

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Filipe William Almeida de Avila Brocardo

**AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA ARGAMASSA ESTABILIZADA
FORNECIDA PARA REVESTIMENTO EXTERNO DE OBRA
MULTIRESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE/RS**

Porto Alegre,
Maio de 2022

FILIFE WILLIAM ALMEIDA DE AVILA BROCARDO

**AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA ARGAMASSA ESTABILIZADA
FORNECIDA PARA REVESTIMENTO EXTERNO DE OBRA
MULTIRESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE/RS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Angela Borges Masuero
Coorientadora: Caroline Giordani

Porto Alegre,
Maio de 2022

FILIFE WILLIAM ALMEIDA DE AVILA BROCARDO

**AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA ARGAMASSA ESTABILIZADA
FORNECIDA PARA REVESTIMENTO EXTERNO DE OBRA
MULTIRESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE/RS**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado
para a obtenção do título de Engenheiro Civil
e aprovado em sua forma final
pela orientadora e coorientadora.

Porto Alegre, 13 de maio de 2022

Professora Angela Borges Masuero, PhD
Engenheira civil, Brasil
Orientadora

Caroline Giordani, Ma.
Engenheira civil, Brasil
Coorientadora

Banca Examinadora

Professor Aldo Leonel Temp (UNIPAMPA), Me.
Mestre pela Universidade Federal de Santa Maria

Thaís do Socorro Matos da Silva, Ma.
Mestra pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família. A meu pai e minha mãe, Sylvio e Cíntia, e minha irmã Amanda, que me ajudaram, apesar de todas as dificuldades e me deram condições para que fosse possível concluir não só este trabalho, mas a graduação como um todo. Sem a ajuda deles nada disso teria sido possível.

À professora Angela Borges Masuero não apenas pelo papel de orientadora neste trabalho, mas também pelo papel de amiga e de professora, estando sempre disponível quando precisei.

À Caroline Giordani pelo papel de Coorientadora, mas principalmente pelo papel de amiga e de âncora, me ajudando nos momentos mais difíceis. Foram diversas reuniões, trocas de mensagens e revisões, que me ajudaram muito quando eu estava perdido. Não foi fácil me aguentar, e sem esta ajuda, este trabalho não teria sido terminado.

À minha namorada, Sara, por todo o apoio e compreensão pelos momentos onde precisei ficar distante para me dedicar a graduação.

Ao funcionário do NORIE, Airton, por estar sempre disposto a ajudar nos ensaios, mesmo durante a pandemia.

A todos os professores que me deram aula e ajudaram a formar não apenas um profissional melhor, mas uma pessoa melhor. Admiro todos vocês, sem exceção, não seria justo colocar o nome de apenas alguns aqui.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, foi uma longa e difícil estrada, mas com a ajuda de todos consegui superar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama do esquema de moldagens e ensaios realizados	11
Figura 2: Molde cilíndrico utilizado para determinação da densidade no estado fresco.....	11
Figura 3: Croqui mesa compactadora.....	12
Figura 4: Mesa compactadora: (a) vista superior e (b) vista lateral	13
Figura 5: Temperaturas e umidades relativas do ar ao longo do tempo de estudo no ambiente de cura das argamassas	15
Figura 6: Valores para densidade de massa no estado fresco.....	16
Figura 7: Teor de ar incorporado	17
Figura 8: Resistência à compressão axial	18
Figura 9: Comparação entre resistência à compressão e temperatura	19
Figura 10: Comparação entre resistência à compressão e umidade relativa	20
Figura 11: Resistência à tração na flexão	21
Figura 12: Comparação entre resistência à tração na flexão e temperatura	22
Figura 13: Densidade de massa aparente no estado endurecido.....	23
Figura 14: Módulo de elasticidade dinâmico	24
Figura 15: Coeficiente de capilaridade	25
Figura 16: Comparação entre resistência à tração na flexão e resistência à compressão	27
Figura 17: Comparação entre densidades de massa no estado fresco e endurecido.....	28
Figura 18: Comparação entre a resistência à compressão e o teor de ar incorporado.....	28
Figura 19: Comparação entre resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido	29
Figura 20: Comparação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade dinâmico ..	29
Figura 21: Comparação entre coeficiente de capilaridade e teor de ar incorporado	30
Figura 22: Relação entre densidade de massa no estado endurecido e o teor de ar incorporado	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Designação da argamassa fornecida pela usina.....	10
Tabela 2: Análise estatística das resistências à compressão e tração na flexão	19
Tabela 3: Análise estatística da densidade de massa aparente no estado endurecido	23
Tabela 4: Análise estatística do módulo elástico dinâmico	24
Tabela 5: Análise estatística do coeficiente de capilaridade	25
Tabela 6: Médias semana a semana, dia a dia	26
Tabela 7: Classificações da argamassa de segunda-feira, terça-feira e quarta-feira especificada no laudo e encontrada na presente pesquisa	26
Tabela 8: Classificação do coeficiente de capilaridade da argamassa de quarta-feira especificada no laudo e encontrada na presente pesquisa	26

BROCARD, F. W. A. de A. AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA ARGAMASSA ESTABILIZADA FORNECIDA PARA REVESTIMENTO EXTERNO DE OBRA MULTIRESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE/RS. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ASSESSMENT OF THE VARIABILITY OF THE READY MIXED MORTAR PROVIDED FOR EXTERNAL COATING OF MULTIRESIDENCIAL WORK IN PORTO ALEGRE/RS

RESUMO

A argamassa estabilizada ganhou espaço na construção civil devido ao aumento da produtividade e pela praticidade que proporciona, uma vez que não é preciso dosar e misturar a argamassa no canteiro. É um material relativamente novo e portanto não existe nenhuma normalização a respeito deste produto. Apesar de ser um material que começou a ser bastante empregado pelas construtoras, poucos são os trabalhos que mostram o desempenho ou características dos produtos disponibilizados no mercado local, regional ou nacional. Este trabalho tem por objetivo realizar o controle tecnológico das argamassas estabilizadas 36h para revestimento externo produzida em central na região da Grande Porto Alegre, fornecida a uma empresa construtora ao longo de 12 semanas, através do acompanhamento das propriedades da mesmas. O material foi avaliado no estado fresco, quanto à densidade de massa e o teor de ar incorporado, e no estado endurecido, quanto às propriedades mecânicas e de absorção de água, com corpos de prova moldados em obra. Com base nos resultados encontrados é possível concluir que a usina não conseguiu manter todas as propriedades constantes ao longo do tempo do estudo devido às diferenças significativas encontradas pelo método de Análise de Variância (ANOVA) quando comparadas as moldagens, resultando inclusive em variabilidade na classificação das argamassas conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005). Além disso, quando comparados com os valores obtidos por laudo técnico fornecido pela própria usina, observou-se que a argamassa acompanhada pelo estudo possui diferenças nos resultados, visto que o laudo classifica a argamassa em apenas uma designação da NBR 13281 (ABNT, 2005) e o presente artigo enquadra as argamassas em estudo, sempre em mais de uma classificação. Por fim, é possível concluir que a variabilidade encontrada é correspondente às propriedades da própria argamassa, e não a erros nos processos de moldagens e ensaios, uma vez que existe relação direta nos resultados destes, tanto no estado fresco, quanto no endurecido.

Palavras chave: Argamassa estabilizada. Propriedades. Comportamento. Variabilidade. Propriedades ao longo do tempo

ABSTRACT

Ready-to-mix mortar has gained space in civil construction due to the increase in productivity and the practicality it provides, since it is not necessary to dose and mix the mortar at the construction site. It is a relatively new material and therefore there is no standardization regarding this product. Despite being a material that began to be widely used by construction companies, there are few papers that show the performance or characteristics of products available in the local, regional, or national market. This paper aims to carry out the technological control of the 36h ready mixed mortar for external coating produced in a plant in the Greater Porto Alegre region, supplied to a construction company, through the monitoring of its properties over 12 weeks. The material was evaluated in the fresh state,

regarding the mass density and the content of incorporated air, and in the hardened state, regarding the mechanical properties and water absorption, with specimens molded on site. The results found allow us to conclude that the plant was not able to keep all the properties constant over the time of the study due to the significant differences found by the Analysis of Variance (ANOVA) method when comparing the molds, resulting in variability in the classification of mortars according to NBR 13281 (ABNT, 2005). In addition, when compared with the values obtained by a technical report provided by the plant itself, it can be noted that the mortar accompanied by the study has differences in the results, since the report classifies the mortar in only one designation of NBR 13281 (ABNT, 2005) and this article classifies the mortars under study, always in more than one designation. Finally, it is possible to conclude that the variability found corresponds to the properties of the mortar itself, and not to errors in the molding and testing processes, since there is a direct relationship in the results of these, both in the fresh and hardened state.

Keywords: Ready-to-mix mortar. Ready mixed mortar. Properties. Behavior. Variability. Properties over time.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente busca por uma maior produtividade no setor da construção civil, novas tecnologias estão em constante desenvolvimento. O surgimento dos concretos usinados, (aproximadamente na década de 30, no mundo, e na década de 50, no Brasil), garantiram uma maior homogeneização dos insumos, processos de mistura e, conseqüentemente, do material final (COUTO *et al.*, 2013). As propriedades do concreto passaram a ser garantidas pela usina, que possui um processo com maior controle tecnológico, o que proporcionou não só um aumento significativo na qualidade do produto, mas também a melhoria da resistência dos concretos (COUTO *et al.*, 2013).

Neste contexto também surge a argamassa estabilizada (na década de 70), que é uma mistura dosada em central, e que tem suas características no estado fresco mantidas por períodos que vão até 72 horas (CASALI *et al.*, 2018). Seu uso para assentamento de alvenaria e revestimentos externos e internos vem crescendo cada vez mais no Brasil, devido às vantagens que pode proporcionar para a área da construção civil, como a redução do estoque de insumos para a produção *in loco*; controle de dosagem e mistura da argamassa nas usinas, sendo retirado este processo da obra; um considerável aumento na produtividade dos serviços de assentamento e revestimento; além de uma maior homogeneidade das argamassas fornecidas, com garantia das suas propriedades no estado fresco e endurecido (BAUER *et al.*, 2015).

Apesar de constituir um material industrializado e de seu amplo uso na construção civil atualmente, as argamassas estabilizadas não possuem, no Brasil, uma norma que defina parâmetros para sua produção, transporte, estocagem, controle e uso, como demonstrado por Bauer *et al.* (2005) e Silva (2021). Aliando-se a isso, a falta de projetos de execução de revestimento de fachadas e um mercado que conta com mão de obra pouco ou não qualificada para execução do trabalho, são produzidos sistemas insatisfatórios, levando conseqüentemente à geração de manifestações patológicas e uma depreciação do material no mercado (TCATCH *et al.*, 2019).

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos quanto à dosagem de argamassas estabilizadas com diferentes materiais, como Bauer *et al.* (2015), Mario (2019) e Silva (2021), na caracterização do material entregue pelas usinas, principalmente ao longo do seu tempo de uso (MARIO, 2019). Porém, existe uma lacuna quanto à avaliação das propriedades ao longo do tempo de fornecimento, ou seja, dos diferentes lotes de argamassa produzidos pela usina.

Portanto, dentre os diversos fatores que influenciam no revestimento de argamassa, o presente trabalho pretende propor uma discussão a respeito do produto, mais especificamente quanto a sua qualidade, no que diz respeito a constância ou não das propriedades ao longo do tempo de fornecimento. Para isso, acompanhou-se as propriedades no estado fresco e endurecido das argamassas estabilizadas recebidas em obra a partir de uma mesma central dosadora, durante três meses, as quais foram utilizadas para o revestimento externo de um conjunto habitacional multipavimentos. Por fim, espera-se contribuir para o desenvolvimento deste material e obtenção de parâmetros que possam auxiliar o desenvolvimento de normativas específicas para este material.

2 METODOLOGIA DE COLETA, MOLDAGENS E ENSAIOS

Nesta seção será discorrido sobre o procedimento para avaliação da argamassa estabilizada por 36h, utilizada para revestimento externo de um edifício residencial multifamiliar, a qual foi recebida por um período de 12 semanas no local da construção.

Salienta-se que a usina fornecedora da argamassa manteve-se a mesma durante este tempo. Quando ocorreu a contratação, a construtora requisitou a argamassa com 36h de estabilização, a qual possui um proporcionamento padrão dos materiais constituintes, definido pela usina. O laudo técnico de acompanhamento interno das propriedades deste padrão, ou seja, não especificamente de cada uma das argamassas que foram moldadas para este trabalho, estão contidos na Tabela 1. Informações mais detalhadas sobre o acompanhamento das características dos insumos e do material final ao longo do tempo não foram apresentadas. Como parâmetro de controle era fornecido o Slump (que deveria ser 14 ± 2 centímetros, mas não era verificado) da argamassa e, em obra, era feita a verificação visual e tátil pelo mestre de obras responsável.

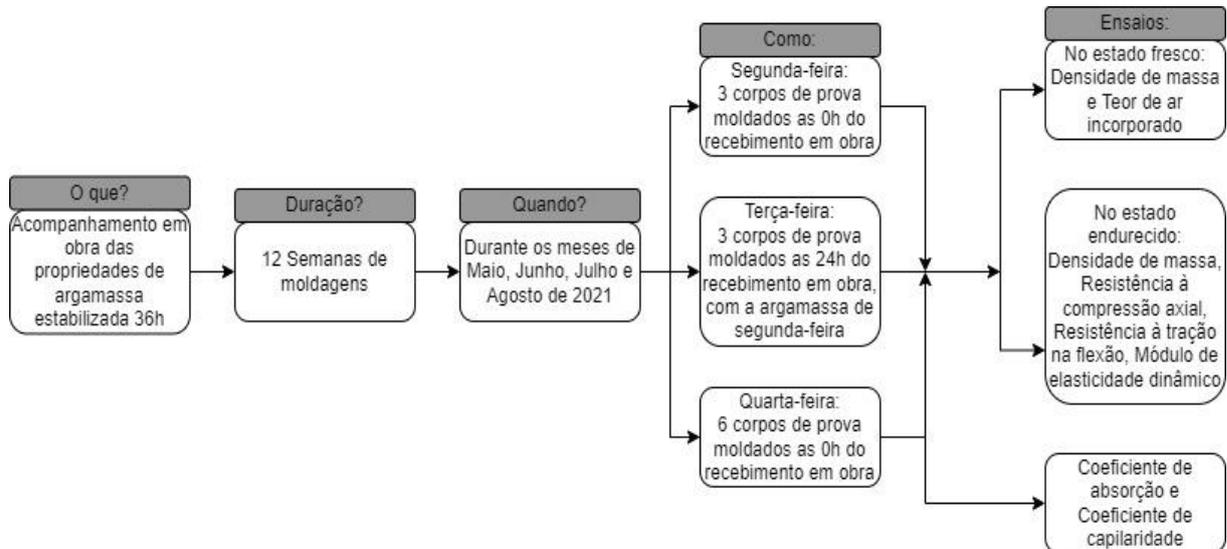
Tabela 1: Designação da argamassa fornecida pela usina

Designação da argamassa conforme NBR 13281:2005		
Resistência à compressão	2,5 a 4,5 MPa	P3
Resistência à tração na flexão	1,0 a 2,0 MPa	R2
Densidade no estado endurecido	1.400 a 1.800 kg/m ³	M4
Densidade no estado fresco	1.600 a 2.000 kg/m ³	D4
Coefficiente de capilaridade	1,0 a 2,5 g/dm ² .min ^{1/2}	C2
Retenção de água	-	-
Resistência potencial de aderência	≥ 0,30 MPa	A3

Fonte: Usina fornecedora da argamassa

A argamassa 36h era recebida na obra e estocada em caixas, fornecidas pela própria usina, com volume de um metro cúbico. Com um recipiente limpo e úmido, era retirado o volume suficiente a ser utilizado para as moldagens realizadas naquele mesmo dia. Portanto, para avaliação em 24h, também retirava-se o material diretamente das caixas de armazenamento. O acompanhamento da argamassa estabilizada ocorreu por meio de avaliação da densidade de massa no estado fresco e moldagens de corpos de prova de 4x4x16cm para avaliação no estado endurecido, e aconteceram semanalmente, conforme Figura 1.

Figura 1: Diagrama do esquema de moldagens e ensaios realizados



Fonte: Elaborado pelo autor

O processo de cura ocorreu em obra, na mesma sala da moldagem, com aproximadamente $3,5 \text{ m}^2$ de área, sendo a temperatura e a umidade relativa do ar ambiente, ou seja, sem climatização.

2.1 ENSAIOS NO ESTADO FRESCO

Para todas as argamassas estabilizadas recebidas e avaliadas neste trabalho, foi realizado o ensaio para determinar a densidade de massa no estado fresco, adaptado da NBR 13278 (ABNT, 2005). Para tal, utilizou-se um molde cilíndrico de PVC, de fabricação própria, de peso 89g, altura de 9,5cm, diâmetro de 7,2cm resultando em um volume de 372 cm^3 , como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2: Molde cilíndrico utilizado para determinação da densidade no estado fresco



Fonte: o autor

Comparando-se o parâmetro anterior com a densidade de massa teórica, foi possível calcular o teor de ar incorporado, de acordo com a mesma normativa. Enquanto o traço da argamassa foi fornecido pela usina, não foram fornecidas as massas específicas dos materiais. Desta forma, utilizou-se informações de insumos semelhantes, originados do trabalho de Mario (2019), o qual analisou argamassas também da região de Porto Alegre, sendo eles:

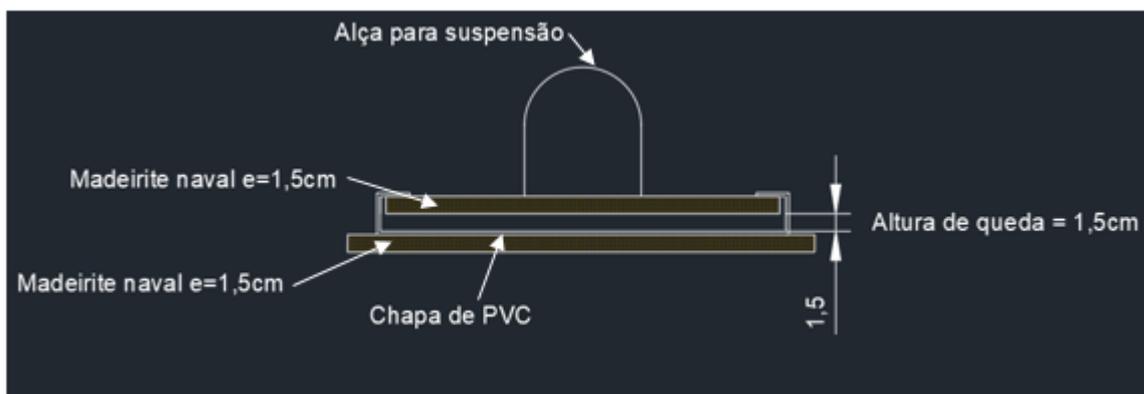
- a) Cimento Portland CP II F 40, com massa específica de $3,11 \text{ g/cm}^3$;
- b) Cal hidratada, com massa específica de $2,31 \text{ g/cm}^3$;
- c) Areia fina, com massa específica de $2,62 \text{ g/cm}^3$;
- d) Água, aditivos e adições considerados com 1 g/cm^3 .

Não foi possível avaliar outras propriedades no estado fresco visto que este ensaio e as moldagens dos corpos de prova foram feitos na própria obra, onde não eram dispostos de equipamentos mais sofisticados.

2.2 ENSAIOS NO ESTADO ENDURECIDO

A moldagem das amostras ocorreu adaptando-se o procedimento da NBR13279 (ABNT, 2005). Em formas de $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ devidamente limpas e revestidas de uma fina camada de óleo vegetal, foi adicionada uma quantidade de argamassa suficiente para preencher metade do volume. Com o auxílio de uma régua metálica, foram aplicados 20 golpes na argamassa (procedimento não exigido pela NBR 13279 mas adaptado da NBR 13278, pelo autor, para um melhor adensamento da argamassa nas formas), sem tocar o fundo da forma, para ocorrer seu adensamento e, logo após, a mesma era solta de uma altura de 1,5 centímetros durante 30 vezes com o auxílio de uma mesa de compactação de fabricação própria como pode ser visto na Figura 3 (constituída de uma chapa de madeirite naval usada como base, presa a uma chapa de PVC dobrada usada como limitador. Colocava-se então outra chapa de madeirite naval que serviria como base para a forma de argamassa e com o auxílio das alças erguia-se a chapa de madeirite até esta bater no limitador de PVC, sendo então solta, como pode ser visto na Figura 4), procedimentos estes que foram adaptados para a moldagem *in loco* e que diferem em parte da recomendação normativa. O resto do volume da forma era preenchido com a argamassa e repetido o processo de adensamento. Por fim, com o auxílio de uma régua metálica, procedia-se para a regularização da superfície dos corpos de prova, os quais eram cobertos por um pano umedecido e permaneciam em local com temperatura e umidade ambientes. Para controle, foram anotados o horário da moldagem, o horário que a argamassa saiu da concreteira, a umidade relativa do ar e a temperatura na hora da moldagem que podem ser conferidos nos anexos.

Figura 3: Croqui mesa compactadora



Fonte: o autor

Figura 4: Mesa compactadora: (a) vista superior e (b) vista lateral



Fonte: o autor

Para a moldagem dos corpos de prova para o ensaio de absorção por capilaridade, as formas 4x4x16cm eram limpas e revestidas de plástico filme, e então eram repetidos os mesmos processos de adensamento, regularização da superfície e cura descritos anteriormente.

Após aproximadamente cinco dias, momento em que os corpos de prova estavam rígidos, os mesmos eram desformados e permaneciam em processo de cura por aproximadamente mais três semanas. Posteriormente, eram levados até o LAMTAC/NORIE/UFRGS (Laboratório de Materiais e Tecnologia do Ambiente Construído, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul) para realização dos ensaios no estado endurecido, aos 28 dias.

No total foram moldados 126 corpos de prova entre os dias 31 de maio de 2021 e 18 de agosto de 2021, totalizando 12 semanas.

Para cada idade de 28 dias foram ensaiadas três amostras moldadas na segunda-feira, três na terça-feira e três das seis amostras moldadas na quarta-feira foram ensaiadas para a determinação da resistência à tração na flexão e à compressão axial, do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica e da densidade de massa aparente no estado endurecido, conforme NBR13279 (ABNT, 2005), NBR15630 (ABNT, 2009) e NBR13280 (ABNT, 2005), respectivamente. No LAMTAC/NORIE/UFRGS, os ensaios de resistência mecânica foram realizados em prensa servo hidráulica EMIC, com célula de carga de 200kN. Para determinação do módulo de elasticidade dinâmico, utilizou-se o equipamento de ultrassom Proceq Pundit Lab e transdutores de 150 kHz, com o qual eram feitas três leituras de tempo, sendo considerado o menor dos três para a análise.

As 3 amostras restantes de quarta-feira foram ensaiadas para avaliação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade, adaptados da NBR15259 (ABNT, 2005). As modificações foram quanto ao tratamento inicial dos corpos de prova, sendo todos eles submetidos à secagem em $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por um período mínimo de 24h, para equalizar a umidade interna das amostras. Após resfriados em dessecador, foram revestidos lateralmente com plástico filme, mantendo-se apenas 1cm livre na borda inferior para o contato com a lâmina de água, e sua massa era determinada para o início do ensaio, conforme a Norma.

2.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS COM OS ENSAIOS

Para a análise, foram calculadas as médias e desvios padrão das argamassas (que podem ser vistos nos anexos), com os dados obtidos nos ensaios realizados aos 28 dias, contados a partir da data da moldagem das amostras. Além disso, os ensaios no estado endurecido, com 3 resultados cada, foram analisados estatisticamente no software Statistica 7.0, através da ANOVA (Análise de Variância), com nível de confiança de 95%.

As amostras moldadas na segunda-feira foram comparadas com as amostras moldadas na quarta-feira para todo o período em estudo, pois ambas foram moldadas no horário de recebimento na obra, ou seja, 0h.

Além disso, as amostras moldadas na segunda-feira foram comparadas com as amostras moldadas na terça-feira, visto que se tratam da mesma argamassa, apenas moldadas em momentos distintos, 0h e 24h após o recebimento em obra.

Para os dados obtidos de coeficiente de absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade, as amostras moldadas nas quartas-feiras exclusivamente para estes ensaios, serão comparadas entre si, semana a semana.

Por fim, os resultados foram classificados de acordo com a NBR 13281 (ABNT, 2005) e os limites foram identificados nas figuras contendo os resultados.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir deste item, a nomenclatura empregada para identificação das argamassas será na forma de uma sigla formada por uma letra e um número, por exemplo: S1, T1, Q1. A letra refere-se ao dia da semana que foi realizada a moldagem, ou seja, S moldagem realizada na segunda-feira, T na terça-feira e Q na quarta-feira, e o número refere-se a semana em que foi realizada a moldagem, ou seja, 1 igual primeira semana e assim sucessivamente.

Exemplos:

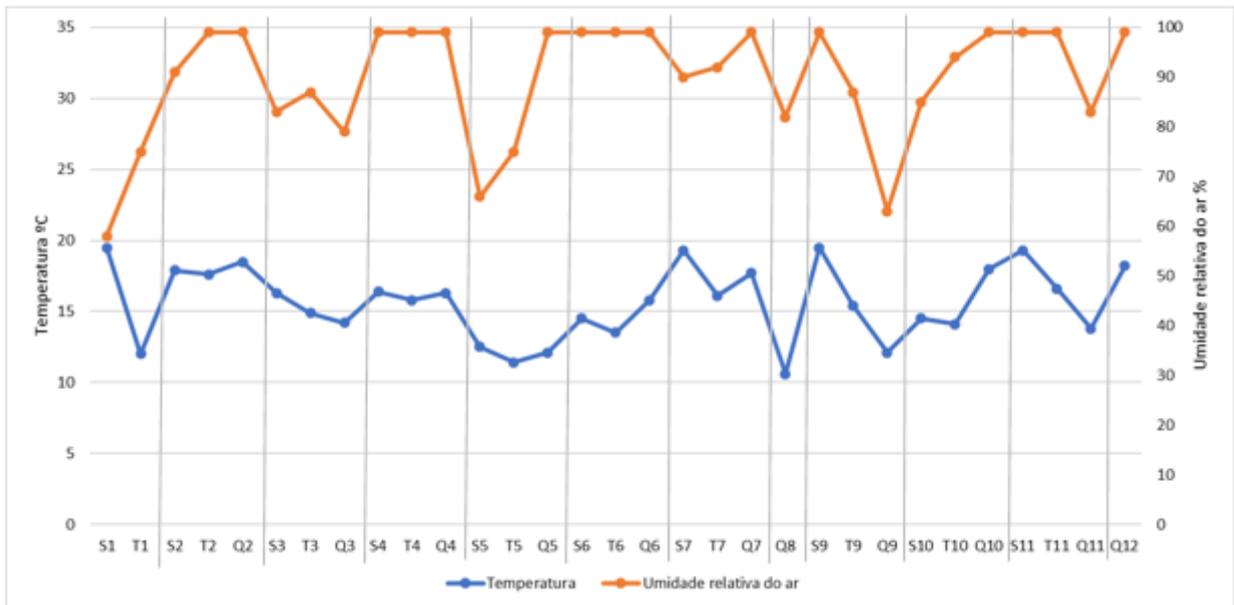
S1 = segunda-feira da primeira semana

T7 = terça-feira da sétima semana

Q11 = quarta-feira da décima primeira semana

Para todos os dias de moldagem, foram anotadas a temperatura e a umidade relativa do ar na hora do processo, obtidas com o auxílio de um termohigrômetro, as quais podem ser vistas na Figura 5.

Figura 5: Temperaturas e umidades relativas do ar ao longo do tempo de estudo no ambiente de cura das argamassas



Fonte: elaborado pelo autor

Os processos de moldagem e cura foram realizados entre os meses de maio e agosto de 2022, época de outono/inverno no Rio Grande do Sul, o que explica as temperaturas entre 10°C e 20°C da sala. A umidade manteve-se, na maioria das medições, acima de 70%. Com relação à influência da umidade relativa do ar, segundo Neville (1997), ambientes com umidades relativas abaixo de 80% apresentam uma reduzida hidratação dos materiais à base de cimento Portland. Mehta e Monteiro (1994) verificaram que a resistência de concretos curados sob condições úmidas tiveram resistências até 3 vezes maior. Portanto, pode-se dizer que estas foram condições favoráveis para a cura e desenvolvimento das resistências mecânicas de argamassas com cimento.

Além disso, a cura ter sido realizada em um ambiente pequeno e protegido das intempéries do tempo pode ter contribuído para o processo atingir melhores resultados. Uma hipótese para que a umidade relativa do ar tenha se mantido acima dos 70% em praticamente todo o tempo de estudo, é a possibilidade de que o próprio processo de cura tenha criado uma espécie de “estufa artificial” devido a evaporação da água dos corpos de prova que estavam estocados todos no mesmo ambiente.

3.1 DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO E TEOR DE AR INCORPORADO

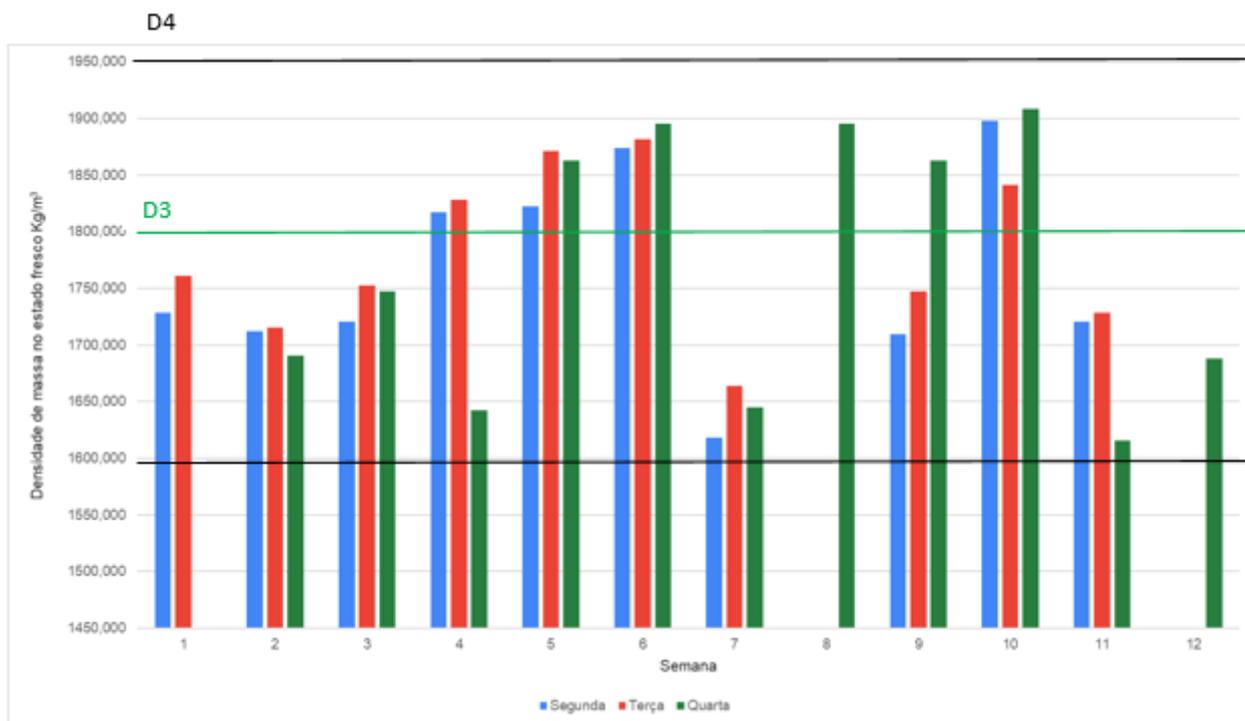
Neste item serão apresentados os resultados obtidos para a densidade de massa no estado fresco e para o teor de ar incorporado.

3.1.1 DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO FRESCO

A densidade de massa no estado fresco variou entre os valores de 1600 e 1900 kg/m³, aproximadamente, tanto para as argamassas de segunda-feira e quarta-feira moldadas às 0h do recebimento na obra, assim como para as argamassas de segunda-feira moldadas às 0h e 24h a partir do recebimento em obra, como pode-se observar na Figura 6. Estes valores de densidade nos permitem classificar a argamassa do presente estudo como uma argamassa D4

(1600 a 2000 kg/m³,) sendo algumas delas também classificadas como D3 (1400 a 1800 kg/m³), segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005).

Figura 6: Valores para densidade de massa no estado fresco das argamassas fornecidas ao longo do tempo



Fonte: elaborado pelo autor

A classificação da densidade de massa (D4) é a mesma que consta no laudo técnico de da argamassa estabilizada padrão (Tabela 1). Porém, a faixa D4 possui ampla variação, de 1600 a 2000 kg/m³, ou seja, abrange materiais com características bastante diferentes, com diferença de até 400kg/m³. Portanto, observando-se os valores, e não apenas a classificação, verifica-se que a alta variação dos valores sugere que a usina não conseguiu entregar uma argamassa com densidade de massa uniforme durante os três meses em que foi feito o estudo.

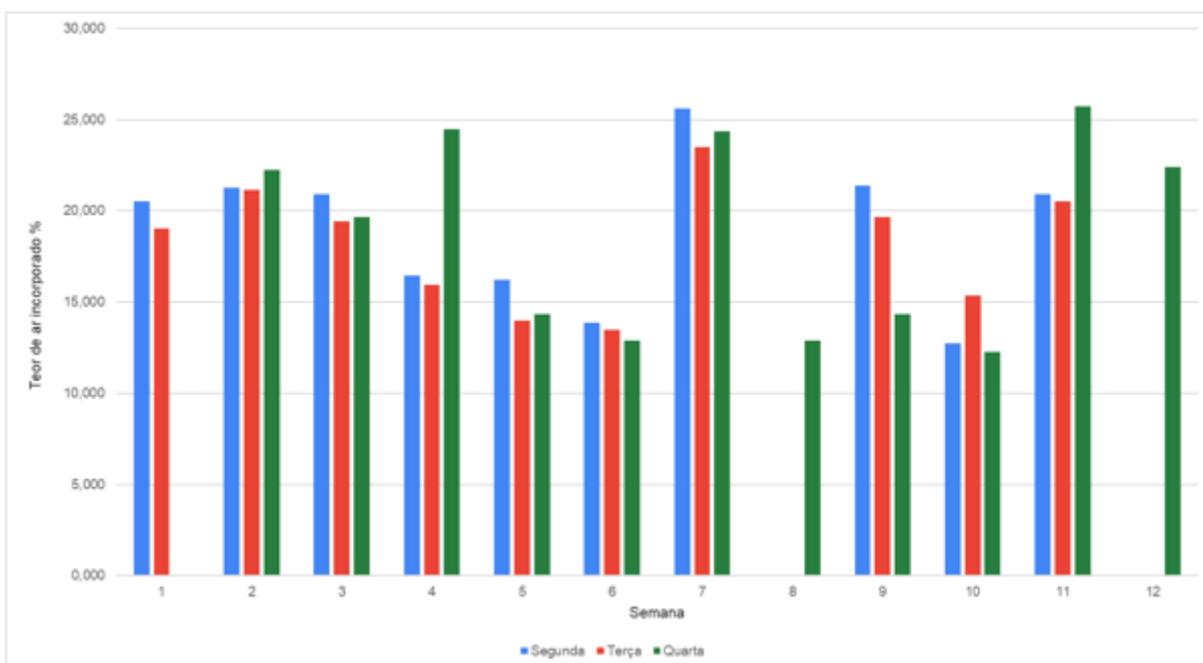
Esses valores estão dentro da faixa que Carasek (2010) considera normais em argamassas para aplicações convencionais, entre 1400 e 2300 Kg/m³. Porém, para argamassas estabilizadas 36h coletadas em diferentes obras, Mario (2019) que procurou avaliar, ao longo do tempo, as propriedades de argamassas estabilizadas 36h, sendo quatro coletadas diretamente no canteiro de obras e uma produzida em laboratório com materiais e proporções fornecidos pelo fabricante, observou valores de densidade entre 1730 e 1860 kg/m³. Silva (2021) analisou a manutenção da trabalhabilidade de argamassas estabilizadas moldadas com diferentes teores de ar incorporado ao longo do período de armazenamento e obteve densidades entre 1725 kg/m³ e 2010 kg/m³, constatando que argamassas com densidades acima de 1850Kg/m³ perderam sua trabalhabilidade mais rapidamente. Kebhard *et al.* (2017) que avaliou as propriedades de uma argamassa estabilizada 36h nos estados fresco e endurecido encontrou valores entre 1820 e 1860 Kg/m³, aproximadamente, e Pinheiro *et al.* (2019) que avaliou as propriedades, em diferentes tempo de utilização, de uma argamassa estabilizada 36h, observou valores que ficaram entre 1880 e 2060 Kg/m³. Portanto, pode-se ver que a argamassa deste estudo mostrou-se com valores similares aos demais, mas com

maior variabilidade que alguns dos estudos em questão, de quase 300kg/m³, inclusive com densidades menores de 1700 kg/m³.

3.1.2 TEOR DE AR INCORPORADO

O teor de ar incorporado apresentou comportamento contrário à densidade de massa, como era de se esperar, e pode ser observado na Figura 7. Os valores obtidos variaram entre 12% e 26%, aproximadamente, sugerindo novamente que a argamassa não manteve esta propriedade constante ao longo das 24h de análise e dos 3 meses de coleta. As argamassas estabilizadas de Mario (2019) apresentaram teores de ar entre 4,4% e 8,5%, no entanto ele explica que uma provável causa para isso pode ter sido a metodologia adotada, em que buscou as argamassas na obra e as transportou ainda frescas até o laboratório, o que pode ter afetado o teor de ar incorporado. Já as argamassas de Silva (2021) tiveram uma maior faixa de ar incorporado, entre aproximadamente 10% e 25% justamente porque a autora objetivava analisar a influência deste parâmetro nas propriedades da argamassa, e encontrou que argamassas com maiores teor de ar incorporados são menos densas e mantêm por mais tempo a trabalhabilidade, mas possuem uma menor resistência à tração na flexão, menor coeficiente de capilaridade e ocorre uma diminuição do módulo de elasticidade dinâmico. Keboard (2019), encontrou valores entre 17,2 % e 19,1%, e Roque e Polesello (2019) que analisaram as propriedades, ao longo do seu período de utilização e estabilização, de argamassas estabilizadas 36h para revestimento encontraram valores que ficaram entre 18,8 e 22,5%. Mais uma vez a argamassa em estudo possui teor de ar incorporado também encontrado em outras argamassas estabilizadas 36h, porém, novamente, com ampla variação.

Figura 7: Teor de ar incorporado das argamassas fornecidas ao longo do tempo



Fonte: elaborado pelo autor

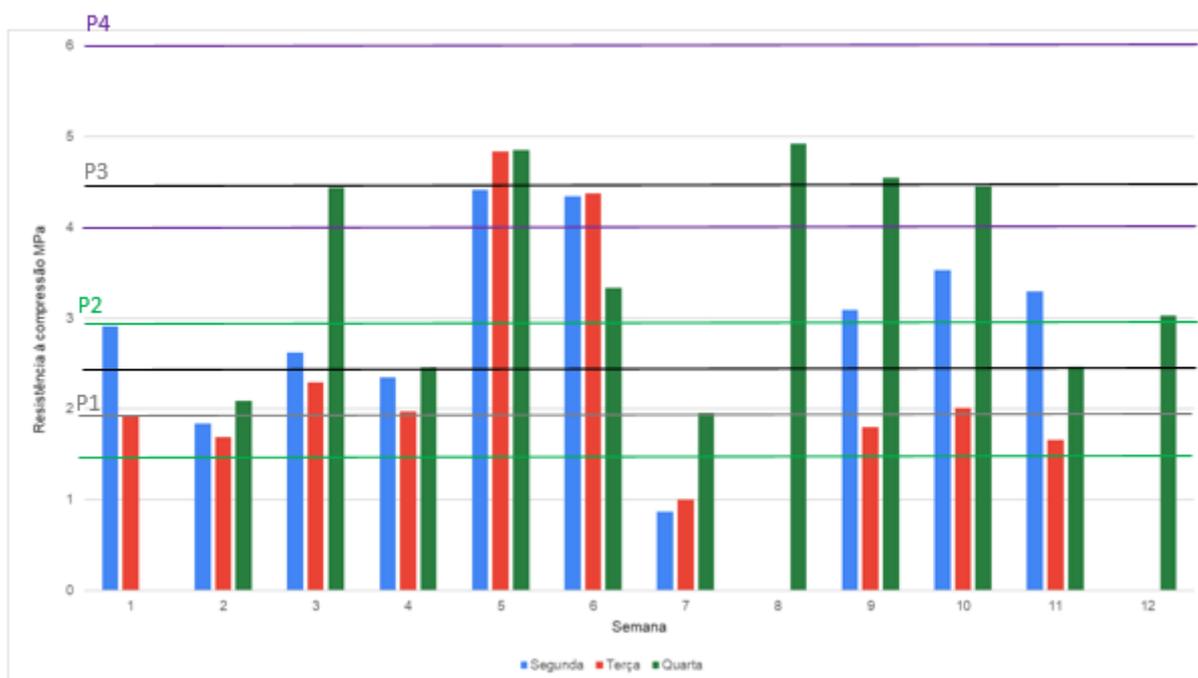
3.2 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

Neste item serão apresentados os resultados obtidos de resistência à compressão e flexão aos 28 dias das argamassas em estudo.

3.2.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO AXIAL

A resistência à compressão aos 28 dias (Figura 8) atingiu valores entre 0,8 Mpa e 4,9 MPa, o que classifica esta argamassa como P1, P2, P3 ou P4 segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005). Comparativamente com os valores obtidos por outros estudos, como, por exemplo, Mario (2019), que obteve valores entre 2,25 MPa e 7,4 MPa; Roque e Polesello (2013), que obtiveram valores entre 3,3 MPa e 6,4 MPa; e Kebhard (2019), que encontrou valores entre 4,8 e 5,7 MPa; pode-se observar que a argamassa deste trabalho se mostrou similar às demais na maioria das medições. No entanto, algumas delas (semana 2 e semana 7) obtiveram valores menores que 2 MPa, qualificando-as como P1, ou seja, a menor classificação de resistência à compressão da norma. Por fim, verifica-se que grande parte (semanas 3, 5, 6, 9, 10, 11 e 12 em pelo menos dois dos três dias de moldagem) delas atingiu a resistência observada no laudo técnico, na faixa P3 (2,5MPa a 4,5MPa).

Figura 8: Resistência à compressão axial das argamassas fornecidas ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor

A análise estatística pelo método ANOVA, como pode-se observar na Tabela 2, mostrou que existem diferenças significativas ao comparar as argamassas de segunda-feira e quarta-feira, moldadas às 0h no dia do recebimento em obra, assim como existem diferenças significativas entre as argamassas de segunda-feira e as de terça-feira, que correspondiam ao mesmo material, mas analisado em 0h e em 24h, respectivamente. Este dado nos mostra mais uma vez que a empresa contratada não conseguiu manter as propriedades da argamassa constantes ao longo dos três meses avaliados.

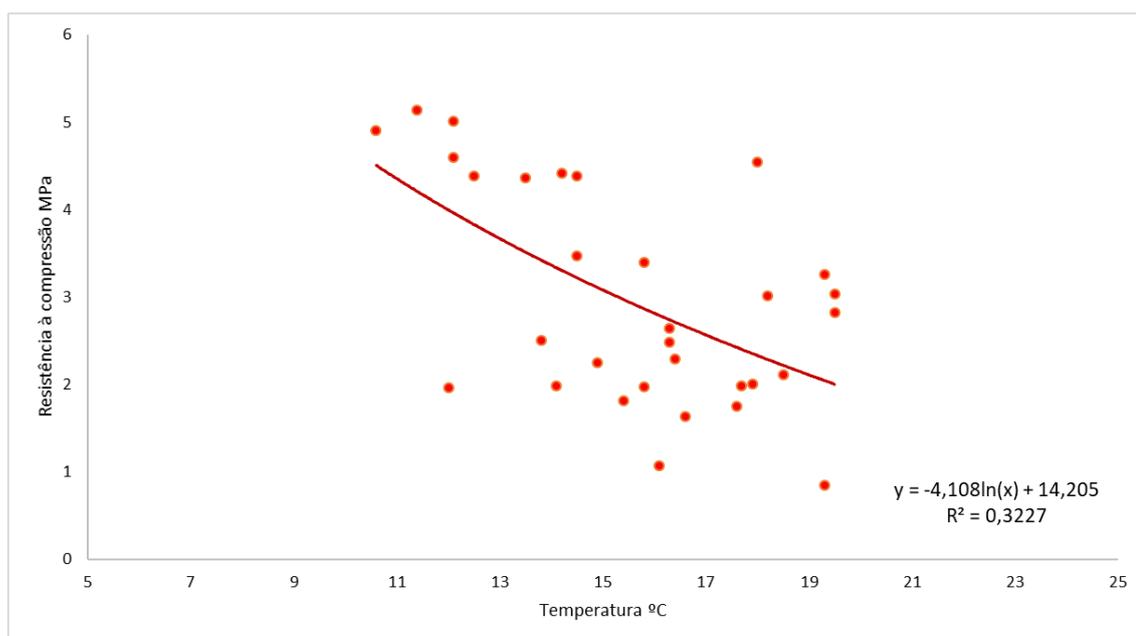
Tabela 2: Análise estatística das resistências à compressão e tração na flexão

Comparação	Resistência	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Probabilidade	Influência
Seg/Qua	Compressão	155,10	20	7,756	82,66	0,000	Sim
Seg/Qua	Tração	7,96	19	0,419	8,27	0,000	Sim
Seg/Ter	Compressão	14,50	9	1,610	18,40	0,000	Sim
Seg/Ter	Tração	0,93	8	0,116	2,35	0,038	Sim

Fonte: elaborado pelo autor

Como observa-se na Figura 9, ao comparar as médias das resistências à compressão encontradas com a temperatura na hora da moldagem, verifica-se uma influência da temperatura no valor da resistência à compressão. Identificou-se que, na maioria dos casos, as argamassas moldadas com menores temperaturas obtiveram maior resistência, enquanto que as menores resistências foram observadas em dias de maiores temperaturas. Isso provavelmente está associado à evaporação da água, o que pode ter prejudicado na hidratação do cimento, corroborando o exposto por Pires (2020) quando analisou o efeito, na resistência mecânica, da temperatura de cura de argamassas.

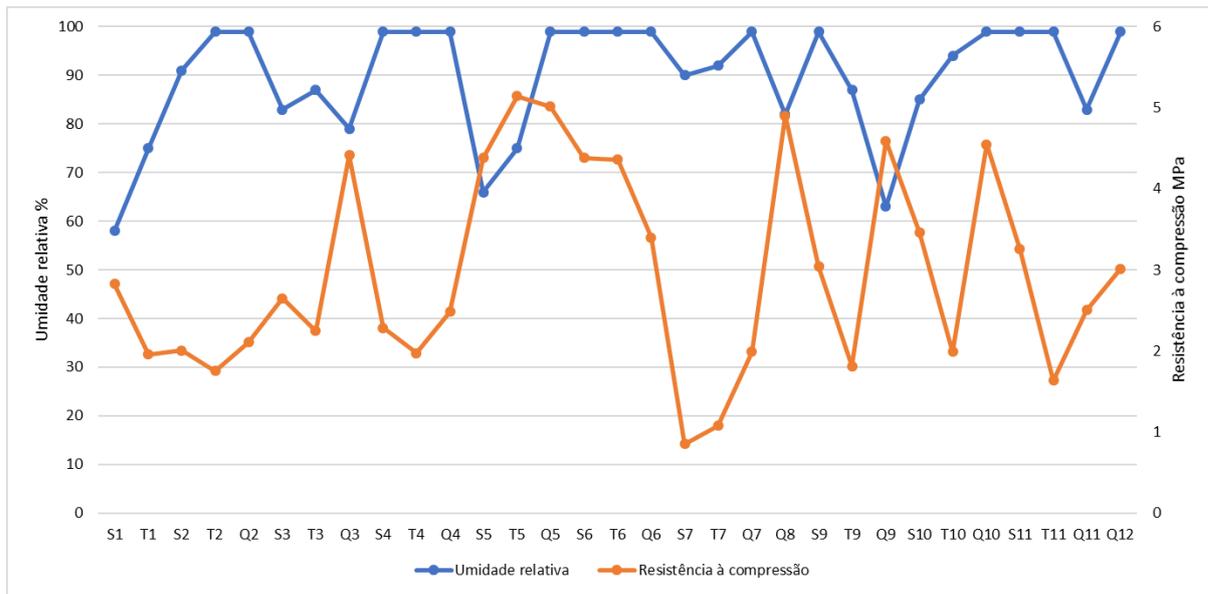
Figura 9: Comparação entre resistência à compressão e temperatura



Fonte: Elaborado pelo autor

Da mesma forma, pode-se notar uma tendência da argamassa a obter maiores resistências quanto menores forem as umidades relativas, conforme pode ser visto na Figura 10, e que difere do esperado, como demonstrado por Melo *et al.* (2018) que estudou se as propriedades da argamassa estabilizada no estado endurecido são influenciadas pela utilização da cura úmida e pode observar que sim, submeter a argamassa a um processo de cura úmida pode melhorar suas propriedades. Uma possível explicação, pode ser devido ao processo de cura dos corpos de prova, pois como todos os exemplares estavam armazenados no mesmo ambiente, com uma área pequena e sem ventilação assistida, a taxa de CO₂ contida no ar pode ter sido elevada a índices prejudiciais para a carbonatação da cal, como nos mostram Costa e Pacheco (2018), que buscavam avaliar o potencial de carbonatação de cinco diferentes tipos de cales hidratadas acondicionadas tanto em ambiente de laboratório, quanto em câmara de carbonatação, com umidade e temperatura controladas.

Figura 10: Comparação entre resistência à compressão e umidade relativa

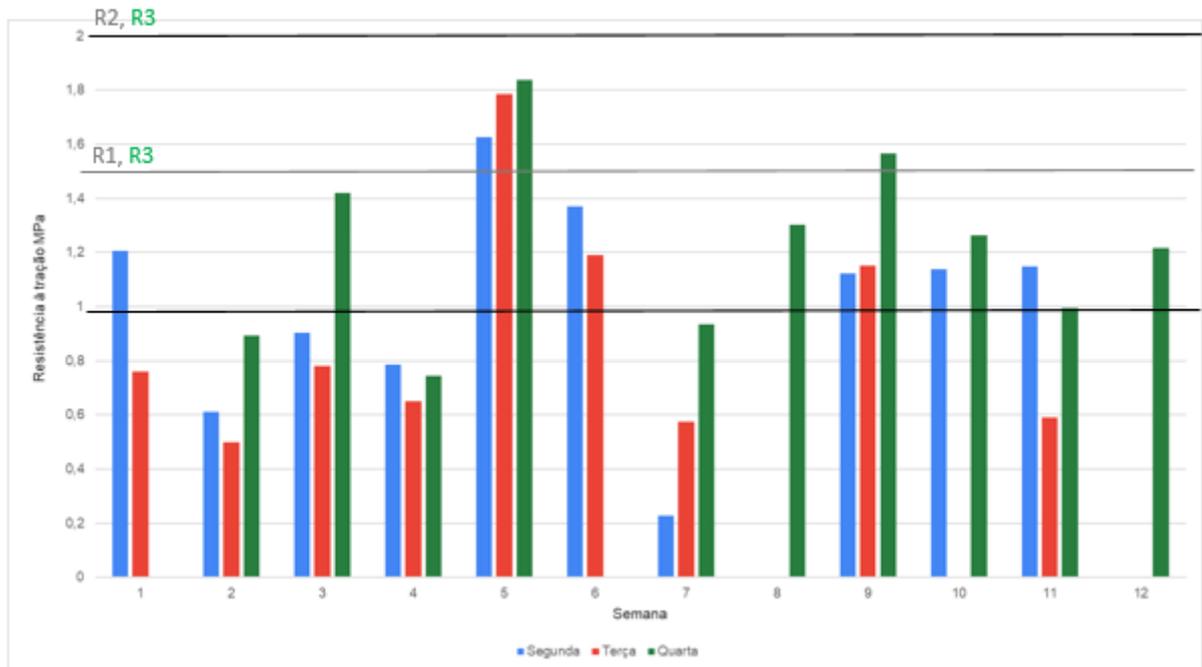


Fonte: Elaborado pelo autor

3.2.2 RESISTÊNCIA A TRAÇÃO NA FLEXÃO

A resistência à tração na flexão mostra um comportamento de curva semelhante ao da resistência à compressão, como esperado. Esta propriedade atingiu valores entre 0,25 MPa e 1,85 MPa, como pode ser visto na Figura 11, o que classifica a argamassa em estudo como uma R1, R2 ou R3, segundo a NBR 13281 (ABNT 2005). Porém, conforme laudo técnico, a resistência mínima a ser atingida deveria ser de 1MPa (classe R2), o que não foi atingido por grande parte das amostras, aproximadamente 44%. A argamassa em estudo mostrou valores similares aos estudos de Mario (2019), que obteve valores entre 0,83 MPa e 2,34 MPa, e de Roque e Polesello (2013), que obtiveram resultados entre 0,4 MPa e 2,8 MPa.

Figura 11: Resistência à tração na flexão das argamassas fornecidas ao longo do tempo

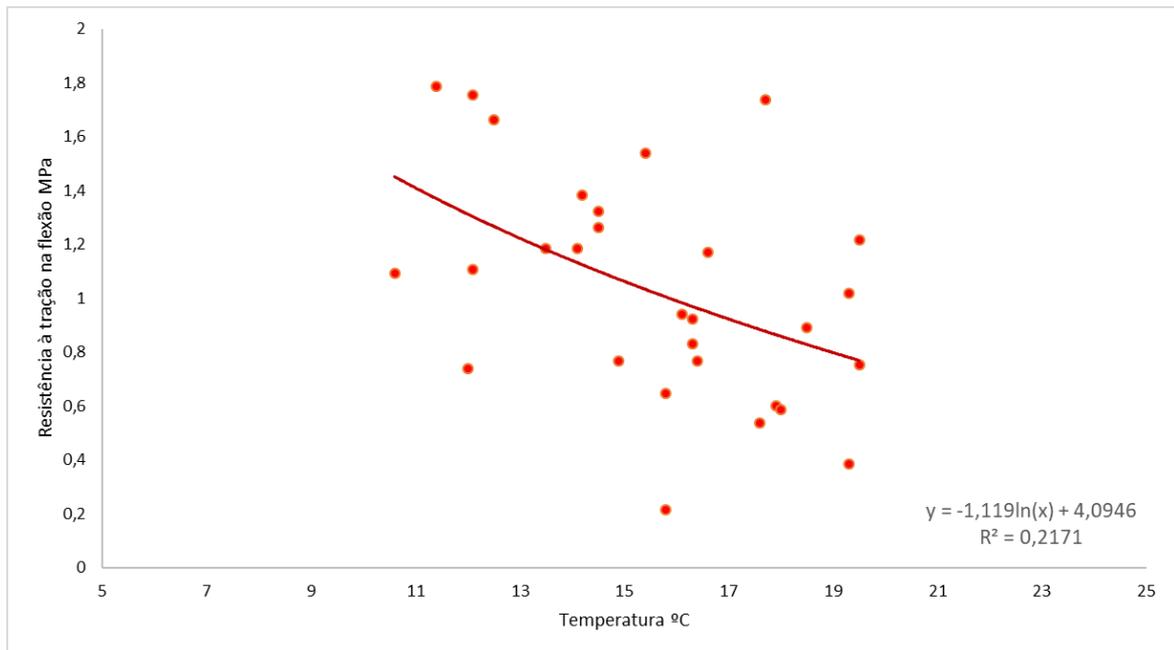


Fonte: Elaborado pelo autor

A análise estatística pelo método ANOVA, exibida na Tabela 2, mostra que existe diferença significativa tanto ao comparar as argamassas de segunda-feira e quarta-feira, ambas com 0h, e ao comparar as argamassas de segunda-feira e terça-feira, moldadas no momento da entrega e após 24h do recebimento, respectivamente. O resultado é condizente com os valores encontrados para a resistência à compressão e mostra, mais uma vez, que as propriedades da argamassa não apresentaram-se constantes ao longo dos três meses em que o estudo foi conduzido.

Da mesma forma, pode-se notar que a temperatura influencia na resistência à compressão, como pode ser observado sua influência na resistência à tração, onde as menores temperaturas resultam nas maiores resistências (Figura 12).

Figura 12: Comparação entre resistência à tração na flexão e temperatura

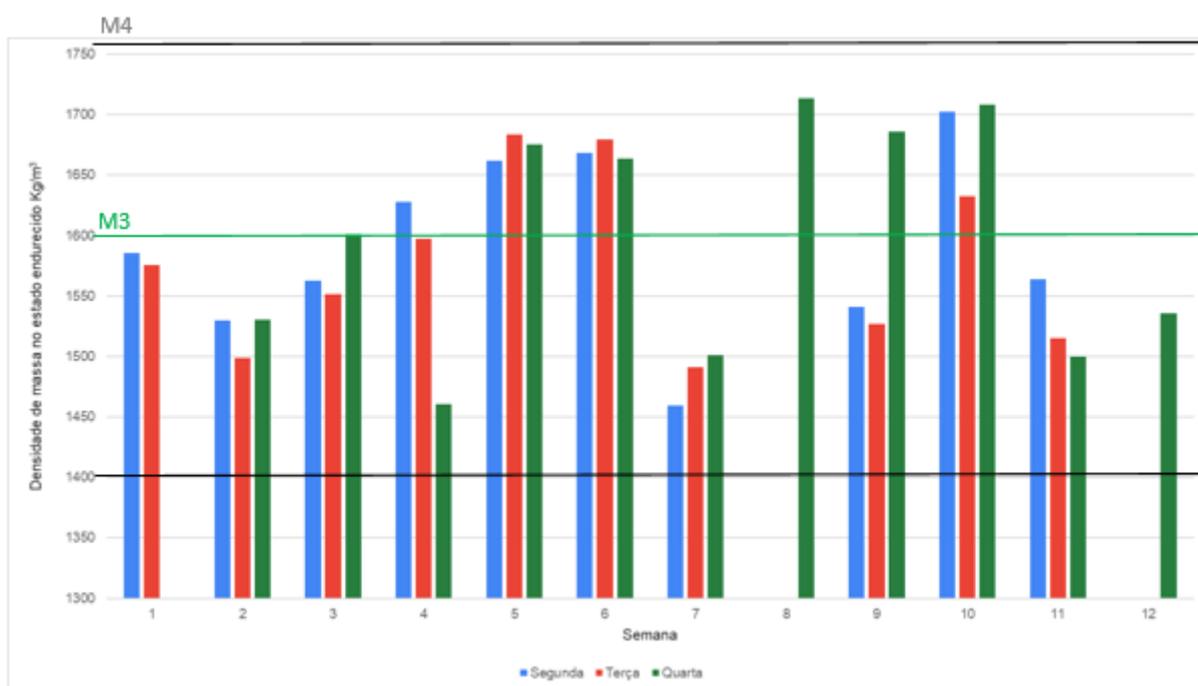


Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 DENSIDADE DE MASSA NO ESTADO ENDURECIDO

Os valores da densidade de massa aparente encontrados variaram entre 1450 kg/m^3 e 1700 kg/m^3 como pode ser visto na Figura 13, o que nos permite classificar a argamassa em estudo como M4 em todos os casos, assim como observado no laudo técnico da argamassa padrão (Tabela 1), e como M3 em alguns casos, segundo a NBR 13281 (ABNT 2005). Os resultados de outros estudos corroboram com os valores encontrados, como, por exemplo, Mario (2019) que encontrou valores entre 1560 e 1730 Kg/m^3 aproximadamente; Roque e Polesello que identificaram valores entre 1625 e 1725 Kg/m^3 aproximadamente; e Kebhard (2019) que observou valores entre 1800 e 2020 Kg/m^3 . Porém, observa-se novamente a elevada variação entre resultados, de 250 kg/m^3 . Além disso, pode-se concluir que os valores da densidade de massa no estado fresco e no estado endurecido são condizentes, como esperado.

Figura 13: Densidade de massa aparente no estado endurecido das argamassas fornecidas ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor

A análise estatística pelo método ANOVA (Tabela 3), mostra que há diferenças significativas entre as argamassas de segunda-feira e quarta-feira, assim como entre a argamassa moldada na segunda-feira e na terça-feira, às 0h e 24h do recebimento em obra, respectivamente. Logo, mais uma vez constata-se que a usina não conseguiu garantir a entrega para a obra de uma argamassa com as mesmas propriedades durante os três meses de estudo.

Tabela 3: Análise estatística da densidade de massa aparente no estado endurecido

Comparação	Densidade	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Probabilidade	Influência
Seg/Qua	massa	$420 \cdot 10^3$	20	$210 \cdot 10^2$	58,82	0,000	Sim
Seg/Ter	aparente	$132 \cdot 10^2$	9	1469,000	15,50	0,000	Sim

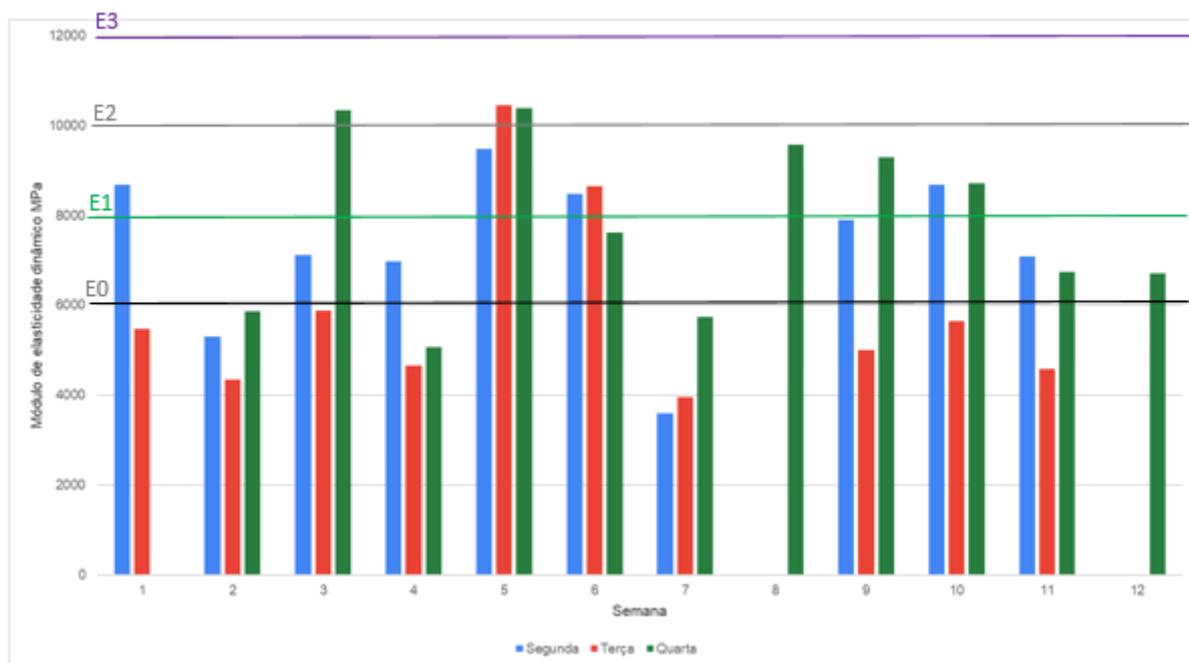
Fonte: elaborado pelo autor

3.4 MÓDULO DE ELASTICIDADE DINÂMICO ATRAVÉS DA PROPAGAÇÃO DE ONDA ULTRA-SÔNICA

Os valores encontrados para o módulo de elasticidade dinâmico ficaram entre 3,6 Gpa e 10,3 Gpa, como pode ser visto na Figura 14. Estes valores permitem classificar essa argamassa como E0, E1, E2 e E3, de acordo com a nova versão da NBR 13281 (ABNT, 2005) que está atualmente em discussão. Dados de outros estudos também apresentam elevada variação neste parâmetro. Mario (2019) encontrou valores entre 5,8 GPa e 14,9 GPa; Dias (2019) que combinando o delineamento estatístico de misturas e a otimização múltipla na dosagem de argamassas estabilizadas, encontrou valores de 6,17 a 19,9 GPa e Duarte (2019) que estudou a influência do tempo de armazenamento nas propriedades da argamassa estabilizada e a influência de dois métodos de recuperação da trabalhabilidade, encontrou valores entre 10,6 e 11 GPa.

Cabe ressaltar que os valores encontrados foram positivos no sentido de não apresentar valores de módulos muito altos, uma vez que de uma forma geral valores superiores a 12 GPa, podem apresentar manifestações patológicas (Masuero, 2021).

Figura 14: Módulo de elasticidade dinâmico



Fonte: Elaborado pelo autor

A análise estatística pelo método ANOVA, que pode ser vista na Tabela 4, mostra que há diferenças significativas quando comparamos as argamassas de segunda-feira e quarta-feira, assim como quando comparamos a argamassa de segunda-feira moldada as 0h e 24h do recebimento em obra. Mais uma pode-se concluir que a argamassa entregue possui resultados bastante variáveis nesta propriedade ao longo do seu fornecimento.

Tabela 4: Análise estatística do módulo elástico dinâmico

Comparação	Módulo elástico	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Probabilidade	Influência
Seg/Qua	elástico	200*10 ⁶	20	100*10 ⁵	181,6	0,000	Sim
Seg/Ter	dinâmico	317*10 ⁵	9	352*10 ⁴	48,8	0,000	Sim

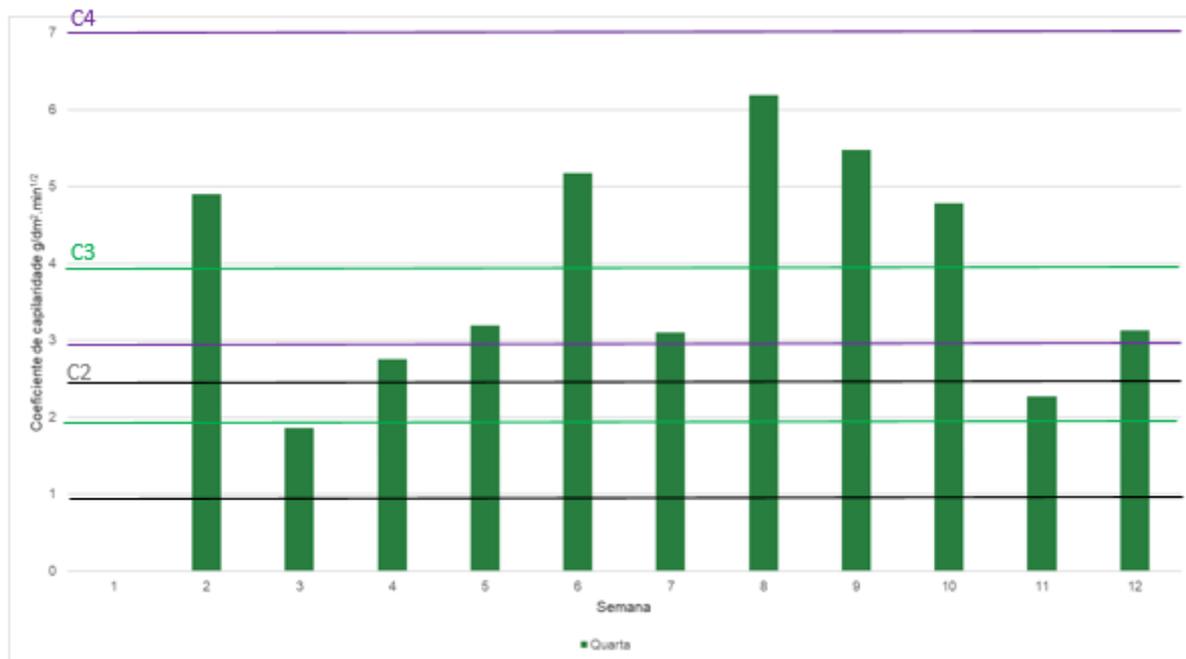
Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 ABSORÇÃO DE ÁGUA E COEFICIENTE DE CAPILARIDADE

O coeficiente de capilaridade atingiu valores entre 1,9 e 6,1 g/dm².min^{1/2} (Figura 15), o que classifica a argamassa em estudo como C2, C3 ou C4, segundo a NBR 13281 (ABNT, 2005). Bauer (2015) que se propôs a avaliar um lote de 17 argamassas estabilizadas quanto a suas propriedades encontrou valores entre 2 e 6,7 g/dm².min^{1/2}; Mario (2019) observou entre 0,45 e 8,53 g/dm².min^{1/2} e Roque e Polesello encontraram valores entre 1,94 e 3,2 g/dm².min^{1/2}, semelhantes aos resultados deste estudo. Porém, ao comparar com a caracterização padrão, C2 (1 a 2,5 g/dm².min^{1/2}), a grande maioria das amostras de argamassa obteve coeficiente de capilaridade superior, o que não é interessante para uma argamassa de revestimento. Este resultado pode ter sido superior devido ao processo de secagem do corpo

de prova antes do ensaio, processo que não é o padronizado na NBR 15259 (ABNT, 2005). Mas cabe salientar, que apesar de não ser o especificado na norma é o mais próximo da condição de exposição da mesma.

Figura 15: Coeficiente de capilaridade



Fonte: Elaborado pelo autor

Há diferença significativa na comparação entre as argamassas de quarta-feira moldadas às 0h do recebimento em obra, segundo análise estatística pelo método ANOVA, tanto para o coeficiente de capilaridade quanto para a absorção aos 10 e 90 minutos. A análise indica, portanto, que se tratam de argamassas diferentes, considerando-se a avaliação destas propriedades, como pode ser visto na Tabela 5.

Tabela 5: Análise estatística do coeficiente de capilaridade

Ensaio	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Probabilidade	Influência
Coeficiente de capilaridade	62,93	10	6,293	25,69	0,000	Sim
Absorção aos 10 min	0,096	10	0,01	26,84	0,000	Sim
Absorção aos 90 min	0,642	10	0,064	29,55	0,000	Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

3.6 TABELA RESUMO DE MÉDIAS E “MAPA DE CALOR” DOS VALORES DE MESMA GRANDEZA

De forma adicional, a Tabela 6 apresenta as médias para os ensaios de resistência à compressão, resistência à tração na flexão, densidade de massa aparente no estado endurecido, coeficiente de capilaridade e módulo de elasticidade dinâmico e uma representação utilizando cores para indicar valores de mesma ordem de grandeza. Pode-se notar valores maiores para as argamassas avaliadas nas quartas-feira, seguidas daquelas das segundas-feira e, por fim, seguido pelas moldadas após 24h da entrega (terças-feira) na maioria dos casos, exceto nas semanas 4, 6 e 11. Uma possível explicação pode ser o fato de que a argamassa produzida

pela usina na quarta-feira possui um processo de controle mais rigoroso com relação à segunda-feira, devido a parada do final de semana.

Tabela 6: Médias semana a semana, dia a dia

TRAÇÃO NA FLEXÃO												
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seg - 0H	1,206	0,610	0,903	0,785	1,627	1,370	0,228	-	1,123	1,139	1,149	-
Ter - 24H	0,759	0,498	0,780	0,652	1,786	1,191	0,574	-	1,150	-	0,591	-
Qua - 0H	-	0,893	1,421	0,745	1,838	-	0,934	1,303	1,566	1,263	0,995	1,216
COMPRESSÃO												
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seg - 0H	2,915	1,843	2,623	2,345	4,418	4,343	0,871	-	3,092	3,528	3,292	-
Ter - 24H	1,919	1,689	2,292	1,970	4,839	4,373	0,999	-	1,799	2,013	1,659	-
Qua - 0H	-	2,089	4,438	2,460	4,855	3,333	1,960	4,925	4,549	4,451	2,463	3,026
DENSIDADE NO ESTADO ENDURECIDO												
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seg - 0H	1585,619	1529,611	1562,855	1627,869	1661,998	1668,203	1459,723	-	1540,901	1702,237	1563,941	-
Ter - 24H	1575,686	1498,647	1551,428	1597,657	1683,810	1679,494	1491,051	-	1526,876	1632,768	1515,356	-
Qua - 0H	-	1530,193	1601,015	1460,481	1675,345	1663,938	1501,204	1713,880	1686,131	1708,136	1499,984	1535,874
COEFICIENTE DE CAPILARIDADE												
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Qua - 0H	-	4,897	1,857	2,757	3,193	5,177	3,103	6,187	5,477	4,780	2,270	3,130
MÓDULO ELÁSTICO DINÂMICO												
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Seg - 0H	8681,353	5297,020	7123,206	6976,870	9480,806	8485,834	3591,147	-	7897,699	8688,753	7080,448	-
Ter - 24H	5466,664	4347,880	5873,026	4664,652	10453,290	8643,099	3961,785	-	5006,111	5651,125	4580,635	-
Qua - 0H	-	5865,465	10333,662	5070,289	10382,998	7620,555	5740,020	9580,751	9295,685	8716,390	6739,279	6709,143

Fonte: Elaborado pelo autor

3.7 QUADRO RESUMO CLASSIFICAÇÃO DA ARGAMASSA DE ACORDO COM A NBR 13281 (ABNT, 2005)

Nas tabelas 7 e 8, pode-se ver os quadros resumo da classificação da argamassa em estudo comparativamente com as classificações encontradas pelo laudo técnico fornecido pela usina.

Tabela 7: Classificações da argamassa de segunda-feira, terça-feira e quarta-feira especificada no laudo e encontrada na presente pesquisa

Segunda/Terça/Quarta	Artigo	Laudo
Densidade de massa no estado endurecido	M3, M4	M4
Densidade de massa no estado fresco	D3, D4	D4
Resistência à compressão	P1 P2, P3, P4	P3
Resistência à tração na flexão	R1, R2, R3	R2
Módulo elástico dinâmico	E0, E1, E2, E3	-

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 8: Classificação do coeficiente de capilaridade da argamassa de quarta-feira especificada no laudo e encontrada na presente pesquisa

Quarta	Artigo	Laudo
Coeficiente de capilaridade	C2, C3, C4	C2

Fonte: Elaborado pelo autor

Como pode-se observar, em todos os ensaios a argamassa pode ser classificada em mais de um limite estabelecido pela NBR 13281 (ABNT, 2005), o que nos mostra a elevada variabilidade encontrada.

3.8 RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS AVALIADOS

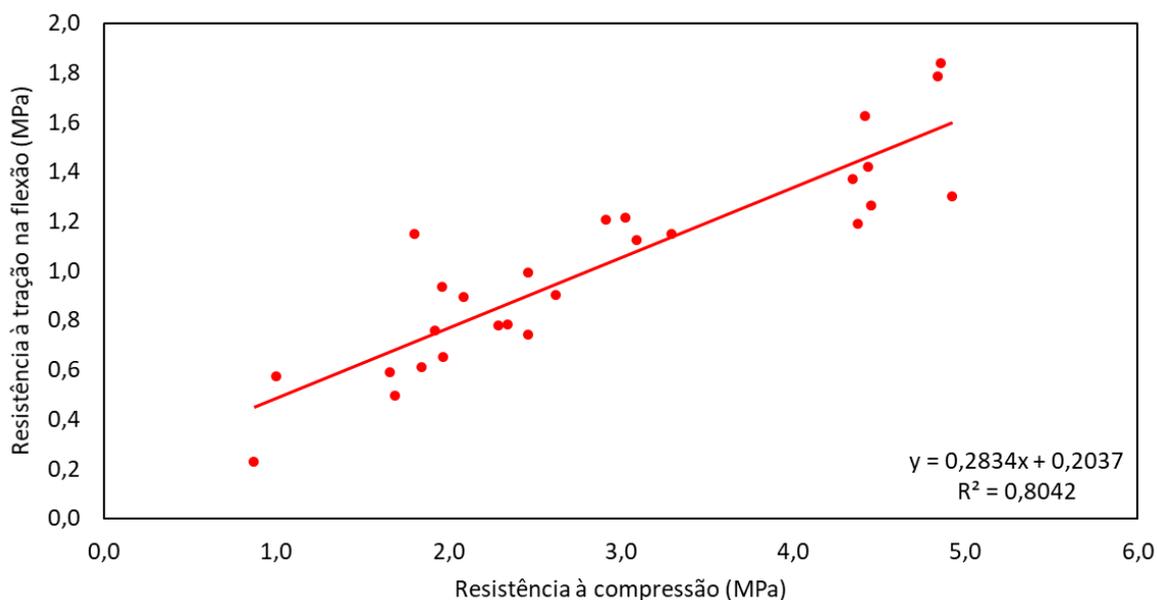
Nesta seção serão apresentadas algumas relações entre os resultados encontrados. Também será demonstrado que a diferença encontrada pela análise ANOVA, trata-se de uma variabilidade da própria argamassa, e não uma variabilidade devido ao método de moldagem e/ou ensaios.

Para tal, foram utilizados, preferencialmente, os valores obtidos nos ensaios de resistência à compressão axial, pois trata-se de um ensaio que gerou valores com menor variabilidade.

Nas Figuras 16 a 22 pode-se ver plotado o R^2 das linhas de tendência, a equação da curva que melhor representa a relação entre os resultados e a curva propriamente dita. Para a determinação de qual curva melhor representa cada relação foi escolhida a que apresentasse o maior R^2 , pois quanto maior o R^2 mais próxima a curva esta dos resultados encontrados no estudo, portanto mais confiável é a equação.

Como pode ser visto na Figura 16, a relação entre os resultados de resistência à compressão e resistência à tração na flexão tiveram comportamentos muito semelhantes, com uma forte tendência de comportamento que conforme aumentam os valores de resistência à compressão, aumentam também os valores de resistência à tração na flexão, como esperado.

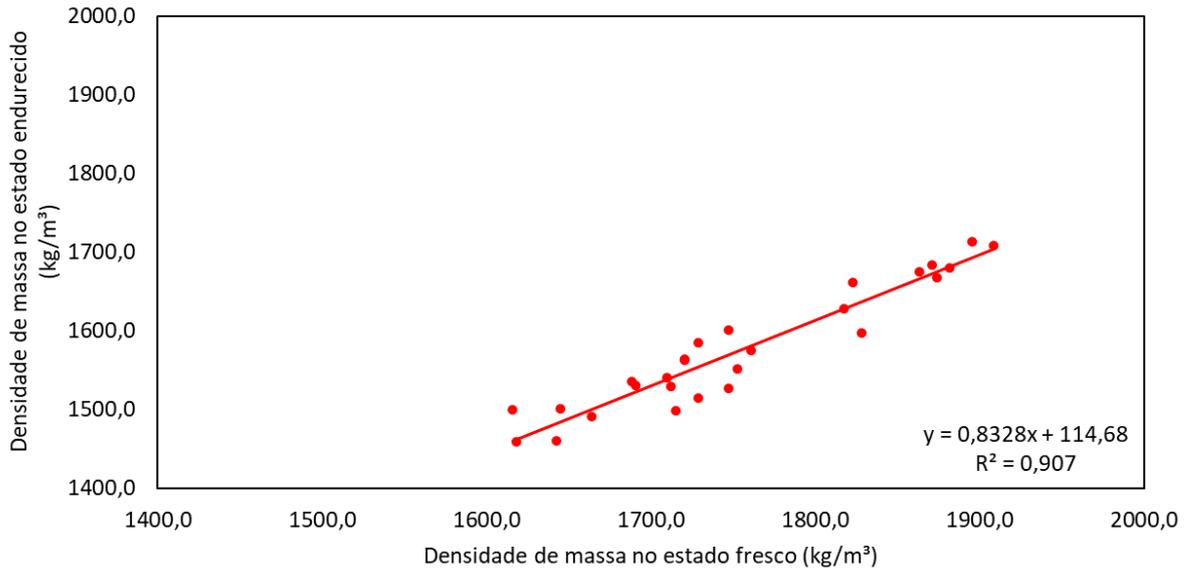
Figura 16: Comparação entre resistência à tração na flexão e resistência à compressão



Fonte: Elaborado pelo autor

A densidade de massa no estado fresco e a densidade de massa aparente no estado endurecido devem ter o mesmo comportamento de curva pois tratam-se da mesma argamassa e da mesma característica, sendo uma definida na hora da moldagem do corpo de prova e a outra, aos 28 dias de cura. Como pode ser visto na figura 17, a relação entre os resultados dos ensaios obteve um R^2 igual 0,9 evidenciando o comportamento semelhante.

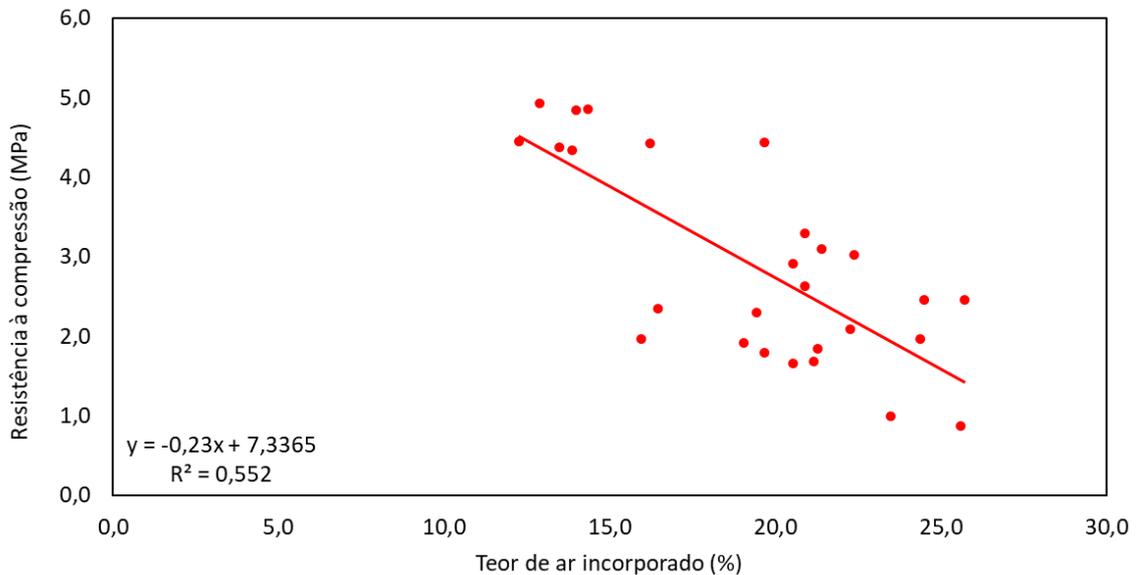
Figura 17: Comparação entre densidades de massa no estado fresco e endurecido



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 18, tem-se a comparação entre a resistência à compressão e o teor de ar incorporado na argamassa. O esperado é que quanto maior o teor de ar, menor a resistência à compressão, comportamento que pode ser observado pela linha de tendência na relação entre os resultados dos ensaios que estão plotados na figura.

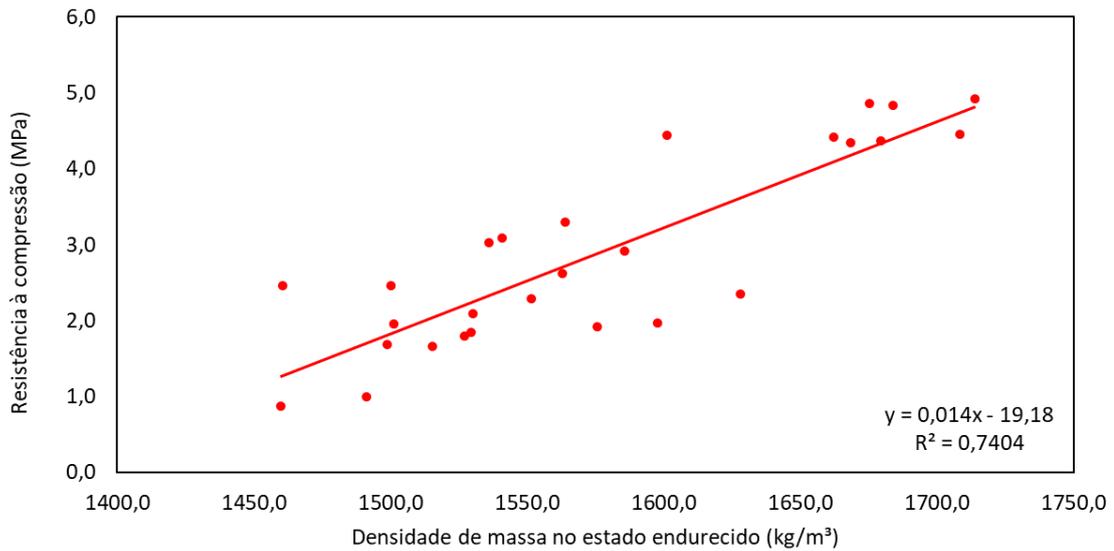
Figura 18: Comparação entre a resistência à compressão e o teor de ar incorporado



Fonte: Elaborado pelo autor

Como pode-se ver na Figura 19, a densidade de massa aparente no estado endurecido teve um comportamento bastante semelhante a resistência à compressão, conforme nos mostra a linha de tendência.

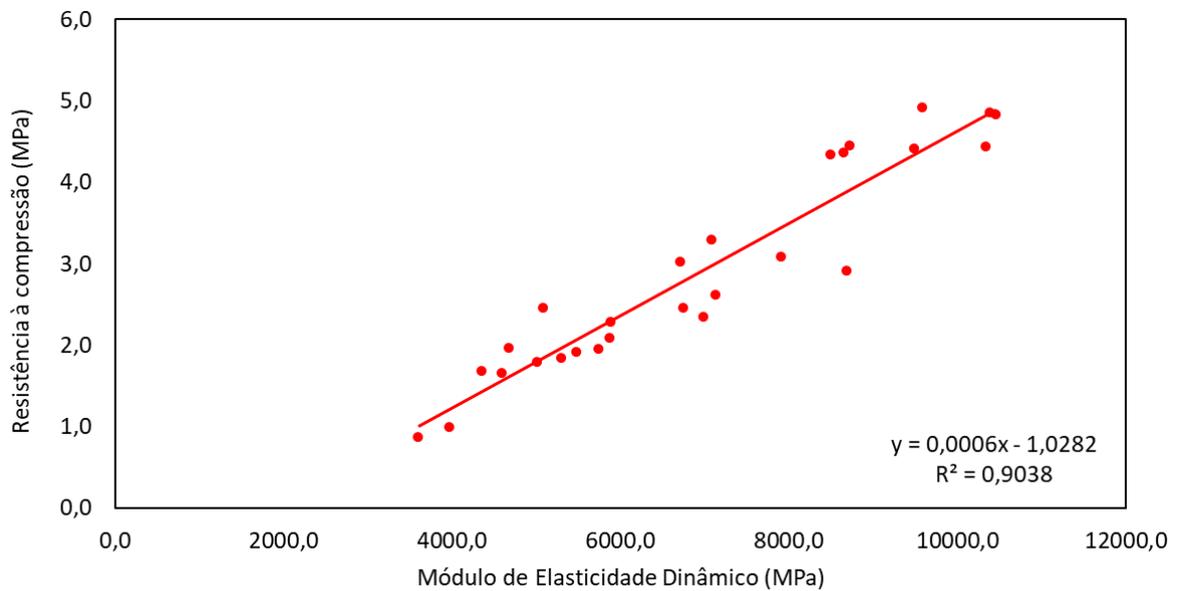
Figura 19: Comparação entre resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido



Fonte: Elaborado pelo autor

Na figura 20, temos a comparação que apresenta uma relação direta entre a resistência à compressão e o valor do módulo de elasticidade dinâmico.

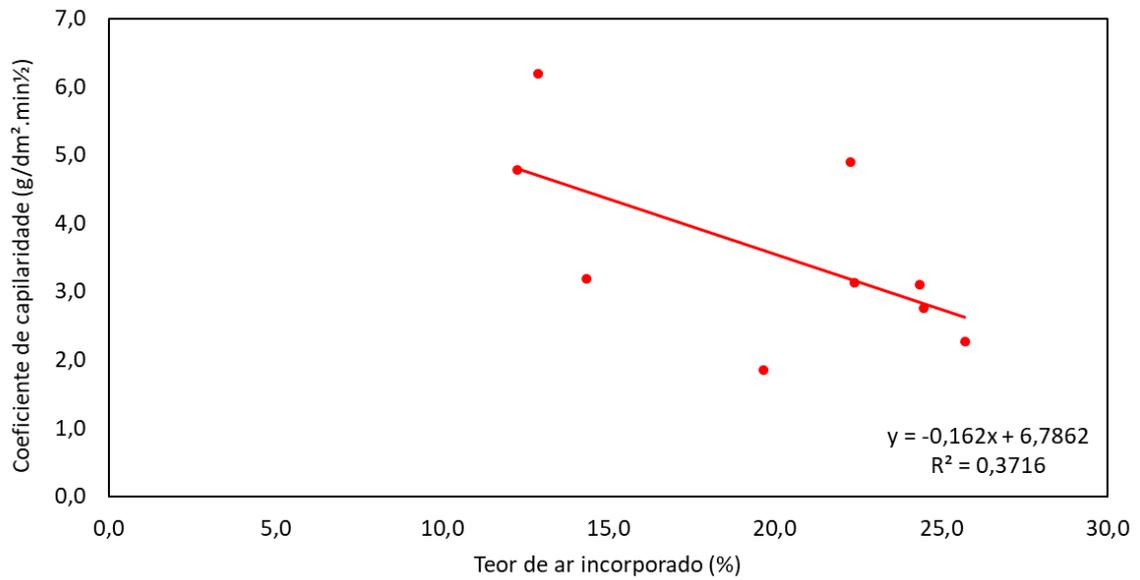
Figura 20: Comparação entre resistência à compressão e módulo de elasticidade dinâmico



Fonte: Elaborado pelo autor

A figura 21 mostra a relação entre o coeficiente de capilaridade e o teor de ar incorporado e obtivemos o comportamento esperado. Para argamassas com maior teor de ar incorporado, os vazios formados tendem a reduzir a continuidade da absorção por capilaridade como demonstrado por Souza *et al.* (2019) e por Alves *et al.* (2002).

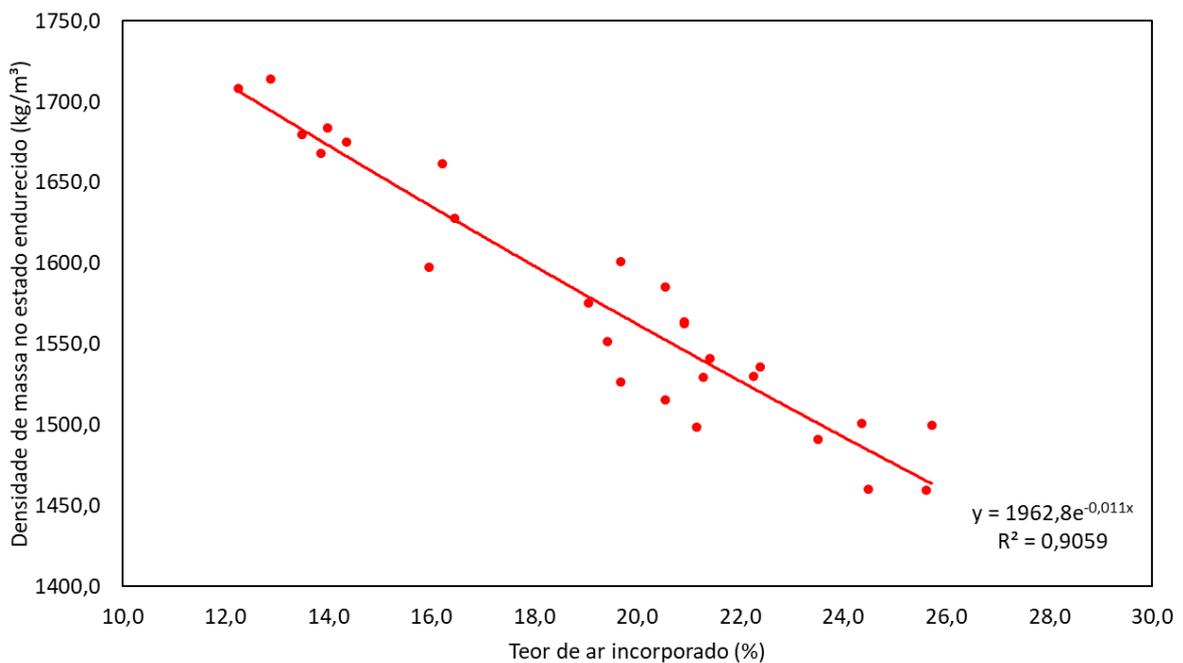
Figura 21: Comparação entre coeficiente de capilaridade e teor de ar incorporado



Fonte: Elaborado pelo autor

Espera-se que a densidade de massa e o teor de ar incorporado tenham comportamentos diretamente inversos, quanto maior o teor de ar incorporado menor a densidade de massa. Como pode-se ver na Figura 22, a linha de tendência mostra o comportamento esperado e com um R^2 igual a 0,91 podemos dizer que este é um resultado bastante confiável.

Figura 22: Relação entre densidade de massa no estado endurecido e o teor de ar incorporado



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme descrito no início desta seção, com o auxílio da comparação entre as propriedades de densidade de massa no estado fresco e endurecido, de comportamento muito semelhante, foi demonstrada a qualificação da metodologia de ensaios e das moldagens, que seguiram os padrões estabelecidos nas NBR correspondentes, mas com algumas adaptações para que fosse possível serem feitos em obra.

Além disso, a correspondência entre os resultados de todas as propriedades, tanto no estado fresco quanto endurecido, indicam que as variações obtidas pelo método ANOVA se tratam de variações originadas da própria argamassa. Os pequenos desvios nos valores encontrados podem ser atribuídos à imprecisões na hora da moldagem ou do ensaio realizado, mas nenhum se mostrou importante para invalidar qualquer um dos dias de moldagem ou dos ensaios realizados.

4 CONCLUSÕES

O objetivo inicial deste trabalho foi o acompanhamento em obra das propriedades de uma argamassa estabilizada 36h fornecida por uma usina localizada na grande Porto Alegre. Os resultados dos ensaios foram condizentes entre si: as curvas de densidade no estado fresco e endurecido ficaram semelhantes, assim como o comportamento da argamassa na resistência à tração na flexão e compressão axial foram similares em diversos pontos. Da mesma forma, as curvas de resistência à compressão e teor de ar incorporado ficaram opostas, como esperado. Logo, podemos excluir, ou pelo menos minimizar, quaisquer divergências nos valores, que possam ser atribuídas a erros nos processos de moldagem e/ou de ensaios.

Desta maneira, pode-se considerar os resultados encontrados pelo método de análise ANOVA como originados de variações do próprio material, e, assim, admiti-se que as argamassas entregues pela usina não obtiveram propriedades uniformes ao longo das doze semanas de acompanhamento. Em todos os ensaios que era possível fazer a análise estatística, houve diferença significativa entre as argamassas avaliadas, tanto quando comparamos aquelas moldadas às 0h do recebimento em obra (segunda-feira e quarta-feira), assim como quando comparamos a mesma argamassa moldada as 0h e 24h do recebimento em obra (segunda-feira e terça-feira, respectivamente).

Outro fator que nos permite concluir que a argamassa em estudo não foi uniforme durante o tempo de estudo é a variabilidade de classificações dos resultados, conforme a NBR 13281 (ABNT, 2005). Por exemplo, se considerar a resistência à compressão axial, a argamassa em estudo pode ser classificada como P1, P2, P3 e/ou P4, variando entre 0,8 MPa e 4,9 Mpa, já no laudo técnico fornecido pela usina a argamassa foi classificada apenas como P3. Ao comparar os valores encontrados nos ensaios com os encontrados no laudo fornecido pela própria usina, fica mais evidente a oscilação encontrada no presente estudo, mesmo que os ensaios não tenham seguido estritamente o processo de cura recomendado pela norma NBR 13281 (ABNT, 2005).

Como pode-se observar nas Tabelas 7 e 8, a argamassa em estudo, para todos os ensaios realizados, ocupa mais designações de classificação no artigo do que no laudo técnico, conforme nos permite fazer a NBR 13281 (ABNT, 2005).

Finalmente, para que pudéssemos discorrer sobre quais motivos levaram à oscilação das propriedades da argamassa fornecida pela usina ao longo das doze semanas de estudo, seria necessário ter acesso ao processo de dosagem e mistura do fabricante, de preferência *in loco*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b.

_____. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.

_____. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005d.

_____. **NBR 15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro: ABNT, 2005e.

_____. **NBR 15630**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultrassônica. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ALVES, N. J. D.; **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento**. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

BAUER, E.; **Revestimentos de argamassa: Características e peculiaridades**. Universidade de Brasília. Brasília, 2005.

BAUER, E.; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M. L. M.; CALDAS, L. R.; Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. **XII Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas**. Porto Alegre, 2015.

COSTA, M. R. M. M.; PACHECO, A. P. G.; Avaliação do potencial de carbonatação de cales hidratadas em pasta. **Revista Matéria**, v. 23. Rio de Janeiro, 2018.

COUTO, J. A. S.; CARMINATTI, R. L.; NUNES, R. R. A.; MOURA, R. C. A. O concreto como material de construção. **Cadernos de graduação, Ciências exatas e tecnológicas**. Sergipe, 2013.

CASALI, J. M.; MELO, F. D.; SERPA, V. C.; OLIVEIRA, A. L.; BETIOLI, A. M.; CALÇADA, L. M. L.; Influence of cement type and water content on the fresh state properties of ready mix mortar. **Ambiente Construído**, v.? 2018.

CARASEK, H. **Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais**. 2ª ed. Ibracon. São Paulo, 2010

DIAS, C. M. R.; SANTOS R. R.; CONCEIÇÃO, A. L. S. F.; MIRANDA, E. C. B.; SILVA, V. S. Dosagem de argamassas pelo delineamento estatístico de misturas e otimização

múltipla: argamassa estabilizada. **XIII Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas.** Goiânia, 2019.

DUARTE, G. L. B.; KARKOTLI, L. B.; AMORIM, M. E.; CALÇADA, L. M.; CASALI, J. M. **Estudo da trabalhabilidade da argamassa estabilizada ao longo do tempo de armazenamento para assentamento de bloco de concreto.** XIII simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas. Goiânia, 2019.

KEBHARD, J, M.; KAZMIERCZAK, C. S. Avaliação do comportamento de uma argamassa estabilizada ao longo de seu tempo de estabilização. **XII Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas.** São Paulo, 2017.

MARIO, M. **Argamassas estabilizadas produzidas na cidade de Porto Alegre/RS: avaliação de suas propriedades ao longo do tempo.** 2019. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais.** São Paulo: PINI, 1994

MELO, F.; KRETZER, R.; BRITO, L.; CASALI, J.; OLIVEIRA, A.; CALÇADA, L. **Influência da cura úmida em argamassas estabilizadas.** In: Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, .17, 2018, Foz do Iguaçu. Anais...Porto Alegre: ANTAC, 2018.

MASUERO, A. **Patologia das edificações.** Notas de aula. PPGCI, Porto Alegre, 2018.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** São Paulo: PINI, 1997

PIRES, R. **Estudo sobre os efeitos do aumento da temperatura ambiente durante a cura da argamassa.** Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2020.

PINHEIRO, R. C.; AMORIM, E. C. A.; SILVA, C. S.; SILVA, A. J. C. Avaliação das propriedades da argamassa estabilizada de 36 horas em diferentes tempos de utilização. **XIII Simpósio brasileiro de tecnologia das argamassas.** Goiânia, 2019.

ROQUE, D. C. **Análise das propriedades de argamassas estabilizadas para revestimentos em diferentes tempos ao longo do seu período de estabilização.** 2019. 65f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil) – Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2018

SOUZA, L. H. O.; MORAIS, D. M.; AMANCIO, F. A.; Efeito do aditivo incorporador de ar nas propriedades das argamassas de revestimento. **Revista CIATEC**, v.? 2019.

SILVA, T. d. S. M. A. **A influência do teor de ar incorporado na manutenção da trabalhabilidade ao longo do tempo de armazenamento de argamassas estabilizadas.** 2021. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021

TCATCH, R. K.; PIOVESAN, A. Z.; **Manifestações patológicas em revestimentos de argamassa:** Estudo de caso das anomalias observadas em edificações nos municípios de Campos Novos (SC) e Herval D'oeste (SC). UNOESC. Joaçaba, 2019.

ANEXOS

Agenda moldagem			
1º semana	Segunda-feira Terça-Feira	31/mai 01/jun	3 corpos de prova 3 corpos de prova
2º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	07/jun 08/jun 09/jun	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
3º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	14/jun 15/jun 16/jun	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
4º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	21/jun 22/jun 23/jun	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
5º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	28/jun 29/jun 30/jun	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
6º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	05/jul 06/jul 07/jul	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
7º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	12/jul 13/jul 14/jul	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
8º semana	Quarta-Feira	21/jul	6 corpos de prova
9º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	26/jul 27/jul 28/jul	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
10º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quinta-Feira	02/ago 03/ago 05/ago	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
11º semana	Segunda-feira Terça-Feira Quarta-Feira	09/ago 10/ago 12/ago	3 corpos de prova 3 corpos de prova 6 corpos de prova
12º semana	Quarta-Feira	18/ago	6 corpos de prova

Sem 1	S1 - 123698		T1 - 123698		Q1.1(R)		Q1.2(A)	
	Data	31/05/2021	Data	01/06/2021	Data	pedimos massa devido ao fer	Data	pedimos massa devido ao fer
	Hora moldagem	12:43	Hora moldagem	08:20	Hora moldagem		Hora moldagem	
	Data/Hora saída concr	31/05/2021 06:02	Data/Hora saída concr	31/05/2021 06:02	Data/Hora saída concr		Data/Hora saída concr	
	Temperatura	19,5°C	Temperatura	12°C	Temperatura		Temperatura	
	Umidade	58%	Umidade	75%	Umidade		Umidade	
	Massa C+M	732g	Massa C+M	744g	Massa C+M		Massa C+M	

Sem 2	S2 - 123987		T2 - 123987		Q2.1(R) - 124101		Q2.2(A) - 124101	
	Data	07/06/2021	Data	08/06/2021	Data	09/06/2021	Data	09/06/2021
	Hora moldagem	14:33	Hora moldagem	13:09	Hora moldagem	15:05	Hora moldagem	15:05
	Data/Hora saída concr	07/06/2021 06:56	Data/Hora saída concr	07/06/2021 06:56	Data/Hora saída concr	09/06/2021 07:00	Data/Hora saída concr	09/06/2021 07:00
	Temperatura	17,9°C	Temperatura	17,6°C	Temperatura	18,5°C	Temperatura	18,5°C
	Umidade	91%	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	99%
	Massa C+M	726g	Massa C+M	727g	Massa C+M	718g	Massa C+M	718g

Sem 3	S3 - 124259		T3 - 124259		Q3.1(R) - 124389		Q3.2(A) - 124389	
	Data	14/07/2021	Data	15/07/2021	Data	16/06/2021	Data	16/06/2021
	Hora moldagem	14:32	Hora moldagem	08:15	Hora moldagem	10:43	Hora moldagem	10:43
	Data/Hora saída concr	14/07/2021 07:09	Data/Hora saída concr	14/07/2021 07:09	Data/Hora saída concr	16/06/2021 06:24	Data/Hora saída concr	16/06/2021 06:24
	Temperatura	16,3°C	Temperatura	14,9°C	Temperatura	14,2°C	Temperatura	14,2°C
	Umidade	83%	Umidade	87%	Umidade	79%	Umidade	79%
	Massa C+M	729g	Massa C+M	741g	Massa C+M	739g	Massa C+M	739g

Sem 4	S4 - 124559		T4 - 124559		Q4.1(R) - 124681		Q4.2(A) - 124681	
	Data	21/06/2021	Data	22/06/2021	Data	23/06/2021	Data	23/06/2021
	Hora moldagem	14:55	Hora moldagem	10:45	Hora moldagem	11:44	Hora moldagem	11:44
	Data/Hora saída concr	21/06/2021 05:42	Data/Hora saída concr	21/06/2021 05:42	Data/Hora saída concr	23/06/2021 06:18	Data/Hora saída concr	23/06/2021 06:18
	Temperatura	16,4°C	Temperatura	15,8°C	Temperatura	16,3°C	Temperatura	16,3°C
	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	99%
	Massa C+M	765g	Massa C+M	769g	Massa C+M	700g	Massa C+M	700g

Sem 5	S5 - 124887		T5 - 124887		Q5.1(R) - 124952		Q5.2(A) - 124952	
	Data	28/06/2021	Data	29/06/2021	Data	30/06/2021	Data	30/06/2021
	Hora moldagem	16:30	Hora moldagem	08:59	Hora moldagem	14:05	Hora moldagem	14:05
	Data/Hora saída concr	28/06/2021 07:41	Data/Hora saída concr	28/06/2021 07:41	Data/Hora saída concr	30/06/2021 08:53	Data/Hora saída concr	30/06/2021 08:53
	Temperatura	12,5°C	Temperatura	11,4°C	Temperatura	12,1°C	Temperatura	12,1°C
	Umidade	66%	Umidade	75%	Umidade	99%	Umidade	99%
	Massa C+M	767g	Massa C+M	785g	Massa C+M	782g	Massa C+M	782g

Sem 6	S6 - 125166		T6 - 125166		Q6.1(R) - 125298		Q6.2(A) - 125298	
	Data	05/07/2021	Data	06/07/2021	Data	07/07/2021	Data	07/07/2021
	Hora moldagem	15:51	Hora moldagem	08:19	Hora moldagem	13:48	Hora moldagem	13:48
	Data/Hora saída concr	05/07/2021 05:31	Data/Hora saída concr	05/07/2021 05:31	Data/Hora saída concr	07/07/2021 06:20	Data/Hora saída concr	07/07/2021 06:20
	Temperatura	14,5°C	Temperatura	13,5°C	Temperatura	15,8°C	Temperatura	15,8°C
	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	99%
Massa C+M	786g	Massa C+M	789g	Massa C+M	794g	Massa C+M	794g	

Sem 7	S7 - 125496		T7 - 125496		Q7.1(R) - 125622		Q7.2(A) - 125622	
	Data	12/07/2021	Data	13/07/2021	Data	14/07/2021	Data	14/07/2021
	Hora moldagem	14:56	Hora moldagem	08:25	Hora moldagem	09:18	Hora moldagem	09:18
	Data/Hora saída concr	12/07/2021 06:21	Data/Hora saída concr	12/07/2021 06:21	Data/Hora saída concr	14/07/2021 06:36	Data/Hora saída concr	14/07/2021 06:36
	Temperatura	19,3°C	Temperatura	16,1°C	Temperatura	17,7°C	Temperatura	17,7°C
	Umidade	90%	Umidade	92%	Umidade	99%	Umidade	99%
Massa C+M	691g	Massa C+M	708g	Massa C+M	701g	Massa C+M	701g	

Sem 8	S8		T8		Q8.1(R) - 125960		Q8.2(A) - 125960	
	Data	Não pedimos massa	Data	Não pedimos massa	Data	21/07/2021	Data	21/07/2021
	Hora moldagem		Hora moldagem		Hora moldagem	08:57	Hora moldagem	08:57
	Data/Hora saída concr		Data/Hora saída concr		Data/Hora saída concr	21/07/2021 06:06	Data/Hora saída concr	21/07/2021 06:06
	Temperatura		Temperatura		Temperatura	10,6°C	Temperatura	10,6°C
	Umidade		Umidade		Umidade	82%	Umidade	82%
Massa C+M	Massa C+M		Massa C+M		794g	Massa C+M	794g	

Sem 9	S9 - Reposição		T9 - Reposição		Q9.1(R) - 126242		Q9.2(A) - 126242	
	Data	26/07/2021	Data	27/07/2021	Data	28/07/2021	Data	28/07/2021
	Hora moldagem	10:33	Hora moldagem	09:38	Hora moldagem	13:39	Hora moldagem	13:39
	Data/Hora saída concr	26/07/2021 07:00	Data/Hora saída concr	26/07/2021 07:00	Data/Hora saída concr	28/07/2021 06:02	Data/Hora saída concr	28/07/2021 06:02
	Temperatura	19,5°C	Temperatura	15,4°C	Temperatura	12,1°C	Temperatura	12,1°C
	Umidade	99%	Umidade	87%	Umidade	63%	Umidade	63%
	Massa C+M	725g	Massa C+M	739g	Massa C+M	782g	Massa C+M	782g

Sem 10	S10 - Reposição		T10 - Reposição		Q10.1(R) - 126588		Q10.2(A) - 126588	
	Data	02/08/2021	Data	03/08/2021	Data	05/08/2021	Data	05/08/2021
	Hora moldagem	14:34	Hora moldagem	14:13	Hora moldagem	16:12	Hora moldagem	16:12
	Data/Hora saída concr	02/08/2021 06:00	Data/Hora saída concr	02/08/2021 06:00	Data/Hora saída concr	05/08/2021 06:01	Data/Hora saída concr	05/08/2021 06:01
	Temperatura	14,5°C	Temperatura	14,1°C	Temperatura	18°C	Temperatura	18°C
	Umidade	85%	Umidade	94%	Umidade	99%	Umidade	99%
	Massa C+M	795g	Massa C+M	774g	Massa C+M	799g	Massa C+M	799g

Sem 11	S11 - 126743		T11 - 126743		Q11.1(R) - 126953		Q11.2(A) - 126953	
	Data	09/08/2021	Data	10/08/2021	Data	12/08/2021	Data	12/08/2021
	Hora moldagem	15:57	Hora moldagem	14:32	Hora moldagem	15:22	Hora moldagem	15:22
	Data/Hora saída concr	09/08/2021 06:18	Data/Hora saída concr	09/08/2021 06:18	Data/Hora saída concr	12/08/2021 10:19	Data/Hora saída concr	12/08/2021 10:19
	Temperatura	19,3°C	Temperatura	16,6°C	Temperatura	13,8°C	Temperatura	13,8°C
	Umidade	99%	Umidade	99%	Umidade	83%	Umidade	83%
	Massa C+M	729g	Massa C+M	732g	Massa C+M	690g	Massa C+M	690g

Sem 12	S12		T12		Q12.1(R) - 127184		Q12.2(A) - 127184	
	Data	Não pedimos massa	Data	Não pedimos massa	Data	18/08/2021	Data	18/08/2021
	Hora moldagem		Hora moldagem		Hora moldagem	11:02	Hora moldagem	11:02
	Data/Hora saída concr		Data/Hora saída concr		Data/Hora saída concr	18/08/2021	Data/Hora saída concr	18/08/2021
	Temperatura		Temperatura		Temperatura	18,2°C	Temperatura	18,2°C
	Umidade		Umidade		Umidade	99%	Umidade	99%
	Massa C+M		Massa C+M		Massa C+M	717g	Massa C+M	717g

Dia	Compressão		Tração		Densid no est endurecido		Coef. De capilaridade		Mód de elast dinâmico	
	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad	Média	Desv Pad
Segunda-feira 1	2,915	0,195	1,206	0,018	1585,619	1,320			8681,353	94,190
Terça-feira 1	1,919	0,184	0,759	0,078	1575,686	12,964			5466,664	208,523
Quarta-feira 1										
Segunda-feira 2	1,843	0,331	0,610	0,063	1529,611	13,375			5297,020	222,311
Terça-feira 2	1,689	0,142	0,498	0,084	1498,647	0,662			4347,880	170,044
Quarta-feira 2	2,089	0,171	0,893	0,016	1530,193	4,502	4,897	0,467	5865,465	114,763
Segunda-feira 3	2,623	0,056	0,903	0,079	1562,855	3,500			7123,206	89,169
Terça-feira 3	2,292	0,151	0,780	0,048	1551,428	16,977			5873,026	110,103
Quarta-feira 3	4,438	0,299	1,421	0,135	1601,015	1,100	1,857	0,097	10333,662	287,398
Segunda-feira 4	2,345	0,208	0,785	0,071	1627,869	1,943			6976,870	161,372
Terça-feira 4	1,970	0,150	0,652	0,024	1597,657	5,275			4664,652	169,358
Quarta-feira 4	2,460	0,215	0,745	0,251	1460,481	9,870	2,757	0,074	5070,289	301,711
Segunda-feira 5	4,418	0,558	1,627	0,091	1661,998	3,286			9480,806	434,310
Terça-feira 5	4,839	0,739	1,786	0,155	1683,810	3,616			10453,290	238,395
Quarta-feira 5	4,855	0,694	1,838	0,169	1675,345	3,588	3,193	0,283	10382,998	99,546
Segunda-feira 6	4,343	0,291	1,370	0,200	1668,203	9,819			8485,834	281,232
Terça-feira 6	4,373	0,389	1,191	0,008	1679,494	2,557			8643,099	576,655
Quarta-feira 6	3,333	0,207			1663,938	14,482	5,177	0,396	7620,555	132,803
Segunda-feira 7	0,871	0,145	0,228	0,090	1459,723	11,768			3591,147	377,867
Terça-feira 7	0,999	0,136	0,574	0,329	1491,051	13,693			3961,785	206,615
Quarta-feira 7	1,960	0,191	0,934	0,023	1501,204	9,376	3,103	0,127	5740,020	119,679
Segunda-feira 8										
Terça-feira 8										
Quarta-feira 8	4,925	0,235	1,303	0,850	1713,880	7,511	6,187	1,107	9580,751	8,367
Segunda-feira 9	3,092	0,218	1,123	0,111	1540,901	4,840			7897,699	234,482
Terça-feira 9	1,799	0,284	1,150	0,807	1526,876	16,744			5006,111	346,017
Quarta-feira 9	4,549	0,477	1,566	0,118	1686,131	15,084	5,477	0,624	9295,685	414,302
Segunda-feira 10	3,528	0,250	1,139	0,126	1702,237	9,731			8688,753	234,113
Terça-feira 10	2,013	0,128		#DIV/0!	1632,768	16,004			5651,125	
Quarta-feira 10	4,451	0,235	1,263	0,178	1708,136	9,920	4,780	0,441	8716,390	160,765
Segunda-feira 11	3,292	0,279	1,149	0,076	1563,941	8,301			7080,448	142,884
Terça-feira 11	1,659	0,189	0,591	0,024	1515,356	6,179			4580,635	278,699
Quarta-feira 11	2,463	0,183	0,995	0,140	1499,984	75,821	2,270	0,492	6739,279	288,149
Segunda-feira 12										
Terça-feira 12										
Quarta-feira 12	3,026	0,273	1,216	0,094	1535,874	17,702	3,130	0,394	6709,143	120,647