,8		07:00	63,0
	20:00	59,4		08:00	63,2
	21:00	61,8		09:00	62,9
	22:00	62,8		10:00	62,6
	23:00	64,5		11:00	62,1
	00:00	62,8		12:00	62,0

MINIMA	31,4
MÁXIMA	64,5
MÉDIA	56,6

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B21 (3,90 X 6,90 X 1,80) 48,44 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	45273	35,0	15/01/2025	08:23	17,2	28,7
	45274	35,0	15/01/2025	08:43	17,4	29,0
	45275	35,0	15/01/2025	09:07	17,2	27,6
	45276	35,0	15/01/2025	09:46	16,9	29,2
	45277	35,0	15/01/2025	10:27	19,6	32,0
	45280	35,0	15/01/2025	10:48	19,9	34,0

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
15/01/2025	13:00	28,6	16/01/2025	01:00	53,6
	14:00	30,8		02:00	54,8
	15:00	33,2		03:00	56,5
	16:00	38,7		04:00	57,8
	17:00	40,1		05:00	57,4
	18:00	43,3		06:00	56,7
	19:00	48,1		07:00	56,3
	20:00	50,9		08:00	56,2
	21:00	50,8		09:00	56,2
	22:00	51,5		10:00	56,1
	23:00	52		11:00	55,6
	00:00	52,7		12:00	-

MINIMA	28,6
MÁXIMA	57,8
MÉDIA	49,5

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B22 (3,90 X 3,90 X 1,60) 24,34 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46768	35,0	12/04/2025	08:41	28,5	29,0
	46774	35,0	12/04/2025		29,3	31,0
	46775	35,0	12/04/2025		29,5	32,5
	46778	35,0	12/04/2025		29,8	33,0

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
12/04/2025	13:00	32,3	13/04/2025	01:00	65,8
	14:00	34,2		02:00	65,6
	15:00	37,9		03:00	65,5
	16:00	42,5		04:00	65,2
	17:00	49,2		05:00	65,4
	18:00	52,2		06:00	65,5
	19:00	56,2		07:00	65,3
	20:00	60,4		08:00	64,9
	21:00	61,8		09:00	64,3
	22:00	64,6		10:00	64,0
	23:00	65,9		11:00	-
	00:00	65,2		12:00	-

MINIMA	32,3
MÁXIMA	65,9
MÉDIA	57,9

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B23 (5,40X 2,40 X 1,60) 20,73 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46343	35,0	18/03/2025	09:10	28,3	29,8
	46345	35,0	18/03/2025	09:31	27,5	31,4
	46347	35,0	18/03/2025	11:11	29,4	32,3
	46348	35,0	18/03/2025	11:28	29,4	31,4

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
18/03/2025	13:00	38,7	19/03/2025	01:00	62,5
	14:00	39,1		02:00	62,6
	15:00	39,4		03:00	62,8
	16:00	45,3		04:00	62,9
	17:00	49,3		05:00	64,6
	18:00	57,3		06:00	64,0
	19:00	60,8		07:00	63,8
	20:00	60,1		08:00	63,3
	21:00	61,5		09:00	63,6
	22:00	61,9		10:00	63,0
	23:00	62,1		11:00	62,9
	00:00	62,3		12:00	62,5
				13:00	62,4

MINIMA	38,7
MÁXIMA	64,6
MÉDIA	58,3

RELATÓRIO DE CONTROLE DE TEMPERATURA DO CONCRETO						
BLOCO B24 (3,02 X 3,02 X 2,10) 19,15 m³						
CONCRETO 35 Mpa - CP IV - SLUMP 160 +- 30 mm						
CAMADA	CAMINHÃO	FcK	DATA	HORA (min)	TEMPERATURA DO CAMINHÃO C°	TEMPERATURA AMBIENTE (C°)
1	46891	35,0	17/04/2025			
	46893	35,0	17/04/2025			
	46896	35,0	17/04/2025			
	46899	35,0	17/04/2025			

TEMPERATURA NO NÚCLEO DO BLOCO					
DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°	DATA DO ACOMPANHAMENTO	HORA (min)	TEMPERATURA C°
17/04/2025	13:00	36,2	18/04/2025	01:00	65,9
	14:00	38,8		02:00	67,2
	15:00	42,3		03:00	67,1
	16:00	49,0		04:00	67,0
	17:00	52,7		05:00	66,8
	18:00	58,7		06:00	66,2
	19:00	60,4		07:00	66,0
	20:00	63,8		08:00	-
	21:00	63,7		09:00	-
	22:00	63,2		10:00	-
	23:00	64,8		11:00	-
	00:00	64,7		12:00	-

MINIMA	36,2
MÁXIMA	67,2
MÉDIA	59,2