A SEGURANÇA DAS OBRAS NO BRASIL DISCUTIDA SOB DIFERENTES PONTOS DE VISTA. TRAGA O SEU.
1º CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
21 a 23 de maio de 2014 - Foz do Iguaçu - PR

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO REVESTIMENTO DECORATIVO MONOMACADA QUANDO APLICADO SOBRE SUBSTRATOS CERÂMICOS DE DIFERENTES TEMPERATURAS

Führ, G.[1], Müller, A. A.[2], Borges, A. M.[3]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, graduação, graduando, e-mail: gfengcivil@gmail.com
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pós-graduação, mestre, e-mail: anderson.augusto@ufrgs.com.br
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora, doutora, e-mail: angela.masuero@ufrgs.com.br

RESUMO

A avaliação do desempenho de revestimentos inovadores de argamassa é essencial para a redução do aparecimento de manifestações patológicas em fachadas nas quais possam ser aplicados. Neste aspecto, surge o revestimento decorativo monocamada, visando reduzir o número de camadas. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho do revestimento decorativo monocamada em relação à cor e a resistência de aderência à tração variando a relação água/materiais secos e temperatura do substrato cerâmico antes da aplicação da argamassa. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram moldados corpos de prova com substratos cerâmicos situados a três temperaturas: 5 ºC, 23 ºC e 40 ºC, utilizando uma argamassa com três relações água/materiais secos: REF, REF-10% e REF+10%. Caracterizou-se a argamassa no estado fresco e endurecido, baseando-se em normas de caracterização de concreto e argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. Através da análise dos resultados, conclui-se que a relação água/materiais secos e a temperatura do substrato causaram diferenças significativas e perceptíveis na cor do revestimento aplicado. Paralelamente, apenas a relação água/materiais secos promoveu alterações significativas na resistência de aderência do mesmo.

Palavras chave: Revestimento Decorativo Monocamada; Cor; Aderência.

ABSTRACT

The evaluation of the performance of innovative coatings of mortar is essential for the reduction of the appearance of pathological manifestations in facades in wich can be applied. In this respect, the monolayer decorative coating arises, aiming at reduce the number of layers. Thus, it was aimed to evaluate the performance of the monolayer decorative coating in relation to color and resistance of adhesion to traction varying the relation water/dry materials and temperature of ceramic substrate before application mortar. For the development this work have been shaped evidence bodies with ceramic substrates in three temperatures: 5 ºC, 23 ºC e 40 ºC, using a mortar in three relations water/dry materials: REF, REF-10%, and REF+10%.. Have been characterised the fresh and hardened mortar, based on standards of characterization of concret and mortar for laying and covering walls and ceilings. Through analysis of results the conclusion is that relation water/dry materials and temperature of substrate caused significant differences and noticeable in the color of coating applied. At the same time, only the relation water/dry materials promoted significant changes in the resistance of adherence of the same.

Keywords: Monolayer Decorative Coating; Color; Adherence.

1. INTRODUÇÃO

A inovação de sistemas de argamassa aplicados como revestimentos em fachadas está em processo de evolução no mercado brasileiro da construção civil motivada pelo surgimento de materiais que possibilitam a substituição do sistema de revestimento convencional de argamassa por sistemas que busquem otimizar os custos, a produtividade, a durabilidade e o desempenho do revestimento da edificação. O sistema de revestimento tradicional de argamassa em fachadas é geralmente composto por múltiplas camadas executadas em uma sequência de etapas, como: preparo da base, chapisco, emboço, reboco e acabamento decorativo.

No contexto de inovação de sistemas de revestimento, surge o revestimento decorativo monocamada, segundo Crescencio e Barros (2005, p. 12) produzido a partir de uma camada única de argamassa cimentícia, com aditivos e pigmentos incorporados, resultando consequentemente em um acabamento decorativo. Esse sistema visa reduzir o número de camadas do revestimento, possibilitando a eliminação da necessidade de pintura, por se tratar de um acabamento decorativo final. Além de permitir a de redução de etapas construtivas, o revestimento mantém as funções de proteção, vedação e decoração similares ao que é exigido de um revestimento de argamassa em fachadas.

O revestimento decorativo monocamada começou a ser aplicado no mercado francês em torno de 1969, chegando ao Brasil apenas em 1999 (CRESCENCIO e BARROS, 2005, p. 13). A aplicação recente do revestimento decorativo monocamada no mercado brasileiro e a baixa, porém crescente, utilização do revestimento nas edificações, em relação ao sistema tradicional, tornam o sistema ainda inovador no Brasil. Portanto, o entendimento do desempenho do revestimento decorativo monocamada ainda é motivo de estudos, motivados pelo aparecimento de manifestações patológicas no revestimento quando aplicado.

Baseando-se no surgimento de manifestações patológicas relacionadas com a variação da cor e a aderência do revestimento decorativo monocamada em obras de edificação, alguns pesquisadores vêm buscando contribuir para a compreensão do revestimento em questão.

Quintela (2006, p. 184) observou que o revestimento decorativo monocamada, após diferentes graus de envelhecimento aplicados, apresenta capacidade de manter as características de desempenho em valores aceitáveis, de modo a assegurar a aderência e a baixa permeabilidade. Além disso, concluiu que a exposição à temperatura, umidade, pulverização de água e radiação provocam alterações na cor do revestimento. No entanto, a extensa variabilidade interna dos resultados indicou que o desempenho do revestimento também é possivelmente influenciado pela sua execução.

Neste presente trabalho objetivou-se avaliar o desempenho do revestimento decorativo monocamada em relação à cor e à resistência de aderência à tração do revestimento quando

aplicado sobre substratos cerâmicos de diferentes temperaturas, utilizando uma argamassa decorativa monocamada com teores distintos de água adicionados a mistura.

Portanto, este estudo visa contribuir no entendimento do desempenho do revestimento decorativo monocamada analisando possíveis variáveis na execução do revestimento como possíveis causadoras do aparecimento de manifestações patológicas relacionadas com a ausência de conformidade da cor ao longo de toda a extensão revestida e as falhas de aderência do revestimento em questão.

2. MATERIAIS E MÉTODO DE PESQUISA

Neste trabalho, o planejamento para avaliar o desempenho da cor e da aderência do revestimento decorativo monocamada foi realizado variando-se os seguintes parâmetros: a relação água/materiais secos da argamassa decorativa monocamada e a temperatura do substrato cerâmico antes da aplicação do revestimento.

A escolha da relação referencial de água/materiais secos da argamassa decorativa monocamada foi baseada nas recomendações do fabricante do produto. Com o intuito de avaliar a influência da variação da relação água/materiais secos no desempenho do revestimento decorativo monocamada foram estipuladas três relações água/materiais secos (A/Ms): referência (REF), referência menos 10% de água (REF-10%) e referência mais 10% de água (REF+10%). A Tabela 1 apresenta a dosagem das três argamassas utilizadas na pesquisa em questão.

Tabela 1: Dosagem da argamassa decorativa monocamada

A/Ms	Massa (g)	
	Argamassa	Água
REF-10%	2500	405
REF	2500	450
REF+10%	2500	495

A Tabela 2 e a Tabela 3 mostram a caracterização da argamassa monocamada para as diferentes relações água/materiais no estado fresco e endurecido, respectivamente.

Tabela 2: Caracterização da argamassa decorativa monocamada no estado fresco

A/Ms	NBR 13276/2005 Consistência (cm)	NBR 13278/2005 Densidade de Massa (g/cm³)	NBR 13277/2005 Retenção de Água (%)	NM 41/2002 Teor de Ar Incorporado (%)
REF-10%	19,03	1,75	98,96	8,20
REF	22,07	1,70	98,77	9,03
REF+10%	24,73	1,64	96,81	9,30

Tabela 3: Caracterização da argamassa decorativa monocamada no estado endurecido

A/Ms	NBR 13279/2005 Resistência à Compressão (MPa)	NBR 13279/2005 Resistência na Flexão (MPa)	NBR 13280/2005 Densidade (g/cm³)	NBR 15630/2008 Errata 1/2009 Módulo Dinâmico (GPa)
REF-10%	8,24	3,96	1,69	12,29
REF	6,91	3,08	1,57	10,00
REF+10%	5,60	2,51	1,52	8,52

Como base para o revestimento utilizou-se substratos cerâmicos recortados de blocos cerâmicos vazados com características estruturais, queimados a 900 ºC.

As temperaturas dos substratos cerâmicos antes da aplicação da argamassa decorativa monocamada foram estipuladas baseando-se nas recomendações do fabricante. De acordo com o fabricante, em relação à temperatura, a argamassa somente é aplicável em bases com temperaturas superiores a 5 ºC e inferiores a 40 ºC. Além disso, definiu-se um valor referência de 23 ºC. Portanto, para verificar a influência da temperatura da base no desempenho do revestimento, aplicaram-se três temperaturas nos substratos cerâmicos: 5 ºC, 23 ºC e 40 ºC.

Por motivo de verificar se as temperaturas estipuladas eram condizentes com a temperatura do bloco cerâmico *in situ,* foram realizadas leituras de temperatura dos blocos cerâmicos em uma obra, situada em Porto Alegre – RS, antes da execução do revestimento. Através de um termômetro a laser foi possível verificar as temperaturas dos blocos em três diferentes horários do dia. As leituras se estenderam ao longo de dois dias em pleno inverno. A Tabela 4 demonstra a média de temperatura dos blocos cerâmicos *in situ.*

Tabela 4: Temperatura dos blocos cerâmicos *in situ*

		04/09/2013		06/09/2013	
Fachada	Horário	T.amb./Umidade	Temperatura do bloco	T.amb./Umidade	Temperatura do bloco
SE	08:00	10 ºC / 78%	5,31 ºC	15 ºC / 94%	10,44 ºC
SE	12:00	18 ºC / 76%	6,4 ºC	24 ºC / 57%	19,84 ºC
SE	16:00	15 ºC / 59%	4,79 ºC	27 ºC / 51%	20,29 ºC
NO	08:00	10 ºC / 78%	6,06 ºC	15 ºC / 94%	10,36 ºC
NO	12:00	18 ºC / 76%	31,29 ºC	24 ºC / 57%	35,74 ºC
NO	16:00	15 ºC / 59%	27,43 ºC	27 ºC / 51%	34,37 ºC
SO	08:00	10 ºC / 78%	3,88 ºC	15 ºC / 94%	9,74 ºC
SO	12:00	18 ºC / 76%	11,5 ºC	24 ºC / 57%	22,42 ºC
SO	16:00	15 ºC / 59%	11,88 ºC	27 ºC / 51%	25,2 ºC
NE	08:00	10 ºC / 78%	19,54 ºC	15 ºC / 94%	20,09 ºC
NE	12:00	18 ºC / 76%	15,52 ºC	24 ºC / 57%	27,36 ºC
NE	16:00	15 ºC / 59%	7,2	27 ºC / 51%	22,42

Verifica-se através da Tabela 4 que a temperatura mínima foi de 3,88 ºC e a máxima foi de 35,74 ºC. A temperatura mínimas e máximas estão aproximadamente próximas aos limites definidos nesta pesquisa para temperatura dos substratos cerâmicos. No entanto, vale ressaltar que os dias das leituras de temperatura eram dias típicos de inverno. Portanto, é provável que as temperaturas dos blocos cerâmicos sejam maiores em dias típicos de verão na cidade de Porto Alegre – RS.

Após a definição dos parâmetros variáveis da pesquisa, iniciou-se a moldagem de 45 corpos de prova. Para cada interação entre temperatura e relação água/materiais secos foram moldados 5 corpos de prova. A avaliação da cor dos corpos de prova foi realizada aos 7, 14 e 28 dias após a aplicação do revestimento e após o período de 28 dias, foi executado o ensaio de resistência de aderência à tração sobre os corpos de prova. A Figura 1 demonstra o programa experimental definido para esta pesquisa.

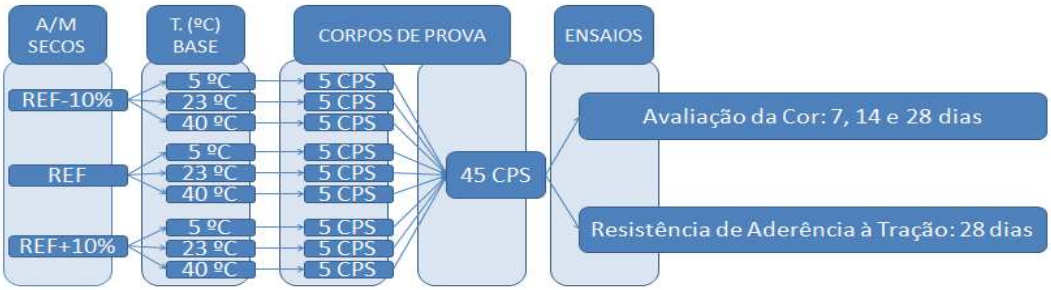


Figura 1: Programa experimental.

O esquema apresentado na Figura 2 demonstra a sequência de etapas utilizada para a moldagem dos corpos de prova.

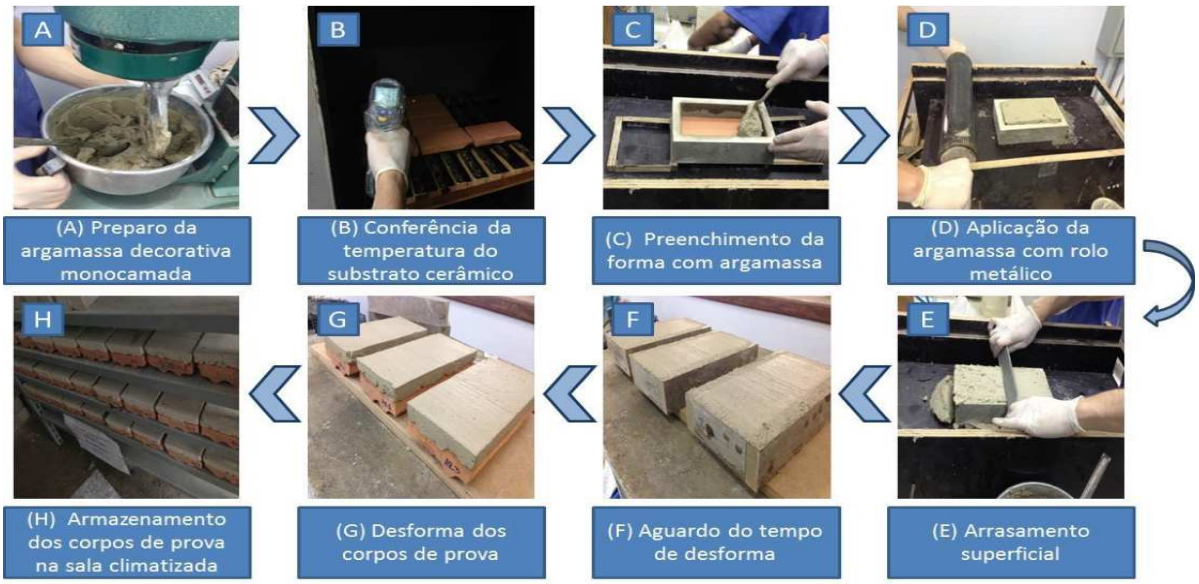


Figura 2: Esquema das etapas para a moldagem dos corpos de prova.

A avaliação do desempenho da cor do revestimento decorativo monocamada foi realizada através de leituras feitas com um espectrofotômetro, modelo CM-2500d. Sobre cada corpo de prova moldado foram realizadas, para cada período estipulado, oito leituras de cor distribuídas uniformemente. Nesta pesquisa, definiu-se três períodos para a realização das leituras: aos 7, 14 e 28 dias. A Figura 3 e a Figura 4 apresentam o procedimento utilizado para a realização das leituras da cor do revestimento através do espectrofotômetro.



Figura 3: Posicionamento do espectrofotômetro.



Figura 4: Realização da leitura da cor do revestimento.

Com o intuito de possibilitar a análise das leituras realizadas, foi necessário converter os respectivos comprimentos de ondas retornados pelo espectrofotômetro em sistemas de coordenadas colorimétricas de representação de cor. Utilizou-se então, o programa OnColor como ferramenta para transformação de dados. Neste trabalho, foi utilizado o sistema L*a*b* e o sistema L*C*hº desenvolvidos pela CIE (Comission Internationale d'Eclairage), organização padronizadora de parâmetros colorimétricos.

De acordo com Gliese (2003, p. 5), o sistema CIE L*a*b é um sistema de coordenadas cartesianas onde o eixo L* mede a luminosidade, o eixo a* mede a tendência verde-vermelho e o eixo b* mede a tendência azul-amarelo. A Figura 5 ilustra o sistema CIE L*a*b*.

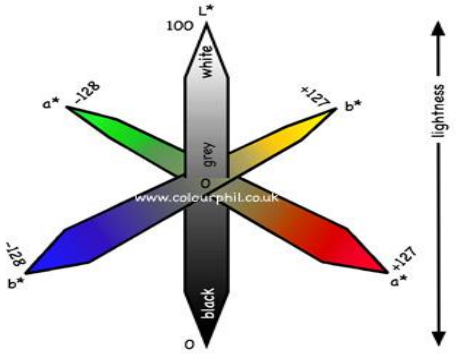


Figura 5: Ilustração do sistema CIE L*a*b* (CRUSE, 1997).

Nesta pesquisa, utilizou-se o sistema CIE L*a*b* com o objetivo de determinar o valor do parâmetro que mede a diferença de cor entre duas amostras, conhecido como ΔEab^*. O cálculo do parâmetro ΔEab^* foi realizado utilizando a equação (1), onde ΔL^*, Δa^* e Δb^* são,

respectivamente, a diferença entre a luminosidade, tendência verde-vermelho e tendência azul-amarelo das duas amostras em comparativo.

$$\Delta Eab* = \sqrt{\Delta L*^2 + \Delta a*^2 + \Delta b*^2} \quad (1)$$

Baseando-se no valor numérico do parâmetro $\Delta Eab*$ foi possível classificar a diferença de cor entre duas amostras em comparativo em função da percepção ao olho humano. A Tabela 5 apresenta a classificação utilizada.

Tabela 5: Classificação da diferença de cor em função da percepção ao olho humano (GLIESE e PETTER, 2004)

ΔEab_*		Classificação
0	0,2	Imperceptível
0,2	0,5	Muito Pequena
0,5	1,5	Pequena
1,5	3	Distinguível
3	6	Facilmente Distinguível
> 6		Muito Grande

Além disso, utilizou-se o sistema CIE L*a*b* para determinar as coordenadas polares do sistema CIE L*C*hº, através da equação (2) e equação (3), onde $C*$ e $h°$ são, respectivamente, a saturação e a tonalidade de cada amostra.

$$C* = \sqrt{a*^2 + b*^2} \quad (2)$$

$$h° = arctan(a*/b*) \quad (3)$$

A Figura 6 apresenta graficamente o sistema CIE L*C*hº.

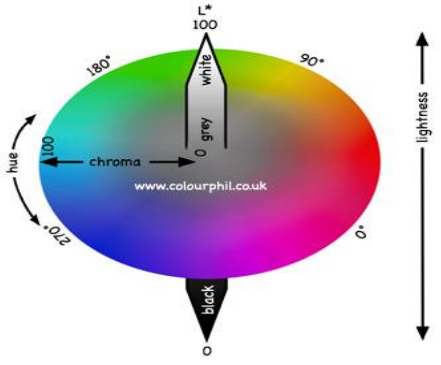


Figura 6: Ilustração do sistema CIE L*C*hº (CRUSE, 1997).

Neste trabalho, utilizou-se o sistema CIE L*C*hº para verificar a significância do tempo, da relação água/materiais secos e da temperatura do substrato cerâmico na variação da cor do revestimento. Para isso, foi aplicada uma análise estatística, através do programa STATISTICA 7.0, sobre os dados obtidos nas leituras espectrométricas dos corpos de prova.

O ensaio de resistência de aderência à tração foi executado segundo a NBR 15258 (ABNT, 2005), utilizando um aderímetro de carga constante. Nesta pesquisa, foi necessário adaptar o posicionamento dos cortes das amostras do ensaio às dimensões do corpo de prova moldado. Além disso, foram previstos 10 amostras para ruptura para cada condição avaliada. O esquema apresentado na Figura 7 ilustra a sequência de etapas utilizada para a execução do ensaio de resistência de aderência à tração.

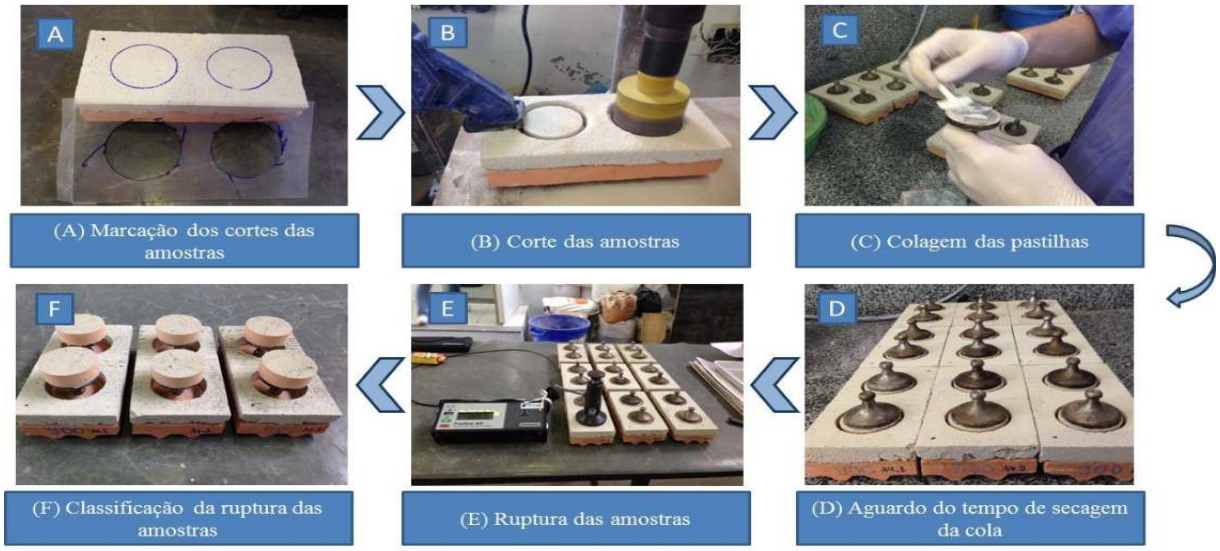


Figura 7: Esquema das etapas do ensaio de resistência de aderência à tração.

Sobre as tensões de ruptura obtidas no ensaio de resistência de aderência à tração foi realizada uma análise estatística através do programa STATISTICA 7.0, com o intuito de verificar a influência da relação água/materiais secos e da temperatura do substrato cerâmico na resistência de aderência do revestimento aplicado. Além da verificação se os resultados igualaram ou superaram os valores mínimos de tensão de ruptura (MPa), estipulados pela NBR 13749 (ABNT, 2013), que devem ser necessariamente respeitados no ensaio de resistência de aderência à tração para que a argamassa seja apropriada para a aplicação como revestimento, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6: Locais de aplicação e valores mínimos de tensão de ruptura (NBR 13749/2013)

Local	Tensão de Ruptura (MPa)
Teto	≥ 0,2
Parede Interna	≥ 0,2
Parede Externa	≥ 0,3

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Avaliação do desempenho da cor do revestimento decorativo monocamada

A análise estatística realizada através do programa STATISTICA 7.0 sobre os dados do sistema CIE L*C*hº, obtidos das leituras de cor do revestimento decorativo monocamada, resultou nas tabelas ANOVA ilustradas na Tabela 7.

Tabela 7: Análise de variância da coordenada L*, coordenada C* e coordenada hº

	(L*)			(C*)			(hº)		
	Teste F	**Probab.**	**Sig.**	**Teste F**	**Probab.**	**Sig.**	**Teste F**	**Probab.**	**Sig.**
Tempo (A)	1,60	20,30%	Não	3,10	4,44%	Sim	74,27	0,00%	Sim
A/Ms (B)	346,68	0,00%	Sim	1251,60	0,00%	Sim	50,00	0,00%	Sim
Temp. (C)	32,73	0,00%	Sim	117,70	0,00%	Sim	0,77	46,35%	Não
AB	0,26	90,66%	Não	2,10	7,94%	Não	13,00	0,00%	Sim
AC	4,30	0,19%	Sim	3,70	0,52%	Sim	101,74	0,00%	Sim
BC	29,61	0,00%	Sim	18,80	0,00%	Sim	18,18	0,00%	Sim
ABC	0,11	99,88%	Não	1,40	17,74	Não	18,42	0,00%	Sim

De acordo com a análise estatística apresentada na Tabela 7 mostrou-se que o tempo de cura, a relação água/materiais secos e a temperatura do substrato cerâmico são estatisticamente significativos em pelo menos uma vez em relação às coordenadas do sistema CIE L*C*hº, além de possuírem interação entre si no resultado de algumas coordenadas colorimétricas.

Como o sistema CIE L*C*hº é uma representação da cor no espaço, qualquer alteração nas coordenas L*, C* e hº provoca a representação de uma nova cor. Anexando esse aspecto aos resultados apresentados na Tabela 7, conclui-se que o tempo de cura, a relação água/materiais secos e a temperatura do substrato cerâmico promoveram uma alteração na cor do revestimento decorativo monocamada.

Até então, observou-se que as variáveis da pesquisa provocaram alteração na cor do revestimento. Com o intuito de avaliar se essa alteração na cor é perceptível ao olho humano, utilizou-se o sistema CIE L*a*b* juntamente com a equação (1) para classificar a diferença de cor entre duas amostras, através da Tabela 8.

Tabela 8: Classificação da diferença de cor em função da percepção ao olho humano (GLIESE e PETTER, 2004)

ΔEab_*		**Classificação**
0	0,2	Imperceptível
0,2	0,5	Muito Pequena
0,5	1,5	Pequena
1,5	3	Distinguível
3	6	Facilmente Distinguível
> 6		Muito Grande

Visando observar a influência da relação água/materiais e da temperatura do substrato cerâmico na diferença de cor, optou-se por comparar os dados de leituras das amostras apenas do período de 28 dias. A Figura 8 e a Figura 9 demonstram, respectivamente, o comparativo entre amostras com diferentes temperaturas do substrato cerâmico, fixando a relação água/materiais secos, e diferentes relações água/materiais secos, fixando a temperatura do substrato cerâmico, através da classificação da Tabela 8.

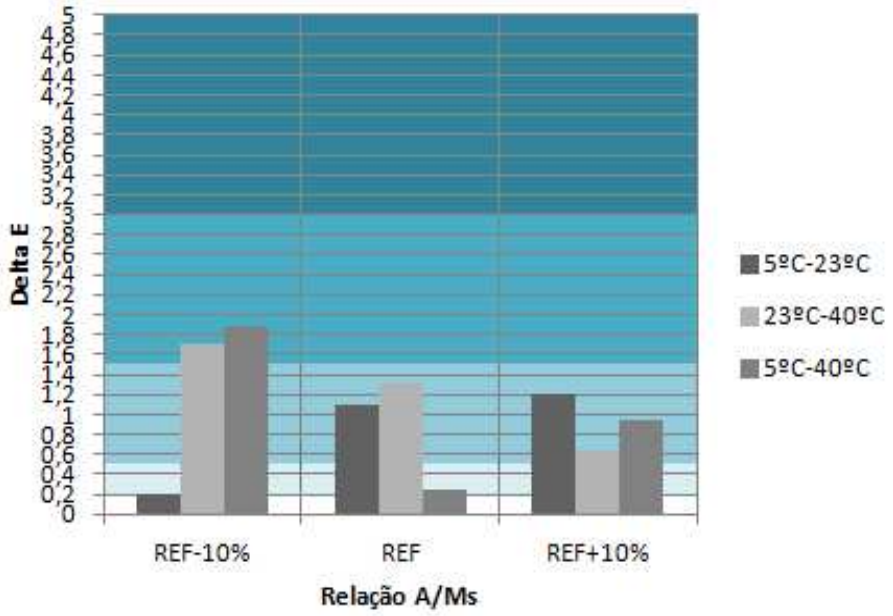


Figura 7: Classificação da diferença de cor entre amostras com diferentes temperaturas do substrato cerâmico.

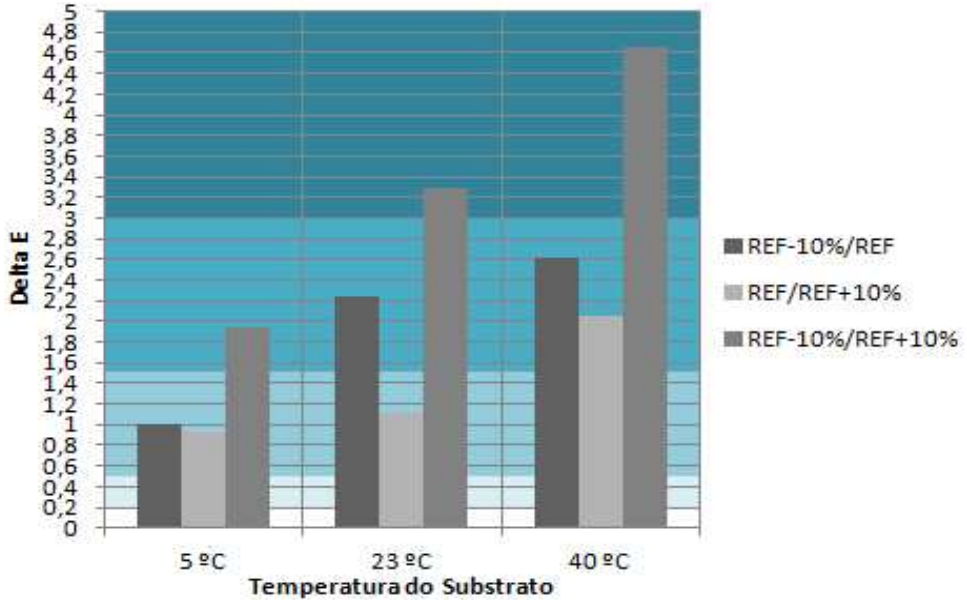


Figura 8: Classificação da diferença de cor entre amostras com diferentes relações água/materiais secos.

Baseando-se na Figura 7 e Figura 8, observa-se que houve uma diferença de cor entre revestimentos decorativos monocamada aplicados sobre substrato cerâmicos com diferentes temperaturas e, também, quando executados com uma argamassa com diferentes relações água/materiais secos. De acordo com a percepção ao olho humano, essa diferença de cor variou de muito pequena até facilmente distinguível, conforme é apresentada na distribuição de cores na Figura 7 e 8, baseada na classificação da Tabela 8.

Levando em consideração a Figura 7, analisa-se que a diferença de temperatura do substrato cerâmico provocou uma diferença de cor perceptível ao olho humano no revestimento, oscilando de muito pequena até distinguível. No entanto, não se observa um comportamento na diferença de cor das amostras quando comparadas às temperaturas do substrato com argamassas com diferentes relações água/materiais secos.

Em relação à Figura 8, percebe-se que diferentes relações água/materiais secos provocaram diferenças de cor no revestimento, variando de pequena até facilmente distinguível. Além disso, as diferenças de cor ocasionadas pela alteração da relação água/materiais secos aumentaram conforme o aumento da temperatura do substrato cerâmico. Observa-se também que as diferenças de cor eram maior entre revestimentos com argamassa decorativa monocamada de relação REF-10% e REF+10% e menores para argamassa de relação REF e REF+10%. Contudo, qualquer modificação da relação água/materiais secos da argamassa ocasionou diferenças de cor perceptíveis ao olho humano no revestimento.

3.2 Avaliação do desempenho da resistência de aderência à tração do revestimento decorativo monocamada

A Tabela 9 apresenta a nomeação dos corpos de prova conforme a relação água/materiais secos da argamassa monocamada e a temperatura do substrato cerâmico.

Tabela 9: Nomeação dos corpos de prova

Corpo de Prova	A/Ms	Temperatura do Substrato (ºC)
A1	REF	23
A2	REF+10%	23
A3	REF-10%	23
A4	REF	40
A5	REF+10%	40
A6	REF-10%	40
A7	REF	5
A8	REF+10%	5
A9	REF-10%	5

Os resultados obtidos pelo ensaio de resistência de aderência, conforme a NBR 15258 (ABNT, 2005), estão apresentados graficamente na Figura 9, de acordo com a classificação dos corpos de prova apresentada na Tabela 9 e a distribuição de cores da Tabela 6.

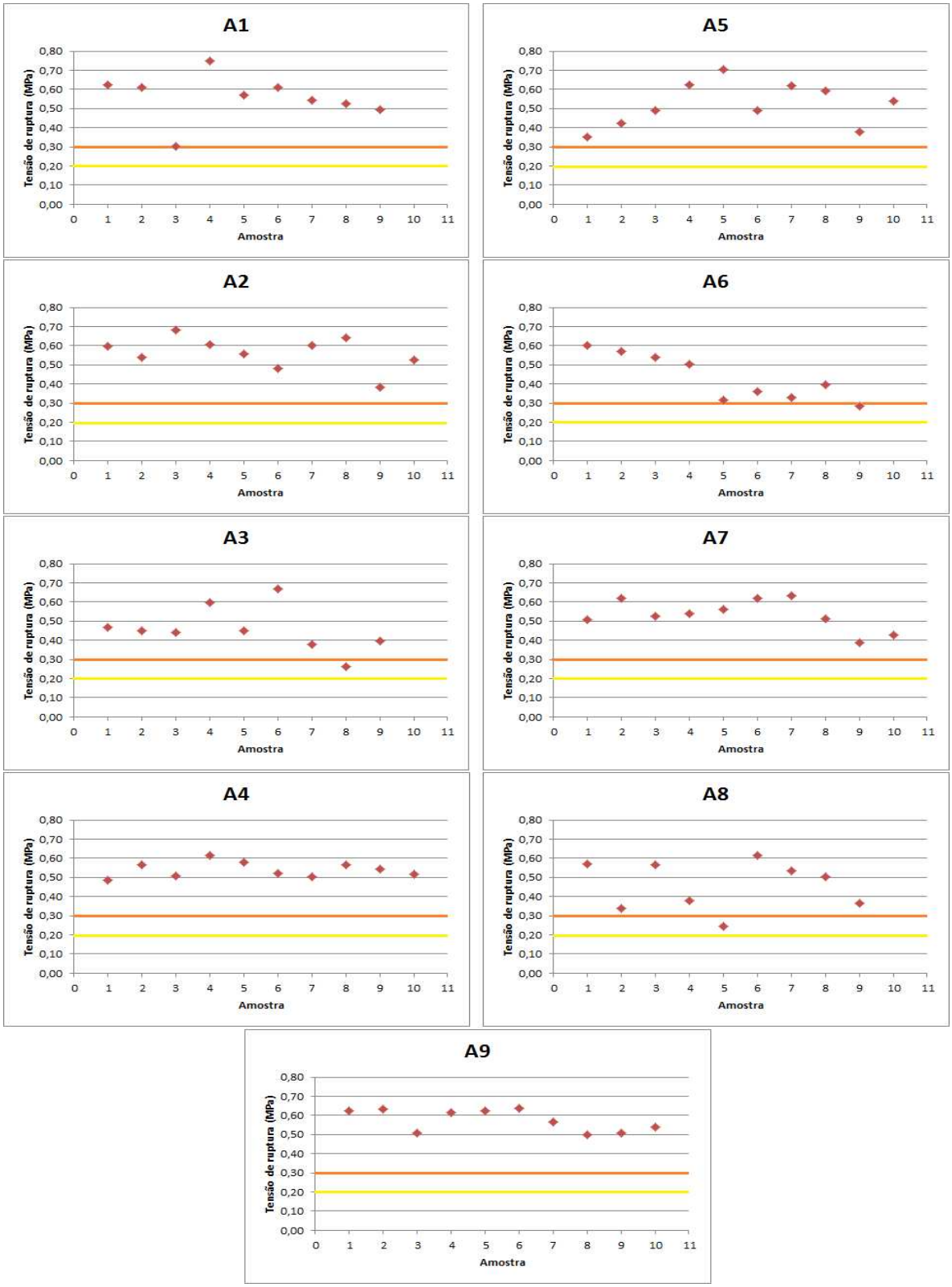


Figura 9: Resultados do ensaio de resistência de aderência à tração.

De acordo com a Figura 9, observa-se que todas as amostras obtiveram tensão de ruptura acima do limite mínimo de 0,2 MPa, estipulado pela NBR 13749 (ABNT, 2013), para aplicação da argamassa no teto e em parede internas. No entanto, em relação à aplicação da argamassa em paredes externas, aproximadamente 95% das amostras superaram o limite mínimo de 0,3 MPa. Supõe-se que 5% das amostras não atingiram o valor mínimo de 0,3 MPa, estipulado por norma, devido a uma possível variabilidade na moldagem destes corpos de prova.

A análise estatística realizada através do programa STATISTICA 7.0 sobre os resultados obtidos pelo ensaio de resistência de aderência à tração resultou na tabela ANOVA ilustrada na Tabela 10.

Tabela 10: Análise de variância da resistência de aderência à tração

Tensão de Ruptura (TR)	Teste F	Probab.	Sig.
A: água/materiais secos	9,21	0,03%	Sim
B: Temperatura do substrato	0,61	54,56%	Não
AB	0,24	91,22%	Não

Através da análise estatística apresentada na Tabela 10, verifica-se que apenas a relação água/materiais secos se mostrou estatisticamente significativa em relação à tensão de ruptura. Com isso, percebe-se que as temperaturas do substrato cerâmico estipuladas não interferem significativamente nos resultados do ensaio de aderência à tração do revestimento. Nesta pesquisa, somente as relações água/materiais secos definidas alteram significativamente a resistência de aderência do revestimento decorativo monocamada.

A Figura 10 representa graficamente o comparativo múltiplo das médias entre as diferentes relações água/materiais secos e as tensões de ruptura obtida do ensaio de aderência.

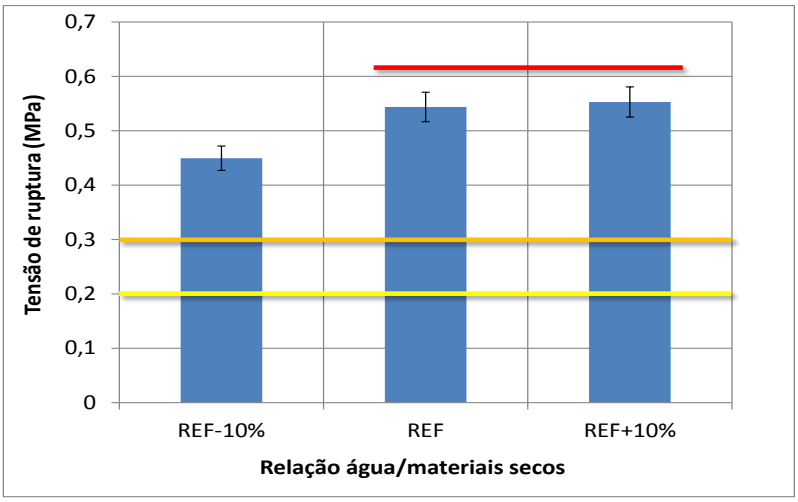


Figura 10: Gráfico da tensão de ruptura em função das relações A/Ms.

De acordo com a Figura 10, observa-se que a relação REF-10% se mostrou estatisticamente significativa em relação às demais relações água materiais/secos. Além disso, verifica-se uma redução na tensão de ruptura da relação REF-10% em comparativo a relação REF e REF+10%. Supõe-se que essa redução seja motivada por ser um revestimento executado com uma argamassa com o menor teor de água, motivando a diminuição da extensão de aderência da argamassa, devido ao menor índice de consistência, como observado na Tabela 2, e a redução da microancoragem, graças à alta retenção de água da argamassa, conforme apresentado na Tabela 2, e ao baixo teor de água, possíveis agentes que possam ter dificultado o transporte de sólidos e íons da argamassa no estado fresco para os poros do substrato.

Apesar da redução da tensão de ruptura da relação REF-10%, conforme observado na Figura 10, praticamente todos os resultados obtidos no ensaio de aderência estão acima dos valores apresentados na Tabela 9. Com isso, a utilização de revestimentos decorativos monocamadas executados com argamassas com as diferentes relações água/materiais secos estipuladas é adequada para o revestimento de tetos, paredes internas e paredes externas.

4. CONCLUSÕES FINAIS

Sobre a avaliação da cor do revestimento decorativo monocamada, conclui-se a partir da análise de variância submetida sobre os resultados obtidos através da espectrofotometria que diferentes relações água/materiais secos da argamassa, temperaturas do substrato cerâmico e tempo de cura são parâmetros estatisticamente significantes na definição das coordenadas do sistema CIE L*C*hº e, consequentemente, na definição da cor final do revestimento decorativo monocamada.

Através da complementação da avalição da cor do revestimento pelo comparativo da diferença de cor entre revestimentos com tempo de cura de 28 dias, efetivou-se que as relações água/materiais secos da argamassa e as temperaturas do substrato cerâmico estipuladas provocam diferenças perceptíveis ao olho humano na cor entre os revestimentos aplicados. Além disso, verificou-se na Figura 7 e Figura 8 que as maiores diferenças de cor observadas foram ocasionadas devido à alteração da relação água/materiais secos da argamassa, juntamente com a aplicação da argamassa sobre substratos cerâmicos situados a temperatura de 40 ºC. No entanto, qualquer revestimento aplicado sobre diferentes temperaturas do substrato cerâmico ou executado com argamassa com distintas relações água/materiais secos obteve diferença de cor perceptível em relação aos demais revestimentos executados.

Portanto, os parâmetros estipulados nesta pesquisa relacionados com a execução do revestimento decorativo monocamada são alguns dos agentes causadores do aparecimento de manifestações patológicas referentes à ausência de conformidade da cor ao longo de toda a extensão revestida pelo revestimento decorativo monocamada. Com o intuito de reduzir o

surgimento de manifestações patológicas relacionadas com a cor do revestimento, baseando-se na avaliação dos resultados obtidos, propõe-se a execução do revestimento a partir de uma argamassa com a mesma relação água/materiais secos e sobre um substrato cerâmico de mesma temperatura, possibilitando, assim, a redução do surgimento de diferenças de cor ao longo da área revestida.

Em relação ao ensaio de resistência de aderência à tração realizado nesta pesquisa, a análise de variância sobre os resultados demonstrou que apenas a relação água/materiais secos da argamassa é estatisticamente significativa na definição de tensão de ruptura das amostras, promovendo uma redução conforme a redução do teor de água na argamassa. Porém, apenas a argamassa com menor teor de água apresentou diferença significativa em relação às demais, possivelmente motivada pela menor extensão de aderência e a reduzida microancoragem da argamassa ao substrato.

Conclui-se que a resistência de aderência à tração do revestimento decorativo monocamada é diretamente afetada, entre os parâmetros estipulados, apenas pela relação água/materiais secos da argamassa. No entanto, a partir da análise da resistência dos resultados, a modificação do teor de água na argamassa não foi suficiente para impossibilitar o uso do revestimento decorativo monocamada no teto, nas paredes internas e nas paredes externas. Basicamente, aproximadamente 95% dos resultados obtidos foram maiores do que o valor mínimo estipulado em norma para que a argamassa possa ser utilizada como revestimento externo.

Com isso, o revestimento decorativo monocamada quando aplicado sobre substratos cerâmicos nas temperaturas definidas ou executado com argamassas com as relações água/materiais secos estipuladas é aplicável para o revestimento de tetos, paredes internas e externas.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13278:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

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

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

_____. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15258:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15630:2008 Errata 1:2009:** 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, 2009.

_____. **NM 47:** Concreto - Determinação do teor de ar em concreto fresco - Método pressométrico. 2002.

CRESCÊNCIO, R.M.; BARROS, M.M.S.B.. **Revestimento decorativo monocamada: produção e manifestações patológicas.** São Paulo: Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

CRUSE, P.. **Introduction to Colour Spaces.** Hertfordshire, 1997.

GLIESE, R.. **Medição espectrofotométrica de polpa de caulim visando o controle do processo de beneficiamento.** 2003, 148f. Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2003.

PETTER, C.O.; GLIESE, R.. **Fundamentos de colorimetria.** Apostila do curso de colorimetria. Laprom, 2004.

QUINTELA, M.B.O.A.. **Durabilidade de revestimentos exteriores de parede em reboco monocamada.** 2006. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Construção de Edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto: FEUP, 2006.