

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
GOIÁS CÂMPUS JATAÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**AURÉLIO FREITAS NASCIMENTO
JOÃO PEDRO CARVALHO ASSIS**

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA PÓS-
OCUPAÇÃO NO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA DA AGÊNCIA
CENTRAL DOS CORREIOS DE JATAÍ-GO**

**JATAÍ
2018**

AURÉLIO FREITAS NASCIMENTO
JOÃO PEDRO CARVALHO ASSIS

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA PÓS-
OCUPAÇÃO NO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA DA AGÊNCIA
CENTRAL DOS CORREIOS DE JATAÍ-GO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás -Campus Jatai, como parte dos requisitos para a aprovação na disciplina TCC II (Trabalho de Conclusão de Curso II).

Orientador: Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior.
Coorientadora: Ma. Marina Malagoni

JATAÍ
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

NAS/est	Nascimento, Aurélio Freitas. Estudo de caso: análise de manifestação patológica pós-ocupação no revestimento cerâmico de fachada da agência central dos Correios de Jataí-GO/ Aurélio Freitas Nascimento; João Pedro Carvalho Assis. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2018. 63 f.; il. Orientador: Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior. Coorientadora: Prof^a. Ma. Marina Augusta Malagoni de Almeida. Bibliografias. 1. Cerâmica - descolamento. 2. Argamassa. 3. Manifestação patológica. I. Assis, João Pedro Carvalho. II. Lopes Junior, Ronan de Oliveira. III. Almeida, Marina Augusta Malagoni de. IV. IFG, Câmpus Jataí. V. Título. CDD 691.4
---------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária ã Rosy Cristina Oliveira Barbosa ã CRB 1/2380 ã Câmpus Jataí. Cód. F024/18.

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial deste trabalho, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

AURÉLIO FREITAS NASCIMENTO

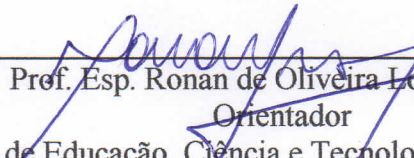
JOÃO PEDRO CARVALHO ASSIS

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA PÓS-
OCUPAÇÃO NO REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA DA AGÊNCIA
CENTRAL DOS CORREIOS DE JATAÍ-GO**

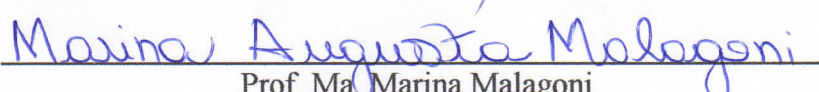
Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Coordenação do curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí,
como parte dos requisitos para a aprovação na
disciplina TCC II (Trabalho de Conclusão de
Curso II).

Este trabalho foi defendido e aprovado, em 19 de fevereiro de 2018, pela
banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

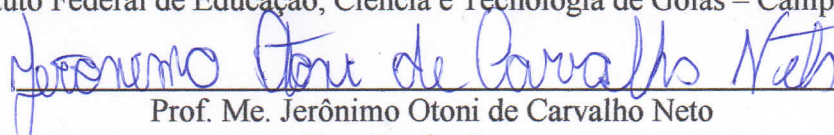
BANCA EXAMINADORA


Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior
Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí


Prof. Ma. Marina Malagoni
Coorientadora

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí


Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí


Prof. Me. Alex Mizael Martins
Examinador Externo

Universidade de Rio Verde - UniRV

RESUMO

As manifestações patológicas nas edificações podem ter suas causas relacionadas a diversos fatores, tais como execução, qualidade do material, ausência de manutenção, dentre outros. A incidência de manifestações patológicas sobre as fachadas, caracterizadas como as partes exteriores das edificações, pode ocasionar a perda das funcionalidades de proverem proteção e vedação e, ainda, de fornecerem o sentido estético, de embelezamento e grandeza da edificação. Na tentativa de minimizar a perda das funcionalidades de uma edificação, a NBR 15575 – 1 (ABNT, 2013) traz pontos mínimos para que tanto o sistema de vedação vertical externa quanto os demais sistemas constituintes da edificação, possam perdurar pelo tempo mínimo necessário. O presente trabalho visa analisar, com base em visitas *in loco*, ensaios em placas cerâmicas (ensaio de absorção de água) e dados meteorológicos da região (precipitações, insolação, cartas solares), o descolamento de placas cerâmicas no edifício da agência central dos Correios da cidade de Jataí, objetivando destacar as possíveis circunstâncias e fatores que favoreceram à ocorrência dessa manifestação patológica. Para tanto, foram coletadas 15 amostras de placa cerâmicas para verificação da qualidade e possíveis anomalias. Os ensaios de absorção de água realizados buscaram identificar uma possível inconformidade inerente à fabricação das placas, os resultados obtidos demonstraram similaridade nos padrões de fabricação. A verificação das condições de execução do revestimento cerâmico ocorreu apenas *in loco*, já que não foi possível o acesso aos projetos de execução devido à inexistência dos mesmos. As vistorias revelaram incongruência da execução com os métodos normatizados e indicaram, por meio de estudos e pesquisas sobre o tema, problemas relativos as propriedades da argamassa colante. As análises dos dados meteorológicos foram necessárias para identificar fatores que pudessem influenciar no comportamento das placas cerâmicas ou nas condições de execução do revestimento, podendo estes interferirem ou ocasionarem o descolamento na fachada do referido edifício. Os gráficos demonstraram que a região possui duas estações bem definidas e grande variabilidade de temperatura em pequenos períodos de tempo, podendo influenciar no desempenho da fachada com o passar do tempo.

Palavras-Chave: Descolamento, cerâmica, argamassa, manifestação patológica.

ABSTRACT

The pathological manifestations in buildings can have their causes related to several factors, such as execution, quality of the material, lack of maintenance, among others. The incidence of pathological manifestations on the facades, characterized as the outer parts of the buildings, can cause the loss of the functionalities of providing protection and fence and also of providing the aesthetic sense, of embellishment and grandeur of the building. In order to minimize the loss of the functionalities of a building, the NBR 15575-1 (ABNT, 2013) has minimum points so that as the external vertical sealing system as the others building systems can last for the minimum time required. The present work aims at analyzing, on the basis of on-site visits, ceramic plate tests (water absorption test) and meteorological data of the region (rainfall, insolation, solar charts), ceramic plate detachment in the Central Post Office of the city of Jataí, aiming to highlight the possible circumstances and factors that favored the occurrence of this pathological manifestation. For this purpose, 15 ceramic plate samples were collected to verify the quality and possible anomalies. The water absorption tests performed sought to identify a possible inconformity inherent to the manufacturing of the plates, the results obtained showed similarity in the manufacturing standards. The verification of the conditions of execution of the ceramic coating occurred only locally, since it was not possible to access the designs due to their non-existence. The surveys revealed incongruity of the execution with the standard methods and indicated, through studies and research on the subject, problems concerning the properties of the adhesive mortar. The analysis of the meteorological data was necessary to identify factors that could influence the behavior of the ceramic plates or the conditions of execution of the coating, which could interfere or cause the detachment on the facade of said building. The graphs showed that the region has two well defined seasons and great variability of temperature in small periods of time, and can influence the performance of the façade with the passage of time.

Keywords: Detachment, ceramics, mortar, pathological manifestation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Produção nacional de revestimento cerâmico entre 2001/2010	12
Figura 2 – Camadas do revestimento cerâmico convencional	17
Figura 3 – Chapisco convencional	18
Figura 4 – Chapisco desempenado	18
Figura 5 – Chapisco rolado.....	19
Figura 6 – Aderência adequada entre revestimento e substrato	21
Figura 7 – Rejuntamento de placas cerâmicas.....	23
Figura 8 – Gretamento de placas cerâmicas	26
Figura 9 – Carta solar – latitude 16° Sul.....	27
Figura 10 – Análise de insolação em fachada pelo método da carta solar	28
Figura 11 – Aspectos relacionados ao revestimento cerâmico de fachada.....	30
Figura 12 – Desempenadeira dentada.....	32
Figura 13 – Escovação da placa cerâmica para limpeza	33
Figura 14 – Adição de água à argamassa industrializada.....	33
Figura 15 – Aplicação de argamassa no substrato.....	34
Figura 16 – Execução dos cordões de argamassa colante	34
Figura 17 – Assentamento da placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante.....	35
Figura 18 – Verificação da execução do revestimento cerâmico	35
Figura 19 – Localização agência central dos Correios	36
Figura 20 – Fachada Noroeste e Sudoeste.....	37
Figura 21 – Fachada Nordeste e Noroeste.....	37
Figura 22 – Coleta de amostras (a) fachada noroeste; (b) coleta de placas descoladas; (c) região de descolamento	38
Figura 23 – Limpeza das placas cerâmicas	40
Figura 24 – Secagem em estufa a 110°C	41
Figura 25 – Pesagem das placas cerâmicas	41
Figura 26 – Resfriamento das placas cerâmicas (a) preparação do dessecador com vaselina (b) resfriamento das placas cerâmicas.....	42
Figura 27 – Fervura das placas cerâmicas (a) coleta de água deionizada (b) placas prontas para aquecimento (c) aquecimento	43
Figura 28 – Fachada Noroeste (a) descolamentos regiões A, B, C _{Lado Direito} , C _{Lado Esquerdo} , D e E; (b) descolamento região F; (c) foco região crítica.....	46

Figura 29 – Fachada Sudoeste: regiões de descolamento G e H.....	47
Figura 30 – Cordões de argamassa colante região F de descolamento	48
Figura 31 – Amostra de tardo de placa cerâmica sem modificação	49
Figura 32 – Percentual de água evaporada / tempo	50
Figura 33 – Precipitação em Jataí (Ano 2016)	52
Figura 34 – Precipitação acumulada em Jataí (1961-1990)	52
Figura 35 – Umidade em Jataí (Ano 2016)	53
Figura 36 – Temperatura em Jataí (Ano 2016).....	53
Figura 37 – Temperatura média em Jataí (1961-1990)	54
Figura 38 – Carta solar de Jataí gerada pelo software Analysis Sol-Ar.....	55
Figura 39 – Carta solar fachada Noroeste do prédio dos Correios gerada pelo software Analysis Sol-Ar	55
Figura 40 – Carta solar fachada Nordeste do prédio dos Correios gerada pelo software Analysis Sol-Ar	56
Figura 41 – Carta solar fachada Sudoeste do prédio dos Correios gerada pelo software Analysis Sol-Ar	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Vida útil de projeto	16
Tabela 2 – Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas.....	22
Tabela 3 – Requisitos das argamassas de rejuntamento.....	24
Tabela 4 – Classificação das placas cerâmicas conforme absorção de água (abs).....	25
Tabela 5 – Especificação para uso das desempenadeiras dentadas	32
Tabela 6 – Resistência de aderência em função do tempo	51
Tabela 7 – Resultados do ensaio de absorção de água e classificação das placas cerâmicas...	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira Registrada

VUP – Vida Útil de Projeto

IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura

ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

RCF – Revestimento Cerâmico de Fachada

RT – Responsável Técnico

EPU – Expansão por Umidade

AC – Argamassa Colante

ISO – International Organization for Standardization

ASTM – American Society for Testing and Materials

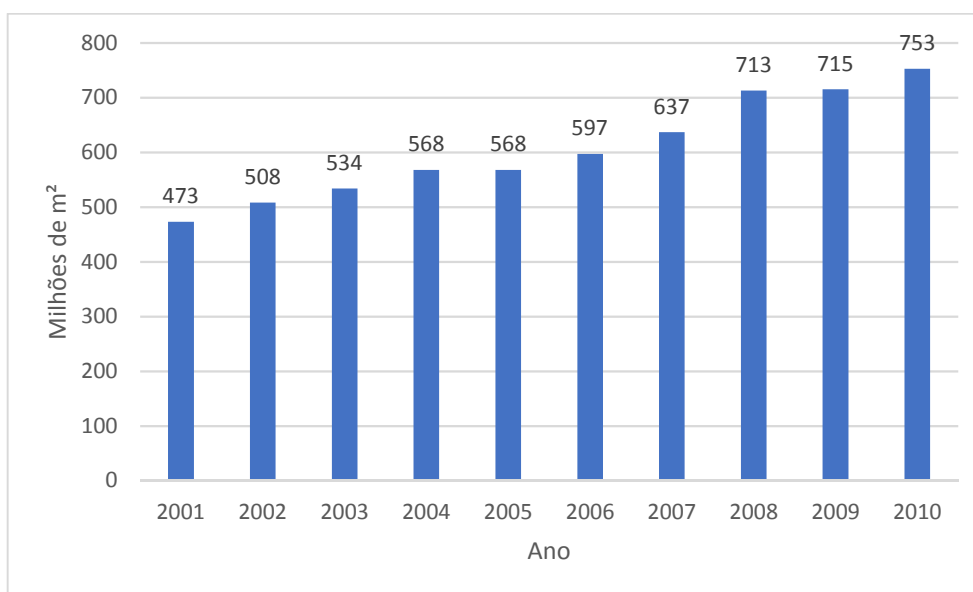
SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1 PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES	15
1.2 CARACTERIZAÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO.....	16
1.2.1 Base	17
1.2.2 Chapisco	17
1.2.3 Emboço.....	19
1.2.4 Argamassa de assentamento.....	19
1.2.4.1 Resistência de aderência	20
1.2.4.2 Tempo em aberto	21
1.2.5 Placas Cerâmicas.....	22
1.2.6 Juntas de Assentamento	23
1.3 PROPRIEDADES DAS PLACAS CERÂMICAS.....	24
1.4 ETAPAS DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO RCF.....	28
1.4.1 Projeto e Planejamento.....	28
1.4.2 Execução	30
2 METODOLOGIA.....	36
2.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	36
2.2 VISTORIA	37
2.3 COLETA DE AMOSTRAS DAS PLACAS CERÂMICAS	38
2.4 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	40
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
3.1 INFORMAÇÕES PRELIMINARES E VISTORIA	45
3.2 CLIMA DA REGIÃO.....	51
3.3 ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	57
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
4.1 CONCLUSÕES.....	60
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

INTRODUÇÃO

A construção civil brasileira cresceu entre os anos de 1994 e 2013 cerca de 74,25%, vivenciando o avanço médio anual de 2,82%. Nesse período, o consumo de cimento, indicativo de desenvolvimento, passou de 25,3 milhões de toneladas em 1994 para 70,9 milhões de toneladas em 2013, crescimento de 180,33% (AMORIN, 2014). Outros materiais também se destacaram expressivamente nesse cenário: o Brasil alcançou o segundo posto no ranking mundial de consumo e produção de revestimentos cerâmicos ficando atrás apenas da China; a Figura 1 demonstra o crescimento da produção desse material na última década. No ano de 2016 o país vendeu 800,3 milhões de metros quadrados de revestimento cerâmico, dos quais 706 milhões foram comercializados no mercado interno e o restante exportado. A capacidade instalada de produção é de 1048 milhões de metros quadrados (ANFACER, 2014).

Figura 1 – Produção nacional de revestimento cerâmico entre 2001/2010



Fonte: Junior *et al.* (2010)

De acordo com Junior *et al.* (2010), os revestimentos cerâmicos compõem o ramo de produtos não-metálicos da Indústria de Transformação e, juntamente com outras indústrias (cerâmica vermelha, sanitários, cimenteira e vidreira), integra o conjunto de cadeias produtivas que constituem o Complexo da Construção Civil. O segmento abrange a produção de placas destinadas a diversidade de revestimentos da construção civil, como piscinas, paredes, pisos entre outros. Os nomes comerciais usuais são: porcelanato, pastilha, grês, lajota etc.

As cerâmicas de revestimento possuem diversas propriedades e vantagens que justificam a produção e o consumo crescente, algumas delas são: alta resistência, durabilidade,

beleza e diversidade, produto antialérgico, preços variados que atendem às diversas classes econômicas, versatilidade, fácil limpeza, fácil colocação, não propaga chama etc. (ANFACER, 2014). O revestimento cerâmico de fachada (RCF) deve ser capaz de atender as exigências para as quais foi projetado, além de preservar a alvenaria e estrutura das edificações e propiciar acabamento arquitetônico ao conjunto (DA SILVA *et al.*, 2015).

A indústria cerâmica brasileira segue os padrões internacionais de qualidade e acompanha o desenvolvimento tecnológico do setor, a produção nacional é majoritariamente certificada (ANFACER, 2016). Apesar de fazer uso de um produto qualificado e com ótimas propriedades, a construção civil ainda sofre com a incidência de falhas relacionadas aos revestimentos cerâmicos. Os problemas ocorrem, pois, a qualidade da placa cerâmica não é o único fator relevante, existem outros detalhes técnicos significativos aos profissionais - arquitetos, engenheiros e assentadores - de importância fundamental para o atendimento da vida útil e da durabilidade do sistema (LUZ, 2004).

Apesar do grande desenvolvimento da construção civil, alguns fatores como deficiência de planejamento, ausência de controle de qualidade, deficiência de novas alternativas construtivas ou até mesmo a falta de qualidade da mão de obra, são remanescentes. Esses fatores são causadores de diversas deficiências nas edificações, denominadas de manifestações patológicas no meio técnico. A origem de qualquer manifestação patológica está relacionada a algum erro ou falha cometido em alguma das fases da construção, podendo se tornar visíveis já início da ocupação ou após algum período de utilização.

De acordo com ANTUNES (2010, p.1):

Com a incidência de problemas patológicos sobre as fachadas, notoriamente sobre aquelas com acabamento cerâmico, o desempenho das mesmas vem sendo alterado, e suas funções básicas como valorização estética e econômica do edifício, melhoria da estanqueidade da vedação, regularização e acabamento final da fachada são comprometidas.

Devido à enorme diversidade climática, geológica e construtiva no Brasil, as manifestações patológicas são recorrentes em certas localidades, e para iniciar um processo de uma possível recuperação, é fundamental realizar um diagnóstico das mesmas. Neste processo, é preciso identificar em qual etapa construtiva teve início, ou se ocorreu devido a falhas de projeto, de material ou de execução. Ao final, tem-se um prognóstico completo, com uma estimativa da evolução do problema.

Desde modo, o presente trabalho é um estudo de caso que objetiva identificar fator(es) responsável(is) pelo descolamento de placas cerâmicas no edifício da agência central dos

Correios de Jataí, Goiás. Para tanto, esse estudo de caso fundamenta-se na análise de umidade e temperatura, possível análise de projeto, e observação *in loco* de elementos que possam ter alguma influência para a ocorrência dos descolamentos cerâmicos.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Patologia das edificações

Para França *et al.* (2011), o termo Patologia é utilizado em diversas áreas de conhecimento, principalmente em Ciências Biológicas, para tratar de estudos investigativos referentes às alterações do corpo humano provocadas por doenças. Os inúmeros problemas recorrentes nas edificações contribuem para a existência de engenheiros especialistas nessa área do conhecimento, assim, a expressão patologia é progressivamente conhecida e utilizada entre os profissionais da construção civil.

Sobre essa perspectiva, o termo patologia das edificações pode ser definido como a ciência que estuda as origens, as formas de apresentação, aspectos, possíveis soluções e como evitar que qualquer componente de uma edificação deixe de atender aos requisitos mínimos para os quais foi projetado (FURLAN, 2015).

O objetivo fundamental das edificações é atender às necessidades dos usuários, exercendo funções acústicas, térmicas, estéticas, de conforto, entre outras. Logo, pode-se dizer que há manifestação patológica quando uma ou mais dessas funcionalidades apresenta deficiência no seu desempenho, deixando de atender as necessidades para as quais foi concebida (Redação do Fórum da Construção - IBDA, 2016).

Borges (2008) aponta que a maioria da população não conhece aspectos técnicos para avaliar a qualidade de edificações e de serviços contratados. Esse fato facilitava, antes do estabelecimento de normas de desempenho, a entrega de produtos com baixa qualidade e passíveis de apresentarem manifestações patológicas em curto prazo de tempo. Desse modo, buscando-se amparar principalmente o cidadão comum, houve a necessidade de se estabelecer desempenhos mínimos nos sistemas de uma edificação e padrões mínimos técnicos direcionados a cada tipo de empreendimento.

A NBR 15575 - 1 (ABNT, 2013), conhecida como norma de desempenho, traz:

Normas de desempenho são estabelecidas buscando atender às exigências dos usuários, que, no caso desta Norma, referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado.

A Vida Útil de Projeto (VUP), aspecto abordado por essa norma, é geralmente expressa em anos e representa o tempo da durabilidade do edifício ou de suas partes, sendo dividida conforme os sistemas, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Vida útil de projeto

SISTEMA	VUP Mínima (anos)
Estrutura	≥ 50
Pisos internos	≥ 13
<i>Vedação vertical externa</i>	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575 – 1 (ABNT, 2013)

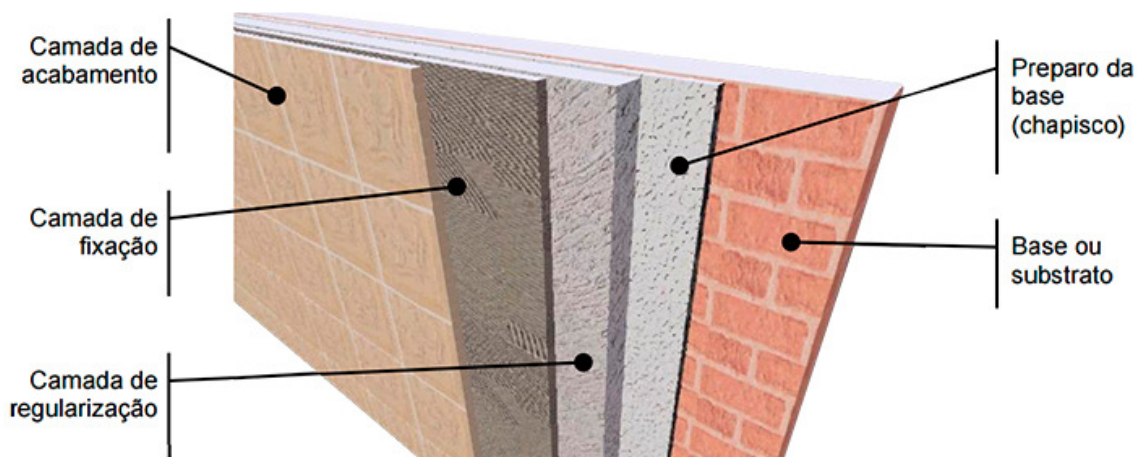
Sendo assim, o responsável técnico (RT), a construtora e o usuário final (cliente), devem estar atentos às especificações dos materiais e dos métodos construtivos para que possam atender as normativas inerentes à Vida Útil do edifício, garantindo pelo menos a VUP mínima normatizada e se atentando também para as condições econômicas disponíveis.

1.2 Caracterização do Revestimento Cerâmico

Segundo a NBR 13755 (ABNT, 1996) revestimento externo é a união de camadas sobrepostas solidárias entre si (constituído de estrutura suporte, alvenarias, camadas sucessivas de argamassa e revestimento final) com a finalidade de proteger a edificação de intempéries (ação da chuva, umidade, vento, agentes atmosféricos) e propiciar acabamento estético. O revestimento cerâmico de fachada (RCF) é um tipo de revestimento externo e, como tal, deve apresentar VUP mínima de quarenta anos, conforme a NBR 15575 – 1 (ABNT, 2013).

A Figura 2 ilustra as camadas do revestimento cerâmico convencional, também conhecido como revestimento aderido. As camadas que sobrepõem à base são: chapisco, emboço, argamassa colante e placa cerâmica. Campante e Baía (2008) relatam que algumas construtoras estão eliminando o substrato (emboço) e aplicando a placa cerâmica diretamente sobre a base. Esse processo prejudica o revestimento cerâmico ao transmitir as tensões da base diretamente sobre as placas e prejudicar a vedação uma vez que a argamassa de rejuntamento é desprovida de propriedades específicas destinadas à impermeabilidade.

Figura 2 – Camadas do revestimento cerâmico convencional



Fonte: Função das Camadas. Qualificad. Disponível em <<http://www.qualificad.com.br/funcao-das-camadas/>>. Acesso em: 28 jan. 2018.

1.2.1 Base

A base é composta pela estrutura suporte e pelo elemento de vedação, sua função é receber as camadas do revestimento, porém, não constitui uma camada do mesmo (RIBEIRO e BARROS, 2010). A NBR 13755 (ABNT, 1996) se limita a alguns materiais como base:

- Concreto moldado *in loco*;
- Concreto pré-moldado;
- Alvenaria de tijolos maciços;
- Alvenaria de blocos cerâmicos;
- Alvenaria de blocos vazados de concreto;
- Alvenaria de blocos de concreto celular;
- Alvenaria de blocos sílico-calcários.

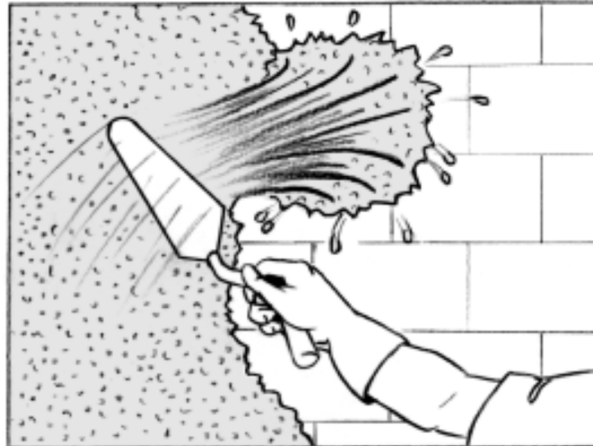
1.2.2 Chapisco

A NBR 7200 (ABNT, 1998) define chapisco como a camada de argamassa com traço de 1:3, em volume de cimento e areia grossa lavada, aplicada diretamente sobre a base com a finalidade de facilitar o revestimento posterior, garantindo melhor aderência devido à ancoragem proveniente do acabamento áspero e irregular.

Atualmente o chapisco convencional divide espaço com outras formas de aplicação da argamassa que, por sua vez, pode conter diversos produtos (aditivos) desenvolvidos para otimizar o seu desempenho. Segundo o Manual de Revestimentos de Argamassa (ABCP, 2002) as principais formas de execução do chapisco são:

- Convencional: Consiste no lançamento vigoroso de argamassa fluida com traço de 1:3 a 1:5 sobre a base. O chapisco convencional é executado com colher de pedreiro, como ilustra a Figura 3 abaixo.

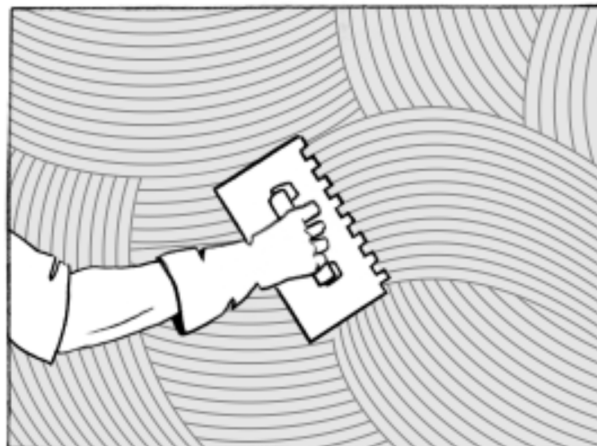
Figura 3 – Chapisco convencional



Fonte: ABCP (2002)

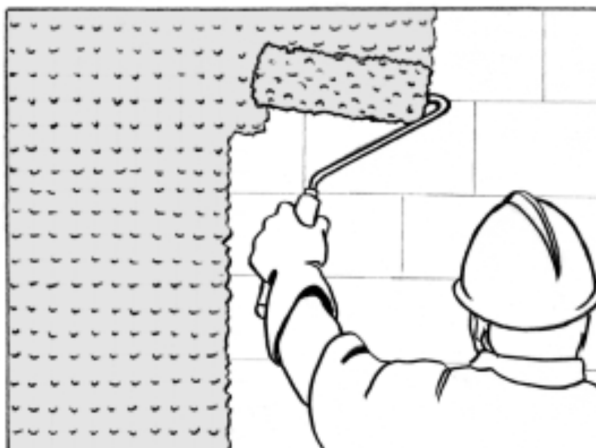
- Desempenado: Consiste na aplicação de argamassa industrializada com desempenadeira dentada, conforme ilustra a Figura 4. Esse tipo de chapisco é habitualmente aplicado sobre estruturas de concreto.

Figura 4 – Chapisco desempenado



Fonte: ABCP (2002)

- Rolado: Consiste na aplicação de argamassa fluida de cimento e areia adicionada de polímero, na aplicação da argamassa usa-se rolo para textura acrílica, como ilustra a Figura 5 abaixo. O chapisco rolado pode ser aplicado tanto em estruturas de concreto como na alvenaria.

Figura 5 – Chapisco rolado

Fonte: ABCP (2002)

1.2.3 Emboço

Camada de argamassa aplicada sobre o chapisco com a finalidade de regularizar a base e propiciar a execução do reboco ou revestimento decorativo. O emboço é importante também ao contribuir para a estanqueidade da fachada e ao absorver e dissipar as tensões advindas da base (RIBEIRO e BARROS, 2010).

1.2.4 Argamassa de assentamento

As argamassas de assentamento, utilizadas na camada de fixação, se dividem em três grupos: argamassas dosadas em obra, argamassas industrializadas, e argamassas usinadas. Ribeiro e Barros (2010) tratam a camada de fixação como o ponto crítico do revestimento cerâmico, enfatizando a possibilidade de descolamentos quando as tensões atuantes ultrapassarem o limite de resistência de aderência da argamassa em uso, conforme será melhor explicado no subitem seguinte.

A NBR 13529 (ABNT, 2013) define argamassa dosada ou preparada em obra como argamassa simples ou mista, ou seja, que possui único aglomerante ou mais de um aglomerante, respectivamente, cujos materiais, medidos em volume ou massa, são misturados na própria obra.

Roscoe (2008) relata que as argamassas dosadas em obra, geralmente compostas de cimento, cal e areia, são cada vez menos usuais no assentamento de placas cerâmicas, o motivo é que as argamassa industrializadas apresentam vantagens consideráveis como o fácil preparo e a homogeneidade do produto. Campante e Baía (2008) ainda citam o aumento da

produtividade (menor custo) e melhor resistência de aderência como justificativa do crescente uso do produto industrializado.

De acordo com Ribas (2008), as argamassas industrializadas são aquelas provenientes de dosagem controlada, em instalações industriais, de aglomerantes e aditivos, em estado seco e homogêneo, à qual o usuário adiciona exclusivamente água para utilizar a mistura.

Ribas (2008), faz um comparativo de resistência de aderência entre argamassa rodada em obra e argamassa industrializada, e afirma que a utilização de argamassa industrializada além de obter ganhos logísticos significativos na obra, minimiza riscos de falhas no processo produtivo no canteiro. Além disso, o autor ressalta que as argamassas rodadas em obra apresentam grande variabilidade no quesito resistência de aderência ao se analisar os resultados de testes de arrancamento, ora apresentando resultados ótimos ora apresentando resultados insatisfatórios.

As argamassas usinadas são comercializadas por usinas concreteiras e transportadas por meio de caminhão betoneira até a obra. São constituídas de material aglomerante, areia e aditivos. O Manual de Revestimentos de Argamassa (ABCP, 2002) afirma que este tipo de argamassa só é justificado para obras que necessitam de grandes quantidades de argamassa em curto período de tempo, tais como contrapisos de grandes dimensões ou reboco de fachadas em grandes edifícios.

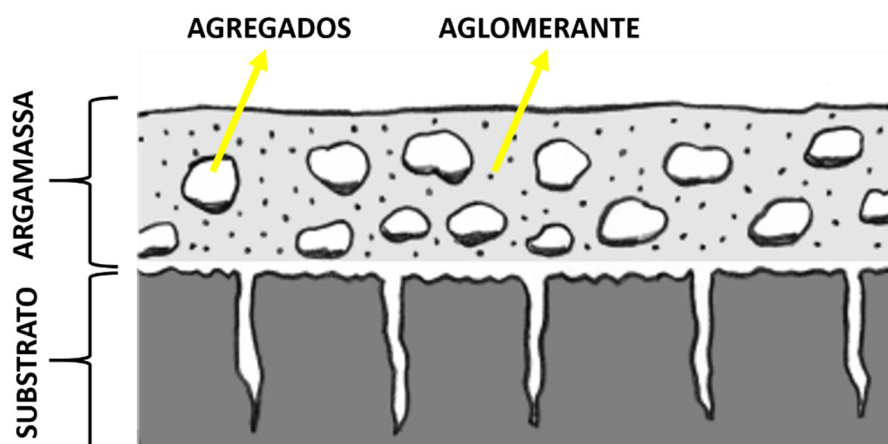
1.2.4.1 Resistência de aderência

A NBR 13528 (ABNT, 2010) define aderência como a propriedade do revestimento responsável por resistir a tensões normais e/ou tangenciais atuantes na interface com o substrato, a referida norma preconiza o método para determinação de resistência de aderência à tração, dada a importância dessa propriedade à qualidade dos revestimentos.

O Manual de Revestimentos de Argamassa (ABCP, 2002) descreve o mecanismo de aderência das argamassas, causada principalmente por:

- Sucção de parte da água de amassamento (contendo aglomerantes) pelos poros da base, ocorrendo o seu endurecimento e consequente ancoragem;
- Preenchimento com argamassa das reentrâncias e saliências macroscópicas da superfície a ser revestida, ocasionando o efeito de ancoragem mecânica. A Figura 6 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** demonstra o correto mecanismo de aderência entre revestimento e substrato.

Figura 6 – Aderência adequada entre revestimento e substrato



Fonte: ABCP (2002) – Adaptado pelos autores.

Mansur (2007) *apud* Carasek *et al.* (2001) explica que a ancoragem mecânica entre argamassa e placa cerâmica segue o mecanismo de ancoragem explicitado acima. Primeiramente, parte da água de amassamento penetra pelos poros e cavidades da placa cerâmica carreando os componentes do aglomerante (em dissolução ou no estado coloidal) por sucção capilar. Posteriormente, há a precipitação dos produtos de hidratação do aglomerantes presente na água. Após a cura da argamassa, o processo de ancoragem mecânica é concretizado pela ação dos precipitados intercapilares.

A qualidade na execução de revestimentos com argamassa está diretamente relacionada à extensão de aderência. O revestimento é tão melhor quanto maior a extensão efetiva de contato da argamassa com a base ou placa cerâmica. Ainda segundo o Manual de Revestimentos de Argamassa (ABCP, 2002) os principais fatores influentes na extensão de aderência são:

- Trabalhabilidade da argamassa e técnica de execução do revestimento;
- Natureza e característica da base;
- Condições de limpeza da superfície de aplicação.

1.2.4.2 Tempo em aberto

A propriedade tempo em aberto, definida pela NBR 14081-1 (ABNT, 2012), especifica o tempo máximo para aplicação da argamassa colante sobre o substrato com garantia de alcance da resistência de aderência.

As argamassas colantes industrializadas são classificadas de acordo com o tempo em aberto e a resistência de aderência à tração aos 28 dias. Segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012)

elas são subdivididas em quatro tipos, apresentados na Tabela 2. A definição por algum dos quatro tipos especificados abaixo depende das condições de aplicação e das solicitações no revestimento, conforme especifica a norma.

Tabela 2 – Exigências mecânicas das argamassas adesivas industrializadas

Propriedade	Método de ensaio	Un	Argamassa colante industrializada			
			ACI	ACII	ACIII	E
<i>Tempo em aberto</i>	NBR 14081-3	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela.
<i>Resistência de aderência à tração aos 28 dias</i>	NBR 14081-4	-	-	-	-	
<i>Cura Normal</i>	-	MPa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
<i>Cura Submersa em Água</i>	-	MPa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
<i>Cura em Estufa</i>	-	MPa	-	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$	
<i>Deslizamento</i>	NBR 14081-5	mm	$\leq 0,7$	$\leq 0,7$	$\leq 0,7$	

Fonte: NBR 14081-1 (ABNT, 2012) – modificada pelos autores.

Segundo Póvoas *et al.* (2001) as adições poliméricas presentes na argamassa industrializada propiciam a retenção de água e a consequente diminuição da espessura da camada de fixação, os principais aditivos utilizados pela indústria são o HEC (hidroxietil celulose) e o HEMC (metil hidroxietil celulose). Devido a retenção de água, as adições proporcionam a trabalhabilidade em tempo estendido da argamassa, possibilitando a execução de camadas com até 6 mm de espessura, nessa condição a argamassa convencional em pouco tempo estaria seca e perderia a trabalhabilidade (PÓVOAS *et al.*, 2001 *apud* PÓVOAS, 1999).

1.2.5 Placas Cerâmicas

Segundo a NBR 13816 (ABNT, 1997), as placas cerâmicas são compostas de argila e outras matérias primas inorgânicas, elas podem ser conformadas por extrusão, prensagem ou outros processos. As placas não são afetadas pela luz e são incombustíveis.

A NBR 13817 (ABNT, 1997) aborda as classificações mais comuns das placas cerâmicas, sendo:

- Segundo o tipo de moldagem: extrudadas (tipo “A”), prensadas (tipo “B”) ou outros processos;
- Segundo o acabamento superficial: esmaltadas (superfície vitrificada) e não esmaltadas (sem adição de esmalte);
- Segundo grupos de absorção de água;
- Segundo classes de resistência à abrasão superficial;
- Segundo classes de resistência ao manchamento;
- Segundo classes de resistência ao ataque de agentes químicos;
- Segundo o aspecto visual.

1.2.6 Juntas de Assentamento

A NBR 13755 (ABNT, 1996) define junta de assentamento como: “espaço regular entre duas cerâmicas adjacentes”. Segundo Sabbatini *et al.* (1990) o preenchimento das juntas, chamado de rejunte e exemplificado na Figura 7, tem função de propiciar alívio de tensões ao reduzir o módulo de elasticidade dos panos de revestimento, aumentando sua capacidade de absorver deformações intrínsecas de origem térmica e higroscópica, e otimizar a aderência da placa cerâmica ao aumentar de maneira indireta a área de contato das placas com o substrato.

Figura 7 – Rejuntamento de placas cerâmicas



Fonte: Como rejuntar pisos e revestimentos e obter juntas mais resistentes a fungos, com acabamento liso e fácil de limpar. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/argamassas-e-rejuntas-quartzolit/como-rejuntar-pisos-e-revestimentos-e-obter-juntas-mais-resistentes-fungos-com-acabamento-liso-e-facil-de-limpar>>. Acesso em: 29 jan. 2018.

A NBR 14992 (ABNT, 2003) classifica as argamassas à base de cimento em dois tipos:

- Rejuntamento do tipo I: Ambientes internos e externos com baixo trânsito de pedestres, uso associado com placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% (NBR 13817), aplicação em ambientes externos com no máximo 20 m² para pisos, e 18 m² no caso de paredes;
- Rejuntamento do tipo II: Ambientes internos e externos com trânsito intenso de pedestres, uso associado com placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3% (NBR 13817), aplicação em ambientes externos com dimensões irrestritas.

A Tabela 3, apresentada a seguir, apresenta características normatizadas específicas de cada tipo de argamassa de rejuntamento.

Tabela 3 – Requisitos das argamassas de rejuntamento

Propriedade	Unidade	Tipo I	Tipo II
<i>Retenção de Água</i>	mm	≤ 75	≤ 65
<i>Variação dimensional</i>	mm / m	$\leq \left 2,00 \right $	$\leq \left 2,00 \right $
<i>Resistência à compressão</i>	MPa	$\geq 8,0$	$\geq 10,0$
<i>Resistência à tração na flexão</i>	MPa	$\geq 2,0$	$\geq 3,0$
<i>Absorção de água por capilaridade aos 300 min</i>	g / cm ²	$\leq 0,60$	$\leq 0,30$
<i>Permeabilidade aos 240 min</i>	cm ³	$\leq 2,0$	$\leq 1,0$

Fonte: NBR 14992 (ABNT, 2003)

1.3 Propriedades das placas cerâmicas

As placas cerâmicas possuem propriedades físicas que diferenciam as peças e direcionam o seu uso para fins específicos. O biscoito da cerâmica possui algumas propriedades as quais merecem ser mencionadas para o desenvolvimento deste trabalho, podendo elas estar relacionadas ao eventual descolamento do edifício em estudo.

A absorção de água é a primeira propriedade relevante nesse estudo. A porosidade do biscoito diferencia a capacidade de absorção de água pela placa cerâmica, quanto mais porosa, maior a absorção. Essa propriedade é responsável pela classificação dos revestimentos cerâmicos em cinco grupos: poroso, semi poroso, semigrês, grês e porcelanato (REBELO, 2010). A Tabela 4 relaciona a absorção de água aos tipos cerâmicos.

Tabela 4 – Classificação das placas cerâmicas conforme absorção de água (abs)

Denominação	Grupo	Faixa de absorção (%)
Porcelanato	Ia	$0 < \text{abs} \leq 0,5$
Grés cerâmico	Ib	$0,5 < \text{abs} \leq 3,0$
Semigrés	IIa	$3,0 < \text{abs} \leq 6,0$
Semiporoso	IIb	$6,0 < \text{abs} \leq 10$
Poroso	III	Abs acima de 10

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997) adaptada pelos autores

A porosidade ou quantidade de espaços vazios relaciona-se com outras propriedades, uma delas é a expansão por umidade (EPU). Essa propriedade diz respeito ao aumento das dimensões da placa cerâmica quando há absorção de água; as peças mais porosas estão sujeitas a maiores variações dimensionais.

A água é um dos materiais que são utilizados para a fabricação de placas cerâmicas, porém, durante o processo de queima, essa água é totalmente vaporizada. Segundo Bauer e Rago (2000), após a queima e durante meses e anos, a placa cerâmica consegue absorver a umidade natural do ambiente (vapor de água) ocasionando sua reidratação e, por consequência, causando sua expansão. Sendo assim, a peça cerâmica inicia sua expansão já na saída do forno e o restante ocorrerá após seu assentamento, com o passar dos anos.

Bauer e Rago (2000) afirmam em seus estudos que o processo de estocagem das placas cerâmicas também pode influenciar no fator expansão por umidade (EPU): se grande parte da expansão por umidade ocorreu durante o tempo de estocagem, resultará em pequena expansão por umidade após seu assentamento, proporcionando menores chances de ocorrência de descolamentos.

A matéria prima utilizada e as condições de processamento das peças cerâmicas são vitais para o controle e obtenção de placas com baixa EPU. No tocante a revestimentos, a expansão por umidade comprometerá a aderência das placas cerâmicas à base e contribuirá para o gretamento das peças, conforme Figura 8, quando não há adequado controle da interface biscoito-esmalte (MENDONÇA *et al.*, 2012).

Figura 8 – Gretamento de placas cerâmicas

Fonte: NBR 13818 (ABNT, 1997)

A fim de minimizar e prever eventuais manifestações patológicas, torna-se fundamental determinar valores de EPU de peças cerâmicas utilizadas ou que ainda serão utilizadas. Para sua determinação vários métodos são propostos, tais como, a norma ISO 10545, BS 6431, ASTM C 370 e a NBR 13818, em específico no anexo J. Para este estudo, na determinação da EPU das peças cerâmicas, emprega-se a NBR 13818 (ABNT, 1997) como o método adotado.

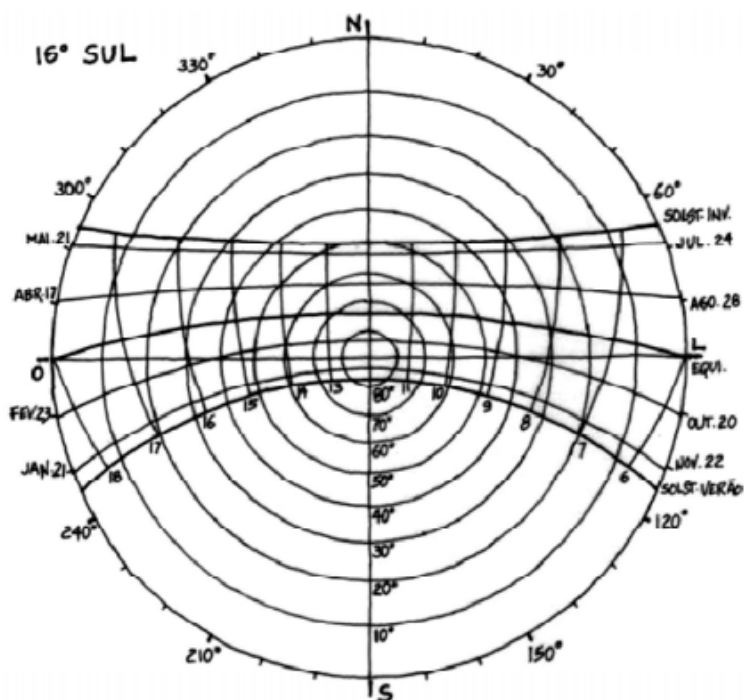
A NBR 13818 (ABNT, 1997), preconiza os procedimentos para a obtenção da taxa de absorção de água, conforme os seguintes passos: as amostras devem ser requemadas até uma temperatura de 110°C durante 2 horas e após o resfriamento são medidas as suas dimensões (L_0). Posteriormente, as amostras são colocadas em água fervente e mantidas por 24 horas, sendo em seguida, resfriadas e medidas suas dimensões (L_1). A determinação dessa taxa é feita por meio da seguinte expressão:

$$\text{Taxa de absorção (\%)} = \frac{L_0 - L_1}{L_0} \times 100$$

Além da expansão por umidade, correlacionada com a taxa de absorção, existe também a possibilidade de expansão por dilatação térmica da placa cerâmica. As fachadas, em especial, raramente não terão contato direto com os raios solares; hora em intensidades maiores ou menores, dependendo da sua posição. Sendo assim, as fachadas estão sujeitas, a todo instante, a um gradiente de temperatura.

Segundo Fernandes (2007), para o estudo da insolação das fachadas é utilizado o tradicional sistema da carta solar, que é um sistema de projeção, que mostra as variações anuais e diárias do caminho aparente do sol em um desenho conciso, onde apresenta as projeções das trajetórias aparentes do sol de mês em mês. A Figura 9 representa a carta solar para a cidade de Goiânia (latitude 16,4° Sul), a título de exemplo.

Figura 9 – Carta solar – latitude 16° Sul

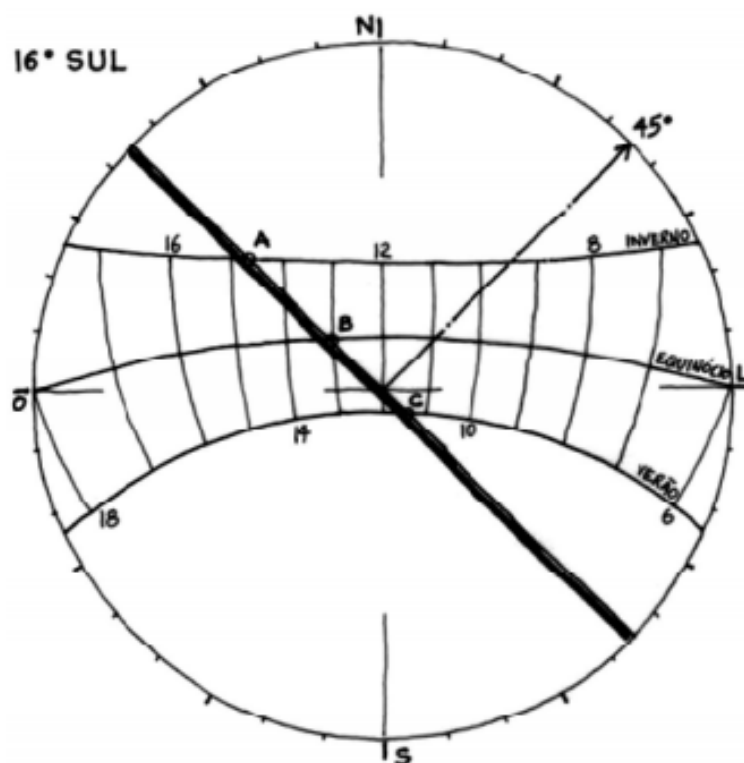


Fonte: MARTINS *et al.*, 2013 *apud* FERNANDES, 2007.

Para determinar a insolação, é fundamental estabelecer a orientação do azimute, procede-se então da seguinte forma: identifica-se o ângulo referente ao azimute; liga-se esse ponto ao centro da carta; define-se a reta normal à fachada e traça-se, pelo centro, uma reta perpendicular à anterior, conhecida como linha-base da fachada. Esta linha, interceptará as projeções do caminho aparente do sol identificando-se, a partir daí, por interpolação, os horários até os quais ou após os quais ocorre a insolação, para a data pretendida.

A título de exemplo, Fernandes (2007) mostrou a linha-base de uma fachada com azimute 45° em uma carta solar simplificada, Figura 10. O encontro da linha-base com as linhas curvas (pontos A, B e C) que representam as projeções do caminho aparente do sol determina os horários de insolação dessa fachada. Observa-se, no caso, que a fachada tem insolação até às 14:30 (ponto A) no solstício de inverno, até às 13:00 (ponto B) nos equinócios e até às 11:30 (ponto C) no solstício de verão.

Figura 10 – Análise de insolação em fachada pelo método da carta solar



Fonte: MARTINS *et al.*, 2013 *apud* FERNANDES, 2007.

1.4 Etapas do processo de construção do RCF

1.4.1 Projeto e Planejamento

O projeto é a primeira ação desenvolvida na cadeia de processos que resultam no RCF, a sua elaboração é norteadada pela NBR 13755 (ABNT, 1996), norma que contempla recomendações e especificações relacionadas aos revestimentos cerâmicos de fachadas para placas com até 400 cm² e espessura total de no máximo 15 mm.

A funcionalidade do revestimento cerâmico não é estritamente estética como muito se pensa, outros fatores como segurança, conforto térmico e acústico, valorização do imóvel e durabilidade também são motivadores de seu uso. Escolhas de revestimentos baseadas em aspectos estritamente econômicos e estéticos podem acabar por prejudicar a funcionalidade desse sistema, tendo em vista a diversidade de fatores influenciados pelo uso desse tipo de revestimento.

Medeiros e Sabbatini (1999) afirmam haver falta de atenção ao detalhamento das fachadas pelos construtores e projetistas, sendo comuns projetos que apenas definem o material

do revestimento (placa cerâmica), desconsiderando todas as propriedades físicas inerentes ao material. O investimento em projetos que prezam por detalhes é vantajoso do ponto de vista técnico: aspectos como resistência mecânica, resistência de aderência, estanqueidade e até mesmo otimização de recursos (menor desperdício de material, tempo de execução reduzido e inexistência de retrabalho) são diretamente proporcionais ao nível de detalhamento do projeto de fachadas (ROSCOE, 2008).

Campante e Baía (2008) abordam parâmetros que devem nortear os projetos de revestimentos cerâmicos, os principais deles são:

- Características da base: são necessárias informações sobre o tipo de base (tijolo cerâmico, bloco de concreto, tijolos maciços etc.), além das especificações desses materiais. A base precisa ser analisada ao se tratar do suporte do revestimento;
- Características das camadas constituintes: a especificação das camadas constituintes é fundamental para a vida útil do sistema. Em revestimentos externos o chapisco é obrigatório devido às altas solicitações mecânicas, já o emboço ou camada de regularização deve ter espessura mínima de 20 mm, esse valor é capaz de garantir estanqueidade ao conjunto caso as juntas de assentamento não cumpram essa função. A camada de fixação é definida pelo tardo da placa cerâmica, quanto maiores as reentrâncias do tardo, maior a espessura de argamassa colante necessária;
- Solicitações do revestimento: as solicitações em revestimentos externos estão relacionadas com a ação de intempéries, às variações higrotérmicas e ação de agentes químicos e biológicos. Tendo em vista a grande resistência mecânica e durabilidade das placas cerâmicas, os locais mais vulneráveis às solicitações e que merecem atenção especial são as juntas de assentamento e as juntas de movimentação;
- Condições de exposição: a elaboração do projeto deve levar em conta as condições de exposição durante a execução da obra, a proteção do material deve ser garantida do início ao término sem haver prejuízos ao sistema.

Tendo em vista a vulnerabilidade do sistema quanto às juntas, a NBR 13755 (ABNT, 1996) aborda alguns aspectos importantes a serem considerados na etapa de projeto:

- Juntas de movimentação: espaçamento máximo de 3 m para juntas horizontais ou a cada pé-direito, prevista na região de encunhamento da alvenaria. Juntas verticais com espaçamento máximo de 6 m;
- Juntas de dessolidarização: recomendadas nos cantos verticais, nas mudanças de direção do plano do revestimento, no encontro da área revestida com pisos e forros, colunas, vigas ou outros tipos de revestimentos;
- Juntas estruturais: o revestimento deve respeitar a posição e largura dessas juntas.

Os parâmetros e aspectos mencionados acima devem ser analisados de maneira que as definições e especificações de projeto contemplem as singularidades inerentes à situação em estudo. A diversidade de placas cerâmicas bem como dos outros materiais constituintes permite ao projetista optar pela combinação física e quimicamente adequada ao caso em questão. A Figura 11 apresenta aspectos inerentes ao RCF.

Figura 11 – Aspectos relacionados ao revestimento cerâmico de fachada



Fonte: MEDEIROS e SABBATINI (1999) - adaptado pelos autores

1.4.2 Execução

A etapa de execução abordada a seguir é baseada na NBR 13755 (ABNT, 1996). Os serviços prévios à execução do revestimento cerâmico são:

- Sistema hidrossanitário adequadamente embutido e ensaiado (estanqueidade);
- Componentes do sistema elétrico e de telefone adequadamente embutidos;
- Marcos, contramarcos e batentes corretamente fixados.
- Alvenaria completamente executada prevenindo-se tensões advindas da deformação imediata.

A execução do revestimento cerâmico de fachada deve ocorrer após o período mínimo de quatorze dias decorridos da aplicação do emboço e/ou argamassa de regularização. Outro detalhe importante de ser verificado antes do início da execução é a quantidade de placas cerâmicas, pois esta deve ser suficiente para toda obra e ainda contar com margem de sobra para perdas e futuros reparos. A temperatura ambiente no momento de aplicação das placas deve estar compreendida entre +5°C e + 40°C e a temperatura da base e demais camadas entre +5°C e + 27°C. As condições climáticas médias são ideais para a execução do revestimento.

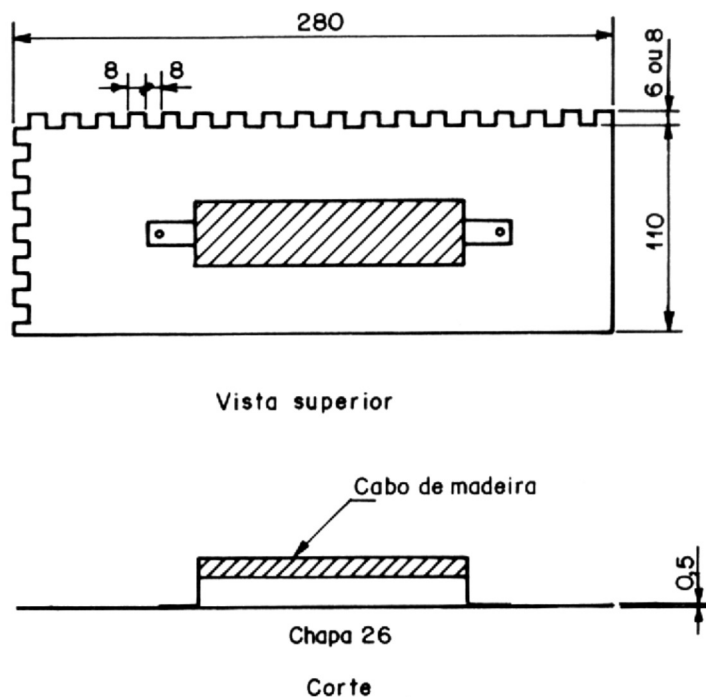
O emboço sarrafeado com acabamento áspero é a superfície sobre a qual a argamassa colante será aplicada, devendo apresentar as seguintes condições: estar limpa e isenta de qualquer substância que prejudique a aderência, estar alinhada em todas as direções (a argamassa colante não consegue corrigir grandes imperfeições), não haver trincas ou desagregação e não haver som cavo característico de não aderência às camadas subjacentes. A planeza dessa superfície permite desvios de até 3 mm em relação a uma régua retilínea de 2 m de comprimento.

Para a argamassa colante do tipo industrializada a quantidade de água de amassamento deve constar na própria embalagem (expressa em volume de água/volume de produto ou quilogramas). O preparo em conformidade com as recomendações do fabricante é essencial para o bom desempenho do produto. As formas de mistura e o tempo de repouso necessário para ação dos aditivos devem ser rigorosamente obedecidos, além disso, o tempo máximo para uso do produto é de 2 h e 30 min após o seu preparo e a adição de água vedada nesse período. Em fachadas expostas à ventilação ou insolação há a necessidade de umedecer a base antes da aplicação da argamassa colante.

A NBR 13755 (ABNT, 1996) não menciona a execução de argamassas rodadas em obra ou usinadas no assentamento das placas cerâmicas, há apenas abordagem de argamassas industrializadas (argamassa colante). As argamassas rodadas em obra merecem atenção especial por não conterem aditivos retentores de água, fator que dificulta a execução do revestimento e facilita a ocorrência de manifestações patológicas – motivo que explica a não abordagem desse tipo de argamassa pela norma.

A Figura 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra o instrumento utilizado para produzir sulcos na argamassa colante, conhecido como desempenadeira. Há dois tipos de desempenadeiras destinadas à execução de revestimentos cerâmicos externos, como especificado na Tabela 5.

Figura 12 – Desempenadeira dentada



Fonte: ABNT NBR 13755

Tabela 5 – Especificação para uso das desempenadeiras dentadas

Placas cerâmicas (mm)	Formato dos dentes da desempenadeira (mm)	Aplicação
Tardoz com reentrâncias ≤ 1	Quadrados 8x8x8	Camada única
Tardoz com reentrâncias ≥ 1	Quadrados 6x6x6	Dupla camada

Fonte: Adaptado NBR 13755 (ABNT, 1996)

O lado liso da desempenadeira é utilizado para estender a argamassa colante sobre a base. Para desempenadeiras de 6 mm x 6 mm x 6 mm a camada de argamassa colante deve ter espessura de 3 mm a 4 mm e há aplicação da outra camada nas reentrâncias do tardoz até serem totalmente preenchidas (dupla camada), já para as desempenadeiras de 8 mm x 8 mm x 8 mm a espessura da camada do produto varia de 5 mm a 6 mm e não há aplicação no tardoz (camada única). A espessura da camada de fixação deve constar no projeto. O assentamento da placa cerâmica deve seguir as seguintes etapas:

- 1) Verificação da placa: a placa deve estar seca e limpa, a Figura 13 mostra a limpeza sendo realizado com escova de *nylon*;

Figura 13 – Escovação da placa cerâmica para limpeza



Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

- 2) Preparo da argamassa colante conforme recomendação do fabricante, a Figura 14 ilustra a preparação do produto;

Figura 14 – Adição de água à argamassa industrializada



Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

- 3) A argamassa é estendida com o lado liso da desempenadeira, conforme Figura 15;

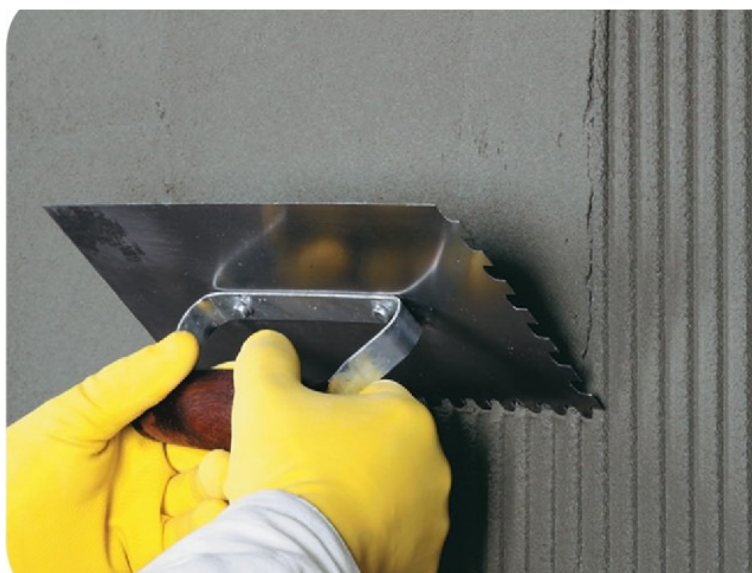
Figura 15 – Aplicação de argamassa no substrato



Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

- 4) Execução de cordões paralelos com o lado dentado da desempenadeira, conforme mostra a Figura 16;

Figura 16 – Execução dos cordões de argamassa colante



Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

- 5) Posicionamento da placa ligeiramente fora de posição para posterior pressionamento, utilizando os dedos e martelo de borracha, e arrastamento perpendicular até a posição definitiva, conforme mostra a Figura 17;

Figura 17 – Assentamento da placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante



Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

Os cordões de argamassa devem ser esmagados com as vibrações aplicadas sobre a placa. A verificação pode ser feita retirando-se uma placa a cada 5 m² com o tempo máximo de assentamento de 30 min, a Figura 18 mostra a situação ideal de execução.

Figura 18 – Verificação da execução do revestimento cerâmico



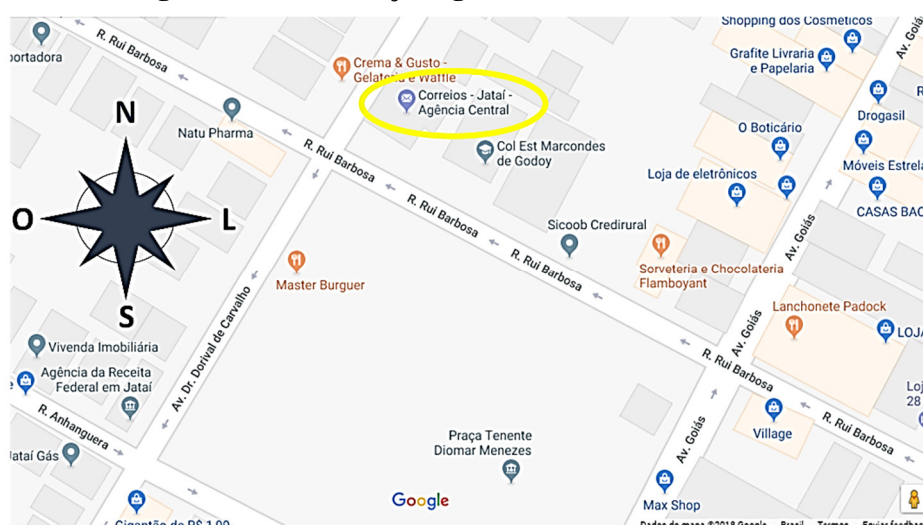
Fonte: Etapas do assentamento de revestimentos. Weber. Disponível em <<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do local de estudo

O estudo de caso foi realizado em um prédio comercial de 2 andares, localizado na cidade de Jataí-GO, no setor Central. O prédio foi construído em um lote de aproximadamente 19 m de frente por 35 m de fundo, totalizando uma área de 665m² de terreno, conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir.

Figura 19 – Localização agência central dos Correios



Fonte: Google Maps. Adaptado pelos autores.

A pesquisa se deu nas seguintes etapas: vistoria ao prédio, coleta de amostras de placas cerâmicas para realização de ensaios, medição da taxa de absorção de água das placas cerâmicas, análise do clima da região e análise dos dados do ensaio em *softwares* adequados.

No edifício em estudo, três fachadas possuem revestimentos cerâmicos, os quais são o objeto de pesquisa deste trabalho. Para melhor identifica-las, serão descritas como fachada noroeste, fachada sudoeste e fachada nordeste, apesar de haver uma diferença de 14° 4' 35'', 16° 45' 8'' e 17° 37' 2'' respectivamente, de distorção em relação aos pontos cardeais.

As fachadas em estudo são apresentadas na Figura 20 e na Figura 21.

Figura 20 – Fachada Noroeste e Sudoeste



Fonte: Dos autores

Figura 21 – Fachada Nordeste e Noroeste



Fonte: Dos autores

2.2 Vistoria

Foram realizadas visitas ao edifício a fim de identificar algum elemento que poderia afetar o comportamento das placas cerâmicas. Nas vistorias algumas características foram identificadas, tais como:

- Descolamento de placas cerâmicas;
- Desconformidade executiva da argamassa colante;

- Ausência de parte de rejuntamento;
- Gretamentos nas placas cerâmicas;

O descolamento das placas cerâmicas foi identificado nas fachadas Noroeste e Sudoeste. Na fachada Nordeste não foi identificado nenhum ponto de descolamento.

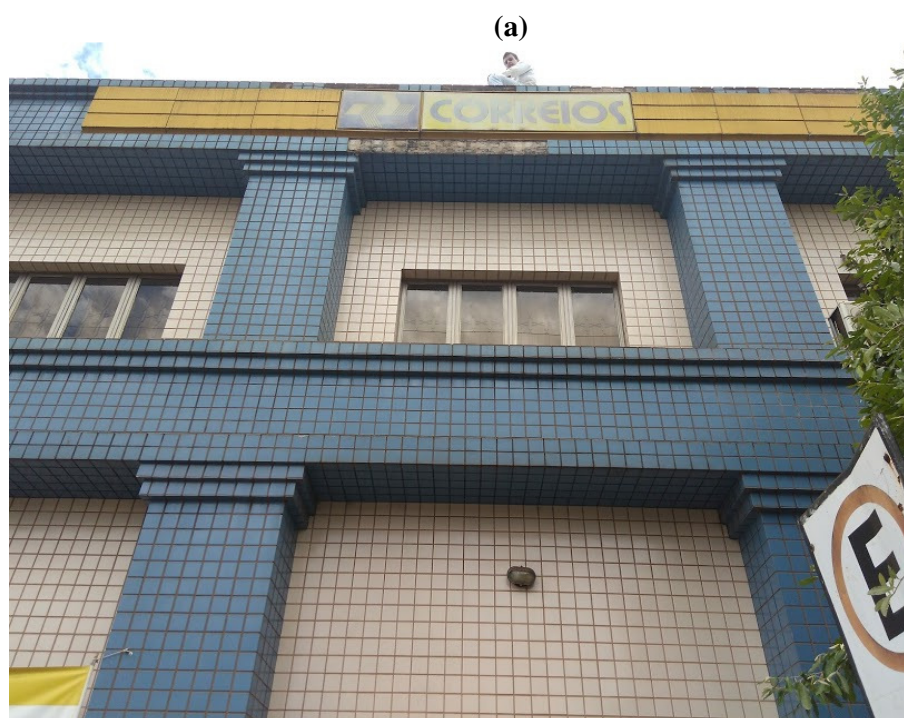
2.3 Coleta de amostras das placas cerâmicas

Após a vistoria foram coletadas amostras das placas cerâmicas com a finalidade de realizar ensaios, para conhecer melhor as peças e buscar as possíveis causas do descolamento ocorrido no referido prédio.

Foram coletadas 15 peças cerâmicas, todas provenientes da fachada Noroeste. O procedimento de ensaio de absorção de água preconizado pela NBR 13818 (ABNT, 1997) exige a quantidade de 10 peças de mesmo modelo e características para a realização do ensaio. Seguindo-se as recomendações da norma, foram coletadas 10 peças de cor branca e 05 peças de cor azul - as peças azuis foram coletadas e posteriormente ensaiadas no intuito de se verificar alguma diferença de comportamento em relação às brancas.

A Figura 22 a seguir mostra o momento da coleta das amostras no prédio.

Figura 22 – Coleta de amostras (a) fachada noroeste; (b) coleta de placas descoladas; (c) região de descolamento



Fonte: Dos autores

(b)



Fonte: Dos autores

(c)



Fonte: Dos autores

2.4 Ensaio de absorção de água

O prédio estudado possui placas cerâmicas de iguais características e marca, de duas cores diferentes, sendo elas brancas e azuis. A marca das placas cerâmicas, destacada no tardo, é Eliane Revestimentos Cerâmicos; possuem dimensão de 9,8 cm x 9,8 cm (Comercialmente a placa possui dimensões de 10 cm x 10 cm), e de acordo com o fabricante tais peças são fabricadas com destinação a áreas externas de fachada.

Após a coleta das amostras, essas foram submetidas a uma limpeza superficial com água e sabão neutro, para remoção de materiais pulverulentos e eventuais microrganismos, conforme Figura 23.

Figura 23 – Limpeza das placas cerâmicas



Fonte: Dos autores

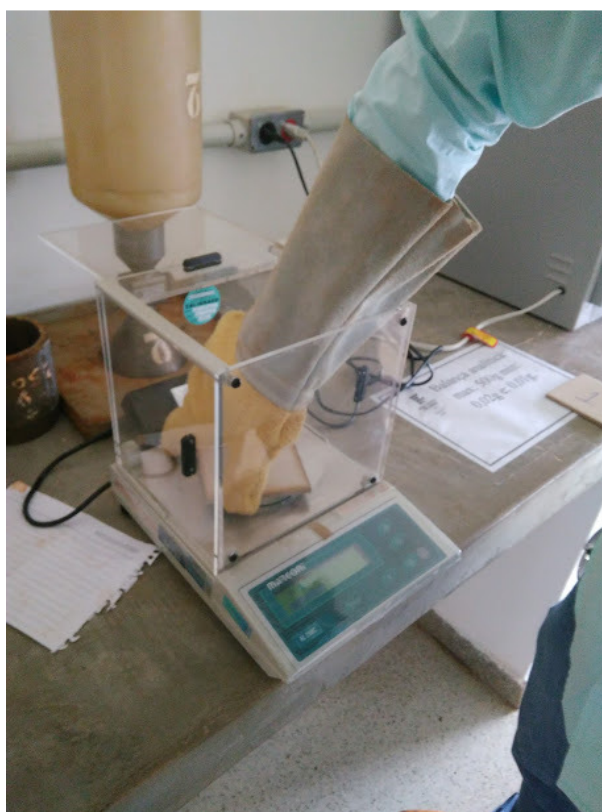
Em seguida, as peças cerâmicas foram colocadas em uma estufa a $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, conforme Figura 24. Em conformidade com a NBR 13818 (ABNT, 1997), foram realizadas sucessivas pesagens em um intervalo de 24h até que a massa das placas cerâmicas se tornasse constante, ou seja, até que a diferença entre duas pesagens consecutivas fosse menor que 0,1%. A Figura 25 mostra o momento de averiguação da massa das placas cerâmicas.

Figura 24 – Secagem em estufa a 110°C



Fonte: Dos autores

Figura 25 – Pesagem das placas cerâmicas



Fonte: Dos autores

A estufa utilizada é da marca MEDCLAVE Modelo 3 e a balança é do tipo eletrônica da marca MARCONI modelo AL200C com precisão de 0,001g.

Com a massa constante das placas cerâmicas, estas foram resfriadas em um dessecador com sílica-gel até atingir temperatura ambiente. Foi utilizada também vaselina para obter uma

melhor vedação da tampa do dessecador com o recipiente, como pode-se observar na Figura 26 a seguir.

Figura 26 – Resfriamento das placas cerâmicas (a) preparação do dessecador com vaselina (b) resfriamento das placas cerâmicas

(a)



Fonte: Dos autores

(b)



Fonte: Dos autores

Conforme os procedimentos preconizados pela NBR 13818 (ABNT, 1997), após o resfriamento das placas no dessecador, estas foram imersas em banho maria com água deionizada fervente por um período de 2 horas, com o nível da água 5 cm acima das placas. O equipamento utilizado para o banho maria é da marca DeLeo Equipamentos Laboratoriais, modelo BM-SOLO. A Figura 27, a seguir, mostra estes procedimentos.

Figura 27 – Fervura das placas cerâmicas (a) coleta de água deionizada (b) placas prontas para aquecimento (c) aquecimento

(a)



Fonte: Dos autores

(b)



Fonte: Dos autores

(c)



Fonte: Dos autores

Imediatamente após este processo, as placas cerâmicas foram colocadas sob circulação de água (com temperatura ambiente), e foram enxugadas cuidadosamente com um pano de camurça. Em seguida foram pesadas, obtendo-se, desta forma, a massa do material saturado.

Com os valores da massa do material seco e saturado, calculou-se o nível de absorção de água das placas cerâmicas por meio da seguinte expressão:

$$Abs (\%) = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100$$

Em que:

M_1 é a massa seca, em gramas;

M_2 é a massa saturada, em gramas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo objetiva a apresentação dos dados coletados em campo e em laboratório, assim como sua análise, visando sempre sua relação com o descolamento das placas cerâmicas nas fachadas estudadas. Inicialmente, são apresentadas as informações preliminares e os dados obtidos na vistoria, destacando o que foi observado *in loco*; em seguida, a influência do clima da região, apresentando os resultados de temperatura e precipitação, bem como a geração de cartas solares de cada fachada estudada e a análise da insolação. Por fim, são expostos os resultados do ensaio de absorção de água das placas cerâmicas coletadas, tal como sua análise diante das referências bibliográficas estudadas.

3.1 Informações preliminares e vistoria

O prédio dos Correios da cidade de Jataí - GO foi inaugurado em 1971, o método construtivo utilizado foi concreto armado moldado *in loco*, alvenaria de vedação em bloco cerâmico e revestimento em argamassa. No ano de 1998 o edifício passou por uma grande reforma, o piso de mármore e o revestimento cerâmico externo foram executados nesse ano. Em pequeno prazo de tempo (não há informação precisa da data) o RCF começou a apresentar problemas de descolamento, prejudicando a aparência do prédio e comprometendo a segurança dos pedestres. No intuito de reparar o sistema de revestimento ocorreram reparos nos locais específicos de descolamento, porém, o problema nunca foi resolvido e essa manifestação patológica persiste até os dias atuais.

Os pontos de descolamento, alvos de inspeção visual, estão representados pela Figura 28 e pela Figura 29, sendo os pontos A, B, C, D, E e F na fachada Noroeste, e os pontos G e H na fachada Sudoeste. A fachada Nordeste não apresenta nenhum foco de descolamento.

Figura 28 – Fachada Noroeste (a) descolamentos regiões A, B, C_{Lado Direito}, C_{Lado Esquerdo}, D e E; (b) descolamento região F; (c) foco região crítica.

(a)



Fonte: Dos autores

(b)



Fonte: Dos autores

(c)



Fonte: Dos autores

Figura 29 – Fachada Sudoeste: regiões de descolamento G e H

Fonte: Dos autores

A inspeção visual das regiões de descolamento sugere a utilização de argamassa colante na execução do RCF, alguns aspectos embasam essa afirmação:

- 1) A espessura da camada de argamassa é de aproximadamente 6 mm, o presente trabalho mostrou que as argamassas rodadas em obra eram normalmente executadas com espessuras de 20 mm; as espessuras de 6 mm e 8 mm só foram possíveis com o advento dos aditivos presentes na argamassa industrializada;

- 2) O uso de desempenadeira não era comum em argamassas rodadas em obra, esse trabalho mostrou que o método de execução consistia em não produzir sulcos na argamassa para uma área de contato maior, dada a incerteza das propriedades desse produto;

As vistorias *in loco* revelaram inconformidades de execução do revestimento cerâmico em todos os pontos de descolamento. De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1996), os cordões de argamassa colante produzidos pela desempenadeira devem ser totalmente desfeitos após os golpes para acomodação da placa cerâmica. A Figura 30, referente à região F de descolamento, demonstra que os cordões não foram desfeitos.

Figura 30 – Cordões de argamassa colante região F de descolamento



Fonte: Dos autores

Em vistorias destinadas a interpretar melhor as causas do descolamento a ANFACER (2016) encontrou a mesma irregularidade em algumas obras. A associação destacou que a principal causa do problema é o tempo em aberto da argamassa, caracterizado pela NBR 14081-1 (ABNT, 2012) como o maior intervalo de tempo para assentamento de uma placa cerâmica propiciando, após a cura da argamassa, resistência à tração simples e direta.

Como parte do estudo realizado sobre descolamento, a ANFACER (2016) combinou em ensaios os principais fatores influenciadores da resistência de aderência das placas cerâmicas: o método executivo, o tipo de argamassa e o tipo de cerâmica. Os resultados destacaram que o processo de dupla colagem apresentou média de resistência de aderência 200% superior ao processo de colagem simples (0,2 - 0,3 para 0,6 - 0,7 MPa) para um mesmo tipo de argamassa; as placas do tipo BIII e BIIb e as argamassas colantes ACII e ACIII

apresentaram variações de resistência de aderência pouco expressivas nas combinações realizadas.

As placas cerâmicas da fachada dos Correios possuem tardez com reentrâncias menores que 1,0 mm, conforme indicaram as medições realizadas com paquímetro. Nesses casos, a NBR 13755 (ABNT, 1996) permite a adoção do processo de colagem simples, pressupondo a suficiência desse processo para garantir a aderência. Através de inspeção visual das amostras coletadas, é possível afirmar que não houve mesmo a aplicação de argamassa na placa cerâmica. As reentrâncias do tardez na maior parte das amostras encontram-se limpas, apenas há vestígios dos cordões de argamassa aplicados sobre o emboço, configurando a adoção da colagem simples como método executivo.

Figura 31 – Amostra de tardez da placa cerâmica sem modificação



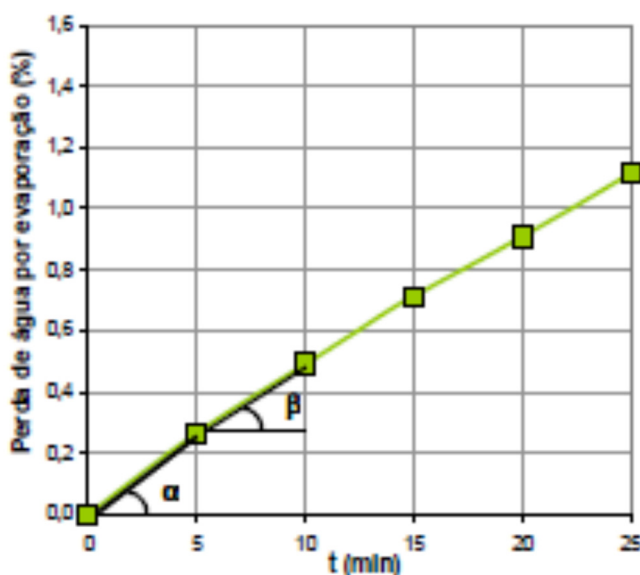
Fonte: Dos autores

Na Figura 31, é possível notar que não há vestígios de argamassa aplicada nas reentrâncias do tardez, as regiões não preenchidas pelos cordões estão limpas. O método executivo de colagem simples é eficiente quando garante a dispersão da argamassa colante sobre toda a placa aumentando a superfície de contato, caso isso não ocorra, o método executivo a ser empregado é o de dupla colagem, como demonstram os ensaios realizados pela ANFACER (2016).

No prédio dos Correios todos os descolamentos averiguados ocorreram na interface argamassa colante-tardo. A Figura 30 demonstra cordões de argamassa intactos na base, enquanto a Figura 31 demonstra a não dispersão do material sobre a placa cerâmica. As evidências constatadas sugerem alguma falha relacionada à execução,.

Póvoas *et al.* (2001) realizaram estudo a fim de determinar a influência da perda de água por evaporação com a resistência de aderência entre a placa cerâmica e a argamassa colante. A primeira etapa do ensaio consistia em realizar pesagens da argamassa colante (dosada conforme orienta o fabricante) aplicada sobre corpos de prova de aço inoxidável com massas previamente determinadas por um período de 25 minutos, assim o percentual de água evaporada poderia ser determinado. A Figura 32 demonstra o percentual de água evaporado durante as medições.

Figura 32 – Percentual de água evaporada / tempo



Fonte: Póvoas *et al.* (2001)

Na segunda etapa, houve aplicação de argamassa colante sobre placas de vidro cobertas com plástico (base impermeável) para facilitar a desmoldagem; foram assentadas dez placas nos tempos de 5, 10, 15, 20 e 25 minutos. Após o período de 28 dias, os corpos de prova foram preparados para ensaio. Os resultados de resistência de aderência são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resistência de aderência em função do tempo

Placa cerâmica	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	25 minutos
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1		0,68	0,28	0,16	
2		0,4	0,24		0,2
3		0,48	0,44		0,24
4	0,48	0,64	0,36	0,52	0,36
5		0,56	0,36	0,36	0,24
6		0,56	0,4	0,2	0,32
7		0,52	0,52	0,2	0,28
8		0,32	0,32	0,2	0,4
9	0,4	0,28	0,28		0,16
10	0,44	0,28	0,28	0,4	0,24

Fonte: Póvoas *et al.* (2001)

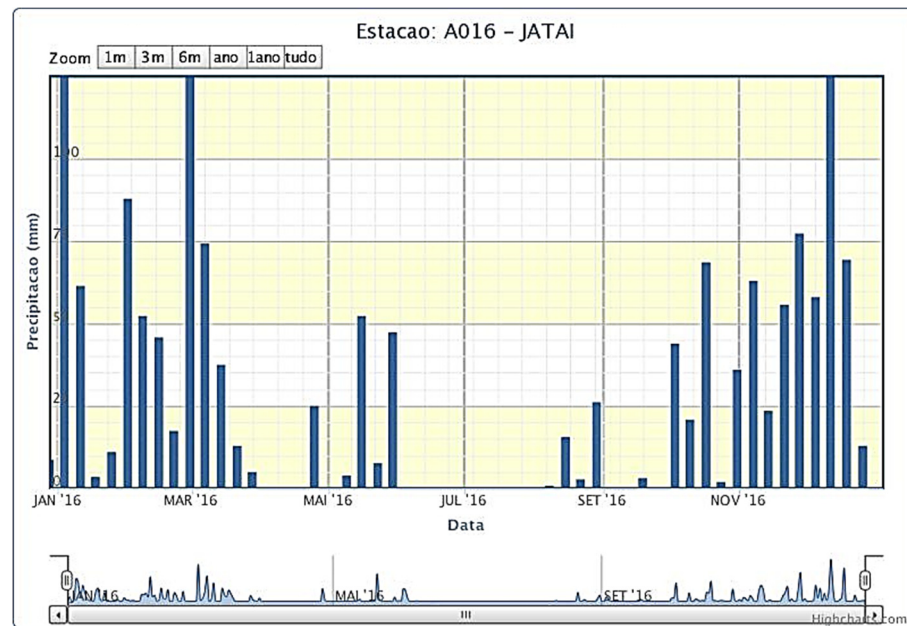
Póvoas *et al.* (2001) concluíram que a resistência de aderência apresenta correlação acima de 98% com a perda de água por evaporação, sugerindo forte dependência entre os fenômenos relacionados ao tempo em aberto com a perda de água por evaporação. A diminuição da resistência de aderência deve-se à falta de água necessária para a hidratação do cimento presente na argamassa de assentamento. Mesmo com a adição de alguns polímeros retentores de água às argamassas, as fachadas externas, geralmente expostas à ação do vento e à insolação, são mais suscetíveis à perda de água da argamassa por evaporação, diminuindo o tempo disponível para o assentamento (MAS, 1995).

3.2 Clima da região

O estudo da influência do clima da região na investigação de manifestações patológicas é essencial para a identificação da causa e da origem do problema, em estudo de caso sobre fissuras Martins *et al.* (2013) procederam de igual forma.

Geograficamente, Jataí está localizada na latitude 17° 52' sul, na longitude 51° 42' oeste e, conforme a Prefeitura Municipal de Jataí, o clima predominante é o tropical, caracterizado por duas estações bem definidas pelo regime sazonal de chuvas. Os dados climatológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apresentados nos gráficos da Figura 33, Figura 34 e Figura 35, enfatizam a predominância de um clima com duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca, para Jataí.

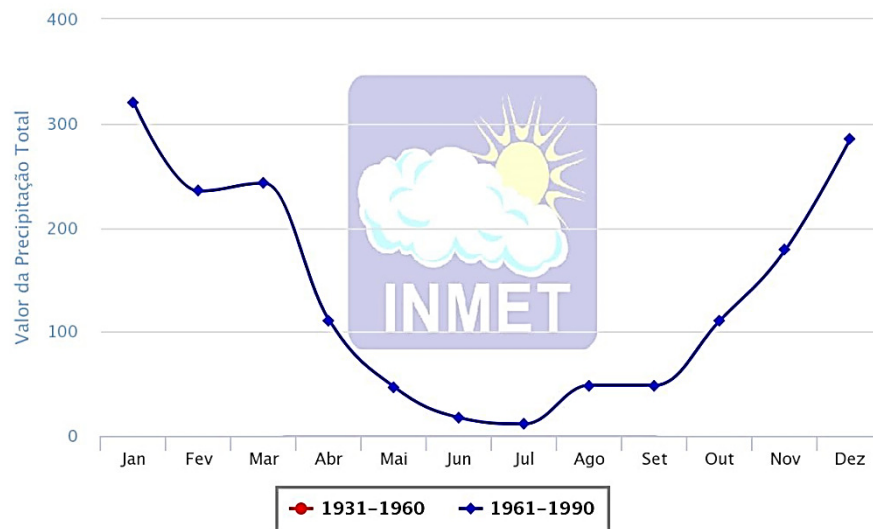
Figura 33 – Precipitação em Jataí (Ano 2016)



Fonte – INMET

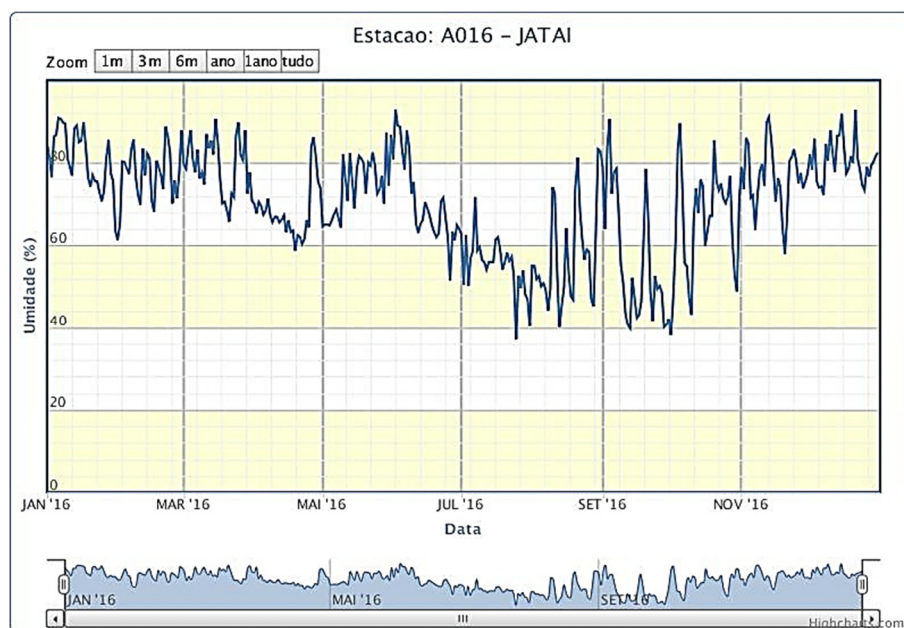
Figura 34 – Precipitação acumulada em Jataí (1961-1990)

Gráfico Comparativo Precipitação Acumulada (mm)



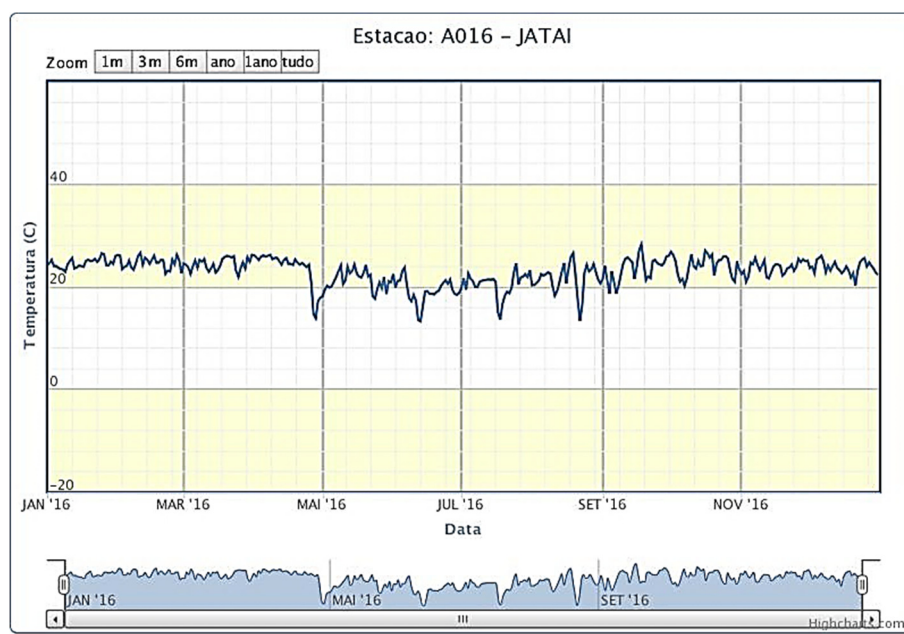
Fonte – INMET

Infere-se do gráfico da Figura 34 que a estação chuvosa de Jataí se dá no mês de outubro e se estende até março, meses em que as precipitações estão acima de 50 mm. Já a estação seca, abrange os meses entre abril e setembro.

Figura 35 – Umidade em Jataí (Ano 2016)

Fonte – INMET

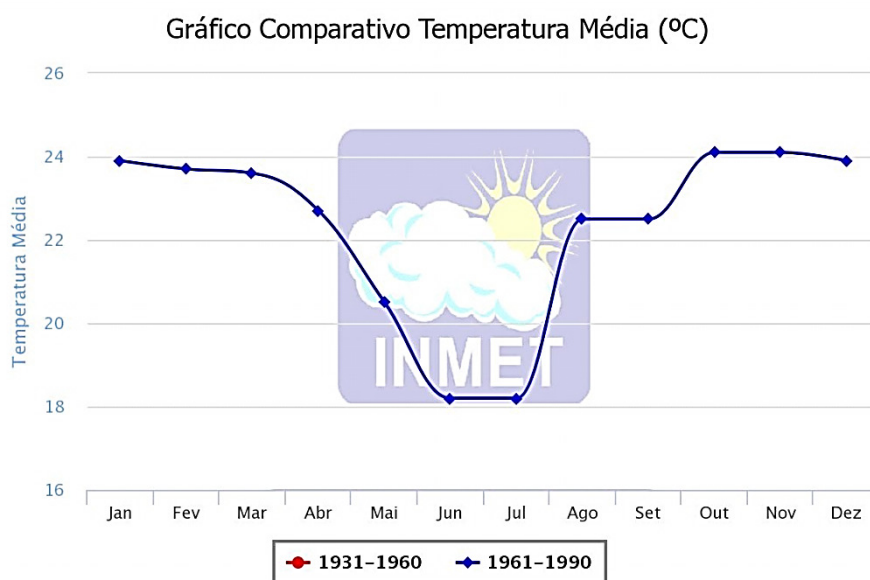
Conforme os gráficos, a cidade de Jataí possui grande variabilidade de umidade no decorrer do ano, chegando a 93% em junho e 37% no mês seguinte. No quesito temperatura não é diferente: conforme a Figura 36, tem-se uma temperatura média de 13°C no dia 22/08/2016 e 24°C no dia seguinte. Dessa forma, observa-se grande variação de umidade e temperatura, tornando-se fundamental analisar o comportamento dos materiais diante de tais fatores.

Figura 36 – Temperatura em Jataí (Ano 2016)

Fonte – INMET

Em relação à ação solar, a insolação em Jataí é maior nos meses mais secos, já os meses chuvosos, devido aos elevados índices de nebulosidade, apresentam menor insolação. A cidade apresenta os maiores valores de temperatura média nos meses de outubro e novembro e as médias mais baixas têm ocorrido nos meses de junho e julho, como ilustrado na Figura 37.

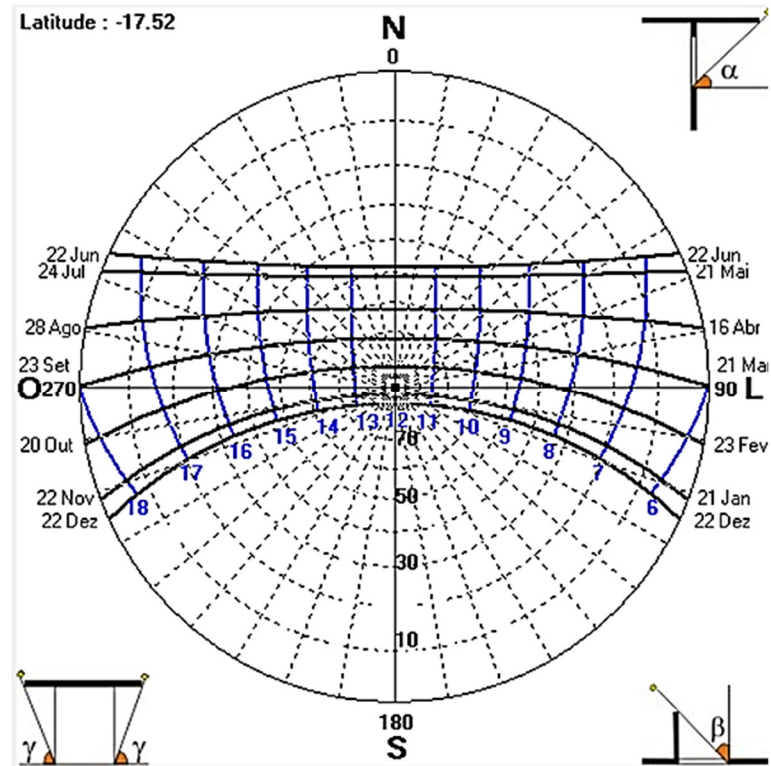
Figura 37 – Temperatura média em Jataí (1961-1990)



Fonte – INMET

Ainda no que tange à insolação, foi gerada uma carta solar para Jataí com o auxílio do *software Analysis Sol-Ar*. Embora a carta solar gerada pelo *software* ofereça um grande nível de detalhamento, o presente trabalho recorreu a um desenho mais simplificado, apresentado na Figura 38.

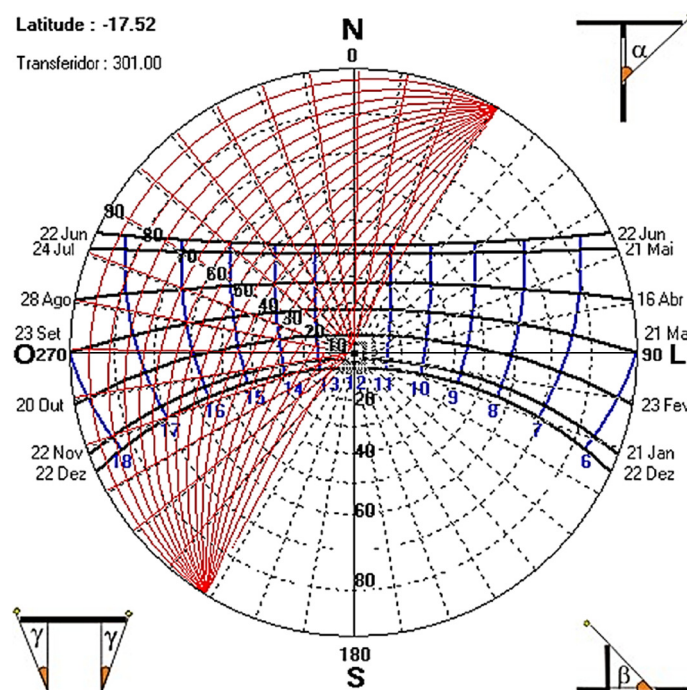
Figura 38 – Carta solar de Jataí gerada pelo *software Analysis Sol-Ar*



Fonte – Dos autores (*Software Analysis Sol-Ar*)

Analisando a carta solar da cidade de Jataí e tendo como referência a edificação da agência dos Correios em questão, percebe-se que a fachada Noroeste está localizada conforme a Figura 39 a seguir.

Figura 39 – Carta solar fachada Noroeste do prédio dos Correios gerada pelo *software Analysis Sol-Ar*

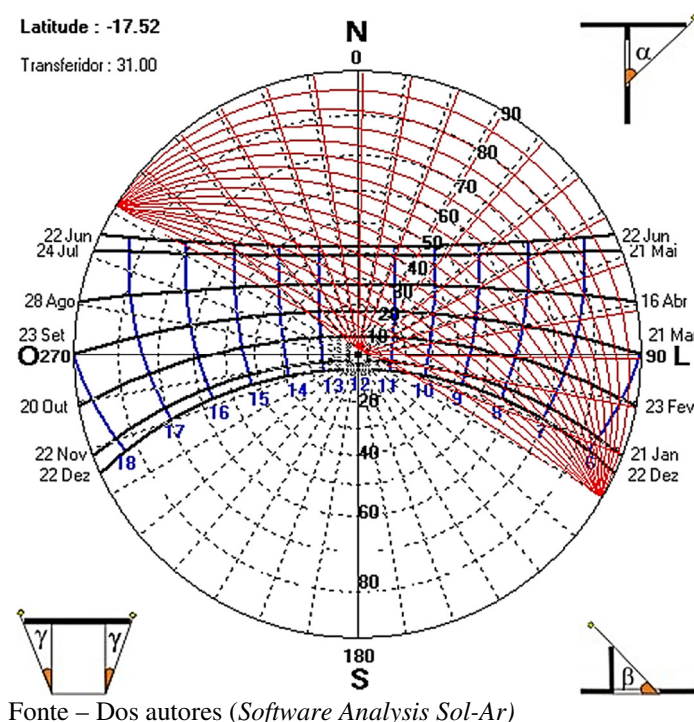


Fonte – Dos autores (*Software Analysis Sol-Ar*)

O encontro da linha-base (linha reta vermelha) com as linhas curvas, que representam as projeções do caminho aparente do sol, determinam os horários de insolação dessa fachada. Observa-se, no caso, que esta fachada tem insolação a partir das 10:30h no solstício de inverno, a partir das 11:30 nos equinócios e a partir de 12:30h no solstício de verão.

Já a fachada Nordeste, conforme a Figura 40 a seguir:

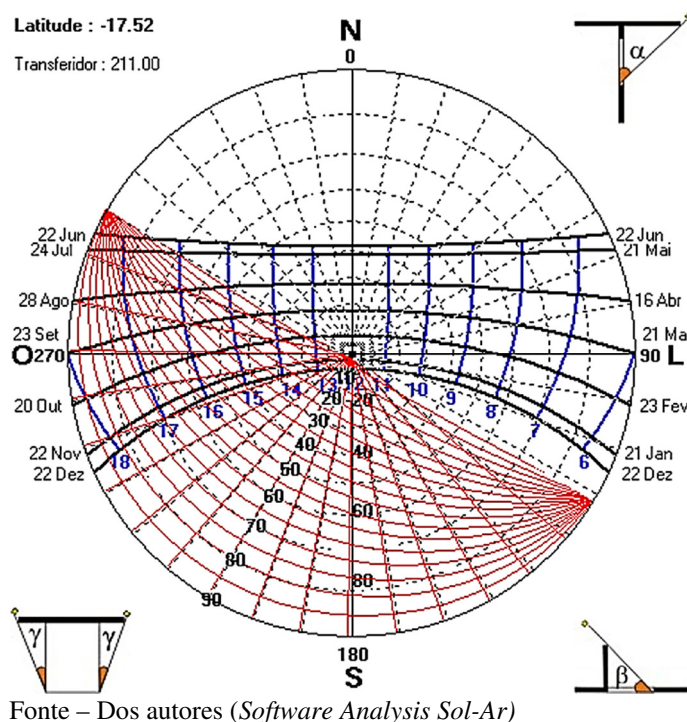
Figura 40 – Carta solar fachada Nordeste do prédio dos Correios gerada pelo *software Analysis Sol-Ar*



Nesta fachada vê-se que a insolação se dá até às 16:20h no solstício de inverno, 13:30h nos equinócios e até às 10:40h no solstício de verão.

E analisando a fachada Sudoeste, conforme a Figura 41, a insolação se dá a partir de 16:30h no solstício de inverno, 14:20h nos equinócios e a partir de 11:40h no solstício de verão.

Figura 41 – Carta solar fachada Sudoeste do prédio dos Correios gerada pelo *software Analysis Sol-Ar*



A partir dos dados de insolação das fachadas deste edifício, percebe-se que, além da insolação, a temperatura e a umidade também são fatores que podem provocar o descolamento das placas cerâmicas, já que estas estão constantemente expostas a tais variantes. Resende, Barros, e Medeiros (2001) ressaltam que a temperatura é um importante fator causador de manifestações patológicas em revestimentos de fachada de edifícios, podendo provocar variações físicas e/ou químicas nos materiais.

3.3 Ensaio de absorção de água

O ensaio de absorção de água foi realizado conforme a NBR 13818 (ABNT, 1997) no laboratório de materiais de construção localizado no prédio do Instituto Federal de Goiás – Campus Jataí e foi utilizado um software de planilha eletrônica (LibreOffice Calc) para auxiliar nos cálculos da taxa de absorção de água de cada peça ensaiada.

Na Tabela 7, a seguir, são apresentados os resultados obtidos após o ensaio, sendo que: na coluna 1, é identificado a peça ensaiada, variando de 1 a 15; na coluna 2, é exposto a massa da peça em gramas antes da realização do ensaio; já na coluna 3, é identificada a massa em gramas imediatamente após o ensaio; na coluna 4, a variação das massa inicial e final de cada

peça cerâmica; a penúltima coluna destaca a porcentagem de variação de massa, e em seguida, a última coluna apresenta a classificação da cerâmica com base na taxa de absorção de água.

Tabela 7 – Resultados do ensaio de absorção de água e classificação das placas cerâmicas

Peça	M ₁ (g)	M ₂ (g)	ΔM (g)	Taxa Abs. (%)	Classificação
1	138,598	146,607	8,009	5,78	Semigrés
2	140,07	146,242	6,172	4,41	Semigrés
3	138,562	145,149	6,587	4,75	Semigrés
4	137,706	145,333	7,627	5,54	Semigrés
5	138,051	143,793	5,742	4,16	Semigrés
6	135,795	142,433	6,638	4,89	Semigrés
7	138,853	146,32	7,467	5,38	Semigrés
8	136,683	144,324	7,641	5,59	Semigrés
9	138,748	146,467	7,719	5,56	Semigrés
10	139,897	146,991	7,094	5,07	Semigrés
11	135,732	143,768	8,036	5,92	Semigrés
12	137,661	144,704	7,043	5,12	Semigrés
13	137,071	146,061	8,99	6,56	Semiporoso
14	141,498	148,853	7,355	5,20	Semigrés
15	138,598	146,607	8,009	5,78	Semigrés

Fonte: Dos autores

As peças cerâmicas destinadas para o revestimento de fachadas estão constantemente expostas às intempéries. Neste sentido, quanto maior a taxa de precipitação na região, maior a probabilidade de ocorrer manifestações patológicas em peças cerâmicas que não possuem bons resultados de taxa de absorção de água. Se a peça cerâmica possui alta taxa de absorção (poroso), haverá, por consequência, alta taxa de expansão por umidade, e consequentemente, gretamentos nestas peças.

Apesar de haver duas estações bem definidas na cidade de Jataí, com altos índices de precipitação e enormes variações térmicas em menos de 48h, a faixa de absorção mais crítica das 15 peças ensaiadas foi de 6,56%, sendo classificada em Semiporoso. As outras 14 peças ensaiadas possuíram resultados inferiores a 6%.

Autores como Mansur (2007) e Roscoe (2008) *apud* Goldberg (1998), recomendam a adoção de placas cerâmicas com absorção abaixo de 6% em revestimentos externos, ou seja,

placas dos grupos de absorção de água Ia, Ib e IIa segundo a classificação da NBR 13817 (ABNT, 1997).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo destina-se às conclusões deste trabalho baseadas nas informações coletadas em vistorias *in loco*, em resultados de ensaios realizados em laboratório e através de pesquisas relacionadas ao tema.

4.1 Conclusões

O ensaio de absorção de água constatou que a placa cerâmica pertence ao grupo IIa, com 93,33% das amostras com absorção de água inferior a 6%. A hipótese de que a qualidade da placa cerâmica pudesse ser a causa do descolamento foi invalidada. As peças, classificadas como semigrés, podem ser aplicadas em fachadas sem maiores problemas de dilatação por absorção de água, como apresentado nesse trabalho. A análise das variações de temperatura não demonstrou relevância para o comportamento da placa cerâmica diante de sua natureza.

As vistorias *in loco* e as pesquisas sobre o tema indicaram que a causa do descolamento estivesse relacionada à execução do revestimento. As evidências constatadas nas vistorias comprovam que o método de colagem simples foi executado em desconformidade com a NBR 13755 (ABNT, 1996). O não esmagamento dos cordões de argamassa sugerem que as vibrações aplicadas no momento do assentamento das placas foram incapazes de ampliar a área de contato entre a argamassa colante e o tardo da placa cerâmica.

O método de colagem simples, considerado pela ANFACER com um dos principais agentes nos descolamentos, não é considerado como a causa da manifestação patológica no prédio dos Correios - não há como julgá-lo se a sua execução não está em conformidade com a norma.

A falta de vestígios de argamassa nas amostras coletadas pode ser explicada pela extrapolação do tempo em aberto da argamassa colante e a consequente formação da película superficial, impedindo a sucção de parte da água de amassamento (com aglomerantes) pelos poros da placa cerâmica e a ancoragem mecânica.

A análise desenvolvida sobre o clima da região demonstrou relevância na análise do comportamento da argamassa colante. A insolação na fachada Noroeste chega a durar 8,5 horas diárias no solstício de inverno e, na fachada Sudoeste, 7 horas no solstício de verão. Analisando-se a relação entre a propriedade tempo em aberto com as condições de aplicação e, caso o RCF tenha sido executado em condições desfavoráveis, a formação da película pode ter sido antecipada pela perda de água por evaporação na superfície do cordão.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Manual de Revestimentos de Argamassa**. 104 p. São Paulo, 2002.

ABNT_____. **NBR 13528: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração**. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT_____. **NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT_____. **NBR 13755: Revestimentos de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT_____. **NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT_____. **NBR 13817: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação**. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT_____. **NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT_____. **NBR 14992: A.R – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – requisitos e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT_____. **NBR 15575 - 1: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT_____. **NBR 7200 Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT_____. **NBR 13818: Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 1997.

AMORIM, Kelly. Construção Mercado – **PiniWeb**: Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do SindusCon-MG. Disponível em: < <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx> >. Acesso em 24 de maio de 2017.

ANFACER (Associação nacional dos fabricantes de cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres). **Informe técnico 001**. São Paulo, 2016. 5 p.

ANFACER. Associação nacional de fabricantes de cerâmicas. <www.anfacer.org.br> acessado em 12/06/2017.

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos**. 2010. xxi, 178 f., il. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BAUER, Roberto José Falcão; RAGO, Fabiola. Expansão por umidade de placas cerâmicas para revestimento. **Cerâmica Industrial**, v. 5, n. 3, p. 41-45, 2000.

BORGES, Carlos Alberto de Moraes. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CAMPANTE, Edmilson Freitas; BAÍA, Luciana Leone Maciel; BITTENCOURT, Helena Guimarães. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. O nome da rosa, 2008.

CAPORRINO, Cristiana Furlan. **Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados**. São Paulo: Pini, 2015. 124 p.

DA SILVA, Marinilda Nunes Pereira *et al.* REVESTIMENTOS CERÂMICOS E SUAS APLICABILIDADES. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 2, n. 3, p. 87-97, 2015.

FRANÇA, Alessandra AV *et al.* Patologia das construções uma especialidade na engenharia civil. **Revista Técnica, São Paulo**, v. 1, n. 174, p. 1-3, 2011.

INMET, I. N. DE M. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17 outubro 2017.

JUNIOR, M. C. *et al.* Panorama e perspectivas da indústria de revestimentos cerâmicos no Brasil. **Ceram. Ind**, v. 15, n. 3, p. 7-18, 2010.

LUZ, Marcos de Almeida *et al.* Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú, 2004.

MANSUR, Alexandra Ancelmo Piscitelli. **Mecanismos Físico-Químicos de Aderência na Interface Argamassa Modificada com Polímeros/Cerâmica de Revestimento**. 2007. 2007. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Curso de Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARTINS, Alex Mizael; PIRES, Plínio Ferreira; SILVA, Thomas Marcelo e. **Influência dos fatores climáticos na fissuração de interface estrutura de concreto-alvenaria**. 2013. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

MAS, Edgard. O tempo em aberto das argamassas colantes. **Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas**, v. 1, p. 203-216, 1995.

MEDEIROS, Jonas S. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. 458p. 1999. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)-Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

MENDONÇA, A. M. G. D. *et al.* Moisture expansion of ceramic tiles produced using kaolin and granite wastes. **Cerâmica**, v. 58, n. 346, p. 216-224, 2012.

PÓVOAS, Yêda Vieira; JOHN, Vanderley Moacyr; CINCOTTO, Maria Alba. Influência da perda de água por evaporação na resistência de aderência entre argamassa colante e placa cerâmica. **Ambiente Construído, Porto Alegre**, v. 2, n. 2, p. 7-18, 2002.

REBELO, C. D. R. **Projeto e execução de revestimento cerâmico – interno**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010.

Redação do Fórum da Construção – Instituto Brasileiro de desenvolvimento da arquitetura. Patologias na construção civil, 2016. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1339>>, Acesso em 10/11/2017.

RIBEIRO, Fabiana Andrade; BARROS, M. M. Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas, 2010.

ROSCOE, Márcia Taveira. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. **Departamento de Engenharia Civil**, 2008.

SABBATINI, Fernando H. *et al.* Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria. **Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo**, p. R6-07, 1990.