

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUISA GABRIELLE MORÁS DIAS

**AVALIAÇÃO DO TEMPO DE DESEMPENO DA ARGAMASSA
ESTABILIZADA PARA REVESTIMENTO SUBMETIDA A
DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

FLORIANÓPOLIS, 2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

LUISA GABRIELLE MORÁS DIAS

**AVALIAÇÃO DO TEMPO DE DESEMPENO DA ARGAMASSA
ESTABILIZADA PARA REVESTIMENTO SUBMETIDA A
DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina, como parte dos requisitos para
obtenção do título de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Maltez
Calçada

FLORIANÓPOLIS, 2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Dias, Luisa Gabrielle Morás
Avaliação do Tempo de Desempeno da Argamassa Estabilizada para Revestimento Submetida a Diferentes Condições Climáticas / Luisa Gabrielle Morás Dias ; orientação de Luciana Maltez Calçada. - Florianópolis, SC, 2021.

121 p.
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.
Inclui Referências.

1. Argamassa estabilizada. 2. Condição climática . 3. Revestimento argamassado . 4. Desempeno. 5. Teste do pêndulo . I. Calçada, Luciana Maltez. II. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Construção Civil. III. Título.

**AVALIAÇÃO DO TEMPO DE DESEMPENO DA ARGAMASSA
ESTABILIZADA PARA REVESTIMENTO SUBMETIDA A
DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**

LUIZA GABRIELLE MORÁS DIAS

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Graduação em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de abril, 2021.

Banca Examinadora:



Luciana Maltez Calçada, Dr.(a)



Juliana Machado Casali Peruch, Dr.(a)



Alexandre Lima de Oliveira, Dr.

Dedico este trabalho aos meus queridos avós, Geralda Maria Morás e Domingos Morás, minha amada mãe, Cláudia Morás e minha irmã, Maria Eduarda Morás Dias, que sempre me apoiaram e me deram todo o suporte necessário para chegar até aqui.

RESUMO

A argamassa estabilizada é caracterizada pela permanência de sua trabalhabilidade por longos períodos. A manutenção da trabalhabilidade se deve à presença de aditivos estabilizadores de hidratação que por prolongarem o período do estado fresco, atuam, também, na redução da velocidade de perda de água para o substrato ou para o ambiente, alterando os prazos para a execução de revestimentos. Além da presença do aditivo e da quantidade de água da mistura, outro fator que influencia na trabalhabilidade da argamassa, no momento da execução de revestimentos, é a condição climática, que atua diretamente sobre a velocidade da perda de água da mistura, influenciando no tempo decorrido desde a aplicação da argamassa até o momento em que se apresenta em condições para o desempenho. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das variações das condições climáticas no tempo de desempenho da argamassa estabilizada para revestimento, além de analisar a consistência do material no momento do desempenho a partir de um equipamento produzido com base em um prumo de face. Analisando um estudo de caso, foram definidas algumas paredes para avaliação, buscando a maior variação climática possível. Foram avaliadas algumas propriedades da argamassa no estado fresco, como massa específica, teor de ar incorporado, consistência e umidade. No estado endurecido foi avaliada a resistência da argamassa aos 28 dias. Além disso, foram coletadas as informações de macroclima do dia da execução do revestimento na região e dados de microclima próximos a parede. Os resultados indicam que os fatores climáticos influenciam no tempo de desempenho de revestimentos realizados com argamassa estabilizada, sendo que as melhores correlações obtidas estão relacionadas com a umidade relativa do ar. No entanto, para a quantificação da influência de cada um dos parâmetros climáticos individualmente são necessários estudos nos quais seja possível controlar os demais parâmetros. O teste do pêndulo apresentou bons resultados indicando que o equipamento pode ser tomado como uma boa medida de consistência da argamassa para indicar o momento correto do desempenho. Através do teste do pêndulo também foi possível observar que o tempo para o desempenho de revestimentos executados com argamassa estabilizada, aplicados nas mesmas condições em superfícies de concreto são maiores que os aplicados sobre alvenaria justificando a experiência já adquirida do operário em aplicar o revestimento em tempos diferentes para estas duas superfícies.

Palavras-chave: Argamassa estabilizada. Condição climática. Revestimento argamassado. Desempenho. Teste do pêndulo.

ABSTRACT

Ready mix mortar is characterized by the maintenance of its workability for long periods. This property is due to the presence of hydration stabilizing additives that increases the period of the fresh state and act reducing the water loss speed, changing the deadlines for the execution of coatings. In addition to the presence of the additive and the amount of water in the mixture, another factor that influences mortar workability, is the climatic condition. It acts directly on the loss of water speed influencing time elapsed from the application of the mortar to the moment it is ready for finishing. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of climatic conditions variation in the finishing time of ready mix mortar for coating, besides to analyze the consistency of the material at the finishing moment employing a simple equipment produced based on a face plumb. Analyzing a case study, and considering the greatest possible climatic variation, some walls were defined for evaluation. Some fresh state properties of the mortar were evaluated, such as specific gravity, entrained air content, consistency and moisture. In the hardened state, the strength of the mortar was evaluated at 28 days. In addition, the regional macroclimate during the period of coating production and microclimate near the wall data were collected. The results indicate that the climatic factors influence the finishing time of coatings produced with ready mix mortar, and the best correlations obtained are related to the air relative humidity. However, for the quantification of the influence of each of the climatic parameters individually, studies in which it is possible to control the other parameters are necessary. The pendulum test presented good results indicating that the equipment can be taken to measure of the consistency of the mortar to indicate the correct finishing moment. Also, the pendulum test allowed to observe that the finishing time of rendering produced with ready mix mortar, in the same conditions are longer when applied at concrete surface than at masonry surfaces, justifying the workers already acquired experience to apply rendering at different times for these different surfaces.

Keywords: Ready mortar. Climatic condition. Mortar rendering. Rendering finishing. Pendulum test.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Consistência das Argamassas	26
Figura 2 – Variação da retenção de água	28
Figura 3 – Tipos de ruptura no ensaio de resistência-aderência à tração de revestimentos de argamassa, considerando o revestimento aplicado diretamente no substrato (sem chapisco)	32
Figura 4 – Fatores que influenciam na aderência da argamassa sobre bases porosas	32
Figura 5 – Localização da Obra em Análise.....	41
Figura 6 – Corte Esquemático do Empreendimento.....	41
Figura 7 – Projeto arquitetônico executivo com indicação da incidência solar e do vento predominantes nos meses de análise	43
Figura 8 - Localização da obra x Localização da Estação Meteorológica	45
Figura 9 – Medidor Ambiental	46
Figura 10 – Medições climáticas	46
Figura 11 - Armazenamento da argamassa	47
Figura 12 – Densidade de Massa.....	48
Figura 13 – Umidade por secagem ao fogo	48
Figura 14 – Slump Test	49
Figura 15 – Moldagem dos corpos de prova	50
Figura 16 – Desmoldagem dos corpos de prova.....	50
Figura 17 - Capeamento dos corpos de prova	51
Figura 18 - Ensaio de resistência à tração	51
Figura 19 - Execução de chapisco	52
Figura 20 – Reboco após aplicação	52
Figura 21 – Reboco após retirar o excesso.....	53
Figura 22 – Reboco desempenado	53
Figura 23 – Pêndulo Simples	54
Figura 24 – Pêndulo elaborado a partir do prumo de face	55
Figura 25 – Teste do pêndulo ao longo do tempo	55
Figura 26 – Medidas de (a)X1, (b)X2 e(c) Z, respectivamente.....	56
Figura 27 – Relação entre umidade inicial da argamassa e índice de consistência (slump)	58

Figura 28 – Relação entre massa específica e o índice de consistência (slump)	58
Figura 29 – Relação entre índice de consistência, teor de ar e massa específica	59
Figura 30 – Relação entre a resistência média e o índice de consistência	61
Figura 31 – Relação entre a resistência potencial e o índice de consistência	61
Figura 32 – Relação entre a resistência média e a umidade inicial da argamassa ...	62
Figura 33 – Relação entre a resistência potencial e a umidade inicial da argamassa	62
Figura 34 – Relação entre a resistência média e a massa específica da argamassa	63
Figura 35 – Relação entre a resistência potencial e a massa específica da argamassa	63
Figura 36 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 205 (13/08/2020)	64
Figura 37 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 202 (26/08/2020)	65
Figura 38 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 208 (26/08/2020)	65
Figura 39 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 305 (10/09/2020)	65
Figura 40 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 308 (10/09/2020)	66
Figura 41 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 302 (23/09/2020)	66
Figura 42 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 408 (23/09/2020)	66
Figura 43 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 405 (23/09/2020)	67
Figura 44 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 402	67
Figura 45 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 202 (26/08/2020)	67
Figura 46 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 305 (10/09/2020)	68

Figura 47 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 405 (23/09/2020).....	68
Figura 48 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 202).....	69
Figura 49 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 305).....	70
Figura 50 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 405).....	70
Figura 51 – Índice "Z" x tempo após início para revestimento aplicado sobre alvenaria	72
Figura 52 – Índice "Z" x tempo após início para revestimento aplicado sobre concreto	73
Figura 53 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura inicial da estação.....	76
Figura 54 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da umidade relativa inicial da estação.....	76
Figura 55 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura média da estação para o período de execução do revestimento.....	77
Figura 56 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar média da estação para o período de execução do revestimento.....	78
Figura 57 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da velocidade média do vento da estação para o período de execução do revestimento.....	78
Figura 58 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da temperatura inicial da estação.....	79
Figura 59 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar inicial da estação.....	79
Figura 60 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da temperatura média da estação para o período de execução do revestimento.....	80
Figura 61 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar média da estação para o período de execução do revestimento	81
Figura 62 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da velocidade média do vento da estação para o período de execução do revestimento	81
Figura 63 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura inicial próximo à parede	82
Figura 64 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da relativa do ar inicial próximo à parede	83

Figura 65 – Tempo decorrido até $Z=0,5\text{cm}$ em função da umidade relativa do ar média próximo à parede	84
Figura 66 - Tempo decorrido até $Z=0,5\text{ cm}$ em função da velocidade média do vento próximo à parede	84
Figura 67 – Tempo decorrido de $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ em função da temperatura inicial próximo à parede	85
Figura 68 – Tempo decorrido de $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ em função da umidade relativa do ar inicial próximo à parede	85
Figura 69 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 202)	86
Figura 70 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 205)	87
Figura 71 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 208)	87
Figura 72 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 302)	88
Figura 73 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 305)	88
Figura 74 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 308)	89
Figura 75 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 402)	89
Figura 76 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 405)	90
Figura 77 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 408)	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Retenção de água	29
Tabela 2 – Limites de resistência à tração (Ra) para camada única.....	31
Tabela 3 – Caracterização no estado fresco.....	57
Tabela 4 – Caracterização no estado endurecido	60
Tabela 5 – Tempo de desempenho e condições de microclima das paredes analisadas (alvenaria)	74
Tabela 6 – Tempo de desempenho e condições de microclima das paredes analisadas (concreto).....	75
Tabela 7 – Informações gerais da argamassa	100
Tabela 8 – Determinação da massa específica seca	101
Tabela 9 – Determinação do teor de ar.....	101
Tabela 10 – Resultados dos ensaios no estado endurecido	102
Tabela 11 – Teste Pêndulo (Parede 202 - 26/08/2020)	103
Tabela 12 – Teste Pêndulo (Parede 205 - 13/08/2020)	104
Tabela 13 – Teste Pêndulo (Parede 208 - 26/08/2020)	104
Tabela 14 – Teste Pêndulo (Parede 302 - 23/09/2020)	105
Tabela 15 – Teste Pêndulo (Parede 305 - 10/09/2020)	105
Tabela 16 – Teste Pêndulo (Parede 308 - 19/09/2020)	106
Tabela 17 – Teste Pêndulo (Parede 402 - 08/10/2020)	106
Tabela 18 – Teste Pêndulo (Parede 405 - 23/09/2020)	107
Tabela 19 – Teste Pêndulo (Parede 408 - 23/09/2020)	107
Tabela 20 – Tempo de desempenho e umidade no desempenho	108
Tabela 21 – Dados Estação Meteorológica (Parede 202 - 26/08/2020).....	109
Tabela 22 – Dados Estação Meteorológica (Parede 205 - 13/08/2020).....	109
Tabela 23 – Dados Estação Meteorológica (Parede 208 - 26/08/2020).....	110
Tabela 24 – Dados Estação Meteorológica (Parede 302 – 23/09/2020).....	111
Tabela 25 – Dados Estação Meteorológica (Parede 305 – 10/09/2020).....	112
Tabela 26 – Dados Estação Meteorológica (Parede 308 – 10/09/2020).....	113
Tabela 27 – Dados Estação Meteorológica (Parede 402 – 08/10/2020).....	114
Tabela 28 – Dados Estação Meteorológica (Parede 405 – 23/09/2020).....	115
Tabela 29 – Dados Estação Meteorológica (Parede 408 – 23/09/2020).....	116
Tabela 30 – Dados Microclimáticos (Parede 202).....	117

Tabela 31 – Dados Microclimáticos (Parede 205).....	117
Tabela 32 – Dados Microclimáticos (Parede 208).....	118
Tabela 33 – Dados Microclimáticos (Parede 302).....	118
Tabela 34 – Dados Microclimáticos (Parede 305).....	119
Tabela 35 – Dados Microclimáticos (Parede 308).....	119
Tabela 36 – Dados Microclimáticos (Parede 402).....	119
Tabela 37 – Dados Microclimáticos (Parede 405).....	120
Tabela 38 – Dados Microclimáticos (Parede 408).....	120

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	16
1.1	Objetivos	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos.....	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Argamassa Estabilizada.....	19
2.1.1	Generalidades	19
2.1.2	Histórico	20
2.1.3	Revestimentos Argamassados	22
2.1.4	Propriedades das Argamassas.....	24
2.1.4.1	<i>Propriedades no Estado Fresco.....</i>	<i>24</i>
2.1.4.1.1	<i>Trabalhabilidade, Plasticidade e Consistência.....</i>	<i>24</i>
2.1.4.1.2	<i>Densidade de Massa e Teor de Ar Incorporado</i>	<i>26</i>
2.1.4.1.3	<i>Retenção de água.....</i>	<i>27</i>
2.1.4.1.4	<i>Adesão Inicial.....</i>	<i>29</i>
2.1.4.2	<i>Propriedades no Estado Endurecido.....</i>	<i>30</i>
2.1.4.2.1	<i>Aderência.....</i>	<i>30</i>
2.1.4.2.2	<i>Capacidade de Absorver Deformações.....</i>	<i>33</i>
2.1.4.2.3	<i>Resistência Mecânica.....</i>	<i>34</i>
2.1.4.2.4	<i>Retração</i>	<i>35</i>
2.1.5	Influência das Condições Climáticas em Materiais Cimentícios	36
2.1.5.1	<i>Influência da Temperatura</i>	<i>36</i>
2.1.5.2	<i>Influência da Umidade Relativa do Ar.....</i>	<i>38</i>

2.1.5.3 <i>Influência do Vento</i>	39
2.1.6 <i>Influência das Condições Climáticas em Aditivos para Argamassa</i>	39
3 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1 Informações da Obra em Análise	40
3.2 Informações Climáticas.....	44
3.2.1 Macroclima	44
3.2.2 Microclima.....	45
3.3 Informações e Caracterização da Argamassa.....	47
3.3.1 Entrega e Armazenamento	47
3.3.2 Caracterização da argamassa no Estado Fresco	47
3.3.3 Caracterização no Estado Endurecido	49
3.4 Estudo em Revestimentos	51
3.4.1 Tempo de Desempeno e Teste do Pêndulo	53
3.4.2 Observações quanto ao emprego da argamassa como revestimento.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	56
4.1 Informações e Caracterização da Argamassa.....	57
4.1.1 Caracterização no Estado Fresco.....	57
4.1.2 Caracterização no Estado Endurecido	60
4.2 Estudo em Revestimentos	63
4.2.1 Tempo de Desempeno e Teste do Pêndulo	64
4.2.1.1 <i>Análise do tempo de desempenho dos revestimentos</i>	73
4.2.2 Informações Climáticas de Macroclima	75
4.2.3 Informações Climáticas de Microclima.....	82
5 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94

APÊNDICE I.....	100
APÊNDICE II.....	102
APÊNDICE III.....	103
APÊNDICE IV	108
APÊNDICE V	109
APÊNDICE VI	117

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Na busca por menos desperdício e produtividade, muitas construtoras procuram utilizar materiais que tragam esse benefício, como é o caso da argamassa estabilizada. Esse material, segundo Bauer *et al.* (2015) é basicamente composto por cimento, areia e aditivos incorporadores de ar e estabilizadores de hidratação, tendo o último por finalidade aumentar o tempo de uso da argamassa, mantendo-a trabalhável por períodos de 36 até 72 horas (MARCONDES, 2009).

Estudos apontam que nem sempre a trabalhabilidade da argamassa é mantida por até 72h (RIBEIRO *et al.*, 2018). Para Pagnussat *et al.* (2012), é possível observar que há mudanças na consistência da argamassa ao longo do tempo, afetando sua trabalhabilidade. Fato que, muitas vezes é ajustado pelo operário de maneira intuitiva, a partir da alteração na quantidade de água presente na mistura, mesmo sem saber os conceitos básicos da influência de cada material na composição das argamassas (BAUER, 2005).

A trabalhabilidade reflete as facilidades do trabalhador durante o manuseio e aplicação das argamassas, sendo que, em geral, a falta de trabalhabilidade pode ser traduzida em aspectos como a dificuldade de espalhar sobre a base, causando dificuldades para aplicação (BAUER, 2005). Essas avaliações, segundo Bauer (2005), muitas vezes são feitas a partir de procedimentos experimentais realizados por trabalhadores envolvidos diretamente com o processo construtivo.

De acordo com Nakakura e Cincotto (2004), a argamassa deve possuir certa capacidade de retenção de água, ou seja, a capacidade do material não perder água por evaporação ou para o substrato. Sendo assim, o revestimento deve endurecer de forma gradativa, para que haja a hidratação do cimento. No momento do desempenho, a argamassa precisa ter perdido parte da água para o substrato ou para o ambiente (evaporação), pois caso o procedimento seja feito antes de chegar nessas condições, pode favorecer o aparecimento de fissuras. Esse ponto de desempenho é definido pelo executor, sendo que essa avaliação é feita a partir de procedimentos empíricos realizados pelo operário envolvidos no processo de execução (BAUER, 2005). Dessa maneira, a secagem deve acontecer de forma gradativa, pois assim a argamassa tem tempo suficiente para atingir uma maior resistência à tração (CARASEK, 2007).

Climas quentes, secos e com ventos fortes facilitam a saída da água, facilitando o aparecimento de fissuras na argamassa (CARASEK, 2007).

Segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2018) as propriedades dos aditivos incorporadores de ar e estabilizadores de hidratação também podem ser alteradas diante das variações climáticas.

Em estudos feitos por Gava *et al.* (2015), é possível perceber que o uso de aditivos promove a diminuição da quantidade de água presente na argamassa, ou seja, há uma alteração nas condições de perda e consumo de água.

Tendo como base os estudos já realizados, percebe-se que, além da presença de aditivos e da quantidade de água da mistura, os fatores climáticos também influenciam na trabalhabilidade da argamassa estabilizada.

Sendo assim, por conta da complexidade do material e pela falta de normativas, a pesquisa se justifica, ao analisar, através de diferentes condições climáticas, a influência da temperatura, umidade relativa do ar, presença e intensidade de vento e incidência solar no processo de execução de revestimentos argamassados.

1.1 Objetivos

Os objetivos da pesquisa estão classificados em objetivo geral e objetivos específicos, descritos a seguir.

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a influência das variações climáticas no tempo de desempenho da argamassa estabilizada para revestimento.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Propor uma metodologia para a avaliação da consistência da argamassa após a sua aplicação como revestimento.
- b) Avaliar o comportamento da argamassa no estado fresco, submetidas a diferentes condições climáticas, após sua aplicação como revestimento,

por meio de medidas da perda de consistência ao longo do tempo após aplicação.

- c) Avaliar as propriedades das argamassas utilizadas para execução do revestimento, nos estados fresco e endurecido relacionando-as com o tempo de desempenho.
- d) Verificar a possibilidade de identificação da consistência adequada para a realização do desempenho de revestimentos de argamassa a partir da metodologia proposta (item a).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para entender e poder relacionar o comportamento da argamassa estabilizada submetida às variações climáticas, torna-se necessário conhecer as propriedades da argamassa estabilizada.

2.1 Argamassa Estabilizada

2.1.1 Generalidades

Argamassas são materiais de construção obtidos a partir da mistura de materiais aglomerantes, agregado miúdo e água, podendo conter aditivos e adições minerais. Além disso, o material deve possuir propriedades de aderência e endurecimento (CARASEK, 2010).

Para Martins e Djanikian (1999, *apud* BARCELOS; PELISSER, 2011), com o objetivo de aumentar a produtividade e diminuir os desperdícios, surgiu a argamassa estabilizada, na qual o uso de aditivos melhora as propriedades do estado fresco da argamassa, sem prejudicar as propriedades do estado endurecido. Além disso, a argamassa estabilizada surge também com o propósito de diminuir as responsabilidades de dosagem das argamassas produzidas em obra (BAUER *et al.*, 2015 *apud* SILVA, 2008).

A argamassa estabilizada é um material dosado em central, que chega em obra pronto para utilização, sendo capaz de manter sua trabalhabilidade por um período de até 72 horas a partir da sua produção. Sua preparação inicia-se em laboratório e posteriormente são feitos diversos ensaios para garantir as propriedades adequadas para sua utilização (MARCONDES, 2009).

Para chegar nos resultados esperados, na argamassa são adicionados aditivos estabilizadores de hidratação, que conferem aumento no tempo de início de pega e aditivos incorporadores de ar, garantindo maior trabalhabilidade e reduzindo a quantidade de água da mistura (CARASEK, 2010).

Dentre as vantagens de se utilizar argamassa estabilizada, conforme apresentado por Marcondes (2009), estão a limpeza e organização da obra, já que seu uso evita a estocagem e manuseio dos materiais que a constituem, como cimento,

areia e cal. Ainda segundo o autor, a utilização da argamassa estabilizada, quando comparada com a argamassa convencional, possui melhor homogeneidade, melhor permeabilidade, facilidade de carga e descarga, maior rendimento no trabalho e além disso, retira do funcionário a responsabilidade da dosagem.

No entanto, alguns estudos realizados apontam certas desvantagens sobre o uso da argamassa estabilizada, como redução ou perda de fluidez da argamassa ao longo do tempo, maior tempo para realizar o desempenho, no caso de revestimento, e menor quantidade de fiadas executadas no mesmo dia, no caso de assentamento, pois pode ocorrer a diminuição da espessura da argamassa das fiadas iniciais (TAVARES, 2008; SILVA, 2008; MANN NETO, ANDRADE, SOTO, 2010).

Por ser novo no Brasil, ainda existe a carência de normalização brasileira sobre esse produto, gerando dúvidas sobre seu desempenho, principalmente pela falta de conhecimento sobre o material (RANAKOVSKI *et al.*, 2015).

2.1.2 Histórico

Os primeiros registros da utilização de argamassas foram encontrados na localidade de Yftah'el, Galileia, hoje estado de Israel, há mais de 10000 anos (ALVAREZ; SEQUEIRA; COSTA, 2005). A partir desse período, por volta de 8000 a 7000 anos a.C, notou-se a presença de cal e gesso nas construções de estátuas modeladas em Eyan, Jericó e na mesma época, na Turquia, usou-se gesso como reboco nas paredes.

Segundo Guimarães (1981 *apud* RECENA, 2012) por volta de 5000 a 6000 anos a.C. a cal já despertava a atenção do homem, isso por conta das alterações causadas pela calcinação de rochas calcárias, em cavernas, quando em contato com o fogo usado para geração de calor, alimento ou proteção. Desde muito tempo o homem utiliza materiais com a finalidade de unir elementos na construção de edificações. Do antigo Egito, por exemplo, há relatos do emprego de um material aglomerante obtido dos resíduos das minas de cobre, que era misturado com outro material advindo do gesso calcinado do qual foram construídas as pirâmides (RECENA, 2012).

Existem registros, datados nos anos 2980 a 2925 a.C., do uso de um tipo rudimentar de aglomerante utilizado para a construção das grandes pirâmides (RECENA, 2012). Nas pirâmides de Gizé e Quéfem foram feitas observações que

indicam a existência de argamassa constituída de areia natural em que um dos componentes é a cal (RECENA, 2012).

Os gregos tinham um bom conhecimento sobre a cal e suas aplicações, mas foram os romanos que adicionaram à sua mistura os agregados graúdos, sendo pedras de seixos, areias e fragmentos de cerâmica vermelha, formando assim uma espécie de concreto rudimentar. Mais tarde, com o intuito de melhorar o desempenho das argamassas frente à umidade, os romanos passaram a acrescentar em sua mistura cinzas vulcânicas provenientes da região de Pozzuoli, de onde se origina o nome pozolana (RECENA, 2021). A mistura entre cal e cinzas vulcânicas pode ser considerado o primeiro aglomerante da história com características hidráulicas utilizadas em construções, que existem até hoje (RECENA, 2012).

Conforme citações de Guimarães (1981 *apud* RECENA, 2012), tem-se o registro das primeiras instalações de caieiras no Brasil, no ano de 1549. Nessas unidades se produzia a cal a partir das conchas marinhas encontradas nos depósitos existentes na Bahia (RECENA, 2012). O material era, então, destinado para a produção de argamassas e para pintura, na construção e manutenção dos casarios, o que leva a constatar que o uso da cal no Brasil é tão antigo quanto o próprio país. O cimento Portland, é considerado uma evolução desses primeiros aglomerantes (RECENA, 2012).

Com o surgimento de construções com múltiplos pavimentos, a argamassa começou a ser produzida em obra através de processos mecanizados ou manuais (ALVAREZ, SEQUEIRA, COSTA, 2005).

Nos Estados Unidos e Europa, por volta dos anos 50, começaram a ser utilizadas as argamassas industrializadas, que necessitavam apenas de adição da água em obra e as misturas semiprontas, que necessitavam da adição de cimento e água (ALVAREZ, SEQUEIRA; COSTA, 2005).

Em meados de 1970, os países Europeus, Estados Unidos e o Brasil enfrentaram uma crise no setor da construção civil. Este fato motivou as construtoras a buscar novas alternativas no setor, realizando novas pesquisas em argamassas (NETO e DJANIKIAN, 1999). Em paralelo, uma indústria de aditivos da Alemanha, desenvolveu um produto capaz de manter a argamassa trabalhável por dois e três dias e outro capaz de manter a quantidade de ar na argamassa estável por determinado período (NELSON *et al.*, 1988, *apud* MELO, 2018). Dessa maneira, surge a argamassa estabilizada.

Diante da crise, no Brasil também houve pesquisas em argamassa estabilizada ou dosadas em central, porém os resultados foram perdidos e esquecidos (NETO e DJANIKIAN, 1999). Segundo Selmo (1989 *apud* FERNANDES, 2011), no Brasil as argamassas industrializadas e as semiprontas surgiram somente a partir dos anos 90, visando acompanhar a evolução da construção civil e o investimento de empresas cimentícias. As argamassas dosadas em central tiveram início no Brasil em meados de 1984, produzidas por uma concreteira em São Paulo (FERNANDES, 2011 *apud* DJANIKIAN; MARTINS, 1999).

As argamassas estabilizadas, segundo Djanikian e Martins (1999), são produzidas em larga escala, com materiais classificados e de qualidade, controle tecnológico e acompanhamento de assistência técnica. Essas argamassas vêm ganhando cada vez mais espaço no mercado consumidor (DJANIKIAN; MARTINS, 1999).

2.1.3 Revestimentos Argamassados

A argamassa de revestimento, segundo Carasek (2010), é aquela utilizada para revestir paredes, muros e tetos.

Quando utilizada em revestimentos, a argamassa deve garantir uma boa regularização e acabamento, protegendo a alvenaria contra ações externas (NUNES, 2010).

Para que a argamassa utilizada como revestimento tenha um bom desempenho, ela deve possuir trabalhabilidade, consistência, plasticidade e adesão inicial (CARASEK, 2010). Além disso, é necessário possuir aderência, adequada permeabilidade à água, resistência mecânica, capacidade de absorver deformações e baixa retração (CARASEK, 2010).

Tanto o processo executivo quanto a produção da argamassa para revestimento influenciam diretamente na qualidade final do produto. Dependendo de como forem executadas, causam diferenças na tipologia, no tempo de desempenho e nas características da argamassa (BAUER, 2005). Ou seja, conforme Bauer (2005), o revestimento argamassado é um produto específico, tanto relacionado aos materiais quanto à técnica utilizada em sua produção e execução.

Bauer (2005) explica que o revestimento atua em conjunto com o substrato e não de maneira isolada, ou seja, para que o sistema funcione, ambos precisam

trabalhar em concordância. Antes da aplicação do revestimento, os aspectos superficiais do substrato podem influenciar, por exemplo, na sucção da água presente na argamassa (BAUER 2005). Ouzit (1990, *apud* Paes 2004), ainda afirma que a absorção por meio do substrato é o maior responsável pela perda de água da argamassa após aplicação, sendo que essa absorção influencia no endurecimento e nas características dos revestimentos.

Por esses motivos, Bauer (2005) aponta a necessidade da preparação do substrato para recebimento do revestimento, de modo a permitir que a argamassa tenha adesão com o substrato no momento do seu lançamento. Geralmente, esse papel é realizado a partir da aplicação de chapisco nas paredes, que além de aumentar a rugosidade, ajuda a regular a sucção em substratos porosos (BAUER, 2005). Por outro lado, em substratos com baixa capacidade de sucção, o chapisco ajuda no desenvolvimento da aderência argamassa-substrato (BAUER, 2005).

Após ter um substrato preparado, é realizado o lançamento da argamassa como revestimento. Este processo exige condições específicas, pois as argamassas precisam ter plasticidade para se deformar sobre a superfície, fluidez e retenção de água para manter-se trabalhável (BAUER, 2005). Nesses aspectos, a argamassa estabilizada se diferencia, pois os aditivos estabilizadores presentes na mistura permitem que ela se mantenha trabalhável por maiores períodos sem que ocorra o início de pega do cimento (RECENA, 2012).

No momento do lançamento, a argamassa deve fixar-se instantaneamente ao substrato, ou seja, é necessário que o material tenha uma boa adesão inicial. A medida em que o tempo vai passando, a argamassa perde água para o substrato e perde plasticidade. Após certa perda de água, a argamassa torna-se apta a receber o processo de sarrafeamento e posterior desempenho (BAUER, 2005).

Outra peculiaridade sobre revestimentos argamassados é a aplicação do mesmo sobre panos com substratos que possuem materiais de diferente sucção, podendo ser citados o concreto e a alvenaria (BAUER, 2005). Essa diferenciação entre os substratos, segundo Bauer (2005), pode levar a fissuração através da diferença de movimentação entre os substratos e o modo como ambos absorvem a água da argamassa. Isso porque o concreto é menos absorvente que a alvenaria, fazendo com que a argamassa demore mais tempo para “puxar”. A partir disso, existem situações em que um mesmo pano revestido tenha áreas aptas para receber o sarrafeamento e áreas não aptas (BAUER, 2005). Quando isso ocorre, caso o

sarrafeamento seja realizado quando a argamassa aplicada sobre a alvenaria esteja apropriada, pode ser que apareçam fissuras onde a argamassa foi aplicada sobre o concreto. Do mesmo modo, caso o sarrafeamento seja realizado apenas quando a argamassa aplicada sobre o concreto esteja adequada, haverá dificuldades para executar o corte devido a rigidez adquirida na parte que está sobre a alvenaria (BAUER, 2005).

2.1.4 Propriedades das Argamassas

De acordo com Sabbatini e Baía (2008), ao conhecer as propriedades das argamassas torna-se possível prever o comportamento do material nas suas diversas formas de utilização, buscando se obter o melhor desempenho possível.

Diante disso, ao se conhecer o comportamento das argamassas em diferentes condições climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar, é possível estimar o desempenho do material em situações similares (HERMANN; ROCHA, 2013).

2.1.4.1 *Propriedades no Estado Fresco*

Para que a argamassa tenha um bom desempenho, é necessário conhecer o material utilizado, a relação de proporção entre os materiais, o modo que se faz a mistura e a forma de aplicação nos diferentes ambientes e substratos (HERMANN; ROCHA, 2013).

Nos itens a seguir são apresentadas as principais propriedades das argamassas no estado fresco e sua importância para a execução de revestimentos.

2.1.4.1.1 *Trabalhabilidade, Plasticidade e Consistência*

Trabalhabilidade é a propriedade da argamassa no estado fresco que indica a facilidade com que ela pode ser misturada, transportada, aplicada, consolidada e acabada (CARASEK, 2010). Sendo assim, a trabalhabilidade pode ser entendida como sendo a combinação de alguns parâmetros reológicos, como plasticidade, coesão, consistência, viscosidade, adesão e densidade (SABBATINI, 1986 *apud* MATOS, 2013).

Segundo Rilen (1982), a trabalhabilidade pode ser entendida como a facilidade de o operário trabalhar com a argamassa, que pode ser expressa como um conjunto de fatores inter-relacionados, conferindo boa qualidade e produtividade na sua aplicação. Para Selmo (1989), uma argamassa com boa trabalhabilidade é aquela que se deixa penetrar com facilidade pela colher de pedreiro; mantendo-se coesa ao ser transportada para a desempenadeira e lançada contra a base; e permanece úmida o suficiente para ser espalhada, sarrafeada e ainda receber o tratamento superficial previsto.

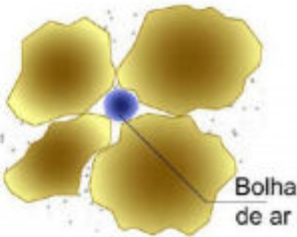
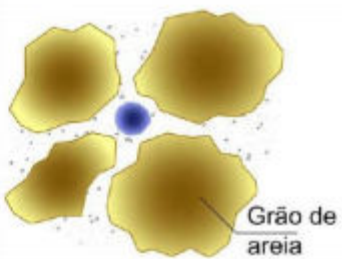
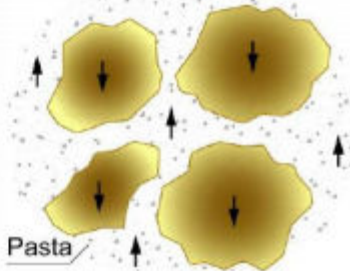
Em argamassas estabilizadas, os aditivos incorporadores de ar causam uma grande alteração na trabalhabilidade, pois com o acréscimo desse aditivo a argamassa passa de um aspecto seco para um aspecto plástico sem necessariamente receber adição de mais água (BAUER, 2005).

Já a plasticidade, segundo Bauer (2005), é a propriedade que permite deformação do material sem ruptura. Ainda segundo o autor, as argamassas devem possuir plasticidade para se deformar sobre a superfície no momento do lançamento e da aplicação. Ao ser lançada, deve fixar-se ao substrato, recebendo manipulações para o posterior sarrafeamento. Com o passar do tempo, a argamassa tende a perder água para o substrato, perdendo as características de plasticidade. No momento do desempenho, quando realizado de maneira precoce, ocorre o aparecimento de fissuras. Por outro lado, se realizado tardiamente, exige grande esforço para o corte da argamassa (BAUER, 2005).

A consistência, do ponto de vista prático, é a propriedade que determina o quão mole ou rígida a argamassa está (PRUDÊNCIO; OLIVEIRA; BEDIN, 2003 *apud* FERNANDES, 2011). Já do ponto de vista do comportamento reológico, a consistência está relacionada à facilidade de deformar-se com a ação de cargas (CARASEK, 2010).

Conforme Carasek (2010), a classificação das argamassas segundo sua consistência, pode ser feita conforme a Figura 1.

Figura 1 – Consistência das Argamassas

C O N S I S T Ê N C I A	Argamassa Seca	A pasta aglomerante somente preenche os vazios entre os agregados, deixando-os ainda em contato. Existe o atrito entre as partículas que resulta em uma massa áspera.	
	Argamassa Plástica*	Uma fina camada de pasta aglomerante "molha" a superfície dos agregados, dando uma boa adesão entre eles com uma estrutura pseudo-sólida.	
	Argamassa Fluida	As partículas de agregado estão imersas no interior da pasta aglomerante, sem coesão interna e com tendência de depositar-se por gravidade (segregação). Os grãos de areia não oferecem nenhuma resistência ao deslizamento, mas a argamassa é tão líquida que se espalha sobre a base, sem permitir a execução adequada do trabalho.	

Fonte: CARASEK, 2010

O método de determinação do índice de consistência é descrito na NBR 13276 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2016), sendo este o ensaio conhecido como *Flow Table*.

2.1.4.1.2 Densidade de Massa e Teor de Ar Incorporado

Segundo a NBR 13278 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), a densidade de massa é a relação entre a massa da argamassa e o seu volume, podendo ser absoluta ou relativa. Na determinação da densidade de massa absoluta, não são considerados os vazios existentes, mas seu conhecimento é necessário para a determinação do teor de ar incorporado. No entanto, na determinação da densidade de massa relativa, esses vazios são considerados, pois fazem parte do material a ser empregado (MACIEL; BARROS e SABBATINI, 1998 *apud* SANTOS, 2008).

Sabbatini e Baía (2008), definem teor de ar incorporado como sendo a quantidade de ar existente em um dado volume de argamassa. Quando, na argamassa, são adicionados determinados aditivos, como aditivos incorporadores de ar, há um aumento no teor de ar, conseqüentemente uma diminuição da densidade de massa relativa da mistura. Esses aditivos têm a função de melhorar a trabalhabilidade das argamassas, conferindo plasticidade, e são muito empregados em argamassas de revestimento que contém somente o cimento como aglomerante, o que é o caso da maioria das argamassas estabilizadas (SABBATINI e BAÍA, 2008).

Por melhorar a trabalhabilidade, argamassas que possuem aditivos incorporadores de ar tem redução no consumo de água da argamassa (CARASEK, 2010).

Os métodos para determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado nas argamassas no estado fresco são descritos na NBR 13278 (ASSOCIAÇÃO BRAILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

2.1.4.1.3 Retenção de água

Retenção de água, conforme Bauer (2005), é uma propriedade que está relacionada à capacidade da argamassa fresca não alterar sua trabalhabilidade, mantendo-se aplicável por um determinado período quando sujeita a exposições que provocam a perda de água de amassamento, seja ela por evaporação, absorção do substrato ou reações de hidratação.

A retenção de água também é a propriedade que contribui para o desenvolvimento das reações de hidratação nas idades mais avançadas, tornando gradativo o endurecimento da argamassa, com um conseqüente ganho de resistência sem que ocorram problemas de fissuração causados por retração (BAUER, 2005).

Segundo Sabbatini e Baía (2008), a perda de água de forma rápida, da argamassa de revestimento, influencia de forma negativa a aderência, a capacidade de absorver deformações, a resistência mecânica e a durabilidade do revestimento.

O aumento da retenção de água das argamassas pode ser alcançado de diversas maneiras. Conforme Bauer (2005), uma forma de aumentar a retenção de água é aumentando o teor de materiais constituintes com elevada área específica, um exemplo seria a utilização de saibro e cal na mistura. Esses materiais possuem partículas muito finas, ou seja, a área específica é maior e conseqüentemente a área

a ser molhada também é maior. Outra forma de elevar a capacidade de retenção de água da argamassa é com o uso de aditivos, como é o caso dos derivados da celulose, com o objetivo é impedir a perda de água (BAUER, 2005).

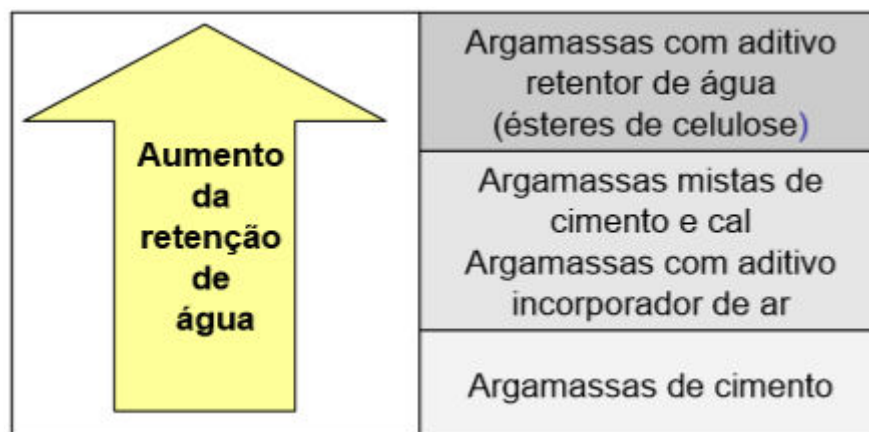
Segundo Recena (2012), se a argamassa possui grande capacidade de retenção de água, melhor é sua estruturação, consequentemente maior o tempo de desempenho e menor a probabilidade de aparecimento de fissuras. Ainda segundo o autor, a capacidade de retenção de água está diretamente ligada ao processo de aderência ao substrato, o que evita o deslocamento e garante a homogeneidade do revestimento. Diante disso, Fernandes (2011) explica que deve haver um equilíbrio entre os níveis de retenção de água, pois uma argamassa com muita retenção desprende-se facilmente e uma com retenção moderada fica trabalhável e plástica para aplicação.

Para que a argamassa possua boa adesão inicial, é necessário que a mistura apresente retenção de água e trabalhabilidade adequadas à sucção do substrato e às condições climáticas e do ambiente (SABBATINI e BAIA, 2008).

Bauer *et. al* (2015) também cita que é possível perceber que há influência de questões climáticas na retenção de água. Em regiões com climas quentes e secos, se a argamassa não tiver retenção de água adequada, perderá água muito rápido, o que pode provocar fissuração e prejudicar as propriedades do estado endurecido (BAUER *et. al.*, 2015).

A partir disso, Carasek (2010), estabelece a ordem de variação da retenção de água para diferentes tipos de argamassa, conforme Figura 2.

Figura 2 – Variação da retenção de água



Fonte: CARASEK, 2010

A NBR 13281, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), classifica as argamassas destinadas ao assentamento de paredes ou ao revestimento de paredes e tetos quanto a retenção de água, conforme Tabela 1 que se referem as classes U1 a U6, abaixo. O método de determinação da retenção de água nas argamassas é estabelecido pela NBR 13277 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), sendo realizado pelo método do Funil de Buchner.

Tabela 1 – Retenção de água

Classe	Retenção de água %	Método de ensaio
U1	≤ 78	ABNT NBR 13277
U2	72 a 85	
U3	80 a 90	
U4	86 a 94	
U5	91 a 97	
U6	95 a 100	

Fonte: NBR 13281, 2005

2.1.4.1.4 Adesão Inicial

Adesão inicial é conhecida como sendo a capacidade de união inicial da argamassa, no estado fresco, a um substrato (CARASEK, 2010). Para Prudêncio (2007 *apud* MATOS, 2013), adesão inicial também se trata da capacidade que a argamassa tem, no estado fresco, de permanecer adequadamente unida à base de aplicação após o seu lançamento. Conforme o mesmo autor, a adesão inicial da argamassa é influenciada por fatores como plasticidade e coesão, além das propriedades do substrato no qual será aplicada.

Para Carasek (2010), a adesão inicial está relacionada com a tensão superficial da argamassa, que pode ser modificada de acordo com a alteração dos materiais constituintes, ou seja, para maiores teores de cimento, cal e com o uso de aditivos incorporadores de ar e retentores de água. Essas alterações acarretam a diminuição da tensão superficial, sendo assim, propiciam um maior contato físico da pasta com o agregado e com o substrato, melhorando a adesão (CARASEK, 2010).

A propriedade de adesão inicial também é a que coordena as situações iniciais nos momentos pós aplicação do revestimento argamassado, pois ao ser lançada, a argamassa deve fixar-se imediatamente no substrato (BAUER, 2005).

2.1.4.2 *Propriedades no Estado Endurecido*

Sabbatini e Baía (2008) citam que as propriedades da argamassa no estado endurecido correspondem às propriedades advindas do próprio revestimento, sendo que o nível de exigência varia de acordo com o local de aplicação e com as condições que o revestimento estará sujeito.

Segundo Gomes (2008, *apud* THOMAS, 2012), no estado endurecido, as argamassas de revestimento possuem propriedades inerentes, sendo medidas diretamente em corpos-de-prova. Já outras propriedades dependem da interação da argamassa com o substrato, devendo ser analisadas quando em conjunto, ou seja, como revestimento (GOMES, 2008 *apud* THOMAS, 2012). Para Recena (2012), é importante ressaltar também que o bom desempenho de argamassas de revestimento no estado endurecido depende, além das propriedades do estado fresco, do preparo, da natureza do substrato, das condições climáticas no momento da aplicação, da cura e da habilidade do trabalhador que realizará essa tarefa.

Sendo assim, a fim de garantir um bom desempenho ao longo de sua vida útil, Pczieczek (2017) cita que, para argamassas no estado endurecido, é importante verificar a resistência mecânica, a retração, a capacidade de absorver deformações e a aderência no substrato.

2.1.4.2.1 *Aderência*

Didaticamente, conforme citado por Carasek (2010), pode-se dizer que a aderência é uma derivação da conjunção das propriedades da interface argamassa substrato. Casasek (2010) classifica a aderência como: resistência de aderência à tração, resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão da aderência (razão entre a área de contato efetivo e a área total possível de ser unida).

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini (1998) a aderência é uma propriedade que o revestimento tem em manter-se fixo ao substrato, através da resistência às tensões normais e tangenciais que surgem na interface base-revestimento.

Sendo assim, a NBR 13749 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013) estabelece os níveis mínimos de resistência de aderência à tração que o revestimento de argamassa deve apresentar com o substrato de revestimento, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Limites de resistência à tração (Ra) para camada única

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

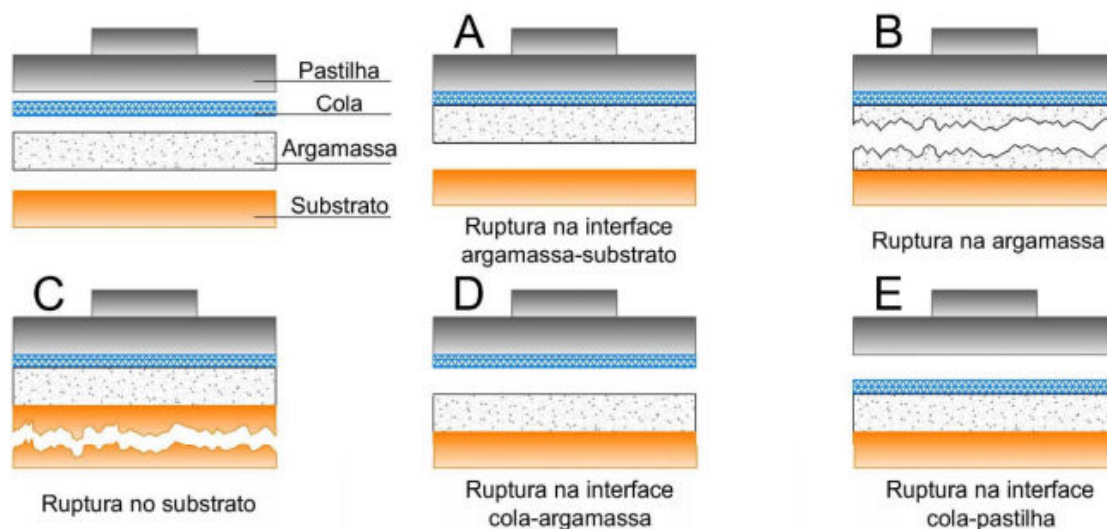
Fonte: NBR 13749, 2013

Apesar da especificação dada em norma, Bauer (2005) ressalta que as normativas não estabelecem níveis máximos de aderência. Porém, sabe-se que revestimentos que apresentam níveis elevados de aderência tendem a manifestar um alto módulo de elasticidade, ou seja, são mais rígidos e com maior potencial de fissuração, pois não conseguem absorver as deformações impostas pelas movimentações termo-higroscópicas e estruturais (BAUER, 2005).

A avaliação da aderência, conforme Bauer (2005), é feita através de ensaios destrutivos, por tração ou cisalhamento. O autor ainda cita que a aderência é um requisito básico para um revestimento e por esse mesmo motivo, existem alguns métodos que se propõem a quantificá-lo.

A resistência de aderência à tração representa a máxima tensão suportada pelo revestimento quando submetido a um esforço normal de tração. Essa resistência pode ser medida de diversas formas, pois o princípio de gerar a carga é o mesmo, ou seja, consiste na aplicação de um esforço normal de tração perpendicular ao revestimento (BAUER, 2005). A determinação desta propriedade é feita de acordo com o método apresentado na NBR 13528 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Em ensaios como esses, podem ocorrer diferentes tipos de rupturas, como apontado por Carasek (2010) na Figura 3.

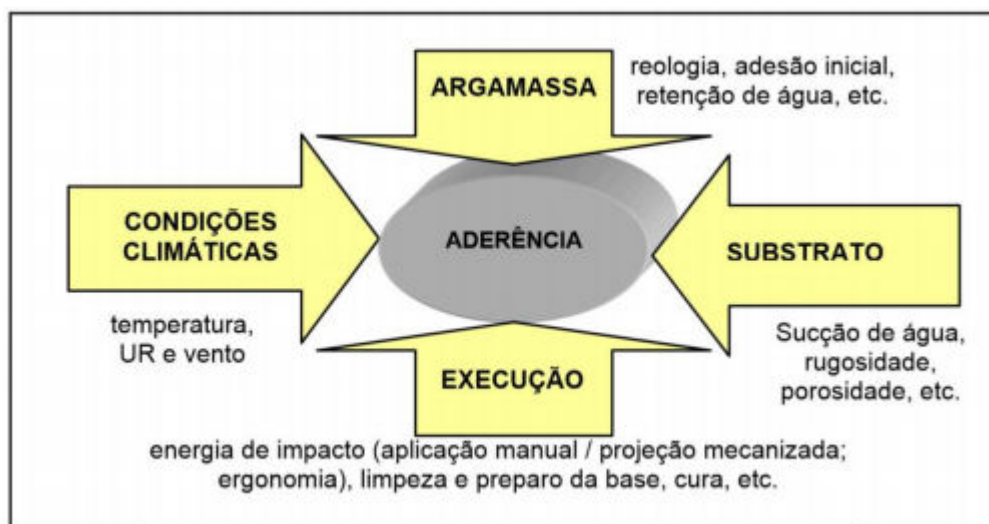
Figura 3 – Tipos de ruptura no ensaio de resistência-aderência à tração de revestimentos de argamassa, considerando o revestimento aplicado diretamente no substrato (sem chapisco)



Fonte: CARASEK, 2010

Alguns são os fatores que influenciam na aderência da argamassa. Eles estão ligados às condições climáticas (temperatura, umidade relativa do ar etc.), às propriedades das argamassas, ao substrato e a execução do revestimento (CARASEK, 2010). Nesse sentido, a Figura 4 ilustra alguns desses fatores, dentre os quais destaca-se as condições climáticas, objeto de estudo neste trabalho.

Figura 4 – Fatores que influenciam na aderência da argamassa sobre bases porosas



Fonte: CARASEK, 2010

No processo executivo de revestimentos argamassados, após a fixação do material no substrato, a argamassa começa a perder água com o passar do tempo,

desenvolvendo, então, o processo de aderência de acordo com a ancoragem mecânica do material com o substrato (BAUER, 2005). Desse modo, é fundamental que o substrato tenha certa capacidade de sucção, pois substratos com baixa sucção têm baixa aderência, o que pode levar ao deslocamento da argamassa. Por outro lado, ainda segundo o autor, quando se aumenta o consumo de cimento para elevar a aderência, as argamassas ficam mais rígidas, o que aumenta as chances do aparecimento de fissuras. Diante dessas considerações, é possível dizer que para substratos muito porosos, a perda de água acontece de maneira mais rápida do que o necessário, diminuindo o tempo de desempenho e aumentando o risco de fissuração.

2.1.4.2.2 Capacidade de Absorver Deformações

As argamassas para revestimento são utilizadas para revestir elementos de diferentes naturezas, conseqüentemente, com diferentes comportamentos quando sofrem deformações causadas por variações térmicas ou higrométricas (RECENA, 2012). A capacidade de absorver deformações está relacionada com o módulo de elasticidade, que pode ser entendido como a capacidade do material em se deformar quando sujeito a solicitações (RECENA, 2012).

Maciel, Barros e Sabbatini (1998), afirmam que o revestimento possui a responsabilidade de absorver deformações provenientes da ação da umidade ou da temperatura. Os autores ainda enfatizam que quanto maior a espessura do revestimento, maior a capacidade de absorver deformações, entretanto, maiores espessuras comprometem a resistência à aderência.

A capacidade de absorver deformações está relacionada ao módulo de deformação da argamassa, sendo assim, quanto menor o módulo de deformação, ou seja, menor o teor de cimento, maior será a capacidade de absorver deformações (NAKAKURA; CINCOTTO, 2004).

O módulo de deformação da argamassa pode ser dinâmico ou estático. O módulo de deformação estático é determinado a partir de um carregamento numa velocidade pré-estabelecida. Já o módulo de deformação dinâmico corresponde a uma deformação instantânea e muito pequena, sendo obtido através do ensaio de ultrassom (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Além disso, Sabbatini e Baia (2008), ainda citam que a capacidade de absorver deformações também depende da técnica de execução do revestimento. Sendo

assim, quando a aplicação e o desempenho são realizados no momento correto, há uma contribuição para o não aparecimento de fissuras, que são prejudiciais e podem acabar comprometendo a aderência, a estanqueidade, o acabamento superficial e a durabilidade do revestimento (SABBATINI e BAÍA, 2008).

2.1.4.2.3 Resistência Mecânica

A resistência mecânica dos revestimentos argamassados é a propriedade do material possuir um estado de consolidação interna, no qual são capazes de resistir à esforços de tração, compressão e cisalhamento (CARASEK, 2010). Esses esforços, segundo Nakakura e Cincotto (2004), são decorrentes de cargas estáticas e dinâmicas atuantes nas edificações e dos efeitos das condições climáticas.

O cimento é o principal componente responsável pelas propriedades mecânicas das argamassas de revestimento. O aumento no teor de cimento aumenta diretamente as magnitudes das propriedades mecânicas. Porém, Bauer (2005) enfatiza que apesar desse fato ser interessante, muitas vezes pode ser desfavorável, uma vez que o aumento significativo do teor de cimento pode tornar o revestimento pouco deformável e mais rígido, contribuindo para o aparecimento de fissuras e até deslocamentos.

Para o desenvolvimento da resistência final do material, é necessário que ocorra o processo de cura, que evita a perda de água rápida, favorecendo o processo de hidratação do cimento, que é um processo lento (SOUZA *et. al*, 2019). Ungericht e Piovesan (2011) ainda afirmam que “a cura correta da argamassa evita a perda precoce de umidade e ajuda a controlar a temperatura por um período suficiente, aumentando, assim, as propriedades mecânicas e reduzindo a absorção de água.”

As diferenças climáticas também têm importante papel quando se fala em resistência mecânica. Ventos fortes e altas temperaturas acarretam a secagem do material impedindo a completa hidratação do cimento, afetando sua resistência (UNGERICHT e PIOVESAN, 2011).

A NBR 13281 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) descreve valores que classificam a argamassa destinada a revestimento de paredes e tetos quanto à resistência à compressão e à tração na flexão.

A NBR 13279 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005) estabelece o método para determinação da resistência à tração na flexão e à

compressão para argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos. Outro método para a determinação da resistência à compressão de argamassas é apresentado pela NBR 7215 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

2.1.4.2.4 Retração

A retração nas argamassas é o resultado de um mecanismo associado com a variação de volume da pasta aglomerante e apresenta papel fundamental no desempenho das argamassas. Parte da retração advém das reações químicas de hidratação do cimento, mas a parcela principal é devido à secagem (CARASEK, 2010).

Vários são os fatores que influenciam na retração do revestimento argamassado. Prudêncio (2007 *apud* MATOS, 2013) e Carasek (2007), apontam que o teor de aglomerante, volume de água, granulometria e as condições climáticas também interferem na magnitude desse fenômeno. O teor de aglomerante determina a retração por hidratação e por carbonatação. Quanto ao volume de água, quanto maior seu valor, maior será a retração, devido ao aumento do volume de água exposto a condições que promovem secagem (PRUDÊNCIO, 2007 *apud* MATOS, 2013; CARASEK, 2007). Quando se trata da granulometria, essa propriedade dos agregados determina o volume de vazios, os quais serão preenchidos pela pasta e quanto mais elevado for esse volume, mais elevado será o potencial de retração da argamassa (PRUDÊNCIO, 2007 *apud* MATOS, 2013; CARASEK, 2007). Por último, Prudêncio (2007 *apud* MATOS, 2013) e Carasek (2007) ainda comentam que as condições ambientais e climáticas possuem também relação direta com a retração na argamassa, em climas quentes, secos e com ventos fortes há o favorecimento da saída da água, facilitando a fissuração na argamassa.

A retração inicia no estado fresco da argamassa e continua após seu endurecimento. Por esse motivo, Cintra (2013 *apud* PCZIECZEK, 2017), aponta a importância da secagem de forma lenta, para que se tenha tempo suficiente para atingir uma resistência à tração que seja capaz de suportar as tensões internas que surgirem. Do mesmo modo, Canedo, Brandão e Filho (2011) apontam que, por esse motivo, o clima no momento da aplicação do revestimento é importante e influencia

na retração, pois calor, baixa umidade relativa do ar e a presença de ventos aumentam a velocidade de evaporação da água.

Carasek (2007) salienta que quanto maior for a espessura do revestimento argamassado maior será a retração. Segundo a autora, a retração é o evento responsável pela maioria das patologias encontradas nos revestimentos, pois as fissuras que surgem possibilitam a entrada de água, o que provoca o aparecimento de fungos e bolor, além do deslocamento do revestimento.

2.1.5 Influência das Condições Climáticas em Materiais Cimentícios

Nas primeiras idades os materiais compostos por aglomerantes hidráulicos são muito sensíveis as variações climáticas, que podem provocar a evaporação da água da mistura, influenciando na hidratação do cimento (BAUER, 2015). Mehta e Monteiro (1994) também destacam que tanto a temperatura quanto a umidade relativa do ar afetam a velocidade de perda de água em materiais cimentícios.

Especialmente para o caso de argamassas estabilizadas, sabe-se que a estabilização de materiais cimentícios como concreto e argamassa sofre influência de diversos fatores, como o tipo de cimento, teor de aditivo e a composição química do estabilizador. Além dos fatores apresentados, Tokodume (2008 *apud* SECCHI; PIOVESAN, 2017) aponta que fatores climáticos do ambiente também influenciam no tempo de estabilização, ou seja, no tempo de endurecimento do material.

2.1.5.1 *Influência da Temperatura*

A reação química do cimento com a água é conhecida como hidratação, sendo este o processo responsável por algumas propriedades. O cimento, por sua vez, é formado por diversos compostos e durante o seu processo de hidratação ocorrem reações dos compostos anidridos com a água, contudo, nem todos esses compostos são hidratados na mesma velocidade (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Segundo Nelson (1990 *apud* PAREDES; BRONHOLO, 2013), a temperatura é o fator que mais afeta a cinética de reação do cimento Portland. A temperatura elevada é capaz de acelerar a hidratação do cimento, sendo que a taxa de hidratação, a estabilidade e a morfologia dos produtos são dependentes desse parâmetro.

Durante as fases iniciais das reações de hidratação, segundo Verbeck e Hermutch (1968 *apud* SILVA *et al.* 2009), a temperatura não só afeta a taxa de hidratação do cimento, mas também as características e o posicionamento dos produtos dessas reações. A partir da grande velocidade inicial, não há tempo suficiente para a difusão dos produtos para as posições mais distantes das partículas de cimento e para uma precipitação mais uniforme, como ocorre em temperaturas mais baixas (VERBECK; HELMUTH, 1968 *apud* SILVA *et al.* 2009).

Para Lothenbach *et al.* (2007 *apud* PAREDES; BRONHOLO, 2013), o aumento da temperatura de hidratação promove ganhos de resistência inicial, mas, em fases posteriores, a resistência é reduzida, quando comparado à cimentos hidratados a temperatura ambiente. Em baixas temperaturas, ainda segundo o autor, a hidratação começa de forma lenta, o que permite uma distribuição mais uniforme dos produtos da hidratação e menor porosidade. Logo, o autor conclui que diferentes temperaturas não só induzem mudanças morfológicas nas fases sólidas, mas também influenciam na composição da fase líquida do material. A alta temperatura faz com que o produto ganhe resistência rápido nas primeiras idades, formando cristais de hidratação mais fracos e desordenados, diminuindo a resistência ao passar do tempo (SECCHI; PIOVESAN, 2017).

Mehta e Monteiro (1994) afirmam que quando se trabalha com baixas temperaturas ambientes (inferiores a 15°C), acontece o chamado “baixo nível de calor de hidratação”, o que ocasiona o retardamento das resistências iniciais. Ainda, se essas temperaturas chegarem a níveis inferiores a 10°C, pode ocorrer a paralisação do início de pega do cimento, ou seja, o cimento não reage e a pasta fica no estado fresco (MEHTA; MONTEIRO, 1994). Já no calor extremo, com temperaturas acima de 35°C, Ribeiro Jr (2015 *apud* NASCIMENTO *et al.*, 2019), aponta que o tempo de início de pega pode ocorrer ainda no seu transporte, ou seja, as ramificações da partícula de cimento resultantes da reação de hidratação começam a se formar, mas são quebradas pelas rotações feitas pelo caminhão betoneira.

Em pesquisas realizadas por Secchi e Piovesan (2007), verificou-se que quando a argamassa estabilizada foi submetida a temperaturas mais elevadas houve perda de trabalhabilidade, já para temperaturas baixas a perda não foi expressiva. Ainda na pesquisa, quando a argamassa é associada com o efeito do aditivo estabilizador de hidratação e com a baixa temperatura, tende a ficar estabilizada por mais tempo, ocorrendo o inverso quando se tem aumento da temperatura.

A temperatura, segundo Mehta e Monteiro (1994), possui um efeito duplo sobre a resistência de materiais a base de cimento, pois influencia na evaporação de água e na velocidade das reações de hidratação do cimento.

Mehta e Monteiro (1994) destacam que a temperatura, além de outros fatores climáticos, afeta a velocidade de perda de água dos compostos cimentícios. Ou seja, a rápida evaporação de água no estado fresco pode comprometer as propriedades do revestimento e alterar o tempo de desempenho do material.

Estudos realizados por Campos (2012) mostram que a temperatura do ambiente tem grande influência no tempo de pega das argamassas, observando-se também a influência da temperatura inicial dos materiais constituintes.

2.1.5.2 *Influência da Umidade Relativa do Ar*

A umidade relativa do ar influencia no controle de água da argamassa, regulando a quantidade de água presente no material (ISEHARD, 2000). A quantidade de água deve ser adequada para a hidratação, por isso Lorenzetti *et al.* (2002 *apud* MELO, 2018) aponta que a umidade relativa do ar deve ser suficiente para manter o material saturado.

No estado fresco, segundo Pereira (2007), as argamassas possuem excesso de água que permanece no estado livre, tendo os poros saturados e as substâncias em suspensão. Quando o revestimento está submetido a um ambiente cuja umidade do ar é inferior a 100% a água presente na mistura sofre evaporação, reduzindo a umidade dos poros capilares, causando tensões internas que podem afetar a resistência do material (PEREIRA, 2007).

Em estudos de Neville (1997), a hidratação dos materiais a base de cimento Portland é reduzida quando estão submetidos a ambientes com umidade relativa do ar menor que 80%, considerando a não incidência de sol, vento e que a temperatura se mantenha constante. Logo, considerando que a argamassa é mais porosa que o concreto, o efeito da umidade relativa do ar tende a ser elevado.

Em pesquisas realizadas por Karkotli *et al.* (2019), para argamassas estabilizadas, o aumento da umidade relativa do ar pode ter proporcionado maior grau de hidratação do cimento, tendendo ao aumento de resistência mecânica do material.

Ao apresentar as vantagens e desvantagens da argamassa estabilizada, Matos (2013) aponta que em dias muito úmidos, as argamassas podem demorar mais para

adquirir rigidez, ou seja, há uma tendência de aumento no tempo de desempenho, pois o seu endurecimento depende da perda de água, seja pela absorção do substrato ou por evaporação. Quando a umidade do ambiente é elevada, a perda por evaporação é, conseqüentemente, reduzida.

2.1.5.3 *Influência do Vento*

Em estudos realizados por Bauer (2015, *apud* MELO, 2018), materiais que contém aglomerantes hidráulicos, são sensíveis à ação do Sol e dos ventos nas primeiras idades, ou seja, podem sofrer retração devido a evaporação rápida de água na mistura. Além disso, Mehta e Monteiro (2008) descrevem que a velocidade do vento também afeta a velocidade de perda de água em materiais cimentícios.

Cintra (2013, *apud* PCZIECZEK, 2017), também afirma que quando se tem ventos muito fortes, maior será a perda de água da argamassa, o que pode ocasionar fissuras e retração. O mesmo fenômeno pode ocorrer quando a argamassa é aplicada sobre uma base muito absorvente.

Recena (2012) cita, ainda, que a presença de ventos pode acelerar o processo de secagem da argamassa e com o favorecimento da evaporação de água aumentam-se as probabilidades de aparecimentos de fissuras nos revestimentos.

2.1.6 *Influência das Condições Climáticas em Aditivos para Argamassa*

Existem diversos fatores que influenciam nas propriedades dos aditivos para concreto e argamassa, como o seu teor em relação à massa do aglomerante; o intervalo decorrido entre o início da hidratação e o momento em que ele é adicionado; a composição e quantidade de aglomerante no concreto; a composição química do aditivo e a temperatura do material (RAMACHANDRAM, 1995 *apud* ZOZULA, 2009).

Os aditivos estão no mercado desde 1988, porém há falta de estudos relacionado com os efeitos da temperatura e umidade relativa do ar que causam variações no desempenho do material em que é aplicado (MUSZYNSKI, CHINI e BERGIN, 2002 *apud* ZOZULA, 2009).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir da observação do revestimento argamassado em obra, no estado fresco, em nove paredes, distribuídas em três pavimentos distintos, sendo três paredes em cada pavimento. A escolha das paredes foi em função de que no mesmo pavimento estivessem posicionadas de forma a estarem submetidas a diferentes condições de incidência de sol e vento.

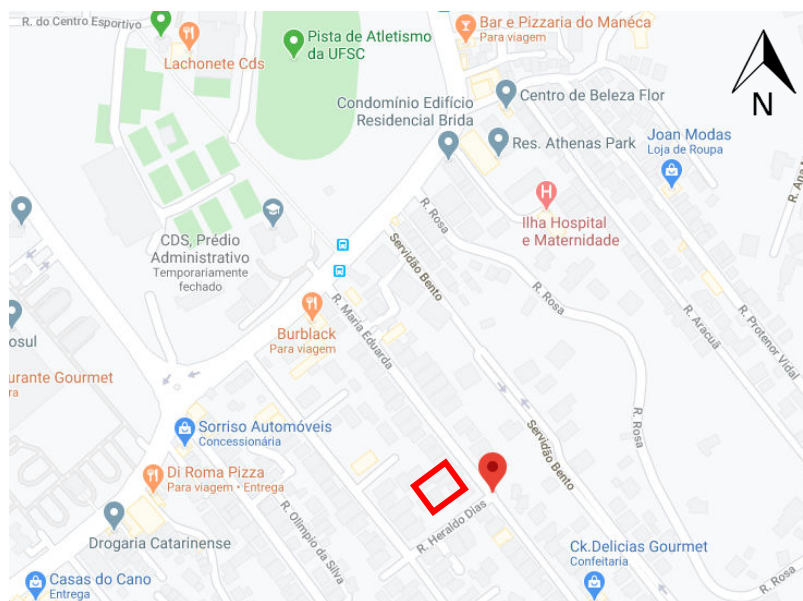
A observação dos revestimentos se deu a partir de três conjuntos de informações. O primeiro, envolveu análise das informações climáticas a partir da coleta dos dados de macroclima do dia de execução do revestimento para a região e de microclima para cada parede analisada. O segundo conjunto de informações foram relativas às propriedades e características da argamassa estabilizada utilizada. E o terceiro conjunto de informações envolveu a análise do material como revestimento, no estado fresco, nas paredes analisadas.

As informações do microclima e caracterização da argamassa foram coletadas a partir de equipamentos descritos no item 3.2.2, disponibilizados pela instituição de ensino, e a argamassa estabilizada foi dosada em central e entregue na obra por empresa especializada.

3.1 Informações da Obra em Análise

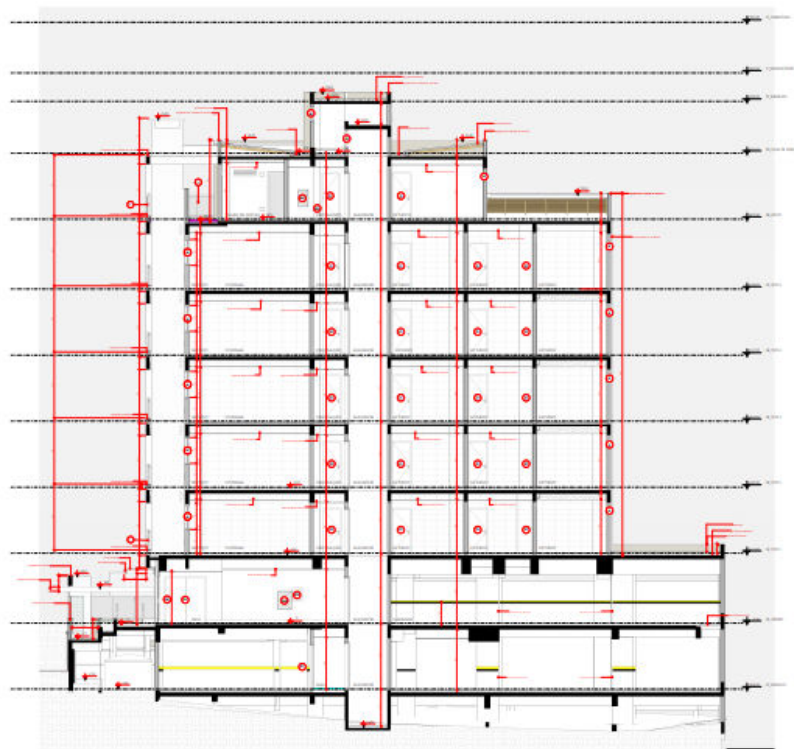
A pesquisa foi realizada em um edifício de cinco pavimentos tipo, localizado no bairro Pantanal, Florianópolis, Santa Catarina. Sua localização pode ser observada na Figura 5. Na Figura 6, apresenta-se um corte esquemático da estrutura, onde pode-se observar a configuração do edifício.

Figura 5 – Localização da Obra em Análise



Fonte: Google Maps, 2020

Figura 6 – Corte Esquemático do Empreendimento



Fonte: Construtora, 2020

Foram analisados os revestimentos executados em paredes previamente preparadas com chapisco, nas quais o reboco foi executado em camada única. As

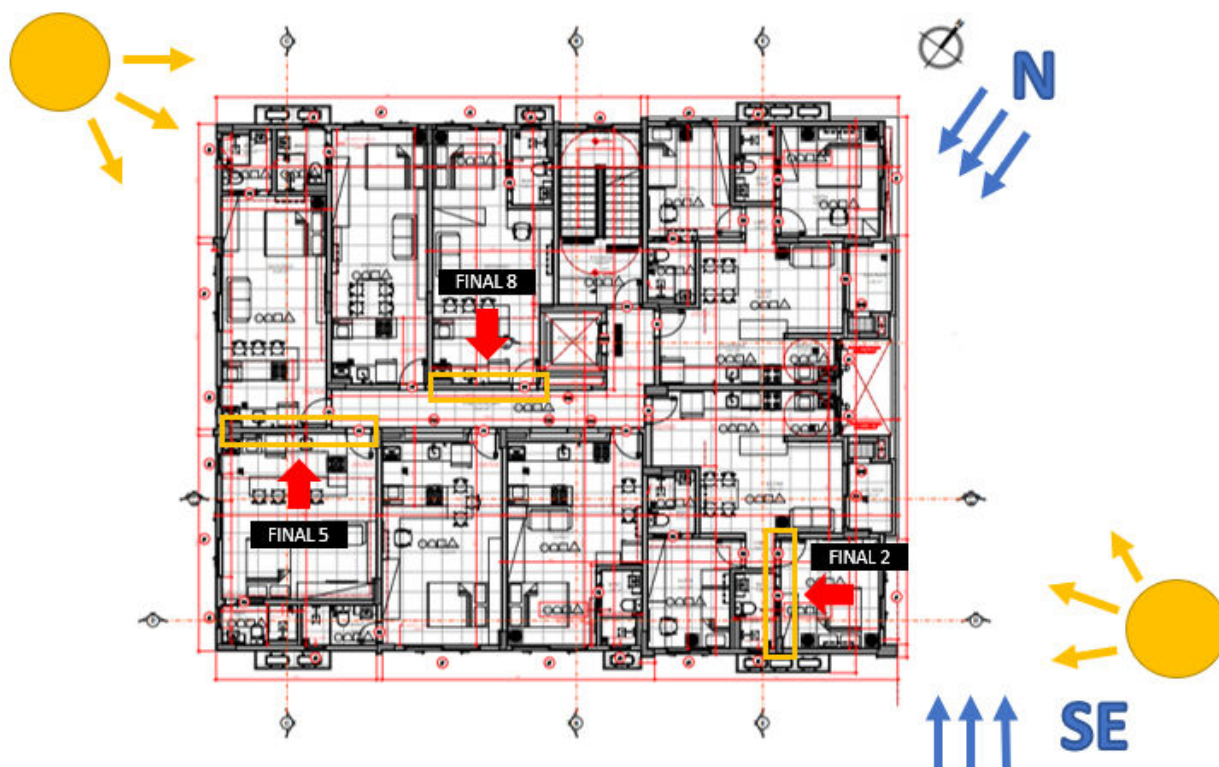
análises foram realizadas em revestimentos de argamassa estabilizada sobre alvenaria de blocos cerâmicos e em alguns casos, sobre elementos em concreto.

A escolha das paredes se deu de forma a analisar as condições de exposição climática mais distintas possíveis, de acordo com a localização no edifício. A fim de avaliar situações em que a variação climática atua de maneira mais controlada, optou-se por escolher paredes internas.

O motivo da análise em pavimentos distintos deve-se ao fato de que, conforme explica Recena (2012), existe uma diferença na velocidade do ar para os primeiros pavimentos em relação aos andares superiores. Além disso, essa diferença também está relacionada com a altura do prédio à medida que ele começa a se sobressair diante de outros edifícios ao seu entorno. Esse fato também é relevante para a incidência solar, pois teoricamente há um aumento desse fator para pavimentos mais altos.

Sendo assim, ao visitar a obra, determinou-se que as paredes utilizadas estariam localizadas nos apartamentos de final 2, 5 e 8, dos pavimentos Tipo 2, Tipo 3 e Tipo 4. A localização das paredes estudadas no pavimento, bem como a sua orientação solar e em relação aos ventos predominantes nos meses de análise da região, pode ser observada na Figura 7. Na mesma figura, a posição da seta vermelha indica o lado da parede cujo revestimento fez parte deste estudo.

Figura 7 – Projeto arquitetônico executivo com indicação da incidência solar e do vento predominates nos meses de análise



Fonte: Construtora, 2020

As paredes analisadas foram nomeadas conforme o apartamento em que estão localizadas. Portanto, as paredes do pavimento tipo 2, foram nomeadas de 202, 205 e 208. Da mesma forma, as paredes do pavimento tipo 3 foram nomeadas de 302, 305 e 308, assim como as paredes do pavimento tipo 4 foram nomeadas como 402, 405 e 408.

Conforme ilustra a Figura 7, as paredes com final 2 localizam-se na fachada Leste do empreendimento. As paredes com essa localização sofrem influências dos ventos com direção Norte e Nordeste, que são os ventos predominantes na região durante os meses de análise, conforme Normal Climatológica 1981-2010 (INMET, 2020). Essas paredes também recebem o sol da manhã e por ter uma grande abertura bem próxima, a incidência solar é direta.

As paredes com final 5 ficam localizadas na fachada Oeste, sendo assim, conforme orientação, recebem influência dos possíveis ventos Sudoeste e Sul. Por conta da localização, essas paredes não recebem incidência solar, o que aumenta a umidade do ambiente.

Já as paredes com final 8, ficam localizadas na fachada Norte, recebendo influência dos possíveis ventos Noroeste e Oeste. Por conta da localização, a fachada Norte recebe incidência solar no período da tarde, sendo assim o ambiente sofre com mais calor, porém, como a parede fica longe da abertura, a incidência solar é indireta.

3.2 Informações Climáticas

Com o intuito de analisar o comportamento da argamassa quando relacionado com a variação das condições climáticas do ambiente, neste trabalho, foram realizadas medidas de umidade relativa do ar, temperatura, intensidade de vento e incidência solar nas paredes analisadas. Os dados coletados são de macro e de microclima, ou seja, além de registrar a condição climática referente ao dia, a partir dos dados da estação meteorológica, também foram registradas as informações bem próximas as paredes estudadas, com o auxílio de equipamentos específicos.

A coleta dos dados foi realizada na cidade de Florianópolis nos meses de agosto, setembro e outubro de 2020. Sendo assim, é importante analisar qual a predominância do clima na região durante esses meses.

Segundo a Normal Climatológica do Brasil de 1981-2010 (INMET, 2020), no mês de agosto há a predominância de ventos com direção Norte com intensidade média de 3,3 m/s, temperatura média compensada de 17°C, umidade relativa do ar média de 81,3% e insolação de 156,6 horas, Já no mês de setembro, o vento predominante continua sendo o Norte com intensidade média de 3,8m/s, porém a temperatura média compensada é de 18,3°C, a umidade relativa do ar média é de 80,3% e período de insolação de 130,4 horas, Para o mês de outubro, tem-se como vento predominante o Sudeste com intensidade média de 4,0 m/s, temperatura média compensada de 20,3°C, umidade relativa do ar média de 80,2% e período de insolação de 144,4 horas.

3.2.1 Macroclima

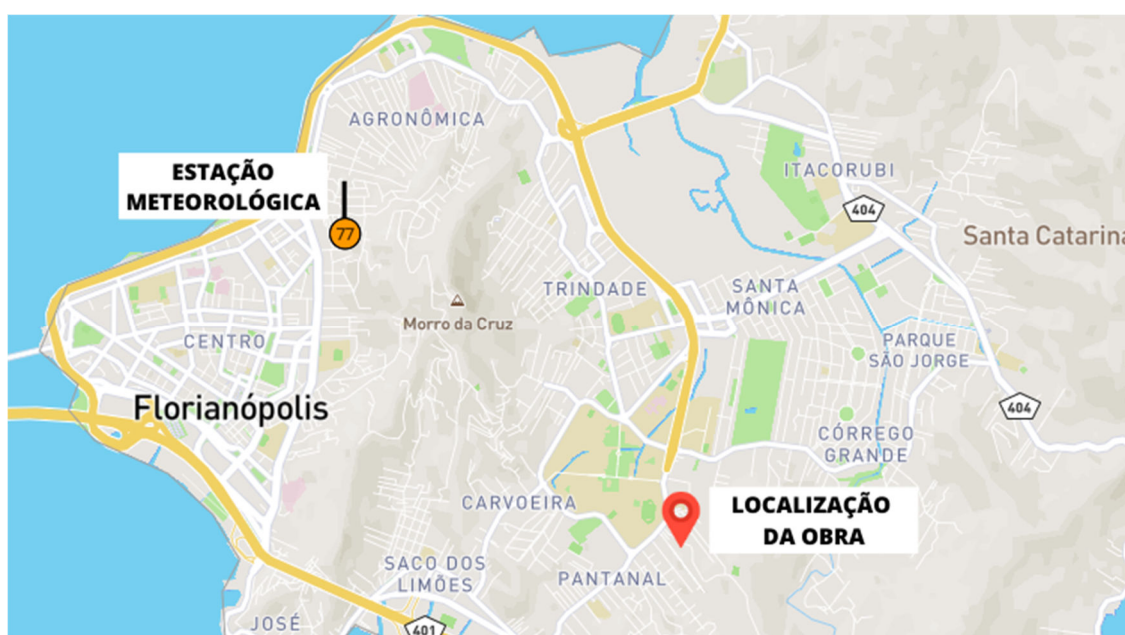
O macroclima é dito como o clima de uma ampla região geográfica, neste caso, os dados climáticos foram os registros da cidade de Florianópolis, Santa Catarina, localização da obra em análise.

Inicialmente, as informações analisadas seriam extraídas a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), porém, como a estação oficial está muito longe da localização da obra, os dados utilizados serão os apresentados pela estação IFLORIAN26, apresentados no site do *Weather Underground*, indicado pelos profissionais da área de meteorologia do IFSC Florianópolis.

A estação utilizada não é oficial, os dados são coletados a partir de instrumentos menos precisos, porém devido à proximidade da obra, os dados se tornam mais confiáveis, pois são menos influenciados pelo relevo, fato que ocorre com a estação oficial registrada no INMET.

A localização da estação meteorológica da qual foram gerados os dados utilizados neste trabalho, e sua posição em relação à obra estudada podem ser observadas na Figura 8.

Figura 8 - Localização da obra x Localização da Estação Meteorológica



Fonte: Weather Underground, 2020

3.2.2 Microclima

Nesse trabalho, as características de microclima referem-se às informações climáticas extraídas no momento da execução do revestimento, em posição bem próxima à parede. A coleta dessas informações foi realizada a partir de um medidor ambiental, capaz de medir a intensidade de ruído sonoro, intensidade luminosa, e de

vento, a umidade relativa do ar e a temperatura. O instrumento utilizado é um Medidor Ambiental 5 em 1, marca Highmed® e modelo THDLA-500, apresentado na Figura 9.

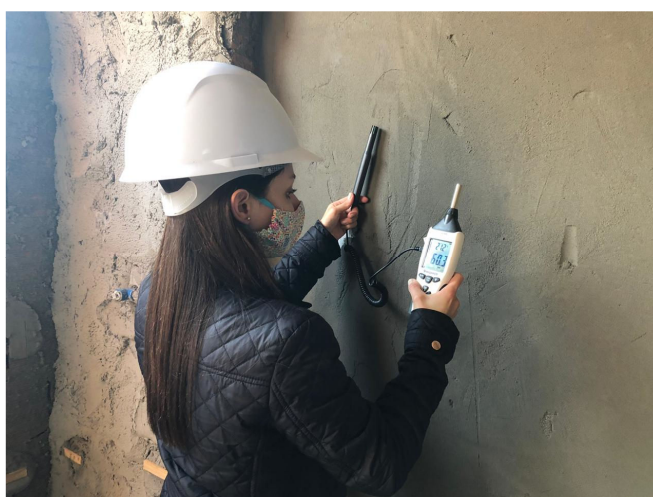
Na Figura 10 é possível observar o posicionamento do sensor nas proximidades da parede recém revestida para a medição dos dados de microclima.

Figura 9 – Medidor Ambiental



Fonte: Highmed Solução em Tecnologia de Medição, 2021

Figura 10 – Medições climáticas



Fonte: do autor

3.3 Informações e Caracterização da Argamassa

Nesta etapa foram feitos os ensaios de caracterização da argamassa estabilizada efetivamente utilizada na execução do revestimento de cada parede, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. Além disso, para complementação dos dados desse trabalho, foram coletadas informações gerais da argamassa.

3.3.1 Entrega e Armazenamento

As informações gerais da argamassa são os dados de data e horário de entrega e forma de armazenamento em obra. Na Figura 11 é possível observar a forma de armazenamento das argamassas na obra, ficando em local protegido de sol e vento cobertos por uma lâmina de água.

Figura 11 - Armazenamento da argamassa



Fonte: do autor

3.3.2 Caracterização da argamassa no Estado Fresco

A caracterização da argamassa no estado fresco foi composta pelos ensaios: densidade de massa e teor de ar incorporado (NBR 13278:2005), teor de umidade por secagem ao fogo e índice de consistência, que nesse caso foi realizado a partir do ensaio de Slump Test (NBR NM 67:1998). Todos os ensaios foram realizados no

momento de utilização da argamassa e sua execução pode ser observada nas Figura 12, Figura 13 e Figura 14.

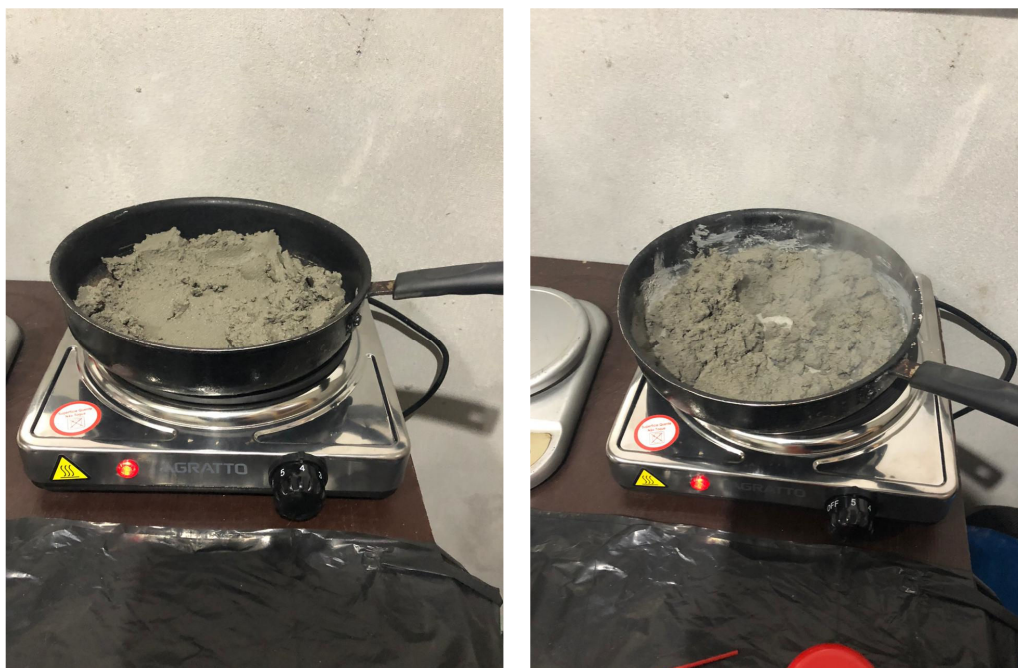
Para a determinação do teor de ar foi determinada a densidade de massa da argamassa seca resultante da determinação do teor de umidade.

Figura 12 – Densidade de Massa



Fonte: do autor

Figura 13 – Umidade por secagem ao fogo



Fonte: do autor

Figura 14 – Slump Test

Fonte: do autor

3.3.3 Caracterização no Estado Endurecido

No estado endurecido foi determinada a resistência à compressão aos 28 dias (NBR 7215:2019).

Escolheu-se determinar a resistência à compressão a partir de corpos de prova cilíndricos 5x10cm pela facilidade de moldagem na obra, utilizando espátula para o adensamento uma vez que para o uso da geometria prismática da NBR 13279 (ABNT, 2015) seria necessária uma mesa de adensamento da qual não se disporia na obra. Na Figura 15 é possível observar os equipamentos utilizados, bem como os corpos de prova moldados para o ensaio de resistência à compressão.

Os corpos de prova permaneceram no molde até que completassem 7 dias da moldagem. Não se extraiu os corpos de prova antes desta idade devido à cinética de hidratação do Cimento Portland e à dificuldade de secagem pelo uso de moldes não absorventes. Na Figura 16 pode-se visualizar os corpos de prova recém desmoldados. A cura foi realizada ao ar, no ambiente da obra, até os 28 dias, quando os corpos-de-prova eram transportados para o laboratório, capeados com enxofre (Figura 17) e ensaiados à compressão (Figura 18).

Figura 15 – Moldagem dos corpos de prova



Fonte: do autor

Figura 16 – Desmoldagem dos corpos de prova



Fonte: do autor

Figura 17 - Capeamento dos corpos de prova



Fonte: do autor

Figura 18 - Ensaio de resistência à tração



Fonte: do autor

3.4 Estudo em Revestimentos

A terceira etapa desse trabalho foi realizada através da análise do uso da argamassa estabilizada como revestimento, tendo como foco principal o tempo necessário para o desempenho de acordo com as variações climáticas.

Antes do início da aplicação do revestimento argamassado, as paredes foram preparadas a partir da execução de chapisco. Sobre as estruturas de concreto o

chapisco era substituído por argamassa colante AC-III. Na Figura 19 apresenta-se uma imagem exemplificando o preparo da superfície para receber o reboco.

Nas Figura 20, Figura 21 e Figura 22 são ilustradas as etapas da execução do revestimento argamassado.

Figura 19 - Execução de chapisco



Fonte: do autor

Figura 20 – Reboco após aplicação



Fonte: do autor

Figura 21 – Reboco após retirar o excesso



Fonte: do autor

Figura 22 – Reboco desempenado



Fonte: do autor

3.4.1 Tempo de Desempeno e Teste do Pêndulo

O tempo de desempeno do material foi controlado de acordo com a sensibilidade que o trabalhador possui frente sua experiência, sendo obtido pelo registro do horário de início da aplicação do revestimento argamassado e de início do desempeno. Ou seja, além das variações climáticas, outra variável que pode influenciar no tempo de desempeno é o *feeling* que cada trabalhador possui. Sendo assim, elaborou-se um aparato, a ser testado neste trabalho, para tentar quantificar a

consistência da argamassa no momento “ideal” de desempenho, em outras palavras, a sensibilidade quando o trabalhador encosta os dedos na argamassa e sente que está no tempo de desempenho.

Esse teste foi realizado com o auxílio de um pêndulo elaborado a partir de um prumo de face. O sistema funciona como um pêndulo simples de física - mecânica, que permitirá determinar a deformação imposta à argamassa a partir de uma dada energia de impacto imposta pelo equipamento. O pêndulo foi posicionado na parede, conforme a Figura 23, com um ângulo θ igual a 90° , comprimento $L=16\text{cm}$, massa $m=480\text{g}$ e solto para impacto sobre o revestimento recém aplicado. O comprimento foi definido de acordo com a sensibilidade no momento do teste, pois quando realizado com um comprimento superior, a corda não mantinha linearidade. Já o peso foi definido de acordo com o disponível no mercado.

Para que se tivesse mais firmeza ao segurar o pêndulo e depois soltá-lo, fixou-se pregos no topo do distanciador do prumo, para que ele entrasse no revestimento e pudesse se apoiar na alvenaria, sem prejudicar o revestimento. Uma imagem do posicionamento do prumo para a medida de consistência da argamassa é apresentada na Figura 24. Na Figura 25 é possível observar o resultado do impacto do pêndulo sobre o revestimento.

Figura 23 – Pêndulo Simples

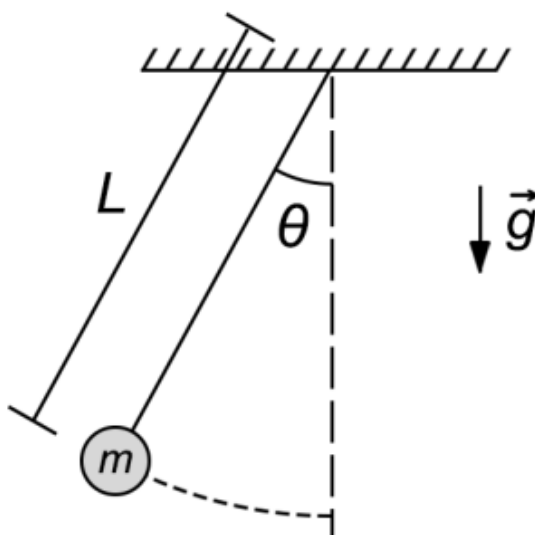


Figura 24 – Pêndulo elaborado a partir do prumo de face



Fonte: do autor

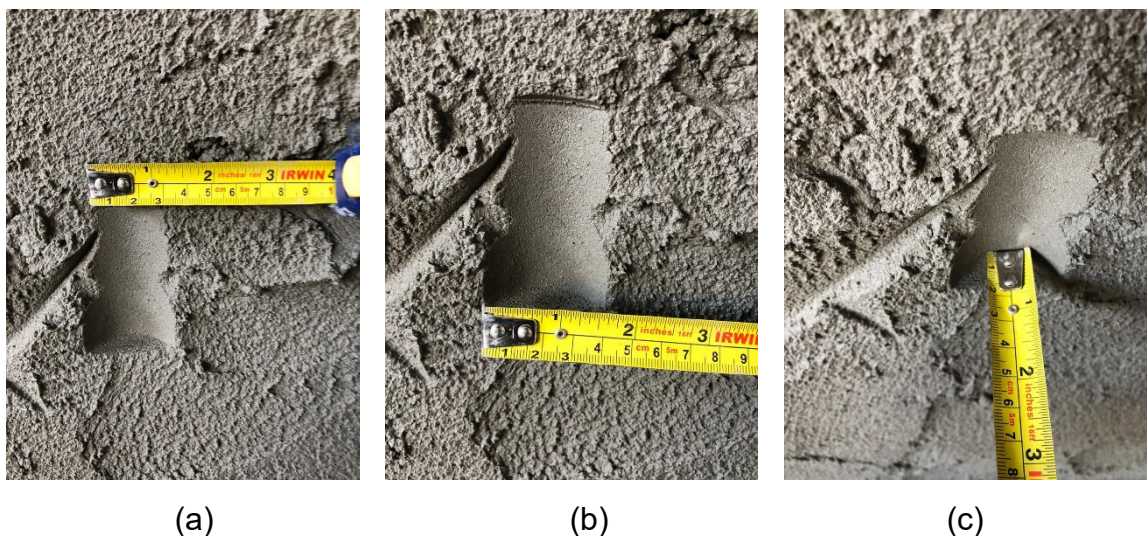
Figura 25 – Teste do pêndulo ao longo do tempo



Fonte: do autor

A partir da realização do teste do pêndulo, extraiu-se as medidas da “marca” deixada pelo pêndulo na superfície argamassada ao longo do tempo até atingir o desempenho. As medidas feitas foram denominadas de X1, X2 e Z, sendo que X1 é a medida da base menor (superior), X2 é a medida da base maior (inferior) e Z a profundidade deixada pelo pêndulo na posição de X2.

Figura 26 – Medidas de (a)X1, (b)X2 e(c) Z, respectivamente



Fonte: do autor

Esse estudo foi realizado, pois o desempenho no momento incorreto provoca fissuração nos revestimentos. Esse fato pode ocorrer em argamassas, sobre as quais o a operação de desempenho seja realizada antes do tempo, ou seja, quando a argamassa ainda não “puxou”, não possuindo a rigidez adequada ocorre a fissuração. Esta situação pode ocorrer quando o tempo de desempenho tenha previsão de ocorrer em intervalo do trabalho, seja na hora do almoço, lanche, ou após o término do expediente.

3.4.2 Observações quanto ao emprego da argamassa como revestimento

Além das análises feitas a respeito do material, para o trabalho foi considerado o tempo de emprego da argamassa após o recebimento em obra.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aqui serão apresentados os resultados obtidos neste trabalho. Primeiramente serão abordados os resultados dos ensaios nos estados fresco e endurecido, seguido das análises feitas através do tempo de desempenho e teste do pêndulo e por fim as análises relacionando as informações climáticas.

4.1 Informações e Caracterização da Argamassa

A seguir serão apresentados os resultados obtidos, das propriedades do estado fresco e endurecido das argamassas utilizadas. Para fins didáticos, as argamassas foram nomeadas de acordo com a ordem de aplicação e as paredes de acordo com o número do apartamento em análise, sendo que a argamassa 2 foi utilizada nas paredes 202 e 208 e a argamassa 5 nas paredes 302 e 408.

As informações gerais das argamassas e os resultados para determinação da massa específica seca e do teor de ar estão no APÊNDICE I.

4.1.1 Caracterização no Estado Fresco

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das propriedades do estado fresco.

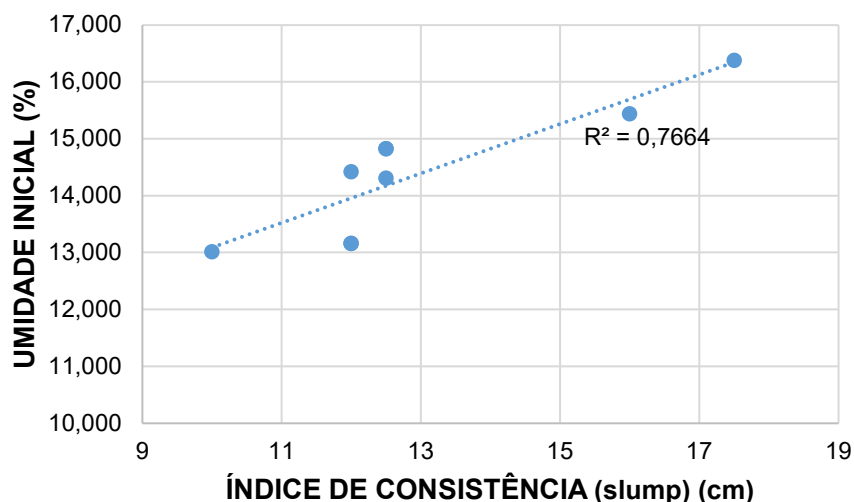
Tabela 3 – Caracterização no estado fresco

Argamassa	Parede	Massa Específica (kg/cm ³)	Slump (cm)	Umidade Inicial (%)	Teor de Ar (%)	Tempo de Armazenamento (h)
Argamassa 1	205	1867,50	12,00	14,417	16,34	1:35
Argamassa 2	202	1885,00	12,50	14,826	14,30	1:35
	208	1885,00	12,50	14,826	14,30	1:35
Argamassa 3	305	1762,50	16,00	15,437	20,61	19:20
Argamassa 4	308	1837,50	10,00	13,016	17,94	5:15
Argamassa 5	302	1810,00	12,00	13,162	18,73	0:27
	408	1810,00	12,00	13,162	18,73	1:27
Argamassa 6	405	1865,00	12,50	14,308	16,51	17:30
Argamassa 7	402	1772,50	17,50	16,379	18,22	21:38

Fonte: do autor

A partir do gráfico apresentado na Figura 27, percebe-se que quanto maior a umidade inicial da argamassa, maior o seu índice de consistência, justamente porque quanto maior a quantidade de água, maior a consistência e maior o slump. Na mesma figura é possível observar uma correlação linear entre as variáveis e o respectivo coeficiente de correlação. Outras equações foram testadas, mas seus coeficientes de correlação foram inferiores ao observado para correlação linear. É importante citar que outros fatores, como, por exemplo o teor de ar, influenciam a consistência da argamassa.

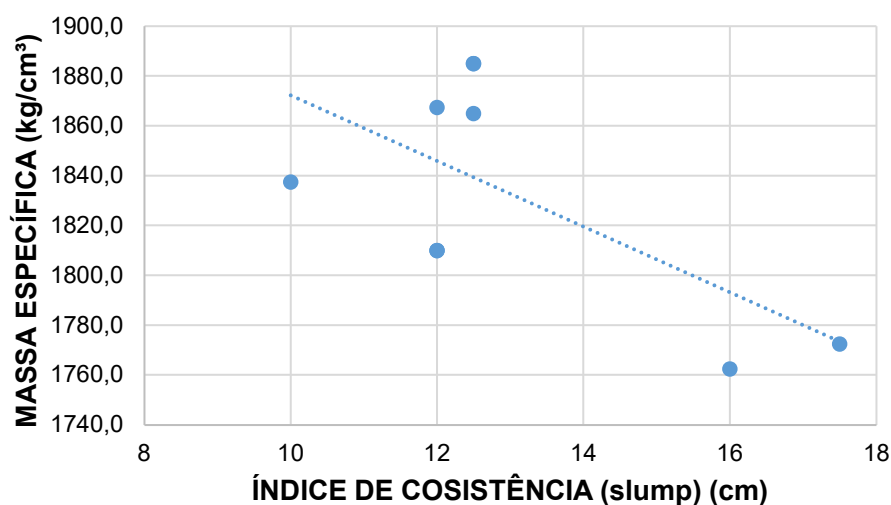
Figura 27 – Relação entre umidade inicial da argamassa e índice de consistência (slump)



Fonte: do autor

A Figura 28 representa a relação entre a massa específica da argamassa e o slump. De acordo com o apresentado é possível observar uma tendência de que quanto menor a sua massa específica, maior o índice de consistência da argamassa, ou seja, como esperado, a presença de mais água na mistura reduz a massa específica do material e o deixa mais fluido. Vale ressaltar a influência do teor de ar cujo aumento reduz a massa específica da argamassa e pode influenciar a consistência tornando-a mais fluida pela lubrificação interna da mistura, mas ao mesmo tempo ao torná-la mais leve, reduziria o efeito do peso do material sobre o ensaio de abatimento do tronco de cone, podendo resultar no efeito contrário.

Figura 28 – Relação entre massa específica e o índice de consistência (slump)

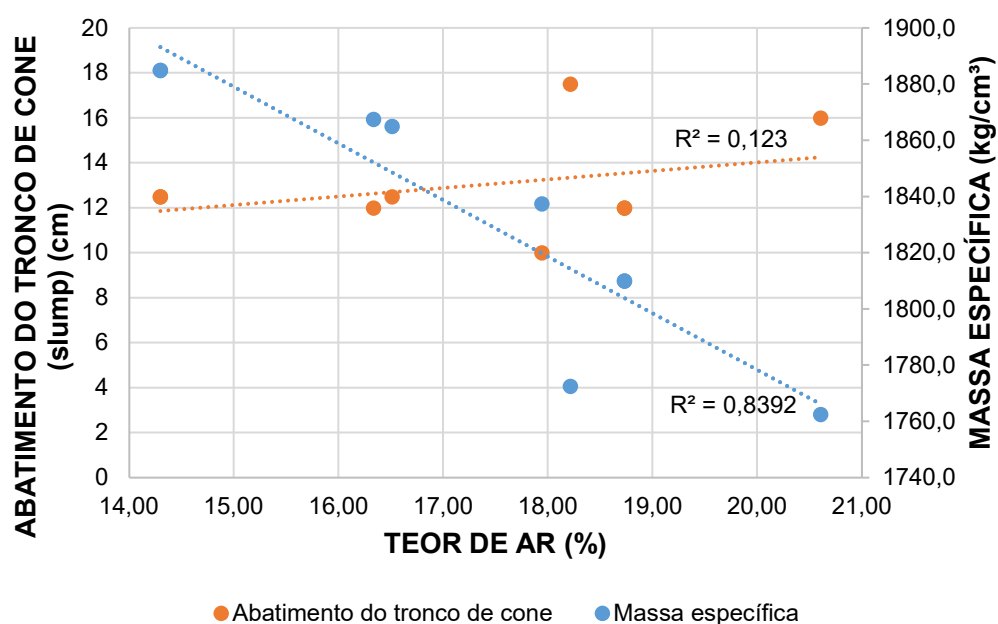


Fonte: do autor

A Figura 29 representa a relação entre o abatimento do tronco de cone (slump), teor de ar e massa específica da argamassa. A partir do gráfico, é possível observar que existe um bom índice de correlação entre o teor de ar e a massa específica da argamassa, quanto menor o teor de ar maior a massa específica do material, resultado já esperado.

Porém, ao analisar a relação entre o índice de consistência e o teor de ar, apesar de não resultar em um bom coeficiente de correlação, os resultados apresentam uma tendência de que quanto maior o teor de ar, maior o índice de consistência, prevalecendo o efeito lubrificante das partículas em tornar o material mais fluido.

Figura 29 – Relação entre índice de consistência, teor de ar e massa específica



Fonte: do autor

Ao analisar a relação do teor de ar das argamassas com o tempo de armazenamento antes da aplicação, é possível perceber que para a argamassa 2 o menor teor de ar está relacionado com o maior tempo de armazenamento antes do uso. Porém, ao contrário do esperado, isso não ocorreu para todas as argamassas que demoraram mais tempo para ser utilizada, como é o caso das argamassas 3 e 7, indicando variabilidade do processo produtivo da argamassa. Diante disso, a quantidade de água pode influenciar no teor de ar incorporado, as vezes prevalecendo um em detrimento do outro.

Analisando a relação entre o slump e o tempo de armazenamento da argamassa antes do início de aplicação, observa-se que nem sempre as argamassas com mais tempo de armazenamento possuem menores valores de slump, fato que indica a adição de água na argamassa antes da aplicação como revestimento.

4.1.2 Caracterização no Estado Endurecido

Na Tabela 4 observa-se os valores de resistência média e potencial (resistência máxima entre os três corpos de prova para cada argamassa) das argamassas analisadas. Os resultados individuais dos ensaios para cada argamassa encontram-se no APÊNDICE I.

Tabela 4 – Caracterização no estado endurecido

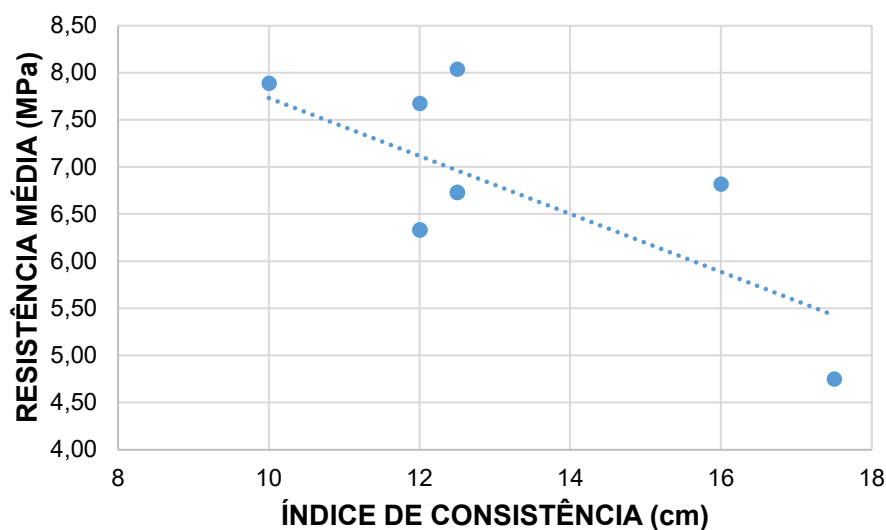
Argamassa	Parede	Resistência Média (MPa)	Resistência Potencial (MPa)	Desvio padrão
Argamassa 1	205	7,67	8,28	0,43
Argamassa 2	202	6,73	7,09	0,25
	208	6,73	7,09	0,25
Argamassa 3	305	6,82	7,77	0,67
Argamassa 4	308	7,89	8,11	0,16
Argamassa 5	302	6,33	7,21	0,62
	408	6,33	7,21	0,62
Argamassa 6	405	8,04	9,23	0,84
Argamassa 7	402	4,75	5,54	0,56

Fonte: do autor

A partir dos dados de resistência média e potencial dos corpos de prova e dos valores de índice de consistência (slump test), umidade inicial, massa específica e teor de ar, traçou-se gráficos para análise do conjunto de fatores.

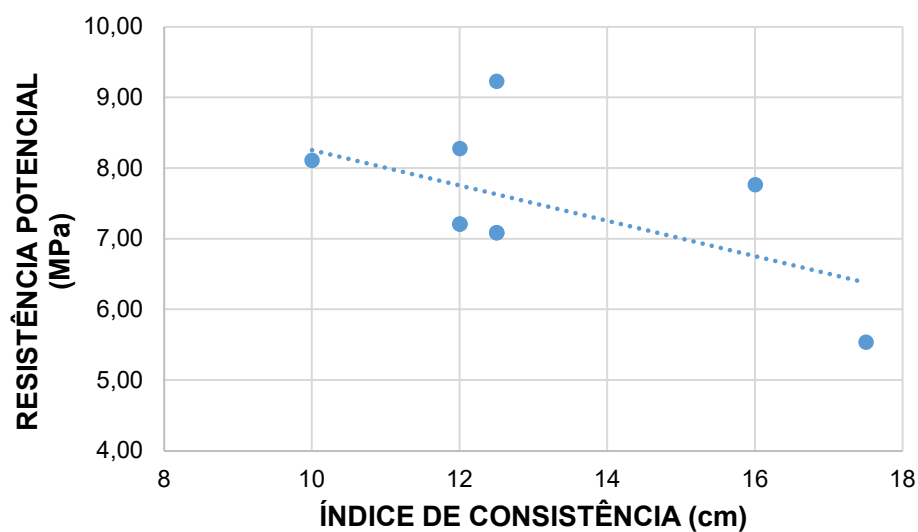
De acordo com os gráficos das Figura 30 e Figura 31, tanto para a resistência média quanto para a potencial, é possível observar que quanto maior o índice de consistência, menor a resistência do material. Isso pode ser explicado, pois quanto maior o índice de consistência, maior a quantidade de água e/ou de ar na mistura. Dessa forma, o slump torna-se uma boa medida de consistência podendo ser utilizado como ensaio de controle indireto da resistência para argamassas de mesmo traço produzidas com os mesmos materiais.

Figura 30 – Relação entre a resistência média e o índice de consistência



Fonte: do autor

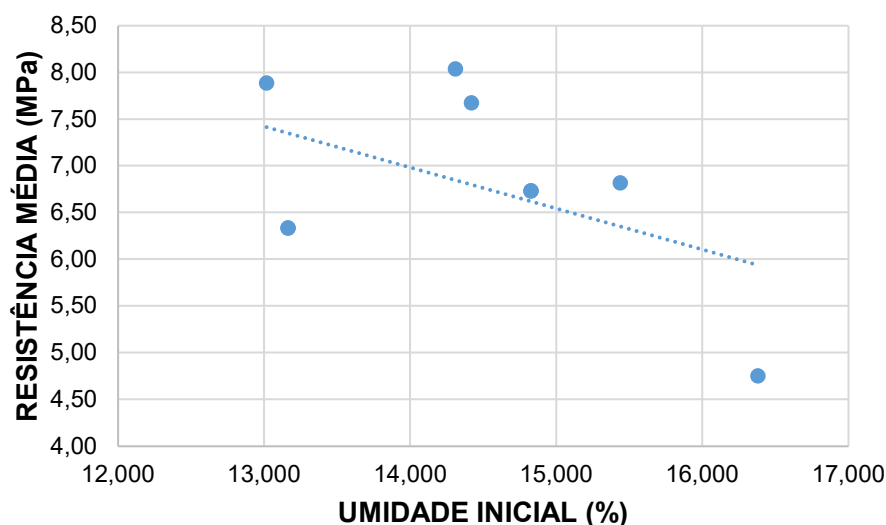
Figura 31 – Relação entre a resistência potencial e o índice de consistência



Fonte: do autor

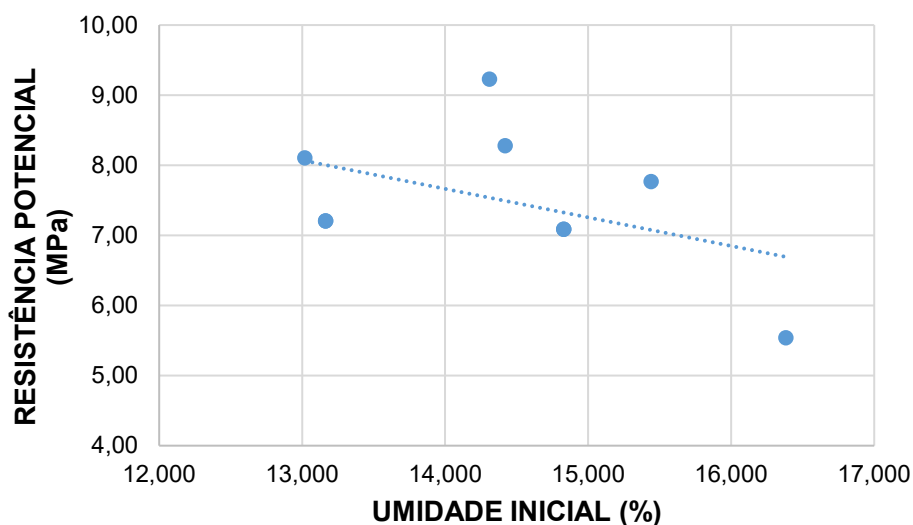
Quando relacionados resistência e umidade inicial (Figura 32 e Figura 33), percebe-se que quanto maior a umidade do material, menor a resistência no estado endurecido. Dessa forma, quanto maior a umidade, maior a quantidade de água presente, sendo assim, menor sua resistência.

Figura 32 – Relação entre a resistência média e a umidade inicial da argamassa



Fonte: do autor

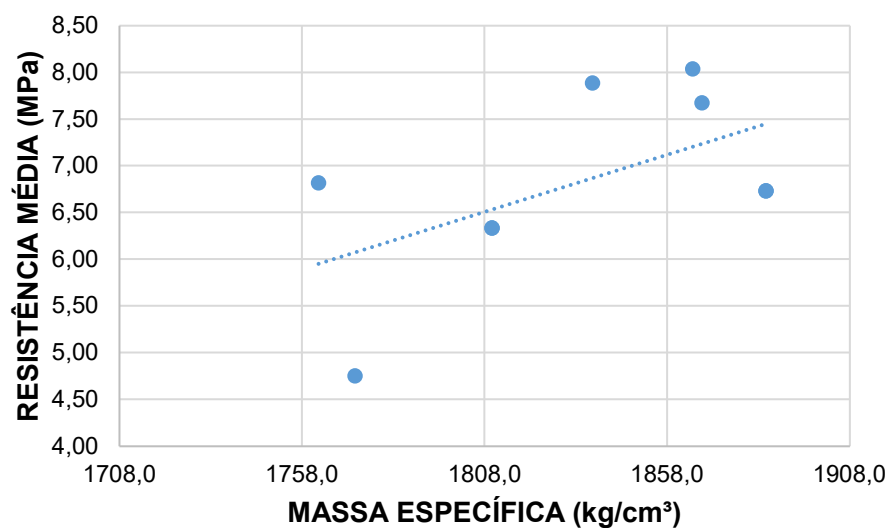
Figura 33 – Relação entre a resistência potencial e a umidade inicial da argamassa



Fonte: do autor

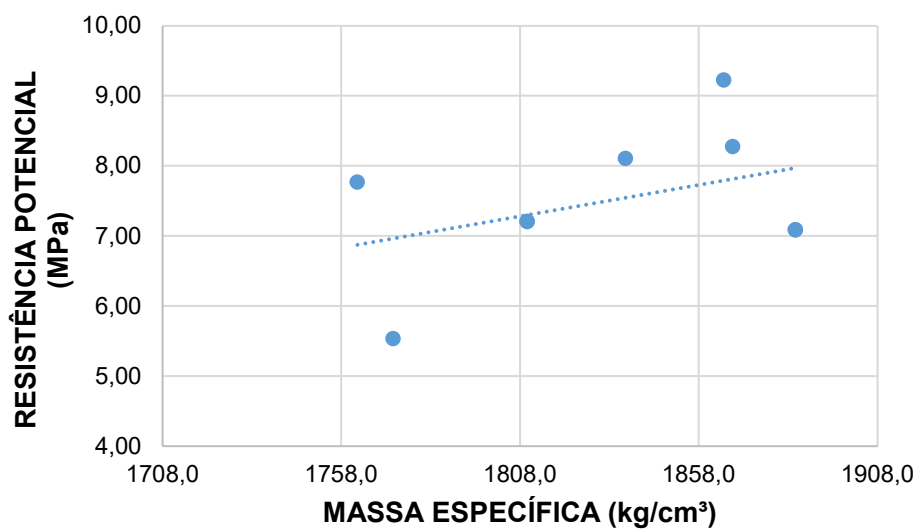
Quando relacionados resistência e massa específica (Figura 34 e Figura 35), percebe-se há uma tendência de quanto maior a massa específica, maior a resistência do material. Quanto maior a massa específica mais denso é o material, ou seja, possui menor quantidade de água e/ou menor quantidade ar. O que faz a resistência diminuir são os vazios, os vazios são preenchidos com ar e água.

Figura 34 – Relação entre a resistência média e a massa específica da argamassa



Fonte: do autor

Figura 35 – Relação entre a resistência potencial e a massa específica da argamassa



Fonte: do autor

4.2 Estudo em Revestimentos

A seguir serão apresentados os resultados obtidos para as argamassas utilizadas como revestimento.

4.2.1 Tempo de Desempeno e Teste do Pêndulo

A partir da realização do teste do pêndulo, obteve-se as medidas da “marca” deixada pelo pêndulo na superfície argamassa ao longo do tempo até o momento do desempenho. As medidas individuais realizadas para cada parede ao longo do tempo encontram-se no APÊNDICE III.

No APÊNDICE IV são apresentados os dados de tempo de desempenho para o revestimento argamassado e a umidade da argamassa presente no momento do desempenho.

De acordo com os gráficos que relacionam as medidas de X1, X2 e Z pelo tempo (Figuras 38 a 49), é possível observar que no início da aplicação do revestimento argamassado os valores são maiores, e no decorrer do tempo, essas medidas vão diminuindo. Resultado já esperado, pois ao longo do tempo a argamassa perde água e torna-se cada vez mais rígida.

Esse fenômeno acontece em todas as paredes tanto para revestimento sobre alvenaria quanto sobre concreto. A diferença entre as superfícies de aplicação é que a argamassa, quando aplicada em superfície de concreto, demora mais para atingir determinada rigidez para ser desempenada.

Observa-se, nas Figuras 38 a 49, bons coeficientes de correlação (função exponencial) entre a medida realizada sobre a marcação deixada pelo pêndulo e o tempo, independente de qual das três medidas (X1, X2 ou Z) seja considerada.

Figura 36 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 205 (13/08/2020)

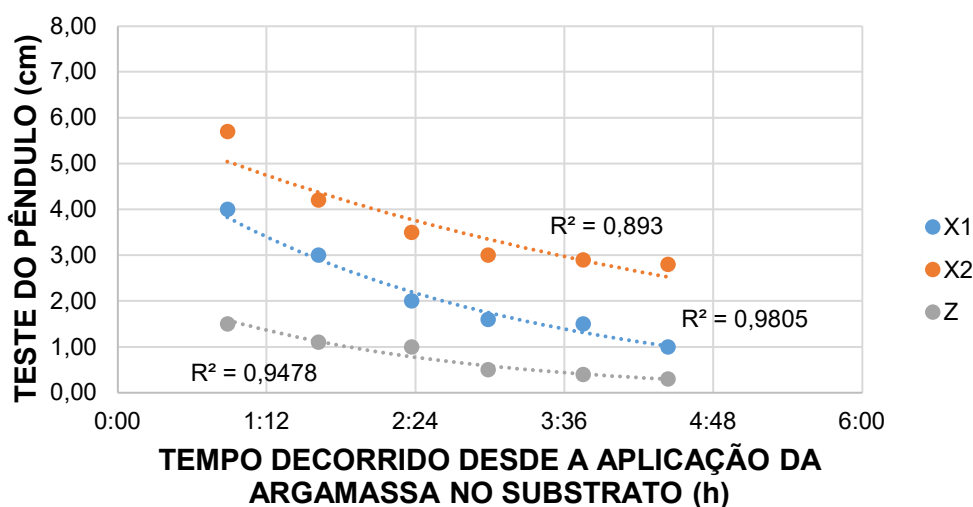
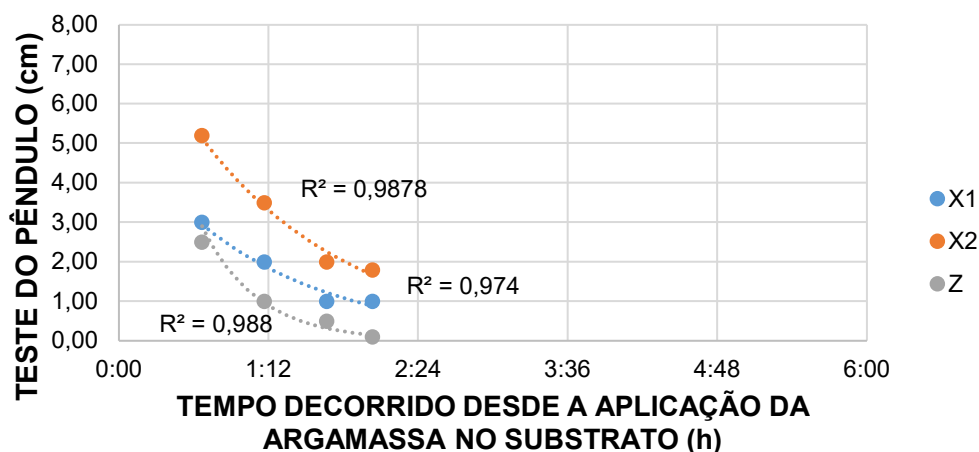
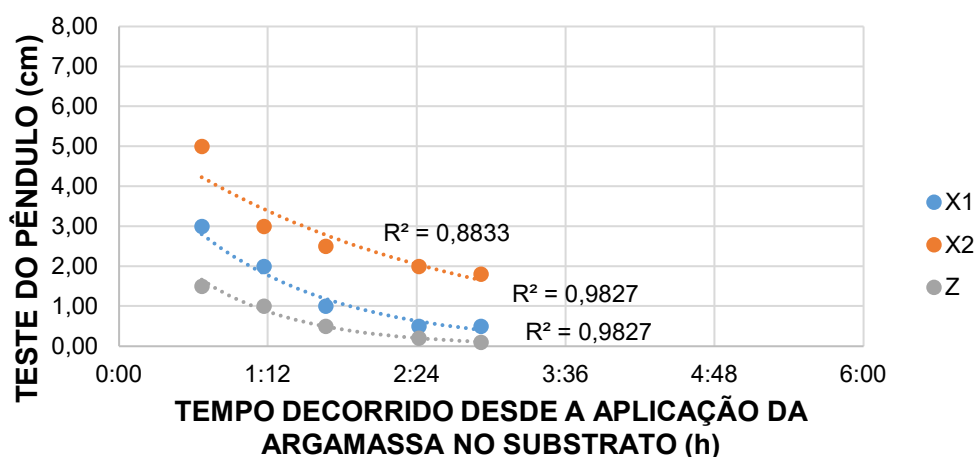


Figura 37 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 202 (26/08/2020)



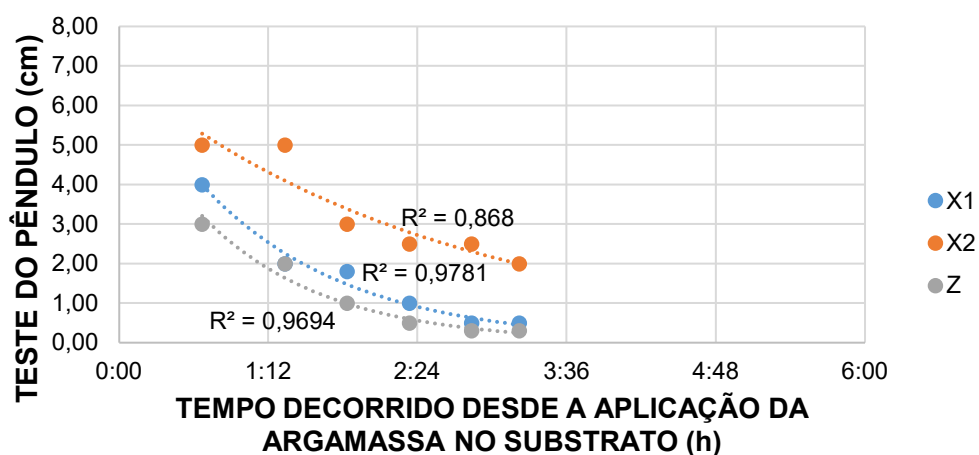
Fonte: do autor

Figura 38 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 208 (26/08/2020)



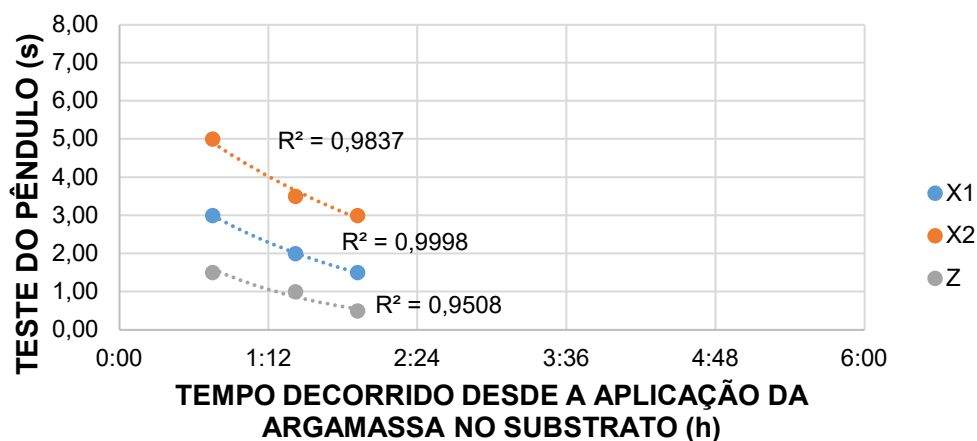
Fonte: do autor

Figura 39 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 305 (10/09/2020)



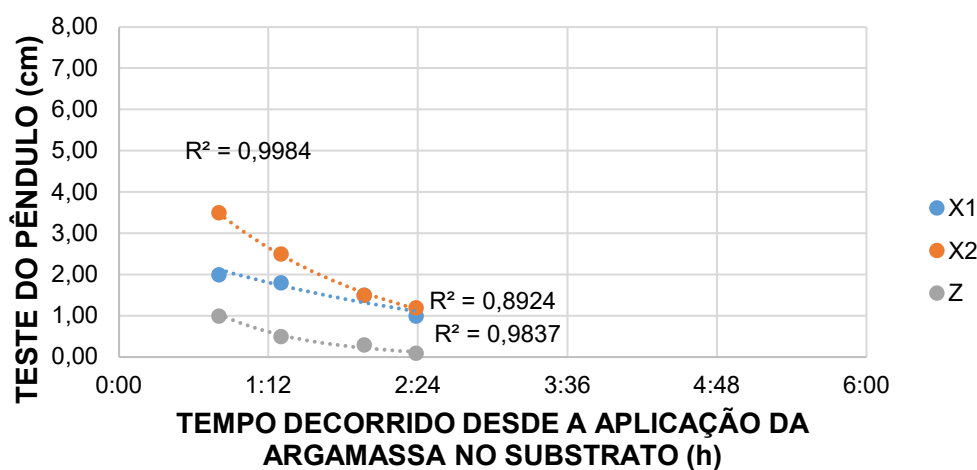
Fonte: do autor

Figura 40 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 308 (10/09/2020)



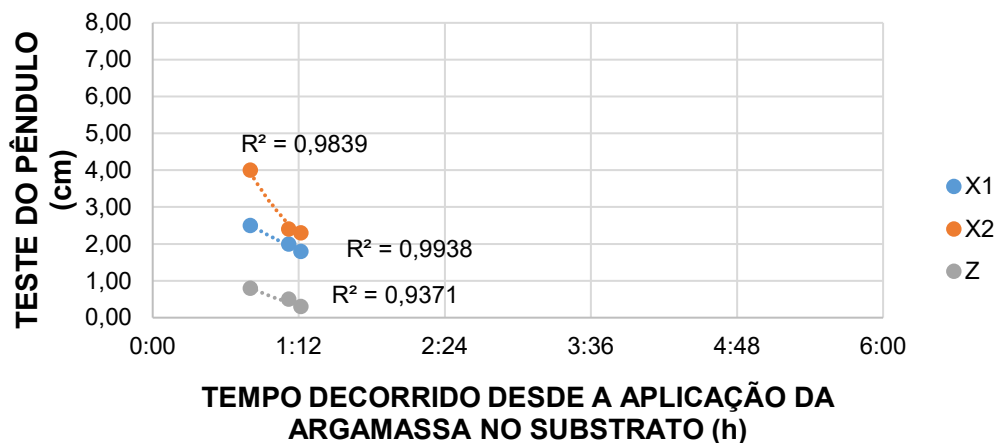
Fonte: do autor

Figura 41 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 302 (23/09/2020)



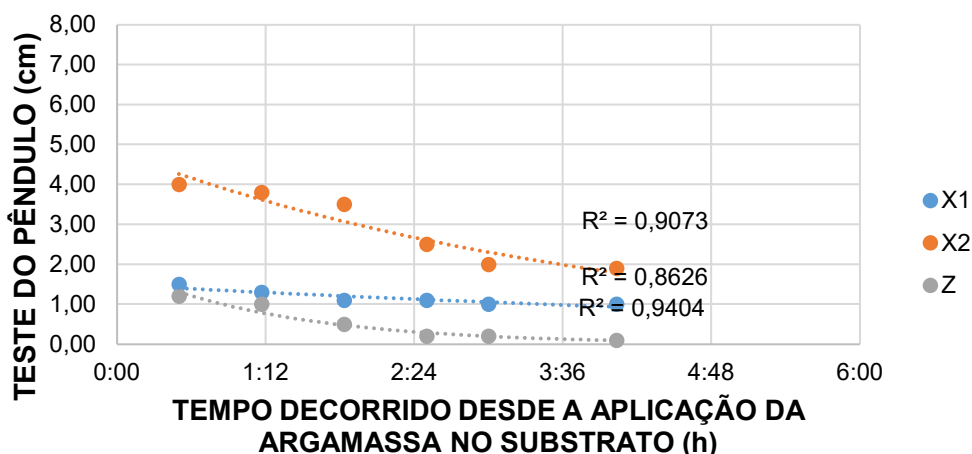
Fonte: do autor

Figura 42 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 408 (23/09/2020)



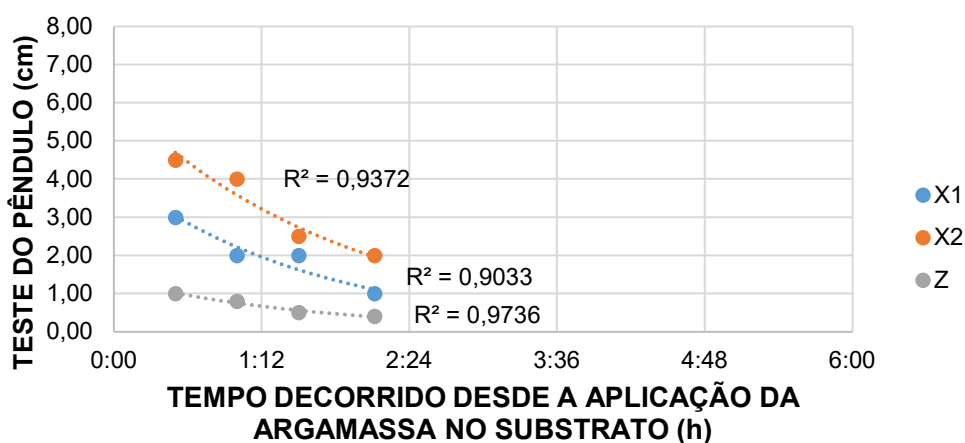
Fonte: do autor

Figura 43 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 405 (23/09/2020)



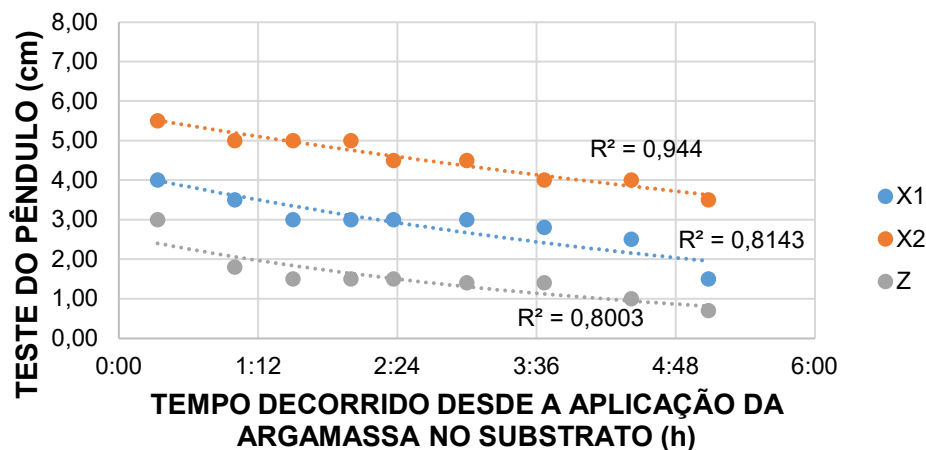
Fonte: do autor

Figura 44 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Alvenaria), parede 402 (08/10/2020)



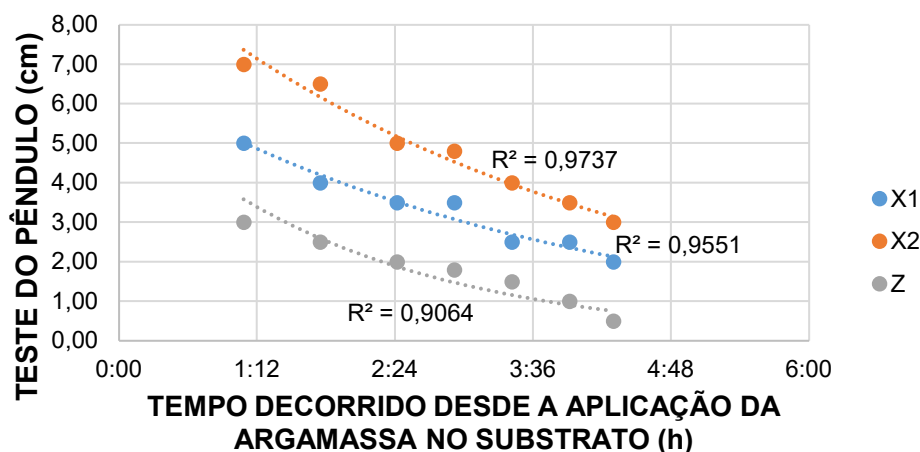
Fonte: do autor

Figura 45 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 202 (26/08/2020)



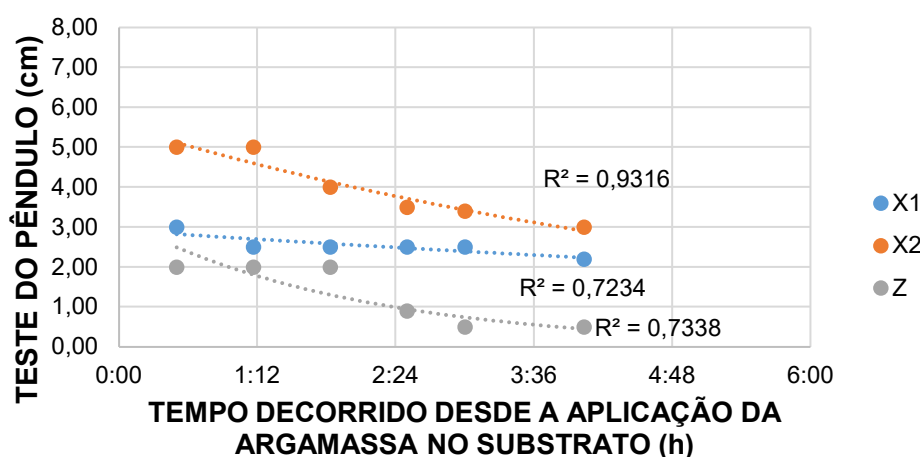
Fonte: do autor

Figura 46 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 305 (10/09/2020)



Fonte: do autor

Figura 47 – Variação dos índices X1, X2 e Z até o desempenho (Concreto), parede 405 (23/09/2020)

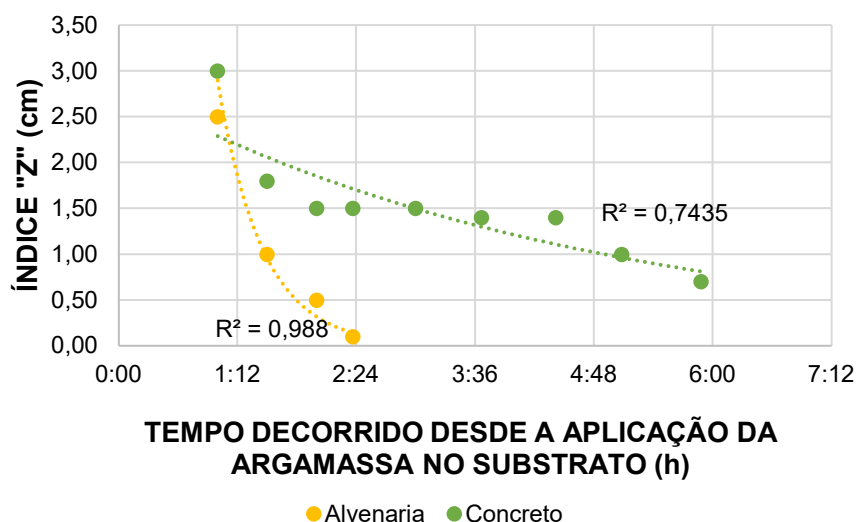


Fonte: do autor

O gráfico da Figura 48 representa o que acontece com o índice “Z” (profundidade) ao longo do tempo após aplicação do revestimento argamassado tanto na superfície de alvenaria quanto na superfície de concreto até o momento do desempenho para o caso da parede 202. A partir dos resultados obtidos, é possível perceber que no substrato de concreto é necessário um tempo superior, quase três vezes maior, comparado ao tempo necessário para o desempenho da argamassa quando aplicada sobre a alvenaria, ou seja, foram desempenados em tempos diferentes. Vale ressaltar que pela experiência já adquirida pelos operários, quando uma parede era composta por alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura de concreto, era efetuado o lançamento da argamassa sobre o concreto e após um certo intervalo

de tempo se procedia o lançamento da argamassa sobre a alvenaria. Este procedimento era adotado para que fosse possível realizar o desempenho de toda a parede ao mesmo tempo. Considerando este procedimento, e verificando o valor da medida "Z" no momento do desempenho (valor para o maior tempo de medida), observa-se que a consistência da argamassa não era a mesma para os diferentes substratos no momento do desempenho do revestimento.

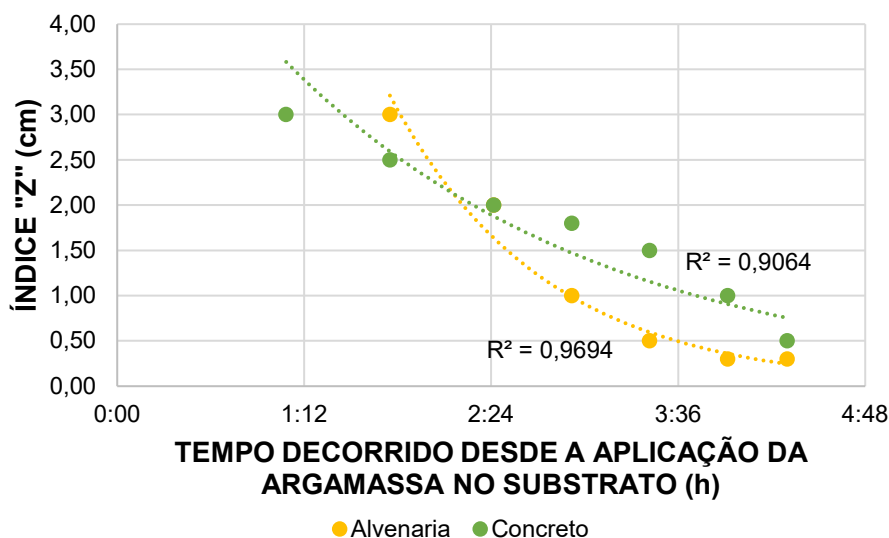
Figura 48 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 202)



Fonte: do autor

Na parede 305 a aplicação do revestimento argamassado na estrutura de concreto ocorreu cerca de 1h antes da aplicação em alvenaria. A partir do gráfico da Figura 49, é possível perceber que dessa forma, os revestimentos puderam ser desempenados no mesmo horário, sendo que o tempo total até o desempenho para a argamassa aplicada sobre a alvenaria foi de 3h13min e para o concreto foi de 4h18min.

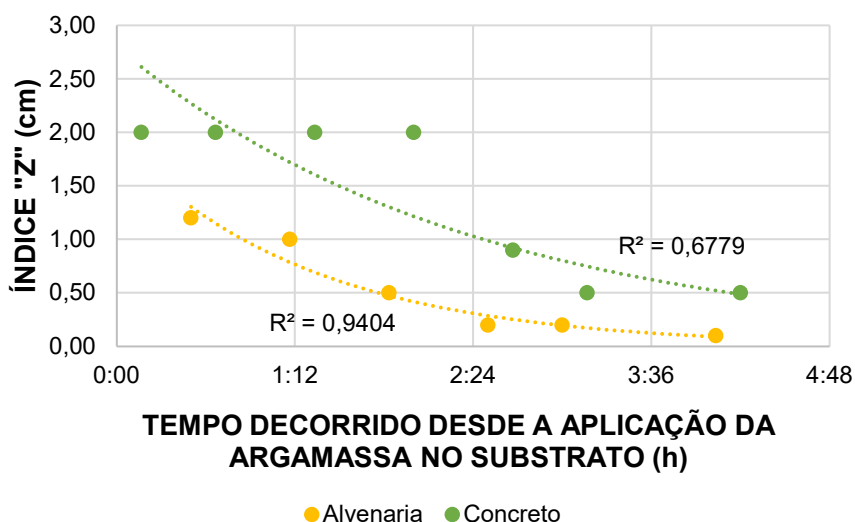
Figura 49 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 305)



Fonte: do autor

Na parede 405 o revestimento foi aplicado com poucos minutos de diferença entre as duas superfícies, porém o desempenho ocorreu praticamente no mesmo momento. Nessa parede não houve muitas variações de umidade, temperatura e vento, dessa forma, não foi possível identificar resposta para o ocorrido.

Figura 50 – Medida do índice "Z" ao longo do tempo (Parede 405)



Fonte: do autor

Ao analisar as condições das paredes, é possível perceber que as argamassas das paredes 202 e 405 possuem umidade e slump parecidos, mas a parede 405

possui um maior teor de ar. A parede 305 tem todos esses parâmetros maiores que as outras duas.

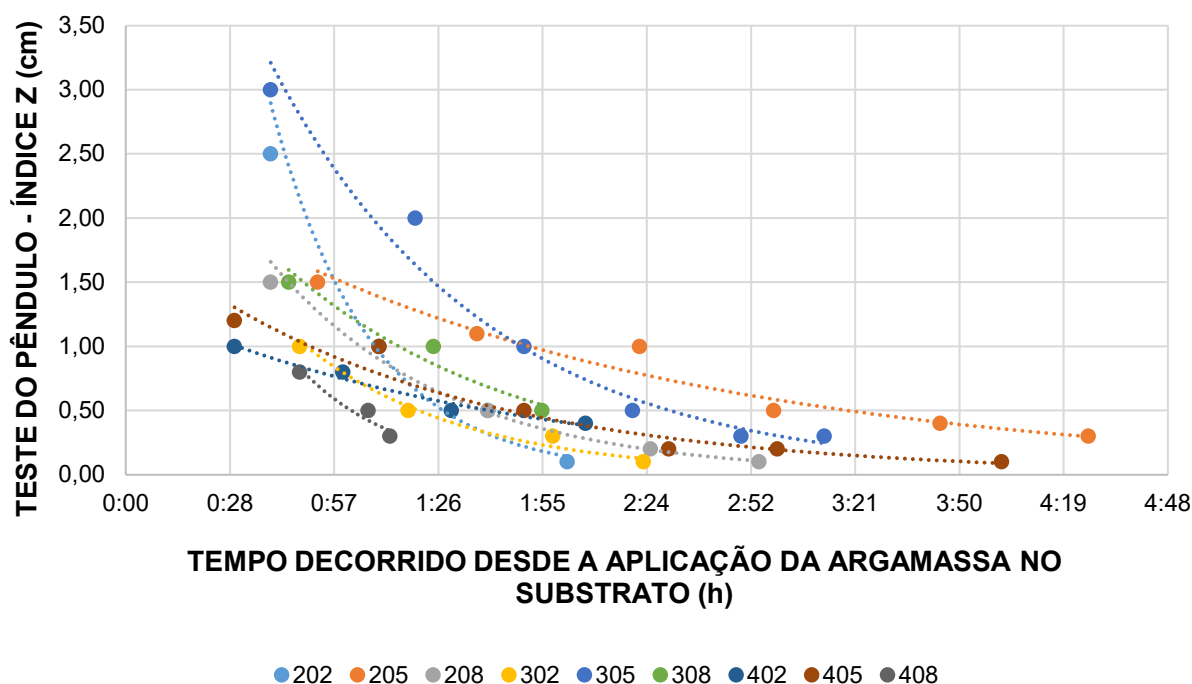
A parede 305 tem a maior temperatura inicial, temperatura média e umidade relativa do ar próximos à parede. A parede 202 tem a maior média de vento e menor umidade relativa do ar próximos à parede. Já a parede 405 tem esses mesmos parâmetros com valores intermediários.

Comparando a parede 305 com a parede 405, percebe-se a argamassa da parede 405 era mais fluida e a temperatura era maior, em contrapartida, a argamassa da parede 405 era mais seca, porém a temperatura era menor. Dessa forma, os resultados levam a crer que um fator contrabalanceou o outro e por esse motivo os tempos de desempenho foram próximos. Com relação à parede 202, não foi possível identificar o ocorrido, pois a argamassa é mais seca e houve mais rajadas de vento, fato que deveria ter influenciado na secagem mais rápida da argamassa, o que não ocorreu.

Para fins de comparação dos resultados entre as paredes, escolheu-se a medida do índice “Z” para correlação entre os resultados, pois na maior parte dos casos, as paredes são desempenadas em valor de “Z” muito próximos.

Dessa forma, ao analisar o gráfico da Figura 51 que demonstra a variação do índice “Z” ao longo do tempo para revestimento aplicado sobre alvenaria, é possível fazer algumas considerações. Observa-se que no momento da aplicação (ponto mais à esquerda de cada curva), a maioria dos revestimentos apresentou medida de “Z” entre 1 e 1,5 cm, e apenas dois apresentaram valores mais altos, da ordem de 3 e 3,5cm. No entanto, estes dois revestimentos não foram os que demoraram mais para serem desempenados. Observa-se, ainda, que a taxa de aumento da consistência da argamassa com o tempo é diferente para cada revestimento, e considerando os que apresentaram a mesma consistência inicial, os tempos de desempenos são distintos. Estas observações ratificam que há outros fatores intervenientes na perda de umidade da argamassa com o tempo, podendo ser relativos às condições do substrato ou às condições do microclima na superfície do revestimento.

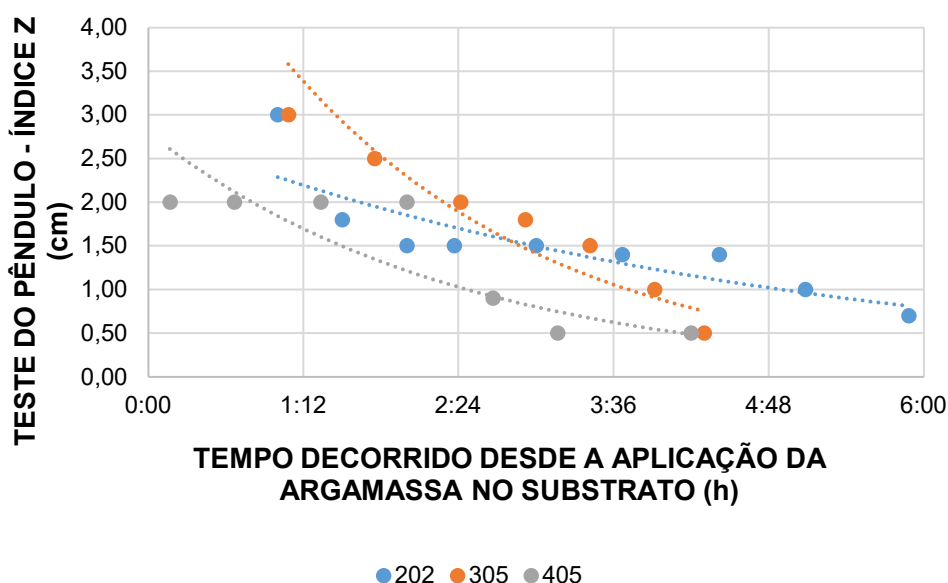
Figura 51 – Índice "Z" x tempo após início para revestimento aplicado sobre alvenaria



Fonte: do autor

Do mesmo modo, fez-se a comparação das curvas de "Z" para os revestimentos aplicados sobre a superfície de concreto, conforme ilustra o gráfico da Figura 52, e o comportamento dos revestimentos sobre concreto são os mesmos descritos para os revestimentos sobre alvenaria de blocos cerâmicos, com a ressalva de que os tempos decorridos desde a aplicação da argamassa ao desempenho são superiores.

Figura 52 – Índice "Z" x tempo após início para revestimento aplicado sobre concreto



Fonte: do autor

4.2.1.1 *Análise do tempo de desempenho dos revestimentos*

Na Tabela 5 apresentam-se os tempos de desempenho reais dos revestimentos de cada uma das paredes estudadas, bem como as condições de microclima na proximidade da parede. Observa-se que os tempos de desempenho das paredes com final 5, independente do pavimento, apresentaram os maiores tempos de desempenho. Este comportamento se deve à posição destas paredes, tanto solar quanto na construção. São as paredes que, na construção estão posicionadas diagonalmente opostas ao norte. Vale ressaltar que as medições foram feitas no inverno, quando o sol passa mais baixo pelo Norte. Além disso, apesar de terem sido escolhidas por poderem receber a incidência dos ventos mais fortes da região (vento sul), não foram atingidas por ventos intensos. Assim sendo, estas paredes estavam na região mais úmida da edificação, sem a incidência de sol, com baixa incidência de calor (proteção da própria edificação) e não sofreram a ação do vento, o que fez com que os seus tempos de desempenho fossem os mais altos. Ainda, nestas paredes, observou-se o maior tempo de desempenho no segundo pavimento, seguida do 4º pavimento e o menor tempo de desempenho ocorreu no terceiro pavimento. Esperava-se que o tempo de desempenho reduzisse com a altura, no entanto, a temperatura medida para a parede 305 foi a mais alta e para a 405 a mais baixa, o que pode justificar a inversão da ordem dos tempos de desempenho esperada. Além disso a parede 405 foi

desempenada com medida da profundidade “Z” menor que as paredes 205 e 305, o que pode ter aumentado seu tempo de desempenho.

Com relação às paredes de final 8, observou-se redução do tempo de desempenho com o pavimento ao qual a parede pertence. Vale citar que a parede 308 foi revestida com a argamassa mais consistente de todas (slump 10cm) e com o maior valor da medida “Z” dentre todos os revestimentos, sendo que estes fatores influenciam de forma oposta o tempo de desempenho do revestimento.

As paredes de final 2 são as que apresentam tempos de desempenho mais próximos entre si quando consideradas as paredes da mesma prumada. Os revestimentos destas paredes, devido à sua posição solar, sofreram incidência solar direta, bem como estavam voltadas para uma direção que tem ventos frequentes, o que pode ser a justificativa para a aproximação das consistências de desempenho entre os pavimentos.

Tabela 5 – Tempo de desempenho e condições de microclima das paredes analisadas (alvenaria)

Parede	Tempo de desempenho alvenaria (h)	Z inicial (cm)	Z final (cm)	Umidade relativa do ar média (%)	Temperatura média (°C)	Rajadas de vento (m/s)
202	2:02	2,50	0,10	92,2	17,5	5,0
205	4:26	1,50	0,30	74,8	18,2	0,1
208	2:55	1,50	0,10	70,8	19,2	4,1
302	2:23	1,00	0,10	91,0	21,5	3,2
305	3:13	3,00	0,30	85,8	21,7	0,2
308	1:55	1,50	0,50	81,5	18,1	1,4
402	2:00	1,00	0,40	80,0	19,5	1,3
405	4:02	1,20	0,10	84,1	17,3	0,7
408	1:13	0,80	0,30	91,4	18,9	3,2

Fonte: do autor

Com relação ao revestimento argamassado aplicado sobre a superfície de concreto, conforme a Tabela 6, a parede 202 levou quase seis horas para atingir o desempenho, com valor de “Z” igual a 0,7 cm. Já, nas paredes 305 e 405 os tempos de desempenho foram respectivamente 4h18min e 4h12min, portanto muito próximos. Em nenhum dos dois casos houve rajadas de vento, mas a temperatura ambiental observada para a parede 305 (pavimento mais baixo) era 3°C mais elevada que a da

parede 405, o que pode ter aproximado os tempos de desempenho, apesar da diferença de altitude das paredes.

Tabela 6 – Tempo de desempenho e condições de microclima das paredes analisadas (concreto)

Parede	Tempo de desempenho concreto (h)	Z inicial (cm)	Z final (cm)	Umidade relativa do ar média (%)	Temperatura média (°C)	Rajadas de vento (m/s)
202	5:53	3,00	0,70	92,2	17,5	5,0
305	4:18	3,00	0,50	85,8	21,7	0,2
405	4:12	2,00	0,50	84,1	17,3	0,7

Fonte: do autor

4.2.2 Informações Climáticas de Macroclima

Com a finalidade de análise da influência do macroclima sobre o comportamento do revestimento no estado fresco, foram utilizados os dados de uma estação meteorológica, cujos valores individuais dos dados meteorológicos para cada dia de cada parede analisada durante o período de aplicação até o desempenho encontram-se no APÊNDICE V.

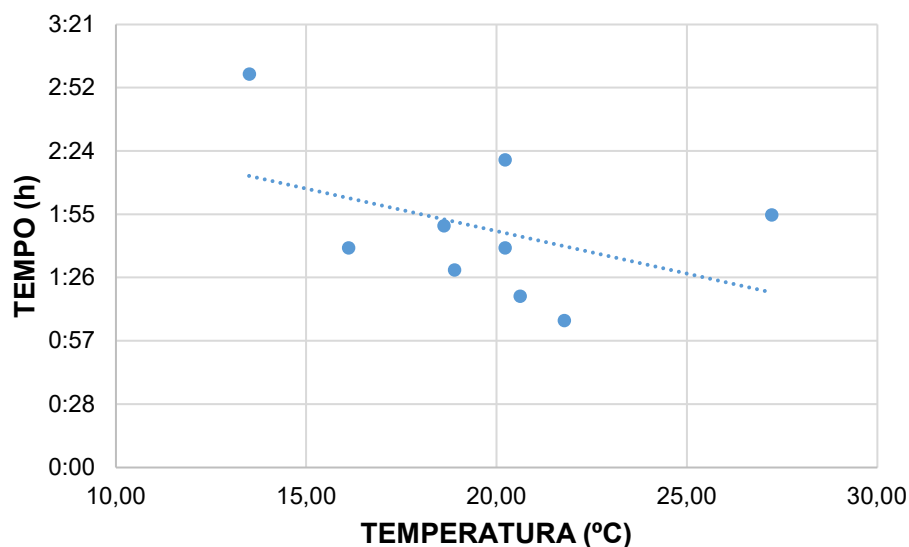
Sabendo que o tempo de desempenho depende também de outras atividades que o operário esteja realizando enquanto aguarda o momento de desempenar, bem como dos intervalos na jornada de trabalho, buscou-se padronizar a consistência final da argamassa, analisando o período desde a sua aplicação até que atingisse a consistência representada pela medida da profundidade “Z” igual a 0,5cm. A escolha por este valor de “Z” foi porque este valor aparece nas medidas de “Z” ao longo do tempo para todos os revestimentos estudados, sendo, para determinadas paredes é o ponto no qual ocorreu desempenho da argamassa.

A primeira análise foi feita a partir dos valores de temperatura e umidade relativa do ar iniciais obtidos a partir da estação meteorológica. Nesse caso, não foram estudadas relações com a velocidade inicial do vento, devido a presença de rajadas no decorrer dos períodos de medição.

O gráfico da Figura 53, relaciona a variação temperatura inicial da estação para cada dia de análise no tempo de início de aplicação da argamassa ao longo do tempo até a medida $Z=0,5\text{cm}$. De acordo com os dados apresentados, apesar de o coeficiente de correlação ser baixo, há uma tendência de que quanto maior a

temperatura de início, menor o tempo necessário para o desempenho do revestimento argamassado.

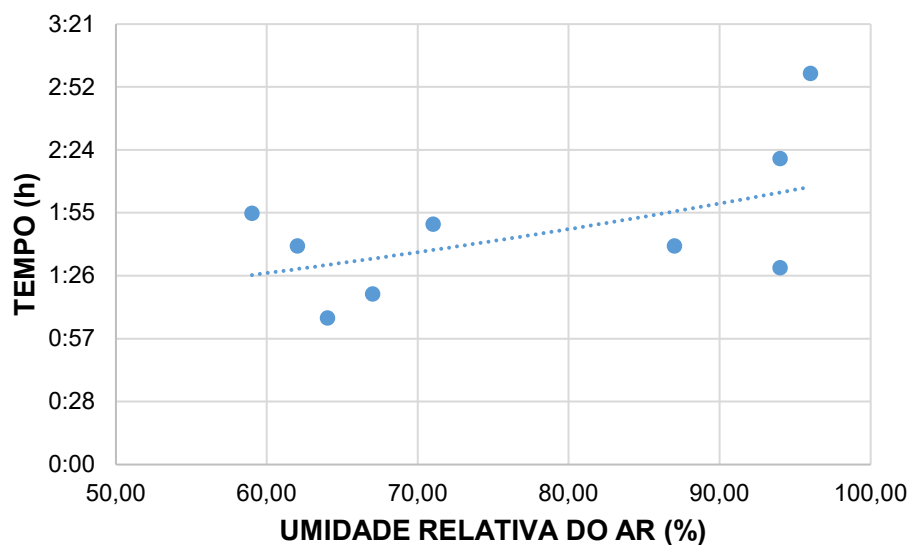
Figura 53 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura inicial da estação



Fonte: do autor

Ao relacionar o tempo inicial até Z=0,5cm com a umidade relativa do ar inicial da estação, Figura 54, os resultados apresentam uma tendência de que quanto maior a umidade relativa do ar, maior o tempo necessário para realizar o desempenho.

Figura 54 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da umidade relativa inicial da estação

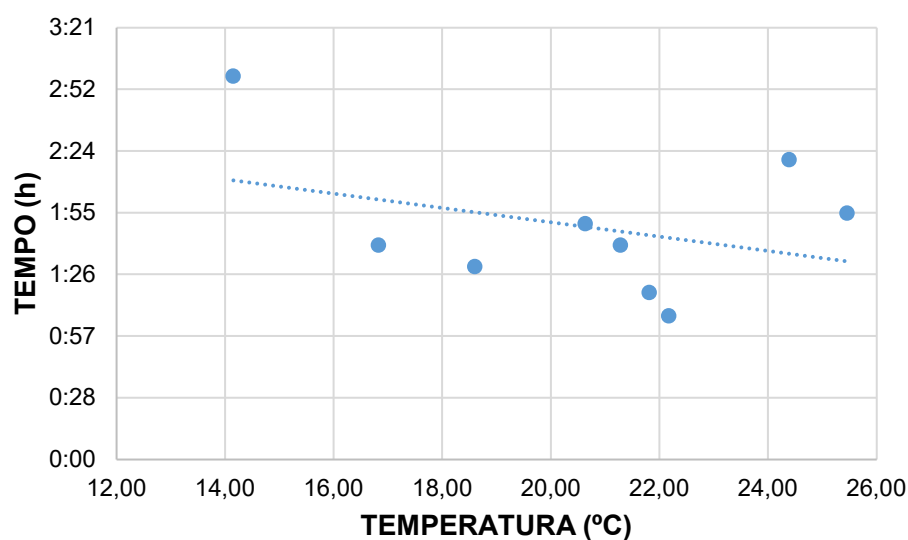


Fonte: do autor

A segunda análise se deu de forma a considerar os valores médios das variáveis obtidos pela estação meteorológica no período de execução do revestimento.

De acordo com o gráfico da Figura 55, apesar do coeficiente de correlação não ser ótimo, pela disposição dos pontos parece existir uma tendência de que quanto maior a temperatura média do período, menor o tempo de desempenho da argamassa.

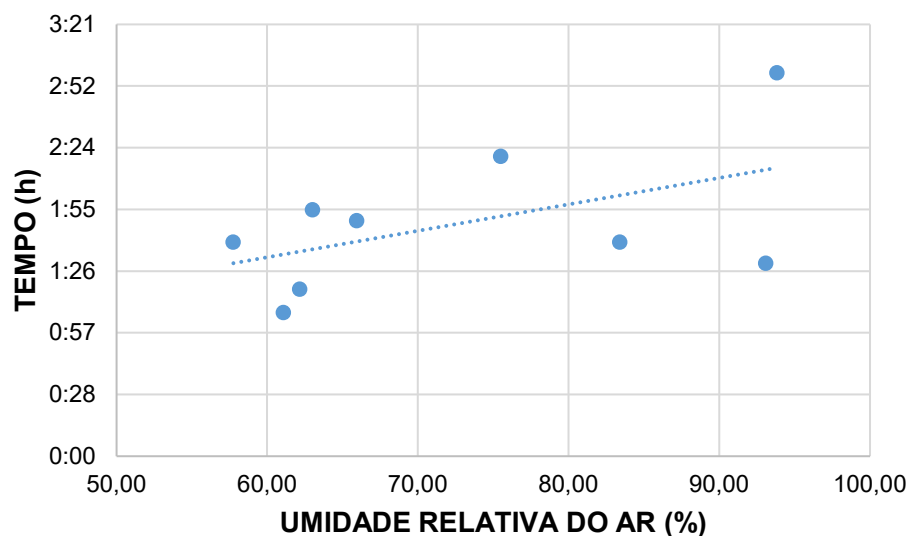
Figura 55 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura média da estação para o período de execução do revestimento



Fonte: do autor

O mesmo ocorre quando se relaciona esse tempo com a umidade relativa do ar medida da estação, conforme Figura 56. Os dados levam a crer que quanto maior a umidade relativa do ar do dia, maior vai ser o tempo necessário para desempenar a argamassa.

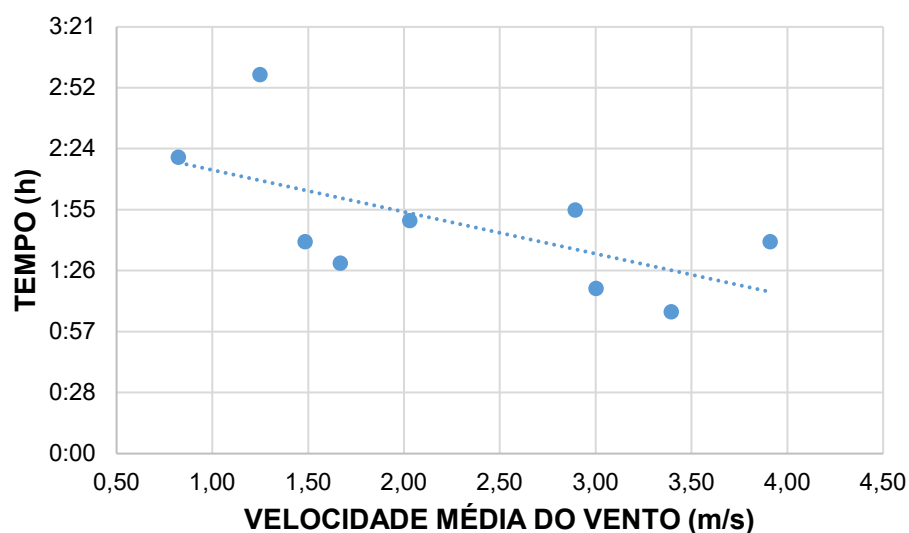
Figura 56 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar média da estação para o período de execução do revestimento



Fonte: do autor

Do mesmo modo, ao relacionar a velocidade média do vento com a variação do tempo, conforme Figura 57, os dados levam a crer que quanto maior a velocidade média do vento, menor será o tempo necessário para realizar o desempenho.

Figura 57 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da velocidade média do vento da estação para o período de execução do revestimento



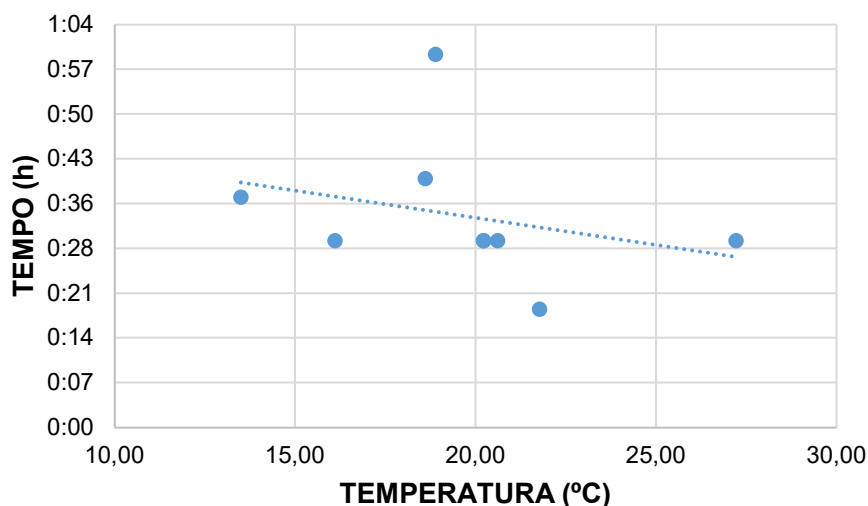
Fonte: do autor

Com o intuito de tentar padronizar a consistência inicial e final dos revestimentos, ou seja, nas mesmas condições, também se realizou análises considerando o tempo

decorrido desde que argamassa partisse de um valor de $Z=1\text{cm}$ e chegasse à consistência associada a $Z=0,5\text{cm}$, visto que todas as argamassas passam por esse intervalo de tempo.

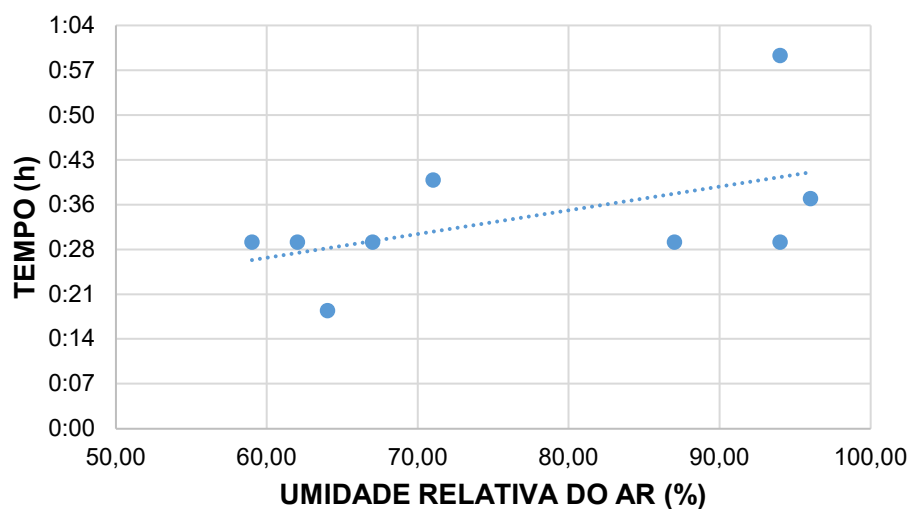
Da mesma forma feita anteriormente, primeiro relacionou-se as medidas iniciais de temperatura e umidade relativa do ar da estação. Dessa forma, a observação dos gráficos das Figura 58 e Figura 59, há um indicativo de tendência de que quanto maior a temperatura inicial, menor será o tempo de desempenho e de que quanto maior a umidade relativa do ar, maior o tempo necessário para o desempenho.

Figura 58 – Tempo decorrido de $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ em função da temperatura inicial da estação



Fonte: do autor

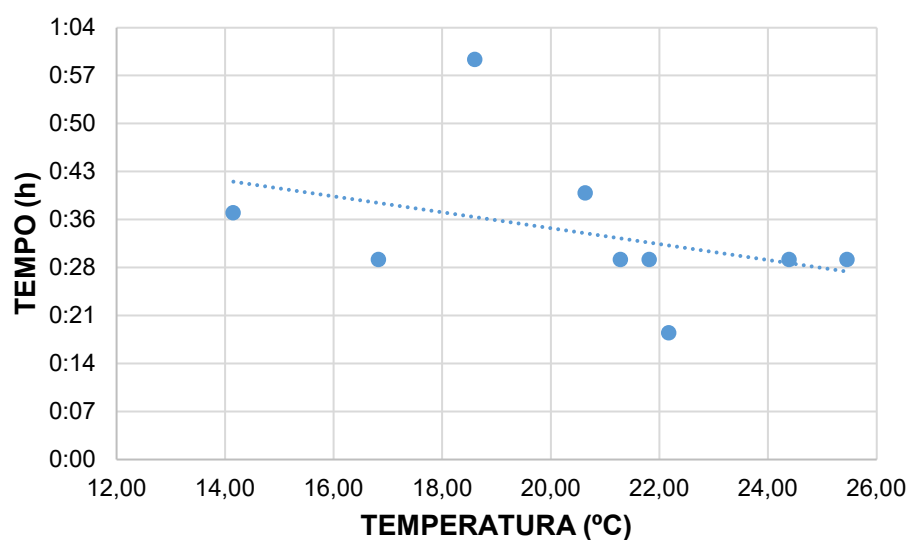
Figura 59 – Tempo decorrido de $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ em função da umidade relativa do ar inicial da estação



Fonte: do autor

A segunda análise se deu de forma a considerar os valores médios das variáveis, obtidos pela estação meteorológica no intervalo de tempo entre $Z=1\text{cm}$ e $Z=0,5\text{cm}$. A partir dos resultados do gráfico da Figura 60, observa-se uma tendência de que quanto maior a temperatura média da estação durante o período de análise, menor é o tempo necessário para o desempenho.

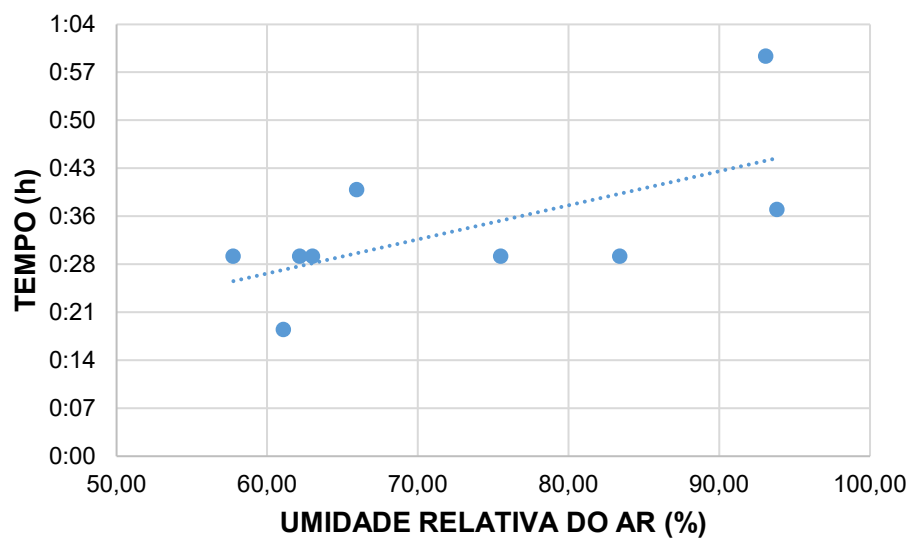
Figura 60 – Tempo decorrido de $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ em função da temperatura média da estação para o período de execução do revestimento



Fonte: do autor

Do mesmo modo, ao relacionar o tempo decorrido desde $Z=1\text{cm}$ até $Z=0,5\text{cm}$ com a umidade relativa média da estação no período de execução do revestimento, gráfico da Figura 61, observa-se uma tendência de que quanto maior a umidade presente no ar, maior o tempo necessário para a realização do desempenho.

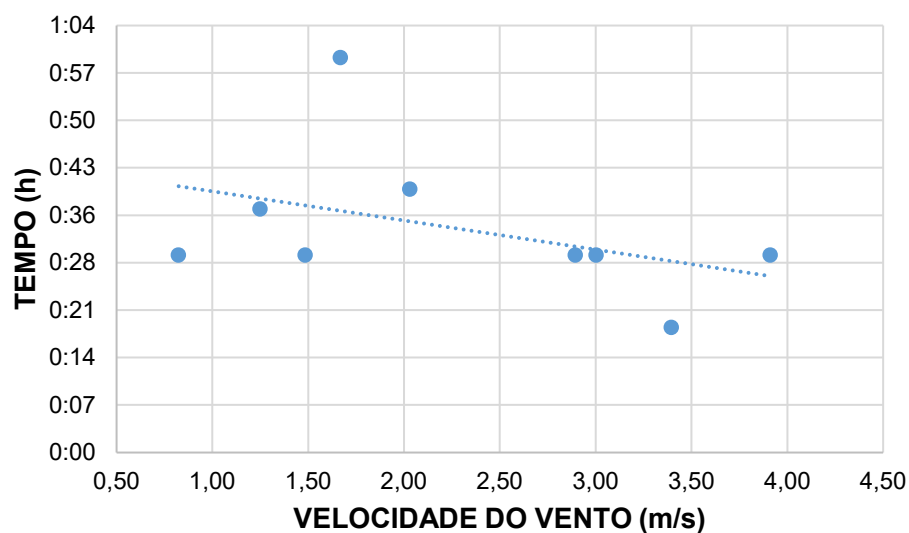
Figura 61 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar média da estação para o período de execução do revestimento



Fonte: do autor

No gráfico da Figura 62, apresenta relação que indica tendência de que quando maior a velocidade do vento, menor o tempo necessário para atingir o desempenho.

Figura 62 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da velocidade média do vento da estação para o período de execução do revestimento



Fonte: do autor

4.2.3 Informações Climáticas de Microclima

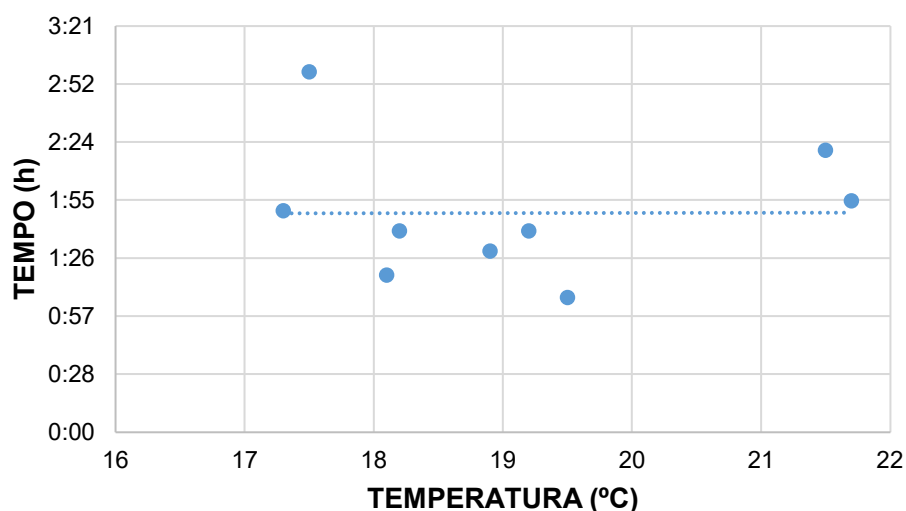
Seguindo o mesmo raciocínio utilizado para o tratamento dos dados das informações climáticas de macroclima, realizou-se o tratamento dos dados de microclima, aqueles medidos com equipamento de medição ambiental nas proximidades das paredes em análise. Sendo assim, considerou-se o tempo decorrido desde o lançamento da argamassa na parede até o momento em que a medida “Z” da marca deixada pelo pêndulo no revestimento atingisse 0,5cm.

Os valores individuais dos dados coletados para cada parede analisada encontram-se no APÊNDICE VI.

A primeira análise foi feita a partir dos valores de temperatura e umidade relativa do ar iniciais obtidos a partir da coleta dos dados feitos ao longo do tempo até o momento do desempenho. Como para os dados da estação, neste caso também não foram analisadas as informações de velocidade inicial do vento, devido a presença de rajadas no decorrer do período de análise, o que não traz confiabilidade nos resultados.

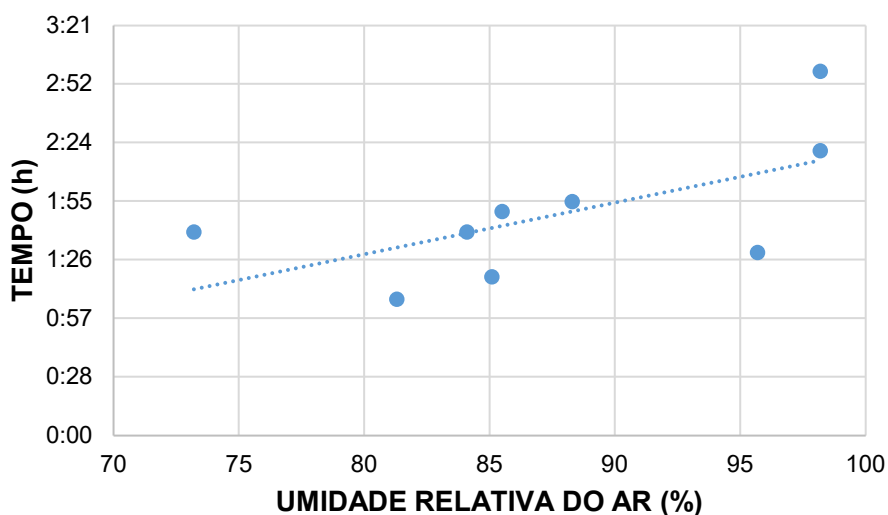
O gráfico da Figura 63 relaciona o tempo decorrido desde a aplicação do revestimento argamassado até que se atingisse a medida “Z” igual a 0,5cm com a temperatura inicial, primeira medida realizada quando a argamassa foi lançada à parede. De acordo com o apresentado, a reta paralela ao eixo X indica que não há relação entre às variáveis analisadas.

Figura 63 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da temperatura inicial próximo à parede



De acordo com o gráfico da Figura 64, observa-se uma tendência de que quanto maior a umidade relativa inicial, maior é o tempo necessário para atingir a consistência adequada para o desempenho.

Figura 64 – Tempo decorrido até $Z=0,5\text{cm}$ em função da relativa do ar inicial próximo à parede

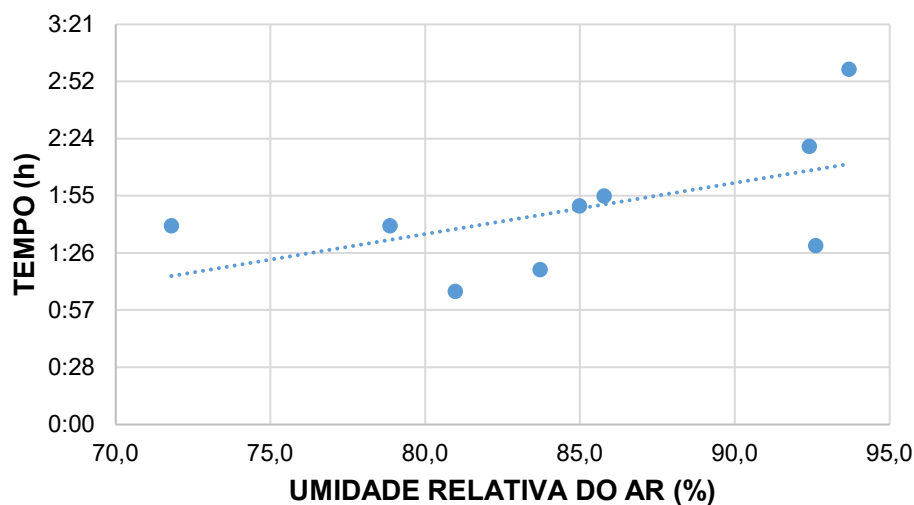


Fonte: do autor

A segunda análise foi realizada a partir dos valores médios de temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento medidos nas proximidades do revestimento e do tempo desde a aplicação da argamassa até que se atingisse o valor $Z=0,5\text{ cm}$ no ensaio do pêndulo.

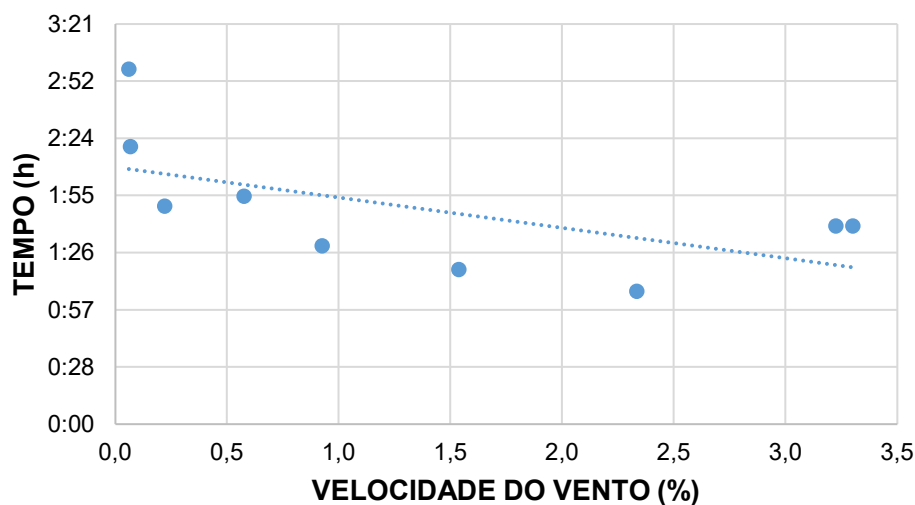
Não foi possível relacionar o tempo necessário para atingir $Z=0,5$ com a temperatura média. Porém, ao analisar este tempo com relação à umidade relativa do ar média, Figura 65, observa-se que existe uma tendência de que quanto maior a umidade maior será o tempo necessário para atingir $Z=0,5\text{cm}$. Quando utilizada a velocidade média do vento como parâmetro, Figura 66, os dados levam a crer que existe uma tendência de que quanto maior a velocidade do vento, menor o tempo para atingir $Z=0,5\text{cm}$.

Figura 65 – Tempo decorrido até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar média próximo à parede



Fonte: do autor

Figura 66 - Tempo decorrido até Z=0,5 cm em função da velocidade média do vento próximo à parede



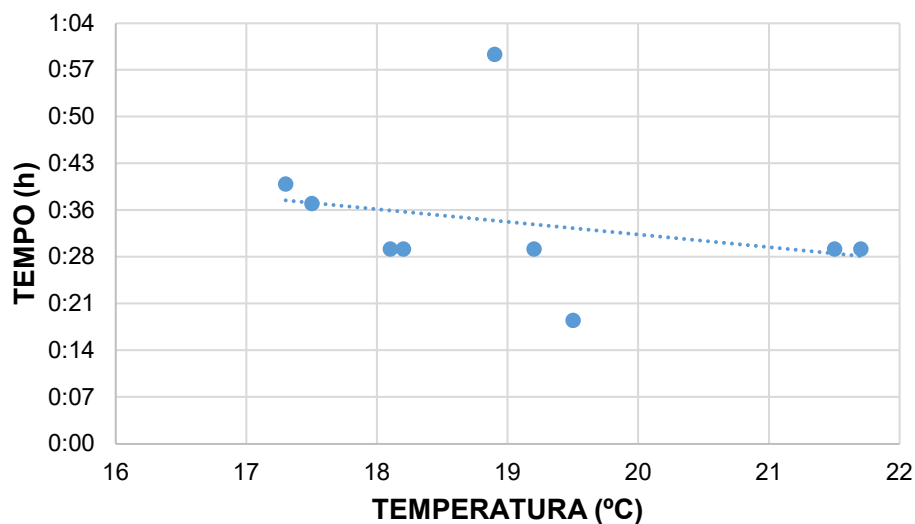
Fonte: do autor

Da mesma forma como foi feita para os dados da estação meteorológica, para os dados de microclima próximos as paredes, foram realizadas avaliações com a padronização dos valores inicial e final do parâmetro “Z” obtido no ensaio de pêndulo. Adotou-se 1cm para o valor inicial e 0,5cm para o valor final de “Z”.

A Figura 67 representa tempo decorrido desde a leitura de “Z” igual a 1cm até “Z” igual a 0,5cm em função da temperatura inicial próximo à parede. De acordo com o gráfico apresentado, os dados levam a crer que existe uma relação entre as variáveis

e que quanto maior é a temperatura, menor o tempo necessário para atingir o desempenho.

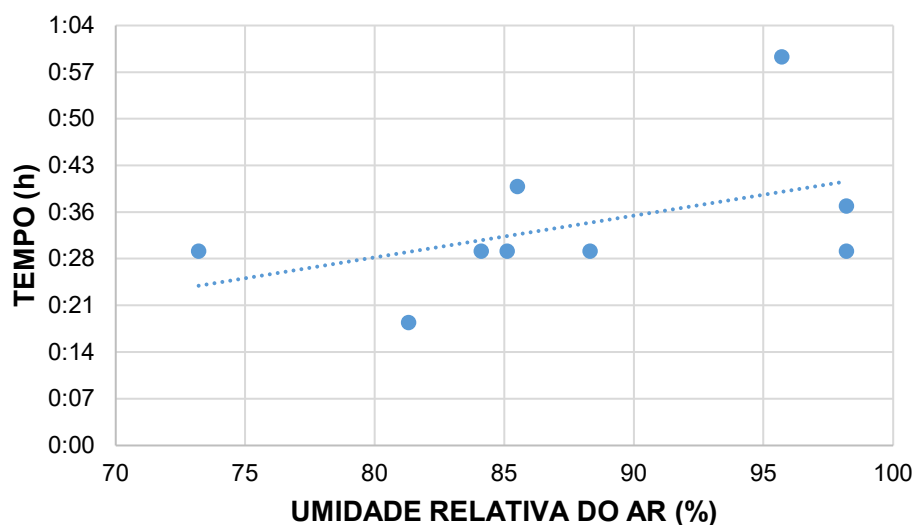
Figura 67 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da temperatura inicial próximo à parede



Fonte: do autor

O gráfico da Figura 68 representa os resultados da relação entre o tempo de Z=1cm até Z=0,5cm e a umidade relativa do ar inicial próximos às paredes analisadas. É possível observar que há uma tendência de que quanto maior a umidade relativa do ar próximo à parede, maior o tempo decorrido.

Figura 68 – Tempo decorrido de Z=1cm até Z=0,5cm em função da umidade relativa do ar inicial próximo à parede

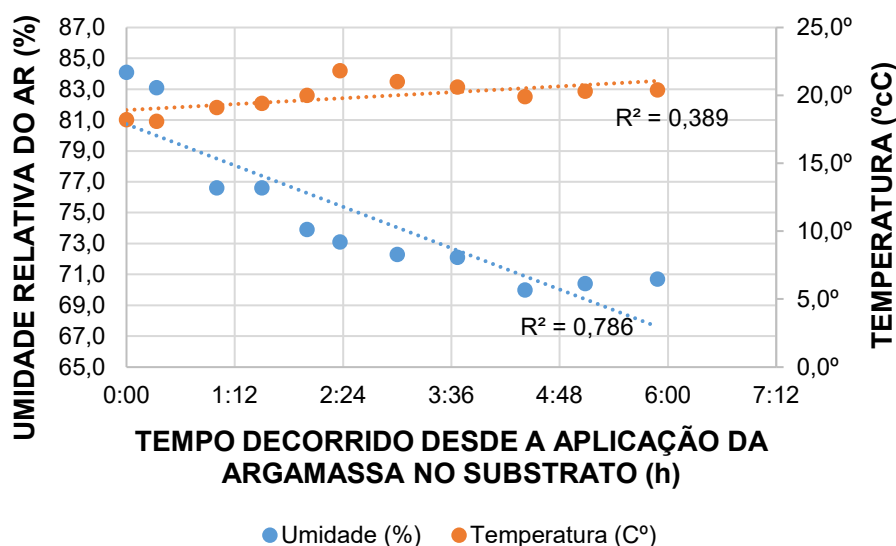


Fonte: do autor

Combinando os fatores de temperatura e umidade relativa do ar ao longo do tempo após o início da aplicação do revestimento argamassado para cada uma das paredes (Figuras 71 a 79), é possível observar que, para todas as situações analisadas, à medida que o tempo passa, há um aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar nas proximidades das paredes, ou seja, a temperatura ambiental aumentou, o que era esperado, já que a execução do reboco ocorreu no período da manhã que tem tendência de aumento de temperatura e a argamassa perde água para o substrato e para o ambiente, e ao longo do tempo esta umidade se dispersa no ambiente, reduzindo o seu valor bem próximo à parede.

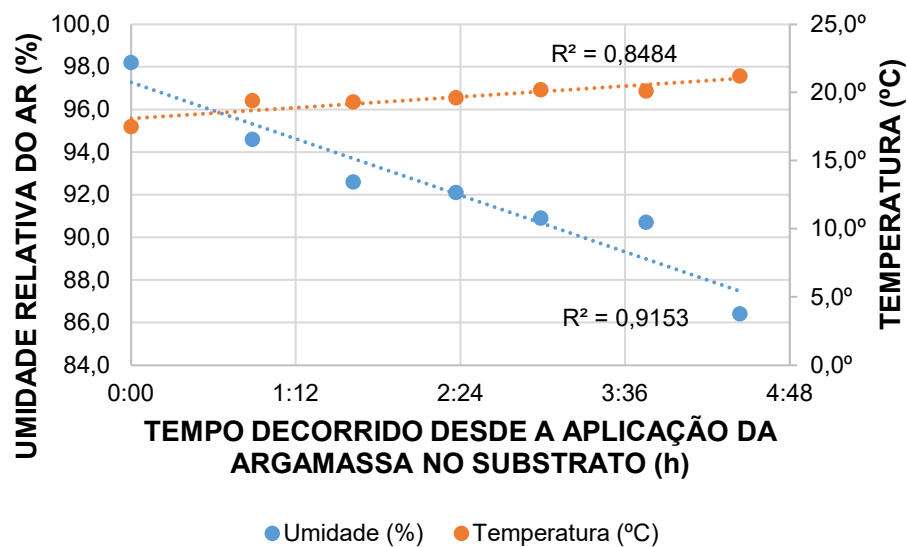
Além disso, a partir dos gráficos é possível observar que a umidade relativa do ar existe uma melhor correlação com o tempo de desempenho, pois 88% dos resultados obtiveram R^2 maior que 0,78. Já a temperatura, 56% dos casos obtiveram bons coeficientes de correlação. Dessa forma, para esse trabalho, a influência maior no tempo de desempenho é mais evidenciada com a variação da umidade relativa do ar.

Figura 69 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 202)



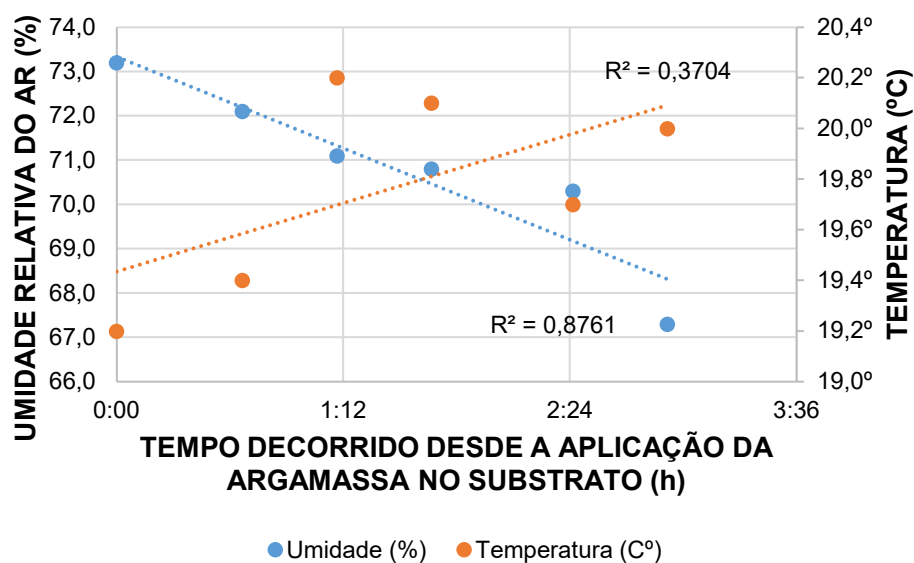
Fonte: do autor

Figura 70 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 205)



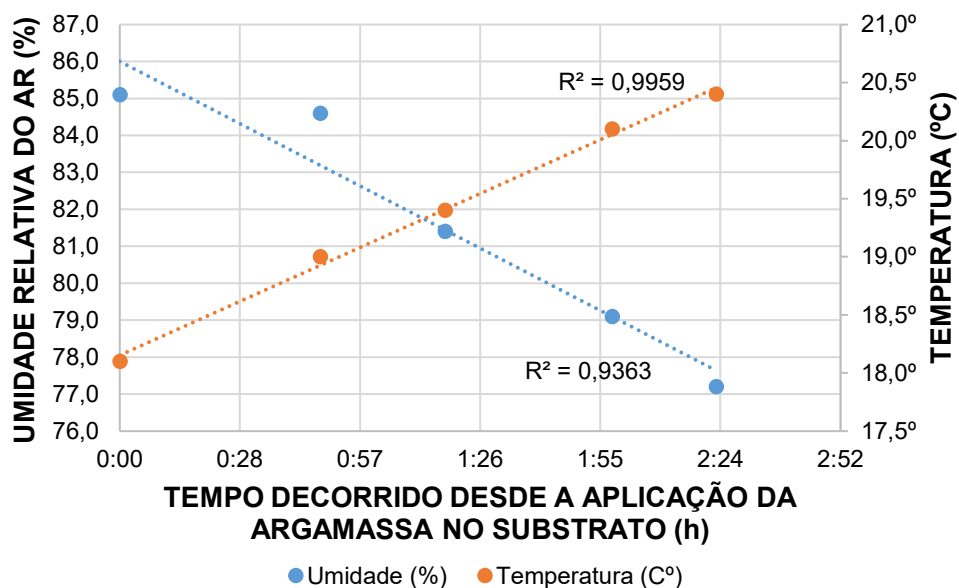
Fonte: do autor

Figura 71 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 208)



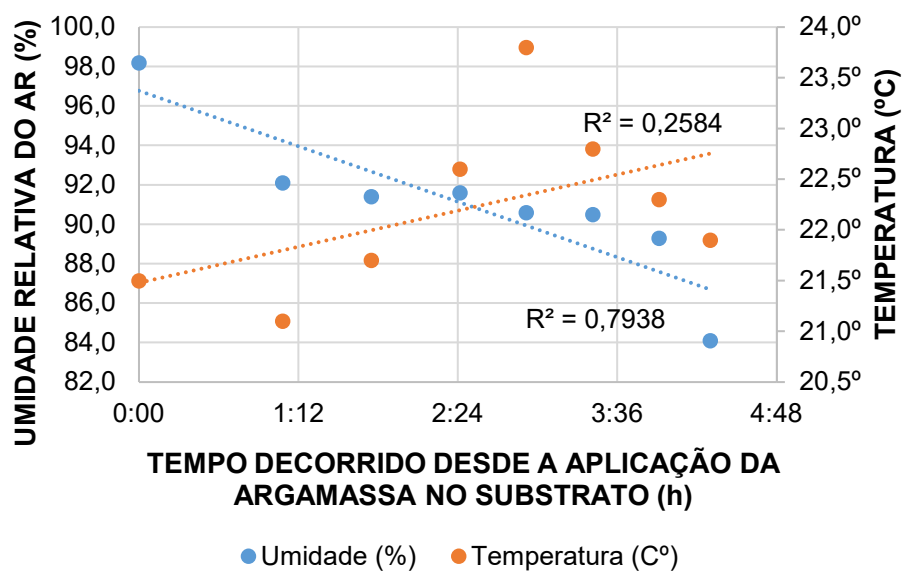
Fonte: do autor

Figura 72 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 302)



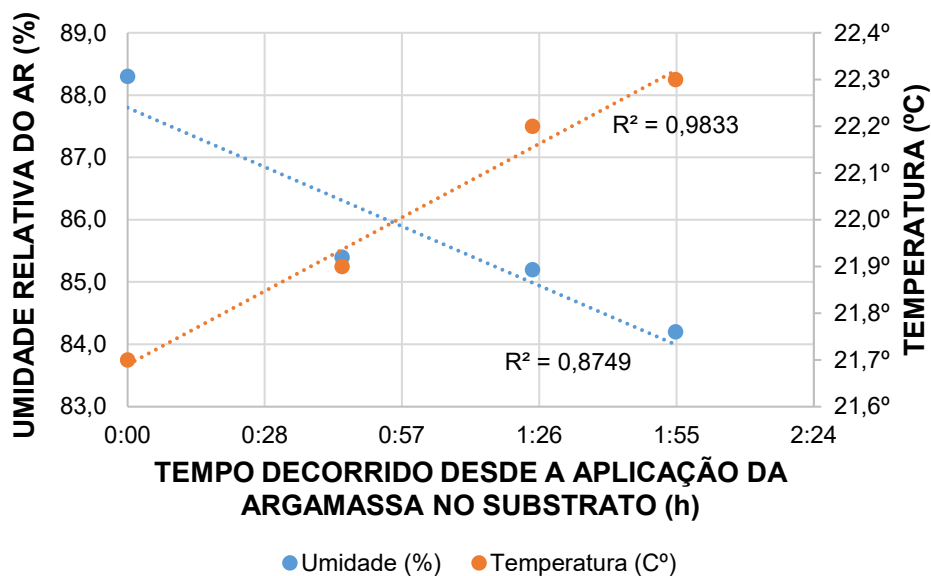
Fonte: do autor

Figura 73 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 305)



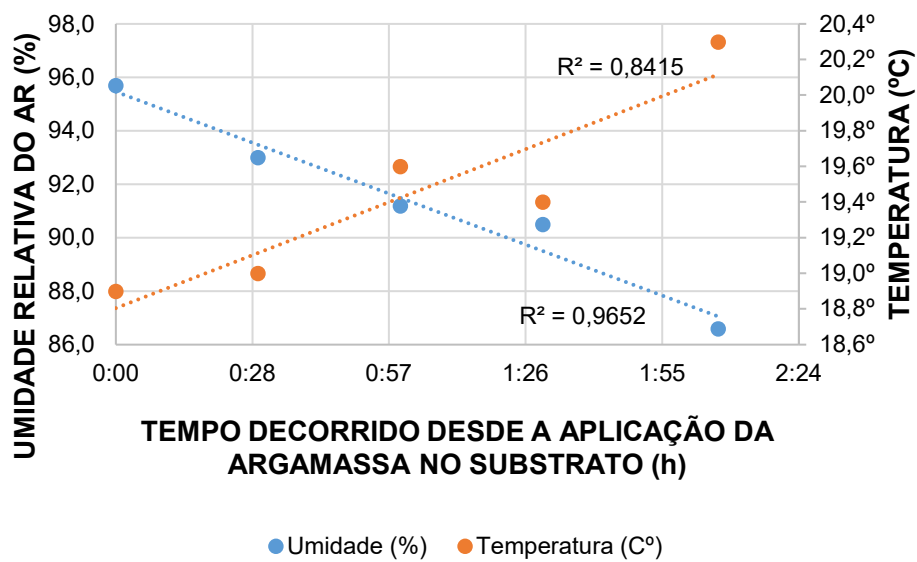
Fonte: do autor

Figura 74 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 308)



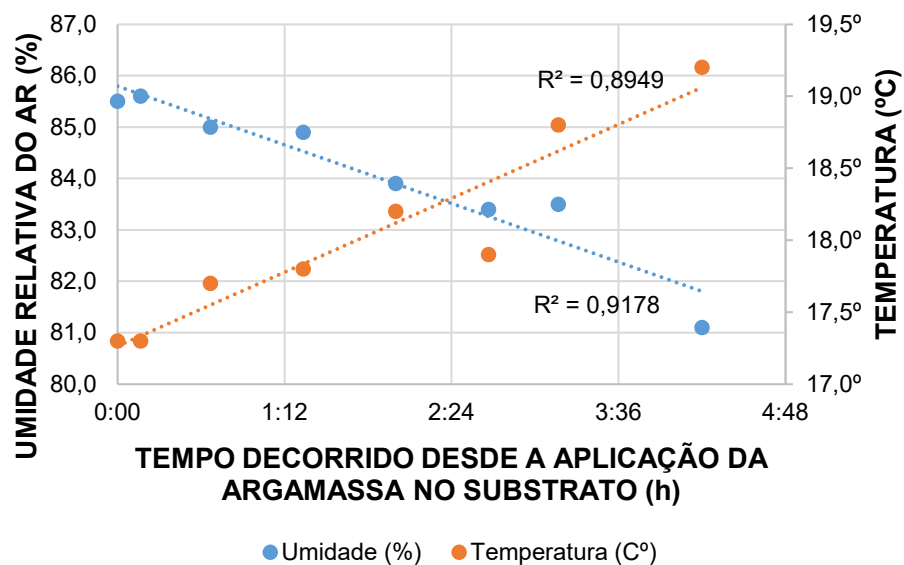
Fonte: do autor

Figura 75 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 402)



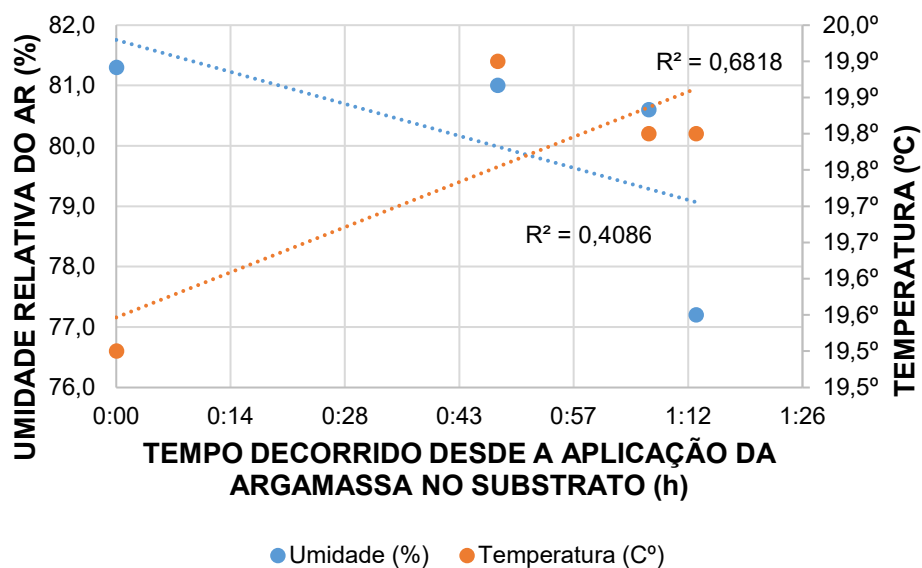
Fonte: do autor

Figura 76 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 405)



Fonte: do autor

Figura 77 – Umidade relativa do ar e temperatura ao longo do tempo medidos próximo à parede (Parede 408)



Fonte: do autor

5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos é possível perceber que existe uma tendência de que os fatores climáticos influenciam no tempo de desempenho de revestimentos realizados com argamassa estabilizada.

O teste do pêndulo trouxe bons resultados que indicam que o equipamento pode ser tomado como uma boa medida da consistência da argamassa para indicar o momento correto para receber o desempenho. O equipamento elaborado se mostrou sensível para todas as medidas realizadas. Para este trabalho utilizou-se a medida da profundidade “Z” como parâmetro pela facilidade de medição e percepção da variação da consistência, além de verificar através das medidas, valores de “Z” muito próximos no momento do desempenho. Contudo, o pêndulo utilizado foi uma adaptação feita a um prumo de face, de modo que carece de aprimoramento quanto aos fatores peso, comprimento e geometria ideais.

Não foi possível estabelecer um valor específico de parâmetro indicador da consistência ideal da argamassa aplicada em revestimento para o seu desempenho, porém foi possível observar que existe uma faixa ótima de “Z” entre 0 e 1cm para o desempenho. Vale ressaltar que o desempenho foi executado, na obra, em situações em que a medida da profundidade da marca do pêndulo no revestimento no seu ponto mais baixo atingiu valores entre 0,1 e 0,5cm, para a geometria utilizada. No entanto a definição de um valor específico exigiria também a observação do resultado do revestimento no estado endurecido, o que não foi possível neste trabalho.

Os resultados mostram que existe uma tendência quanto à umidade, temperatura e vento atuantes no período de execução do revestimento argamassado de paredes. Em maiores teores de umidade, o tempo de desempenho aumenta, assim como quando se tem temperaturas mais baixas. Em temperaturas mais altas, a tendência é de que o tempo para o desempenho diminua, assim como para baixa umidade. Paredes com a incidência de vento tenderam a alcançar o momento de desempenho em menos tempo. Porém, para este estudo, observou-se que a umidade relativa do ar influenciou mais do que a temperatura no tempo de desempenho, tendo as maiores correlações analisando as paredes isoladamente. Porém, todas essas variáveis influenciam de maneira conjunta no tempo de desempenho, o que dificultou a avaliação dos resultados.

O desempenho no momento correto também depende do trabalhador que está executando o serviço. Dessa forma, se ele tiver aplicado o revestimento na parede e foi realizar outro serviço, ele vai terminar o outro serviço e só depois irá verificar se a parede está pronta para desempenar.

Além disso, a variabilidade dos resultados pode ter sido ocasionada por conta do processo executivo, visto que não há nenhum parâmetro fixo, mas sim todos são variáveis. Por esse motivo fez-se análises fixando o parâmetro “Z”.

Para obtenção de melhores resultados, um estudo em que parte das variáveis possam ser fixas é necessário para permitir a análise de cada uma das variáveis climáticas isoladamente.

Quando relacionados os revestimentos argamassados aplicados em superfícies de alvenaria e concreto nas mesmas condições, foi possível perceber que no substrato de concreto é necessário um tempo superior comparado ao tempo necessário para o desempenho da argamassa quando aplicada sobre a alvenaria. Através disso, foi possível verificar a experiência já adquirida pelos operários, quando uma parede era composta por alvenaria de blocos cerâmicos e estrutura de concreto, era efetuado o lançamento da argamassa sobre o concreto e após um certo intervalo de tempo se procedia o lançamento da argamassa sobre a alvenaria. Este procedimento era adotado para que fosse possível realizar o desempenho de toda a parede ao mesmo tempo.

Neste trabalho também foi possível observar que quanto maior a umidade inicial da argamassa, maior o seu índice de consistência, justamente porque quanto maior a quantidade de água, menor a consistência e maior o slump. Além disso, também se observou que a umidade do material influencia na resistência da argamassa estabilizada, sendo que quanto maior a umidade, menor a resistência no estado endurecido.

Diante disso, este trabalho não teve como pretensão modelar o fenômeno (equação), mas sim mostrar que existe uma relação entre as variáveis envolvidas.

Como sugestão para estudos futuros, tem se:

- Dimensionar o pêndulo ideal, considerando uma estrutura padronizada, para medições de consistência de revestimentos argamassados no estado fresco.
- Determinar que parâmetro utilizar e qual o seu valor que indica o momento ideal para o desempenho da argamassa.

- Estudar as variações climáticas em laboratório, estudando cada parâmetro isoladamente.

- Estudar as condições do revestimento no estado endurecido no que diz respeito à fissuração, para desempenho realizado em diferentes consistências medidas pelo pêndulo afim de definir valores de parâmetros indicativos do momento ideal para o desempenho.

- Calcular a energia aplicada pelo pêndulo por golpes (Joule), realizando as análises através da conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética.

- Verificar os resultados utilizando outros parâmetros do pêndulo, como a área impressa do pêndulo na parede.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016. 2 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13277: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 3 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 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 - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 9 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. 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 - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 7 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM67: **Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1998. 8 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528-1: **Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – parte 1: requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019. 3 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528-2: **Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – parte 2: aderência no substrato.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019. 10 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528-3: **Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração – parte 3: aderência superficial.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019. 5 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13749: **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2013. 8 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15630: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019. 12 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 23: **Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação de massa específica.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000. 5 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 248: **Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 45: **Determinação da massa unitária e do volume de vazios.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. 8 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 46: **Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometros, por lavagem.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NM 52: **Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente.** Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009. 6 p.

BARCELOS, A. S.; PELISSER, F. **Efeito de Inibidores de Hidratação na Resistência de Aderência à Tração em Argamassas de Revestimento.** UNESC, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2011.

BAUER, E. (Ed.). **Revestimentos de argamassa: características e peculiaridades.** Brasília: LEM-UnB/Sinduscon-DF, 2005.

BAUER, E; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M.L. M; CALDAS, L.R. **Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas.** Porto Alegre, RS, 2015.

CAMPOS, G. M. **Estudo do tempo de início de pega de argamassas com aditivo estabilizador de hidratação.** 2012. 116 f. Monografia (Especialização em Patologia das Construções) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2012.

CANEDO, Aline Crispim; BRANDÃO, Fernando Buiate; FILHO, Fernando Luiz Peixoto. **Reaproveitamento de resíduo de construção na produção de argamassa de revestimento**. Trabalho de Conclusão de Curso. Goiânia: 2011.

CARASEK, Helena. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciências e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. Cap. 26. p. 863-904.

CARASEK, Helena. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2010. Cap. 28. p. 893-944.

CINTRA, Cyntia Leonis Dias. **Argamassa para revestimento com propriedades termoacústicas, produzida a partir de vermiculita expandida e borracha reciclada**. 2013. 154f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais). Universidade de São Carlos, São Carlos, 2013.

FERNANDES, Andrey. **Avaliação da Variabilidade das Propriedades da Argamassa Estabilizada Fornecida para a Grande Florianópolis**. 2011. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Construção de Edifícios, Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

GAVA, Giovanna Patricia; MANCINI, Paula Simoni; SAKAI, Henrique Haruo. **Influência do aditivo incorporador de ar nas propriedades das argamassas de assentamento**. CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 72., 2015, Fortaleza. Artigo. Fortaleza: 2015. p. 1 - 4.

GOOGLE, INC. Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com/maps/place/R.+Maria+Eduarda++Pantanal,+Florian%C3%B3polis+-+SC,+88040-250/@-27.6065315,-48.5195134,17z/data=!4m5!3m4!1s0x9527390879aabc6d:0xd54ae3443a4ddf23!8m2!3d-27.6078211!4d-48.5165658/> Acesso em: 11 ago. 2020.

HERMANN, A.; ROCHA, J. P. A. **Pesquisa Da Viabilidade Da Utilização Da Argamassa Estabilizada Modificada Para Revestimento sem a Necessidade De Aplicação Do Chapisco**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2010.

HIGHMED, Soluções em Tecnologia de Medição. **THDLA-500 - Termo-Higro-Decibelímetro-Luxímetro-Anemômetro Digital C/ Calibração – Locação**. Disponível em: <<https://www.highmed.com.br/locacao-thdla-500-termo-higro-decibelímetro-luxímetro-anemômetro-digital/p>>. Acesso em 18 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Manual de Utilização de Aditivos para Concreto Dosado em Central. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas do Brasil – Período: 1981-2010**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em 02 out. 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Sobre o INMET**. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/sobre>>. Acesso em 11 ago. 2020.

ISERHARD, J. L. R. F. **Contribuição ao estudo da viabilidade da cura do concreto por energia solar**. 2000, 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KARKOTLI, L. B. et al. **Influência da Temperatura e Umidade Relativa do Ar na Resistência de Argamassas Estabilizadas**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Goiânia, GO, 2019.

MACIEL, L. L., BARROS, M. M. S. BARROS, SABBATINI, F.H. **Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos**. São Paulo, SP, 1998.

MARCONDES, Carlos Gustavo. **Características e benefícios da argamassa estabilizada**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada/>>. Acesso em: 17 mar. 2020.

MARTINS NETO, A. A. A.; DJANIKIAN, J. G. **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central**. 1999. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

MATOS, Paulo Ricardo de. **Estudo da Utilização de Argamassa Estabilizada em Alvenaria Estrutural de Blocos de Concreto**. 2013. 73f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

MANN NETO, Artur; ANDRADE, Daniela Carnasciali de; SOTO, Nicolle Talita Arriagada. **Estudo das propriedades e viabilidade técnicoeconômica da argamassa estabilizada**. 2010. 126 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

MEHTA, P. KUMAR.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 4a Edição. São Paulo: Pini, 1994. 581p.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 3ª Ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

MELO, Fernanda Domingues de. **Estudo da Influência da cura nos revestimentos executados com argamassa estabilizada**. 2018. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto *Federal* de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. A. **Análise dos requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento**. Boletim técnico da Escola Politécnica da USP/ DECC, São Paulo, 2004.

NASCIMENTO, L. G. et al. **Influência da Variação de Temperatura da água de Emassamento da Dosagem do Concreto**. Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, Fortaleza 2019. Anais...Fortaleza, 2019.

NETO, Antonio Martins; DJANIKIAN, João Gaspar. **Aspectos de desempenho da argamassa dosada em central**. 1999. 23p. Boletim Técnico – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. São Paulo: PINI, 1997. 828 p.

NUNES, J. C. D. P. **Argamassa Estabilizada Pronta Para Uso Sistema Mormix**. 2010. 44f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.

PAES, Isaura Nazaré Lobato. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação**. 2004. 256f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

PAGNUSSAT, D. T.; VIDOR, D.; MASUERO, A. B. **Avaliação de propriedades de argamassas estabilizadas ao longo de seu tempo de utilização**. In: 4º Congresso Português de Argamassas e ETICS, Coimbra, 2012.

PCZIECZEK, Adriane. **Análise das Propriedades Físicas e Mecânicas de Argamassa Para Revestimento Utilizando Cinza Volante e Resíduos de Borracha de Pneu Inservíveis**. 2017. 147 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2017.

PEREIRA, C. H. A. F. **Contribuição ao estudo da fissuração, da retração e do mecanismo de descolamento do revestimento à base de argamassa**. 2007. Tese (Doutorado). Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

PEREIRA, Denilson. **Hamiltoniano de um Pêndulo Simples**. 2019. Disponível em: <<http://engrenagensdouniverso.blogspot.com/2019/01/hamiltoniano-de-um-pendulo-simples.html>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

RAVAKOVSKI, L. S. et al. **Estudo das Propriedades do Estado Fresco e Endurecido de Argamassa com Aditivo Inibidor de Hidratação**. Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, Bonito, 2015. Anais...Bonito, 2015.

RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa**. Porto Alegre: Edipucrs, 2012.

RIBEIRO, B., COSTA, A. R. D., SILVA, V. S. **Caracterização Reológica das argamassas estabilizadas produzidas na região metropolitana de salvador pelo método do squeeze-flow**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

RILEM. MR-3. **The Complex Workability – Consistence – Plasticity**. France, 1982.

SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa**. 4. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008. 80 p.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento. 2008. 50 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SECCHI, Henrique; PIOVESAN, Angela Zamboni. **Avaliação das Propriedades da Argamassa Estabilizada com Aditivo Inibidor de Hidratação com Variação da Temperatura.** Anuário Pesquisa e Extensão UNOESC. Joaçaba, SC, 2017.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada de edifícios.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989, 227p.

SILVA, Angelo Just da Costa e. et al. **Influência da Temperatura na Evolução da Resistência à Compressão do Cimento Portland.** Congresso Brasileiro do Concreto – IBRACON, Recife, 2009. Anais...Recife, 2009.

SOUZA, M. H. O. et al. **Influência do tipo de cura no comportamento mecânico de argamassas confeccionadas com areia de scheelita.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v. 14, n. 2, p. 91-94. 2019.

THOMAS, Felipe Becker. **Sistema de Produção de Argamassa para Revestimento Externo: Comparação entre Argamassa Industrializada em Saco e em Silo.** 2012. 83f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TREVISOL JR, Luiz A.; PORTELLA, K. F.; BRAGANÇA, M. O. G. P. **Estudo Comparativo entre as Argamassas: Estabilizada Dosada em Central, Industrializada e Produzida em Obra por Meio de Ensaio Físicos nos Estados Fresco e Endurecido.** Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas. Porto Alegre, RS, 2015

UNGERICHT, Ana Júlia; PIOVESAN, Angela Zamboni. **Influência da cura da argamassa em relação às propriedades mecânicas e absorção de água.** Unoesc & Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 75-86, jan./jun. 2011.

WEATHER UNDERGROUND. **IFLORIAN26.** 2020. Disponível em: < <https://www.wunderground.com/dashboard/pws/IFLORIAN26/graph/2020-08-13/2020-08-13/daily> >. Acesso em: 19 dez. 2020.

ZOZULA, Thiago Wichrestink. **Avaliação de Teores de Aditivos Estabilizadores de Hidratação para Recuperação de Concretos Retornados.** 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2009.

APÊNDICE I

Tabela 7 – Informações gerais da argamassa

Argamassa	Parede	Como foi homogeneizado?	Tempo emprego após entrega (h)	Tempo emprego após entrega (h)	Slump (cm)	Sensibilidade da argamassa (feeling)
			Alvenaria	Concreto		
Argamassa 1	205	Não precisou de homogeneização, chegou e logo em seguida foi aplicada.	1:35	-	12	Macia
Argamassa 2	202	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	21:50	21:30	12,5	Macia
	208	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	23:35	-	12,5	Macia
Argamassa 3	305	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	19:20	18:15	16	Muito macia
Argamassa 4	308	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	5:15	-	10	Mais dura
Argamassa 5	302	Não precisou de homogeneização, chegou e logo em seguida foi aplicada.	0:27	-	12	Macia
	408	Não precisou de homogeneização, chegou e logo em seguida foi aplicada.	1:27	-	12	Macia
Argamassa 6	405	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	17:30	17:20	12,5	Macia
Argamassa 7	402	Homogeneização com enxada, coloca um balde de água por caixa.	21:38	-	17,5	Muito macia

Fonte: do autor

Tabela 8 – Determinação da massa específica seca

Argamassa	Parede	Massa (g)	Li (cm³)	Lf (cm³)	d (g/cm³)
Argamassa 1	205	51,3	0,8	19,7	2,7143
Argamassa 2	202	51,9	0,4	19,8	2,6753
	208	51,9	0,4	19,8	2,6753
Argamassa 3	305	50,6	0,6	19,1	2,7351
Argamassa 4	308	54,2	0,5	20,8	2,6700
Argamassa 5	302	51,0	0,9	20,1	2,6563
	408	51,0	0,9	20,1	2,6563
Argamassa 6	405	54,8	0,3	20,5	2,7129
Argamassa 7	402	55,2	0,5	21,1	2,6796

Fonte: do autor

Tabela 9 – Determinação do teor de ar

Argamassa	d real (kg/dm³)	h (%)	d seco (kg/dm³)	d teórico (kg/dm³)	teor de ar (%)
Argamassa 1	1,8675	14,417	2,7143	2,2321	16,34
Argamassa 2	1,8850	14,826	2,6753	2,1995	14,30
	1,8850	14,826	2,6753	2,1995	14,30
Argamassa 3	1,7625	15,437	2,7351	2,2200	20,61
Argamassa 4	1,8375	13,016	2,6700	2,2393	17,94
Argamassa 5	1,8100	13,162	2,6563	2,2272	18,73
	1,8100	13,162	2,6563	2,2272	18,73
Argamassa 6	1,8650	14,308	2,7129	2,2339	16,51
Argamassa 7	1,7725	16,379	2,6796	2,1673	18,22

Fonte: do autor

APÊNDICE II

Tabela 10 – Resultados dos ensaios no estado endurecido

Argamassa	Parede	Data Moldagem	Data Ensaio	CP 1		CP 2		CP 3	
				Força (KN)	Tensão (MPa)	Força (KN)	Tensão (MPa)	Força (KN)	Tensão (MPa)
Argamassa 1	205	13/08/2020	10/09/2020	16,25	8,28	14,26	7,26	19,63	7,48
Argamassa 2	202	26/08/2020	23/09/2020	13,5	6,87	12,23	6,23	13,92	7,09
	208	26/08/2020	23/09/2020	13,5	6,87	12,23	6,23	13,92	7,09
Argamassa 3	305	10/09/2020	08/10/2020	11,77	5,99	13,13	6,69	12,25	7,77
Argamassa 4	308	10/09/2020	08/10/2020	15,04	7,66	15,49	7,89	15,93	8,11
Argamassa 5	302	23/09/2020	21/10/2020	13,72	6,99	9,42	4,8	14,16	7,21
	408	23/09/2020	21/10/2020	13,72	6,99	9,42	4,8	14,16	7,21
Argamassa 6	405	23/09/2020	21/10/2020	13	6,62	18,12	9,23	16,22	8,26
Argamassa 7	402	08/10/2020	05/11/2020	10,69	5,54	10,2	5,19	6,91	3,52

Fonte: do autor

APÊNDICE III

Tabela 11 – Teste Pêndulo (Parede 202 - 26/08/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 2	PAREDE QUARTO APTO 202	26/8/20 8:00	-	-	-	-	-	-
		26/8/20 8:20	-	-	-	-	-	-
		26/8/20 9:00	3,00	5,20	2,50	4,00	5,50	3,00
		26/8/20 9:30	2,00	3,50	1,00	3,50	5,00	1,80
		26/8/20 10:00	1,00	2,00	0,50	3,00	5,00	1,50
		26/8/20 10:22	1,00	1,80	0,10	3,00	5,00	1,50
		26/8/20 11:00	-	-	-	3,00	4,50	1,50
		26/8/20 11:40	-	-	-	3,00	4,50	1,40
		26/8/20 12:25	-	-	-	2,80	4,00	1,40
		26/8/20 13:05	-	-	-	2,50	4,00	1,00
		26/8/20 13:53	-	-	-	1,50	3,50	0,70

Fonte: do autor

Tabela 12 – Teste Pêndulo (Parede 205 - 13/08/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 2	PAREDE COZINHA APTO 205	13/8/20 10:41	-	-	-	-	-	-
		13/8/20 11:34	4,00	5,70	1,50	-	-	-
		13/8/20 12:18	3,00	4,20	1,10	-	-	-
		13/8/20 13:03	2,00	3,50	1,00	-	-	-
		13/8/20 13:40	1,60	3,00	0,50	-	-	-
		13/8/20 14:26	1,50	2,90	0,40	-	-	-
		13/8/20 15:07	1,00	2,80	0,30	-	-	-

Fonte: do autor

Tabela 13 – Teste Pêndulo (Parede 208 - 26/08/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 2	PAREDE COZINHA APTO 208	26/8/20 10:05	-	-	-	-	-	-
		26/8/20 10:45	3,00	5,00	1,50	-	-	-
		26/8/20 11:15	2,00	3,00	1,00	-	-	-
		26/8/20 11:45	1,00	2,50	0,50	-	-	-
		26/8/20 12:30	0,50	2,00	0,20	-	-	-
		26/8/20 13:00	0,50	1,80	0,10	-	-	-

Fonte: do autor

Tabela 14 – Teste Pêndulo (Parede 302 - 23/09/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE QUARTO APTO 302	23/9/20 10:42	-	-	-	-	-	-
		23/9/20 11:30	2,00	3,50	1,00	-	-	-
		23/9/20 12:00	1,80	2,50	0,50	-	-	-
		23/9/20 12:40	1,50	1,50	0,30	-	-	-
		23/9/20 13:05	1,00	1,20	0,10	-	-	-

Fonte: do autor

Tabela 15 – Teste Pêndulo (Parede 305 - 10/09/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 305	10/9/20 7:05	-	-	-	-	-	-
		10/9/20 8:10	-	-	-	5,00	7,00	3,00
		10/9/20 8:50	4,00	5,00	3,00	4,00	6,50	2,50
		10/9/20 9:30	2,00	5,00	2,00	3,50	5,00	2,00
		10/9/20 10:00	1,80	3,00	1,00	3,50	4,80	1,80
		10/9/20 10:30	1,00	2,50	0,50	2,50	4,00	1,50
		10/9/20 11:00	0,50	2,50	0,30	2,50	3,50	1,00
		10/9/20 11:23	0,50	2,00	0,30	2,00	3,00	0,50

Fonte: do autor

Tabela 16 – Teste Pêndulo (Parede 308 - 19/09/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 308	10/9/20 12:45	-	-	-	-	-	-
		10/9/20 13:30	3,00	5,00	1,50	-	-	-
		10/9/20 14:10	2,00	3,50	1,00	-	-	-
		10/9/20 14:40	1,50	3,00	0,50	-	-	-

Fonte: do autor

Tabela 17 – Teste Pêndulo (Parede 402 - 08/10/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE QUARTO APTO 402	8/10/20 10:38	-	-	-	-	-	-
		8/10/20 11:08	3,00	4,50	1,00	-	-	-
		8/10/20 11:38	2,00	4,00	0,80	-	-	-
		8/10/20 12:08	2,00	2,50	0,50	-	-	-
		8/10/20 12:45	1,00	2,00	0,40	-	-	-

Fonte: do autor

Tabela 18 – Teste Pêndulo (Parede 405 - 23/09/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 405	23/9/20 8:20	-	-	-	-	-	-
		23/9/20 8:30	-	-	-	3,00	5,00	2,00
		23/9/20 9:00	1,50	4,00	1,20	3,00	5,00	2,00
		23/9/20 9:40	1,30	3,80	1,00	2,50	5,00	2,00
		23/9/20 10:20	1,10	3,50	0,50	2,50	4,00	2,00
		23/9/20 11:00	1,10	2,50	0,20	2,50	3,50	0,90
		23/9/20 11:30	1,00	2,00	0,20	2,50	3,40	0,50
		23/9/20 12:32	1,00	1,90	0,10	2,20	3,00	0,50

Fonte: do autor

Tabela 19 – Teste Pêndulo (Parede 408 - 23/09/2020)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TESTE PÊNDULO (cm)					
			ALVENARIA			ESTRUTURA DE CONCRETO		
			X1	X2	Z	X1	X2	Z
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 408	23/9/20 11:42	-	-	-	-	-	-
		23/9/20 12:30	2,50	4,00	0,80	-	-	-
		23/9/20 12:49	2,00	2,40	0,50	-	-	-
		23/9/20 12:55	1,80	2,30	0,30	-	-	-

Fonte: do autor

APÊNDICE IV

Tabela 20 – Tempo de desempenho e umidade no desempenho

Argamassa	Parede	Tempo de Desempenho (h)		Umidade no Desempenho (%)	
		Alvenaria	Concreto	Alvenaria	Concreto
Argamassa 1	205	4:26	-	6,250	-
Argamassa 2	202	2:02	5:53	9,302	10,938
	208	2:55	-	8,621	-
Argamassa 3	305	3:13	4:18	7,500	12,903
Argamassa 4	308	1:55	-	6,383	-
Argamassa 5	302	2:23	-	6,818	-
	408	1:13	-	6,667	-
Argamassa 6	405	4:02	4:12	8,696	9,091
Argamassa 7	402	2:00	-	7,143	-

Fonte: do autor

APÊNDICE V

Tabela 21 – Dados Estação Meteorológica (Parede 202 - 26/08/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Vento
08:32	16,11	87	0,72	NNW
09:02	16,00	88	0,98	O
09:32	15,89	90	1,70	NO
10:02	15,89	90	0,31	SW
10:24	20,22	62	3,71	-

Fonte: Weather Underground, 2021

Tabela 22 – Dados Estação Meteorológica (Parede 205 - 13/08/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
10:00	13,50	96	1,70	SW
10:30	13,61	95	2,68	SE
11:00	14,00	92	1,70	SE
11:30	13,89	93	1,39	S
12:00	13,78	95	1,39	S
12:30	13,78	96	0,98	SE
13:00	14,22	94	0,31	O
13:30	14,39	93	0,72	S
14:00	14,50	94	0,72	SE
14:30	14,61	93	0,72	L
15:00	14,78	92	1,70	L
15:30	14,72	93	0,98	SE

Fonte: Weather Underground, 2021

Tabela 23 – Dados Estação Meteorológica (Parede 208 - 26/08/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
10:24	20,22	62	3,71	-
10:30	20,50	63	1,39	NO
10:36	20,72	63	0,98	NO
10:42	20,61	61	3,40	NO
10:48	20,39	63	4,11	NO
10:54	20,39	63	2,41	NO
11:00	20,61	63	2,41	NO
11:06	20,78	60	3,71	NO
11:12	21,11	59	3,40	NO
11:18	21,28	59	3,71	NE
11:24	21,39	59	4,11	WNW
11:30	21,72	59	3,40	-
11:36	21,50	58	4,38	NO
11:42	21,50	57	5,41	-
11:48	21,28	56	5,10	NO
11:54	21,28	56	4,11	-
12:00	21,39	56	5,81	NE
12:06	21,39	55	4,11	-
12:12	21,50	54	3,71	NO
12:18	21,61	54	5,41	-
12:24	21,72	54	4,11	WNW
12:30	21,89	54	4,11	NO
12:36	22,11	53	4,11	NE
12:42	22,00	53	4,78	L
12:48	22,00	54	4,78	-
12:54	21,89	55	4,78	-
13:00	21,78	56	4,11	NO

Fonte: Weather Underground, 2021

Tabela 24 – Dados Estação Meteorológica (Parede 302 – 23/09/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
10:42	20,61	67	2,41	-
10:48	20,89	66	2,01	NO
10:54	21,00	63	2,41	-
11:00	21,50	63	2,01	WNW
11:06	21,78	62	2,41	NNW
11:12	21,50	63	1,70	-
11:18	21,72	62	3,08	-
11:24	21,50	63	3,40	-
11:30	21,22	64	3,40	NO
11:36	21,11	67	2,01	SE
11:42	21,78	64	3,08	WNW
11:48	21,61	64	1,70	NO
11:54	21,61	64	3,40	WNW
12:00	21,78	64	3,08	-
12:06	22,22	60	2,68	NO
12:12	22,78	59	3,71	NO
12:18	23,11	58	3,71	NO
12:24	22,78	59	2,68	-
12:30	22,72	59	3,71	NO
12:36	22,28	60	3,08	NE
12:42	21,78	62	4,11	WNW
12:48	21,89	62	5,10	WNW
12:54	22,11	60	4,38	NO
13:00	22,00	60	3,08	NO
13:06	22,11	59	2,68	WNW

Tabela 25 – Dados Estação Meteorológica (Parede 305 – 10/09/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
08:06	20,22	94	1,39	-
08:12	20,28	93	1,39	-
08:18	20,28	92	0,00	N
08:24	20,39	92	0,00	N
08:30	20,72	92	0,72	NO
08:36	21,00	92	0,72	NO
08:42	21,50	90	0,72	NO
08:48	21,89	90	0,98	NO
08:54	22,22	87	0,98	NO
09:00	22,61	85	0,00	N
09:06	23,50	84	0,72	NO
09:12	24,22	80	0,31	NO
09:18	24,89	77	0,00	N
09:24	25,28	74	0,31	O
09:30	25,78	71	0,72	NO
09:36	25,28	70	0,72	NO
09:42	25,11	71	0,31	-
09:48	25,22	70	0,31	NO
09:54	25,39	70	0,72	NO
10:00	25,50	70	0,31	O
10:06	26,00	67	0,72	-
10:12	26,50	66	0,98	NO
10:18	26,22	66	0,72	NO
10:24	25,89	68	0,31	NO
10:30	26,28	67	1,39	-
10:36	26,00	66	0,72	SW
10:42	26,22	65	0,98	Sul
10:48	26,22	66	1,70	SE
10:54	26,39	67	1,70	S
11:00	26,11	65	0,98	S
11:06	26,11	67	1,39	NO
11:12	26,61	65	2,01	O
11:18	26,72	64	1,39	O
11:24	26,78	64	1,70	S

Tabela 26 – Dados Estação Meteorológica (Parede 308 – 10/09/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
12:42	27,22	59	2,01	S
12:48	26,50	61	3,71	SW
12:54	26,28	64	4,11	S
13:00	26,00	65	4,38	SE
13:06	25,89	64	3,08	L
13:12	25,78	63	2,41	SE
13:18	26,00	62	1,70	S
13:24	25,89	62	1,70	S
13:30	25,72	61	3,40	S
13:36	25,50	61	2,68	L
13:42	25,50	61	2,41	SW
13:48	25,39	61	2,41	S
13:54	25,39	62	2,01	SSE
14:00	25,22	62	3,71	SE
14:06	24,78	64	3,40	SW
14:12	24,72	65	2,01	S
14:18	24,50	65	5,10	SE
14:24	24,61	66	3,71	S
14:30	24,72	64	2,41	SW
14:36	24,50	66	3,40	S
14:42	24,50	65	0,98	SW

Tabela 27 – Dados Estação Meteorológica (Parede 402 – 08/10/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
10:36	18,89	94	0,98	S
10:42	18,78	94	0,72	S
10:48	18,78	94	1,39	SE
10:54	18,72	94	0,98	S
11:00	18,61	94	2,01	SSE
11:06	18,61	94	0,98	SE
11:12	18,72	94	0,72	SE
11:18	18,61	94	2,68	L
11:24	18,39	93	2,01	SW
11:30	18,39	93	1,70	SW
11:36	18,39	93	3,08	SSW
11:42	18,28	93	1,39	SW
11:48	18,39	93	1,70	S
11:54	18,39	93	1,39	SE
12:00	18,39	93	2,41	WNW
12:06	18,50	93	2,01	SE
12:12	18,61	93	1,70	SE
12:18	18,72	92	2,01	SW
12:24	18,72	92	1,70	L
12:30	18,72	92	1,70	L
12:36	18,72	92	1,70	L
12:42	18,72	92	1,70	L
12:48	18,72	92	1,70	L

Fonte: Weather Underground, 2021

Tabela 28 – Dados Estação Meteorológica (Parede 405 – 23/09/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento	10:30	20,22	69	2,01	O
08:30	18,61	71	0,72	-	10:36	20,39	67	1,39	NO
08:36	18,61	72	0,98	NO	10h42	20,61	67	2,41	-
08:42	18,72	72	0,98	-	10:48	20,89	66	2,01	NO
08:48	18,61	73	0,72	NO	10:54	21,00	63	2,41	-
08:54	18,78	72	0,98	WNW	11:00	21,50	63	2,01	WNW
09:00	18,78	71	0,98	NO	11:06	21,78	62	2,41	NNW
09:06	19,00	69	1,70	NO	11:12	21,50	63	1,70	-
09:12	19,61	69	0,72	NO	11:18	21,72	62	3,08	-
09:18	20,00	65	1,70	NO	11:24	21,50	63	3,40	-
09:24	19,89	68	1,39	WNW	11:30	21,22	64	3,40	NO
09:30	20,11	66	0,98	WNW	11:36	21,11	67	2,01	SE
09:36	20,22	65	2,01	NO	11:42	21,78	64	3,08	WNW
09:42	19,78	68	2,01	-	11:48	21,61	64	1,70	NO
09:48	20,00	68	2,01	WNW	11:54	21,61	64	3,40	WNW
09:54	19,78	69	0,72	-	12:00	21,78	64	3,08	-
10:00	20,00	68	1,70	-	12:06	22,22	60	2,68	NO
10:06	19,78	70	1,39	-	12:12	22,78	59	3,71	NO
10:12	20,28	69	1,70	NO	12:18	23,11	58	3,71	NO
10:18	20,11	67	1,39	NO	12:24	22,78	59	2,68	-
10:24	19,89	70	1,39	NO	12:30	22,72	59	3,71	NO
					12:36	22,28	60	3,08	NE

Fonte: Weather Underground, 2021

Tabela 29 – Dados Estação Meteorológica (Parede 408 – 23/09/2020)

Horário	Temperatura (C)	Umidade (%)	Velocidade do Vento (m/s)	Direção do Vento
11:42	21,78	64	3,08	WNW
11:48	21,61	64	1,70	NO
11:54	21,61	64	3,40	WNW
12:00	21,78	64	3,08	-
12:06	22,22	60	2,68	NO
12:12	22,78	59	3,71	NO
12:18	23,11	58	3,71	NO
12:24	22,78	59	2,68	-
12:30	22,72	59	3,71	NO
12:36	22,28	60	3,08	NE
12:42	21,78	62	4,11	WNW
12:48	21,89	62	5,10	WNW
12:54	22,11	60	4,38	NO
13:00	22,00	60	3,08	NO

Fonte: Weather Underground, 2021

APÊNDICE VI

Tabela 30 – Dados Microclimáticos (Parede 202)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMPO APÓS INÍCIO (concreto)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 2	PAREDE QUARTO APTO 202	26/8/20 8:00	-	0:00	18,2°	84,1	0,1	sim
		26/8/20 8:20	0:00	0:20	18,1°	83,1	5,0	sim
		26/8/20 9:00	0:40	1:00	19,1°	76,6	4,2	sim
		26/8/20 9:30	1:10	1:30	19,4°	76,6	4,5	sim
		26/8/20 10:00	1:40	2:00	20,0°	73,9	2,7	não
		26/8/20 10:22	2:02	2:22	21,8°	73,1	3,6	não
		26/8/20 11:00	-	3:00	21,0°	72,3	1,1	não
		26/8/20 11:40	-	3:40	20,6°	72,1	2,9	não
		26/8/20 12:25	-	4:25	19,9°	70,0	1,4	não
		26/8/20 13:05	-	5:05	20,3°	70,4	3,4	não
		26/8/20 13:53	-	5:53	20,4°	70,7	4,7	não

Fonte: do autor

Tabela 31 – Dados Microclimáticos (Parede 205)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 2	PAREDE COZINHA APTO 205	13/8/20 10:41	0:00	17,5°	98,2	0,0	não
		13/8/20 11:34	0:53	19,4°	94,6	0,1	não
		13/8/20 12:18	1:37	19,3°	92,6	0,1	não
		13/8/20 13:03	2:22	19,6°	92,1	0,0	não
		13/8/20 13:40	2:59	20,2°	90,9	0,1	não
		13/8/20 14:26	3:45	20,1°	90,7	0,1	não
		13/8/20 15:07	4:26	21,2°	86,4	0,0	não

Fonte: do autor

Tabela 32 – Dados Microclimáticos (Parede 208)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 2	PAREDE COZINHA APTO 208	26/8/20 10:05	0:00	19,2°	73,2	4,0	não
		26/8/20 10:45	0:40	19,4°	72,1	4,1	não
		26/8/20 11:15	1:10	20,2°	71,1	3,6	não
		26/8/20 11:45	1:40	20,1°	70,8	1,2	não
		26/8/20 12:30	2:25	19,7°	70,3	2,6	não
		26/8/20 13:00	2:55	20,0°	67,3	3,0	não

Fonte: do autor

Tabela 33 – Dados Microclimáticos (Parede 302)

CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
PAREDE QUARTO APTO 302	23/9/20 10:42	0:00	18,1°	85,1	1,9	sim
	23/9/20 11:30	0:48	19,0°	84,6	1,0	não
	23/9/20 12:00	1:18	19,4°	81,4	1,7	não
	23/9/20 12:40	1:58	20,1°	79,1	3,2	não
	23/9/20 13:05	2:23	20,4°	77,2	2,8	não

Fonte: do autor

Tabela 34 – Dados Microclimáticos (Parede 305)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMPO APÓS INÍCIO (concreto)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 305	10/9/20 7:05	-	0:00	21,5°	98,2	0,0	não
		10/9/20 8:10	0:00	1:05	21,1°	92,1	0,1	não
		10/9/20 8:50	0:40	1:45	21,7°	91,4	0,0	não
		10/9/20 9:30	1:20	2:25	22,6°	91,6	0,0	não
		10/9/20 10:00	1:50	2:55	23,8°	90,6	0,2	não
		10/9/20 10:30	2:20	3:25	22,8°	90,5	0,1	não
		10/9/20 11:00	2:50	3:55	22,3°	89,3	0,1	não
		10/9/20 11:23	3:13	4:18	21,9°	84,1	0,1	não

Fonte: do autor

Tabela 35 – Dados Microclimáticos (Parede 308)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 308	10/9/20 12:45	0:00	21,7°	88,3	0,2	não
		10/9/20 13:30	0:45	21,9°	85,4	0,1	não
		10/9/20 14:10	1:25	22,2°	85,2	1,4	não
		10/9/20 14:40	1:55	22,3°	84,2	0,6	não

Fonte: do autor

Tabela 36 – Dados Microclimáticos (Parede 402)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 3	PAREDE QUARTO APTO 402	8/10/20 10:38	0:00	18,9°	95,7	1,3	não
		8/10/20 11:08	0:30	19,0°	93,0	0,9	não
		8/10/20 11:38	1:00	19,6°	91,2	0,5	não
		8/10/20 12:08	1:30	19,4°	90,5	1,0	não
		8/10/20 12:45	2:07	20,3°	86,6	0,1	não

Fonte: do autor

Tabela 37 – Dados Microclimáticos (Parede 405)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMPO APÓS INÍCIO (concreto)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 405	23/9/20 8:20	-	0:00	17,3°	85,5	0,0	não
		23/9/20 8:30	0:00	0:10	17,3°	85,6	0,0	não
		23/9/20 9:00	0:30	0:40	17,7°	85,0	0,5	não
		23/9/20 9:40	1:10	1:20	17,8°	84,9	0,5	não
		23/9/20 10:20	1:50	2:00	18,2°	83,9	0,1	não
		23/9/20 11:00	2:30	2:40	17,9°	83,4	0,0	não
		23/9/20 11:30	3:00	3:10	18,8°	83,5	0,0	não
		23/9/20 12:32	4:02	4:12	19,2°	81,1	0,7	não

Fonte: do autor

Tabela 38 – Dados Microclimáticos (Parede 408)

PVTO	CÓDIGO	DATA/HORÁRIO	TEMPO APÓS INÍCIO (alvenaria)	TEMP. (C°)	UMIDADE (%)	VENTO (m/s)	INCIDÊNCIA DO SOL
TIPO 3	PAREDE COZINHA APTO 408	23/9/20 11:42	0:00	19,5°	81,3	1,8	não
		23/9/20 12:30	0:48	19,9°	81,0	2,3	não
		23/9/20 12:49	1:07	19,8°	80,6	2,9	não
		23/9/20 12:55	1:13	19,8°	77,2	3,2	não

Fonte: do autor