

## Aderência de Chapisco Produzido com “Quebradinho”, como Agregado Miúdo, em Substrato de Concreto

J. R. L. Aguiar<sup>1\*</sup>, A. N. Macedo<sup>2</sup>, A. R. C. Moreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia de Materiais, Centro Universitário Luterano de Santarém (CEULS), Santarém-PA.

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém-PA.

(Recebido em 13/07/2018; revisado em 19/07/2018; aceito em 04/02/2019)  
(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

### Resumo:

A inserção de novos componentes construtivos no mercado torna-se algo imprevisível quando não se tem comprovações técnicas a respeito dos mesmos e quando são utilizados de maneira empírica. Partindo desse pressuposto, na cidade de Santarém, situada na região Oeste do Pará, é comum a utilização do agregado denominado localmente como “quebradinho”, na composição de chapisco, em função do baixo custo e por esse ser específico da região em estudo, porém, não se tem o conhecimento técnico das propriedades do material. Assim, este trabalho teve o objetivo de avaliar a resistência de aderência à tração de 04 sistemas de revestimento de argamassa contendo chapisco elaborado com 02 tipos de “quebradinho” existente na região. Na ocasião, utilizou-se uma base de concreto estrutural como substrato e verificaram-se valores satisfatórios de resistência à tração dos sistemas ensaiados, atestando a viabilidade do método praticado.

**Palavras-chave:** Agregado, “quebradinho”, chapisco, resistência de aderência à tração.

### Abstract:

The insertion of new constructive components in the market becomes something unforeseeable when there are no technical proofs about them and when they are used empirically. Based on this assumption, in the city of Santarém, located in the west Pará region, it is common to use the aggregate denominated locally as "quebradinho", in the composition of roughcast, due to the low cost and because this being specific of the region under study, but, one does not have the technical knowledge of the properties of the material. The objective of this work was to evaluate the adhesion strength of 04 mortar coating systems containing slab made with 02 types of "quebradinho" existing in the region. On the occasion, a structural concrete base was used as substrate and satisfactory values of tensile strength of the tested systems were verified, attesting the viability of the practiced method.

**Keywords:** Aggregate, "brittle", roughcast, tensile adhesion strength.

## 1. Introdução

Na região Oeste do Pará, mais especificamente em Santarém, a construção civil vem ganhando grande destaque no decorrer dos últimos anos, a cidade vem recebendo consideráveis investimentos em obras privadas, e com a ascensão do mercado imobiliário local a proliferação de prédios é cada vez mais frequente no ambiente urbano. Contudo, sabe-se que com o aumento das construções aumenta-se a demanda de materiais e insumos para atender as necessidades dos empreendimentos, e partindo desse pressuposto, é comum na cidade a utilização, na construção civil, do agregado conhecido popularmente na região como “quebradinho”.

Maia [1], em seus estudos, descreve esse material como sendo uma mistura de fragmentos de seixo, pequenos torrões de argila e areia grossa de coloração vermelha ou amarela. Paralelamente, Neves [2], destaca que esse agregado é extraído de barrancos existentes em zonas periféricas de

Santarém. Em relação a granulometria, o agregado possui diâmetro máximo variando entre 4,8 mm e 6,3 mm, e módulo de finura oscilando entre 3,0 e 3,5, encontrando-se na faixa de utilização superior, [2-3].

O consumo do material se dar em virtude da inferioridade do custo em relação aos agregados convencionais e pela facilidade de comercialização, uma vez que este agregado é característico e específico da região Oeste do estado do Pará [1-4]

O uso mais corriqueiro do material é na composição de concreto em construções de pequenas residências, cujo, a viabilidade econômica e técnica do mesmo para este fim é comprovada nos estudos realizados por Maia [1] e Quemel [4]. Porém uma nova tendência já é presenciada nos canteiros de obra, a utilização do “quebradinho” para a confecção de chapisco, empregado tanto em pequenas obras como nas de grande porte, especialmente em edifícios.

\*E-mail: renatolimaaguiar@hotmail.com (J. R. L. Aguiar)

### 1.1 Aderência entre Argamassa de Revestimento e Substrato

De acordo com diversas literaturas (Carasek [5]; Cândia [6]; Scartzini [7]; Chase [8]), o mecanismo de aderência entre o substrato e a argamassa de revestimento é um fenômeno particularmente mecânico, em decorrência da penetração ou deposição da pasta de aglomerante (argamassa no estado plástico) nos poros e na superfície rugosa do substrato, havendo perda de água de amassamento, devido a precipitação dos produtos de hidratação do cimento, como o hidróxido de cálcio e silicato, e desta forma culminando na ancoragem da argamassa no substrato. Mecanicamente, a aderência provém do intertravamento proporcionado pela formação de etringita, que é um dos produtos de hidratação do cimento.

Na concepção de vários autores (Carasek [5]; Antunes [9]; Moura [10]; Preto [11]) a aderência é uma das principais características inerentes ao desempenho dos revestimentos. Esta propriedade é fortemente influenciada pelas características dos substratos, bem como pelos materiais empregados na constituição das argamassas de chapisco, de reboco e pela forma de execução.

Contudo, o emprego de materiais de forma empírica e sem o conhecimento de seu comportamento mecânico e suas propriedades poderá gerar manifestações patológicas, resultando em perda de durabilidade e desempenho [12-13]. No caso dos sistemas de revestimento de argamassa, Carasek et al. [14] destaca que o descolamento do mesmo de substratos é uma das patologias mais vistas em interiores e fachadas de imóveis, uma vez que não se cumpre aos requisitos mínimos prescritos na ABNT NBR 13.749 [15]. Desta forma, segundo Santana [16] e Gasperin [17], os materiais empregados para tais finalidades são, em muitas das vezes, os principais causadores deste tipo de patologia.

Portanto, faz-se necessário analisar e compreender o desempenho, as características e o comportamento mecânico do agregado “quebradinho” para a finalidade apresentada, até então não estudada. Verificando os quesitos mínimos de resistência de aderência à tração dos sistemas de revestimento de argamassa descrita na ABNT NBR 13.528 [18].

## 2. Materiais e Métodos

A metodologia empregada nesta pesquisa buscou simular a forma de uso do “quebradinho” na produção de chapisco em Santarém-PA. Para isso foram utilizados dois

tipos do material existentes na região, um com coloração avermelhada e outro com tonalidade amarelada, ambas foram analisadas através de ensaio granulométrico nos parâmetros da ABNT NM 248 [19].

Foram elaborados 04 tipos de combinações de chapisco (1:3): o primeiro composto apenas por “quebradinho” vermelho; o segundo com apenas “quebradinho” amarelo; o terceiro contendo os dois tipos na proporção de 50% de cada um; e para analisar a composição que é mais visualizada e utilizada nos canteiros de obras, foi elaborado um quarto painel, composto por “quebradinho” vermelho e areia fina, também na proporção de 50% de cada um. O cimento utilizado foi o CP II-Z 32. A forma de lançamento do chapisco foi de forma convencional e o tempo de cura foi de 03 dias com 02 molhagens ao dia, em virtude da elevada temperatura predominante na região.

Como substrato, utilizou-se uma peça estrutural (pilar) de concreto armado, de um edifício em construção na cidade, com resistência à compressão de 36,2 MPa alcançada aos 28d de idade. Foram demarcados 04 painéis na peça, cada um medindo 0,75m x 1,50m, um para cada combinação de chapisco. A superfície foi devidamente tratada e limpa, através de escovação mecânica com escova de aço-carbono e lavagem com água e sabão neutro, afim de eliminar óleos e outra sujeira, além de melhorar a rugosidade conforme as recomendações da ABNT NBR 7.200 [20].

Para o revestimento foram seguidas as recomendações da ABNT NBR 13.529 [21]. Foi confeccionada uma camada de reboco com 25 mm de espessura com traço 1:6 de cimento e areia fina para todas as combinações de chapisco.

Após a cura da camada de reboco, realizada durante 28 dias, foram executados, dentro dos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 13.528 [18], os cortes de 48 corpos de prova (12 para cada painel) com 50 mm de diâmetro, utilizando uma serra-copo. Em seguida foram coladas partilhas metálicas, também com 50 mm de diâmetro, nos corpos de prova com cola à base de resina epóxi e 24 horas depois foi realizado o ensaio de “arrancamento” das mesmas com auxílio de um dinamômetro de tração, capaz de fornecer a tensão em Megapascal, correspondente à tração necessária para romper cada corpo de prova, para que assim pudesse ser calculada a resistência de aderência à tração média de cada composição, verificando se atendem aos parâmetros normativos, e analisar a forma de ruptura ocorrida em cada uma.

A Tabela 1 mostra de forma resumida a composição de cada painel ensaiado.

Tabela 1. Composição para cada painel

Painel	Substrato	Aplicação do Chapisco	Composição do Chapisco		Nº Corpos-de-Prova
			Combinações	Abreviação	
01	Concreto Armado	Convencional	Quebradinho Vermelho + Cimento	QV+C	12
02			Quebradinho Amarelo + Cimento	QA+C	12
03			Quebradinho Vermelho + Quebradinho Amarelo + Cimento	QV+QA+C	12
04			Quebradinho Vermelho + Areia Fina + Cimento	QV+AF+C	12

### 3. Resultados e Discussões

As Tabelas 2 e 3, e a Figura 1 expõem as características granulométricas obtidas nos ensaios das composições dos

agregados estudados, como modulo de finura, diâmetro máximo, o coeficiente de curvatura (CC) dos dois tipos de “quebradinho” e as zonas de utilização.

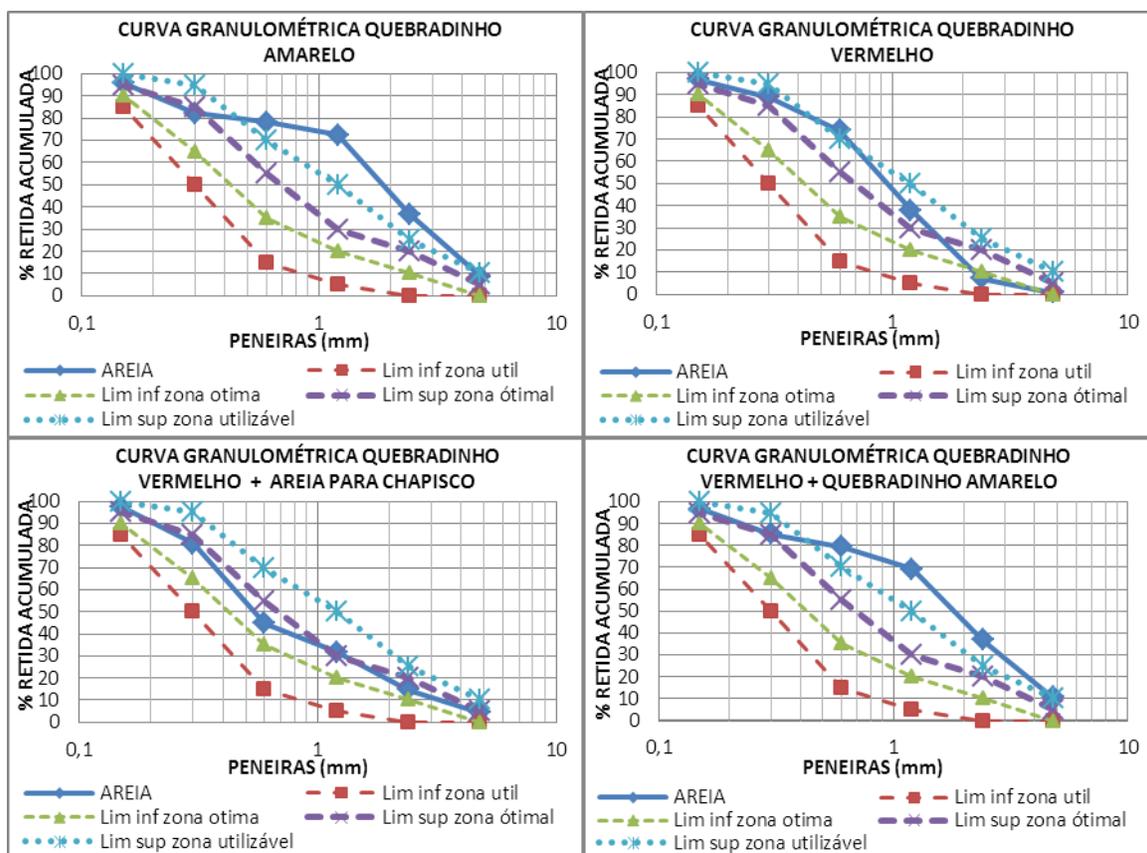
Tabela 2. Características granulométricas do material

Propriedades	Agregados/Composições				Normas de referência
	QV	QA	QV+QA	QV+AF	
Módulo de Finura	3,06	3,76	3,80	2,75	NBR NM 248 (ABNT, 2003)
Diâmetro Máximo (mm)	4,75	6,3	6,3	2,36	NBR NM 248 (ABNT, 2003)
Coeficiente de Curvatura	1,34	3,04	2,49	0,86	-

Tabela 3. Dados físicos do material extraídos do ensaio de granulometria

Agregados utilizados nos ensaios	Classificação	Coeficiente de Curvatura
QV	Média	Bem Graduada
QA	Grossa	Mal Graduada
QV+QA	Grossa	Bem Graduada
QV+AF	Fina	Mal Graduada

Figura 1: Curvas granulométricas das amostras



Percebe-se, conforme a Figura 1, que as amostras ensaiadas possuem tendência de aproximação com o limite superior da zona utilizável, comprovando a tese de Neves [2]. Esse comportamento ocorre em função da quantidade de grãos finos e grossos, pois levando em consideração que o “quebradinho” amarelo apresentou possuir grãos maiores, influenciou diretamente nos limites de utilização, chegando até

ultrapassa-lo. Diferente do “quebradinho” vermelho, que ficou mais próximo das zonas ótimas.

A partir das 04 amostras foram confeccionados os 04 painéis, e após a realização do ensaio de resistência de aderência à tração, foram anotados os valores obtidos, conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados gerais para cada combinação ensaiada

Painel	Tipo de Chapisco	Ra Média	Desvio Padrão (S)	Coefficiente de Variação (%)	*Tipos de Ruptura (%)
01	QV + C	0,39	0,0826	21,26	<b>B</b> -20,4; <b>C</b> -2,5; <b>D</b> -40,8; <b>E</b> -36,3
02	QA + C	0,39	0,0687	17,55	<b>B</b> -2,9; <b>C</b> -11,7; <b>D</b> -41,3; <b>E</b> -44,2
03	QV + QA + C	0,45	0,0904	20,17	<b>B</b> -7,5; <b>C</b> -2,1; <b>D</b> -44,2; <b>E</b> -46,3
04	QV + AF + C	0,30	0,0823	24,82	<b>B</b> -42,1; <b>D</b> -22,5; <b>E</b> -35,4

\*Tipo A – Substrato; Tipo B – Interface Substrato/Chapisco; Tipo C – Chapisco; Tipo D – Interface Chapisco/Revestimento; Tipo E – Revestimento; Tipo F – Interface Revestimento/Cola; Tipo G - Interface Cola/Pastilha

Como exposto, todas as combinações atingiram a resistência mínima estabelecida pela ABNT NBR 13.749 [15], que recomenda uma resistência de aderência à tração (Ra) superior ou igual a 0,20 MPa para revestimentos em tetos e em paredes internas que receberá pintura ou reboco; e Ra a partir de 0,30 MPa para paredes internas que receberam revestimento cerâmico ou laminado e em paredes externas que serão aplicados pintura, reboco ou cerâmica.

De acordo com o coeficiente de variação (CV) obtido para cada composição é possível afirmar que o experimento obteve uma precisão satisfatória, visto que não houve grandes variações e não ultrapassou o limite de aceitabilidade de 25%, conforme recomenda Carasek [22].

A Figura 2 exhibe a ocorrência dos tipos de rupturas ocorridas em cada painel.

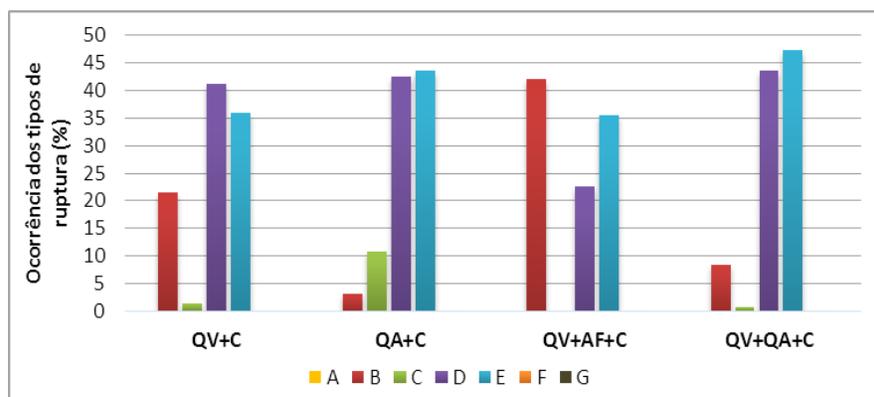


Figura 2 - Tipos de rupturas de cada combinação

Verificou-se que os maiores índices de ruptura ocorreram nas interfaces tipo D e tipo E, evidenciando que a aderência das composições de chapisco contendo agregado com teores de argila, dosados *in loco* e lançados de forma convencional em um substrato com baixa porosidade, se deu de maneira satisfatória. Apenas os chapiscos contendo “quebradinho” vermelho e o mesmo combinado com areia fina obtiveram uma incidência elevada de ruptura no tipo B, em comparação aos demais, atestando que, em função do menor módulo de finura adquirido, a aderência entre o substrato e a camada de chapisco é influenciada pela quantidade de finos presentes neste tipo de agregado, comprovando a hipótese de Carasek

[23], que deduz que ao haver a sucção do substrato, os grãos finos presentes na areia penetram nos poros e tomam lugar dos produtos de hidratação do cimento, que são responsáveis pelo travamento da interfase.

Em relação ao substrato de concreto estrutural adotado, cabe destacar que apesar de realizar a devida limpeza da superfície, sabe-se que ainda ficam alguns detritos e resíduos de óleos provenientes da utilização de desmoldante, assim, esses resquícios oleosos podem exercer função hidrofugante, impedindo a formação de etringita (um dos precipitados intracapilares que exerce a função de ancoragem) no interior

da camada superficial do concreto por não haver a penetração da pasta aglomerante nos poros da estrutura [5-13].

Em todos os painéis houve um índice significativo de ruptura na camada de reboco, esse fato pode ser explicado através das características do cimento utilizado e a retração sofrida pela camada em função de perda de água desequilibrada no estado fresco, resultando em microfissuras e perda de resistência [7-9-10].

Algumas observações a respeito do experimento devem ser colocadas. Uma delas é que a forma convencional adotada no lançamento para todas as composições dos chapiscos, fez com que alguns grãos maiores presentes nas duas formas de “quebradinho” não aderissem ao substrato devido ao seu peso próprio dos grãos maiores e a consistência fluída da argamassa de chapisco, ou seja, apenas os grãos menores foram capazes de aderir à base, e como consequência houve desperdício de material.

### Conclusões

A partir dos resultados, cruzando os dados obtidos no ensaio de caracterização granulométrica e os valores encontrados nos ensaios de “arrancamento” deduz-se que para esta metodologia o melhor traço para chapisco deve ser composto por agregados de granulometria grossa e grãos bem graduados, comprovado pela maior resistência alcançada a partir da mistura dos dois tipos de materiais, conforme especificado no painel 03. No painel 02, o “quebradinho” amarelo também apresentou grãos grossos, porém, granulometria mal graduada. Já o “quebradinho” vermelho, presente no painel 01, mostrou-se bem graduada, mas foi a única amostra que apresentou granulometria média. Já o painel 04 obteve a menor resistência em razão da granulometria fina da amostra e grãos mal graduados, comprovando a hipótese de que agregados muito finos impedem a ancoragem entre o chapisco e o substrato.

Diante dos dados expostos é possível concluir que o “quebradinho” oriundo da região Oeste do Pará é uma opção viável para ser utilizado em composições de chapisco, onde teve seu desempenho de resistência de aderência à tração comprovada através dos parâmetros descritos na ABNT NBR 13.528 [18].

Apesar de os dois tipos de “quebradinho” apresentarem teores de argila e ao adotar a pior circunstância possível de ensaio, utilizando substrato de concreto estrutural com mais de 35 MPa de resistência à compressão e chapisco dosado em obra lançado de maneira convencional, não prejudicou ou não impediu que as combinações atingissem a resistência mínima prescrita na norma.

É importante ressaltar que em regiões com altas temperaturas, que é o caso de Santarém, ao executar a camada de chapisco é necessário manter a superfície húmida para que não haja uma aceleração do processo de hidratação do cimento, que terá como consequência perda de resistência.

Outro ponto que deve ser observado é em relação às areias comercializadas no estado do Pará, que segundo Madeiro [24], esse é um ponto crítico no estado, uma vez que através dos parâmetros normativos essas areias são

classificadas com granulometria fina e tal fato compromete a ancoragem mecânica entre o substrato e o sistema de revestimento, se aplicadas, principalmente, em argamassa de chapisco, assim, é recomendado o uso de aditivos químicos para melhorar a aderência.

Desta forma, este trabalho foi de grande valia para a construção civil do Oeste do Pará e região, pois foi fornecida uma base técnica que evidenciou a eficácia do método praticado, resultando no entendimento do comportamento mecânico do material estudado, enfatizando seu desempenho.

### Referências

- [1] F. Maia, C. T. A. Concretos fabricados com agregados graúdos disponíveis em Santarém e região oeste do Pará. 2015. 64p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos Saneamento Urbano. Belém, PA.
- [2] Neves, P. H. L. Caracterização dos agregados da região do baixo Amazonas: elaboração de traços para a produção de blocos de concreto estrutural. 2015. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Belém, PA
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7.211: Agregados para concretos – Especificações. Rio de Janeiro, 2009.
- [4] Quemel, L. D. F. A caracterização e resistência do seixo fino (quebradinho) no município de Santarém – PA. 2015. 43p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-Graduação em Processos Construtivos e Saneamento Urbano. Belém, PA.
- [5] Carasek, H. Aderência de Argamassas a Base de Cimento Portland a Substratos Porosos Avaliação dos Fatores Intervenientes e Contribuição ao Estudo do Mecanismo da Ligação. 1996. 285p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.
- [6] Candia, M. C. Contribuição ao estudo das técnicas de preparo da base no desempenho dos revestimentos de argamassa. 1998. 198 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [7] Scartezini, L. M. Influência do Tipo e Preparo do Substrato na Aderência dos Revestimentos de Argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. 2002. 262 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- [8] Chase. G.W. Investigation of interface between brick and mortar. TMS Journal, v.3, n.2, p.1-9, 1984.
- [9] Antunes, R. P. N. Influência da reologia e da energia

- de impacto na resistência de aderência de revestimentos de argamassa. 2005. 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [10] Moura, C. B. Aderência de Revestimentos Externos de Argamassa em Substrato de Concreto: Influência das Condições de Temperatura e Ventilação na Cura do Chapisco. 2007. 234 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS.
- [11] Pretto, M. E. J. Influência da Rugosidade Gerada pelo Tratamento Superficial do Substrato de Concreto na Aderência do Revestimento de Argamassa. 2007. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS.
- [12] Bauer, R. J. F. Falhas em revestimentos - Recomendações nas fases de projeto, execução e manutenção. 2012. Apostila. São Paulo – SP.
- [13] Carasek, H. Argamassas. In: Isaia, G. C. (Org.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo: IBRACON, 2007. cap.26, v.2.
- [14] Carasek, H.; Cascudo, O.; Scartezini, L. M. Importância dos Materiais na Aderência dos Revestimentos de Argamassa. In: Simpósio Brasileiro De Tecnologia Das Argamassas, 4., 2001, Brasília, DF.
- [15] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.749: Revestimentos de paredes e tetos em argamassas inorgânicas; especificação. Rio de Janeiro, 1996.
- [16] Santana, C. R. B. Estudo da Resistência de Aderência ao Cisalhamento em Revestimentos Argamassados. 2010. 17 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Recife, PE.
- [17] Gasperin, J. Aderência de Revestimentos de Argamassa em Substrato de Concreto: Influência da Forma de Aplicação e Composição do Chapisco. 2011. 189 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS.
- [18] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.
- [19] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- [20] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7.200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1998.
- [21] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 1995.
- [22] Carasek, H. Guia de avaliação e interpretação de ensaios de sistemas de revestimento de argamassa. Comunidade da construção de Belo Horizonte. Belo Horizonte. 2011. 21 p. 4º Ciclo.
- [23] Carasek, H.; Cascudo, O. Descolamento de Revestimentos de Argamassa Aplicados sobre Estruturas de Concreto–Estudos de casos brasileiros. In: Lisboa: 2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção. 2007.
- [24] Madeiro, T. T. de. Influência do Tratamento de Base na Resistência de Aderência à Tração Direta e na Permeabilidade de Revestimentos em Argamassa- Estudo De Caso. 2012. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Belém, PA.