

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM PATOLOGIAS DAS CONSTRUÇÕES

CAROLINE CHRISOSTOMO FERREIRA SASSAKI

**AVALIAÇÃO DOS FATORES DE DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTOS
CERÂMICOS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS NA CIDADE DE CURITIBA - PR**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

CAROLINE CHRISOSTOMO FERREIRA SASSAKI

**AVALIAÇÃO DOS FATORES DE DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTOS
CERÂMICOS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS NA CIDADE DE CURITIBA - PR**

Monografia apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Patologias das Construções.

Orientador: Prof. Dr. José Alberto Cerri

CURITIBA

2017

CAROLINE CHRISOSTOMO FERREIRA SASSAKI

**AVALIAÇÃO DOS FATORES DE DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTOS
CERÂMICOS EM FACHADAS DE EDIFÍCIOS NA CIDADE DE CURITIBA - PR**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Patologia das Construções, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. José Alberto Cerri (Orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof^a. Dr^a. Giceli Portela Cunico de Oliveira

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof^a. Dr^a. Christine Laroca

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2017

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

As pessoas mais importantes da minha
vida, meus pais, meus irmãos e meu
marido.

AGRADECIMENTOS

Deus obrigado pela força que me deste para continuar após noites em claro.

Deus obrigado pelas palavras de apoio proferidas por pessoas que nem sabiam a real importância daquelas frases.

Deus obrigado pelos mestres que passaram pela minha jornada, alguns cheios de vida, outros cheios de conhecimento e até alguns que me mostraram aquilo que não quero ser.

Deus obrigado pelos anjos que andaram ao meu lado e hoje desfrutam junto comigo desta vitória.

Deus obrigado pelo companheirismo e paciência que deste ao meu amado marido nos meus dias de loucura.

Deus obrigado por não me deixar cair.

Que venha a próxima fase!

“Perseguir, sem cessar, uma meta: este é
o segredo do sucesso.”

Anna Pavlova

RESUMO

SASSAKI, Caroline. Avaliação dos fatores de deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas de edifícios na Cidade de Curitiba - PR. 2017. 62f. Monografia (Especialização em Patologia das Construções) – Programa de Pós-Graduação em Patologia das Construções, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Para que a fachada da edificação supra os anseios para os quais são projetadas é necessária a correta execução de revestimento de regularização e acabamento. A fachada, independente do tipo de revestimento, está sujeita a uma série de intempéries de ordem natural e humana que deterioram gradativamente todos os componentes envolvidos. Entre os revestimentos mais utilizados pode-se citar a cerâmica. Material disponibilizado no mercado em diferentes dimensões e propriedades, que devem ser analisadas durante a elaboração do projeto de fachada, visando à escolha correta do material cerâmico, argamassas adesivas e de rejunte. A utilização de cerâmica na fachada amplia as principais características de desempenhos exigidas. No entanto, se executado de modo inadequado pode reduzir, inclusive, a vida útil da edificação. Entre as manifestações patológicas mais comuns tem-se o descolamento de placas. Esta ocorrência é agravada por determinados fatores como posição geográfica da fachada do edifício, cores dos revestimentos, ausência de juntas de movimentação, falhas em rejuntas e falhas diversas na execução como tempo em aberto da argamassa colante superior ao indicado. Este trabalho teve como objetivo verificar a ocorrência destas manifestações patológicas em 45 edifícios, na cidade de Curitiba – PR, por meio da análise de arquivos de manutenção de fachadas, realizados por uma empresa especializada, durante os últimos 5 anos. Ao avaliar a ocorrência de descolamento observou-se que a mesma é influenciada pelos fatores citados, tendo sido possível ainda, verificar que o inter-relacionamento entre os fatores intensificam o surgimento da manifestação. A principal relação ocorreu entre o descolamento e a posição geográfica da fachada.

Palavras-chave: Deslocamento, placa cerâmica, fachada, edifícios.

ABSTRACT

SASSAKI, Caroline. Evaluation of the factors of displacement of ceramic coatings in facades of buildings in the City of Curitiba - PR. 2017. 2017. 62f. Monografia (Especialização em Patologia das Construções) – Programa de Pós-Graduação em Patologia das Construções, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

In order for the façade of the building to meet the requirements for which it is designed, it is necessary for the correct execution of regularization and finishing coatings. The facade, regardless of the type of coating, is subject to a series of natural and human elements that gradually deteriorate all the components involved. Among the most commonly used coatings are ceramics. Material made available in the market in different dimensions and properties, which must be analyzed during the design of the facade, aiming at the correct choice of ceramic material, adhesive mortar and grout. The use of ceramic tiles on the facade extends the main performance characteristics required. However, if improperly performed, it can even shorten the life of the building. Among the most common pathological manifestations are plaque detachment. This occurrence is aggravated by certain factors such as geographic position of the building façade, color of the coatings, absence of movement joints, failures in grouts and different faults in the execution as open time of the adhesive mortar superior to that indicated. This work had the objective of verifying the occurrence of these pathological manifestations in 45 buildings, in the city of Curitiba - PR, through the analysis of facade maintenance files, carried out by a specialized company, during the last 5 years. When evaluating the occurrence of detachment, it was observed that it is influenced by the mentioned factors, and it was possible to verify that the interrelationship among the factors intensify the appearance of the manifestation. The main relationship occurred between the detachment and the geographical position of the façade.

Keywords: Displacement, ceramic plate, facade, buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Método convencional de revestimentos de paredes	14
Figura 2 - Materiais e camadas constituintes mostrando os principais componentes do revestimento cerâmico de fachada.....	17
Figura 3 - Tipos de juntas	22
Figura 4 - Enchimento e selante de juntas	25
Figura 5 - Condições de exposição da fachada	27
Figura 6 – Estufamento e descolamento de placas cerâmicas	29
Figura 7 – Fatores relacionados ao deslocamento.....	32
Figura 8 - Definição das posições relativas das áreas de descolamento em relação a altura dos edifícios.....	33
Figura 9 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por orientação geográfica da fachada	35
Figura 10 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por altura.....	37
Figura 11 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por cores e orientação...	39
Figura 12 - Deslocamento de revestimento cor escura	40
Figura 13 - Estufamento de revestimento cor escura.....	40
Figura 14 - Deslocamento de revestimento cor clara.....	41
Figura 15 - Estufamento de revestimento cor clara.....	41
Figura 16 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por cores com presença ou não de juntas	43
Figura 17 - Junta de movimentação em fachada de revestimento cor escura	44
Figura 18 - Junta de movimentação em fachada de revestimento cor clara	44
Figura 19 - Porcentagem de ocorrência de descolamento com presença ou não de falhas de rejunte	46
Figura 20 - Falha de rejunte em fachada de revestimento cor escura	47
Figura 21 - Falha de rejunte em fachada de revestimento com cor clara	47
Figura 22 - Porcentagem de presença ou não de argamassa colante em regiões deslocadas.....	49
Figura 23 - Argamassa colante em fachada de revestimento cor clara	50
Figura 24 - Argamassa colante em fachada de revestimento cor escura	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Espessura admissível de revestimento	15
Tabela 2 - Estimativa da vida útil de revestimentos externos.....	16
Tabela 3 – Tipos de argamassas colantes e suas aplicações	18
Tabela 4- Requisitos para argamassa colante	18
Tabela 5- Classificação da placa cerâmica	20
Tabela 6- Classificação da placa cerâmica em função da absorção de água.....	21
Tabela 7- Classificação local de uso da argamassa de rejuntamento	23
Tabela 8- Propriedades da argamassa de rejunte	23
Tabela 9- Especificações de juntas de movimentação e de dessolidarização.....	25
Tabela 10- Principais manifestações patológicas.....	27
Tabela 11- Valores do coeficiente de absorvência à radiação solar (α_s)	33
Tabela 12 - Ficha de inspeção visual	34
Tabela 13 - Porcentagem de deslocamento por pavimentos	36
Tabela 14 - Porcentagem de descolamento por cores.....	38
Tabela 15 - Porcentagem de descolamento por cores com presença ou não de juntas	42
Tabela 16 - Porcentagem de descolamento por cores com presença ou não de falhas de rejunte	45
Tabela 17 - Porcentagem de deslocamento por cores com presença ou não de argamassa colante	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abs.	Absorção de água
ANFACER	Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira Regulamentar

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 REVESTIMENTO DE FACHADA.....	13
2.2 REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA	15
2.2.1 Argamassa adesiva	17
2.2.2 Cerâmica	19
2.2.3 Juntas	22
2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS	25
2.3.1 Descolamento de placas cerâmicas	28
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	31
3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS EDIFÍCIOS PARA ANÁLISE.....	31
3.2 DIVISÃO DOS EDIFÍCIOS E RESPECTIVAS FACHADAS.....	32
3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1 EFEITO DA ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA.....	35
4.2 EFEITO ALTURA	36
4.3 EFEITO COR	38
4.4 EFEITO DAS JUNTAS	42
4.5 EFEITO REJUNTE.....	45
4.6 EFEITO ARGAMASSA COLANTE.....	48
4.7 DISCUSSÃO GERAL	51
5 CONCLUSÃO	52
6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O conceito de desempenho de edificações vem sendo estudado há mais de 40 anos em todo o mundo, e pode ser interpretado como o comportamento em uso das construções ao longo da vida útil (BLACHERE, 1974). A degradação das edificações e conseqüentemente, a redução de desempenho e durabilidade é um problema frequente nas construções.

A NBR 14037 (ABNT, 2011) descreve durabilidade como uma propriedade da edificação e a capacidade de atender aos requisitos para os quais foram projetadas, quando expostas as condições normais de utilização. A baixa qualidade dos materiais empregados, falhas em projetos, erros de execução e ausência de manutenção são fatores que contribuem com a deterioração, redução da durabilidade e conseqüente surgimento de manifestações patológicas durante a vida útil das edificações.

Os revestimentos externos utilizados em fachadas são parte integrante das vedações de edifícios e têm as seguintes funções: proteção contra agentes deterioradores, estanqueidade a água e aos gases, proteção ao fogo e, também, função estética (SABBATINI, 1990). O mesmo autor afirma que o processo de escolha, relacionada a especificação de revestimentos em fachadas não é planejado, e são poucos os parâmetros de seleção e especificação. Raramente a escolha é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente aspectos estéticos e econômicos. A prática usual tem sido selecionar o material de revestimento de fachada apenas considerando a qualidade do material da camada mais externa e algumas de suas características, facilidades de composição arquitetônica, custo e disponibilidade de aquisição.

De acordo com Resende (2001) os revestimentos de fachada ajudam a garantir a durabilidade do edifício como um todo, sendo sua principal função a proteção contra diversos agentes hostis.

A avaliação técnica da qualidade do revestimento cerâmico aplicado em fachadas é essencial, devido a exposição de intempéries a que está sujeito, como sol, vento, chuva e outros. Outros fatores que influenciam na durabilidade do revestimento cerâmico são o planejamento e a escolha correta do material, a qualidade no assentamento das placas, a qualidade da construção como um todo e

a correta manutenção de acordo com o previsto no manual do usuário (MEDEIROS e SABBATINI, 1999).

1.1 APRESENTAÇÃO DA OPORTUNIDADE

Para Verçozza (1991), as características construtivas modernas favorecem o aparecimento de patologias nas edificações. As edificações são construídas visando o menor custo e o menor tempo de execução. Klein (1999) relaciona a má qualidade da mão-de-obra como responsável por muitas das patologias verificadas. Segundo este autor, a vida útil de uma construção irá depender dos cuidados que forem tomados na fase de execução, assim como nas fases de projeto e manutenção.

A norma brasileira que trata sobre manutenção de edificações, NBR 5674 (ABNT, 1999), adverte que é econômica e ambientalmente inviável que o edifício construído seja considerado como um produto descartável. A norma ainda aponta que, em estudos realizados em diversos países, para diferentes tipos de edificações, foi verificado que o custo anual com manutenção e operação do ambiente construído é de aproximadamente 1% a 2% do custo de produção do edifício. Acumulado ao longo da vida útil da edificação, tais valores chegam próximos ou até superiores ao custo total de construção.

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), embora seja largamente empregado em nosso país, e em praticamente todo o mundo, a tecnologia de produção de fachadas com utilização de revestimentos cerâmicos ainda necessita de muitas melhorias e evolução. A grande incidência de manifestações patológicas atestam esta necessidade, sendo que no Brasil as fissuras e perda de aderência são as mais importantes e recorrentes.

As correções de problemas em revestimento cerâmico de fachada são difíceis e onerosas. Muitas vezes, quando as manifestações patológicas se manifestam visualmente, já há comprometimento da integridade do revestimento e os custos podem chegar a ser maiores que o próprio custo da execução (MEDEIROS e SABBATINI, 1999).

1.2 OBJETIVOS

Neste item, serão abordados os enfoques fundamentais do presente trabalho. Pretende-se contribuir acerca de pesquisas realizadas na mesma área, sem pretensão de esgotar o assunto abordado.

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é de investigar patologias (causas) do deslocamento de revestimento cerâmico, que ocorrem nas fachadas de edifícios na cidade de Curitiba, em função de fatores que afetam esta manifestação patológica como orientação das fachadas, cores dos revestimentos, presença de juntas de movimentação, qualidade do rejunte e presença de argamassa no tardo das placas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Caracterizar 45 edifícios que tiveram manutenção das fachadas entre os anos de 2012 à 2016 na cidade de Curitiba-PR, quantificando as áreas das 4 fachadas e as áreas de deslocamento / estufamento;
- b) Tabular os dados de ocorrência das áreas de deslocamento em relação a fatores como: orientação geográfica das fachadas, posição no edifício em relação a altura, presença ou não de juntas de dilatação, efeito da cor das placas, ocorrência de falhas ou danos no rejunte e, presença ou não de argamassa no tardo das placas;
- c) Identificar o efeito dos fatores nas fachadas com maior incidência de deslocamento;
- d) Apresentar uma análise da relevância dos fatores estudados no deslocamento de revestimentos cerâmicos nas fachadas dos edifícios.

1.3 JUSTIFICATIVA

As condições climáticas do Brasil favorecem a utilização de revestimentos cerâmicos nas fachadas, principalmente em regiões úmidas. O clima, predominantemente tropical e chuvoso faz com que esta opção seja praticamente uma necessidade, tanto pelo aspecto de desempenho como pela durabilidade das fachadas (MEDEIROS e SABBATINI, 1999).

A utilização de revestimentos cerâmicos em fachadas somente é satisfatório quando o sistema formado pelas camadas que o compõem cumpre o desempenho e função. Para que se obtenha um resultado satisfatório, deve-se estabelecer parâmetros adequados para a escolha da placa cerâmica em função do local em que se encontra o edifício. A utilização de mão-de-obra especializada, um substrato em perfeita conformidade, a escolha da argamassa colante adequada e de rejuntamento flexíveis, assim como um correto dimensionamento das juntas e rejuntas, são fatores fundamentais para o desempenho e durabilidade do sistema de revestimento cerâmico em fachadas.

A maioria das manifestações patológicas em edificações ocorre por consequência de falhas de projeto ou de execução e, pela falta de controle dos materiais empregados na construção.

Segundo SARAIVA (1998), a importância do estudo das patologias nos revestimentos cerâmicos das fachadas de uma edificação decorre do fato que todos os requisitos de desempenho dependem fundamentalmente da estabilidade da fachada. Estas manifestações patológicas, como o descolamento de peças cerâmicas, decorrem principalmente da falta de conhecimento técnico do material e de técnicas construtivas relativas a este sistema de revestimento, além da falta de especificações construtivas e dos materiais empregados.

A edificação, a fim de satisfazer as necessidades de seus usuários, deve apresentar requisitos de desempenho desejáveis. As falhas destes requisitos no caso da existência de descolamento nas fachadas, contraria as principais características esperadas do revestimento. Além disso, fere o referencial estético para o qual são projetadas e também, apresenta riscos de acidentes com a queda de placas e substratos, podendo resultar em danos à vida e ao patrimônio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O entendimento deste trabalho requer o conhecimento de alguns conceitos importantes sobre revestimentos e manifestações patológicas.

2.1 REVESTIMENTO DE FACHADA

A NBR 13755 (ABNT, 1996) descreve revestimento externo como o conjunto de camadas superpostas e intimamente ligadas, constituído pela estrutura, suporte, alvenaria, camadas sucessivas de argamassas e revestimento.

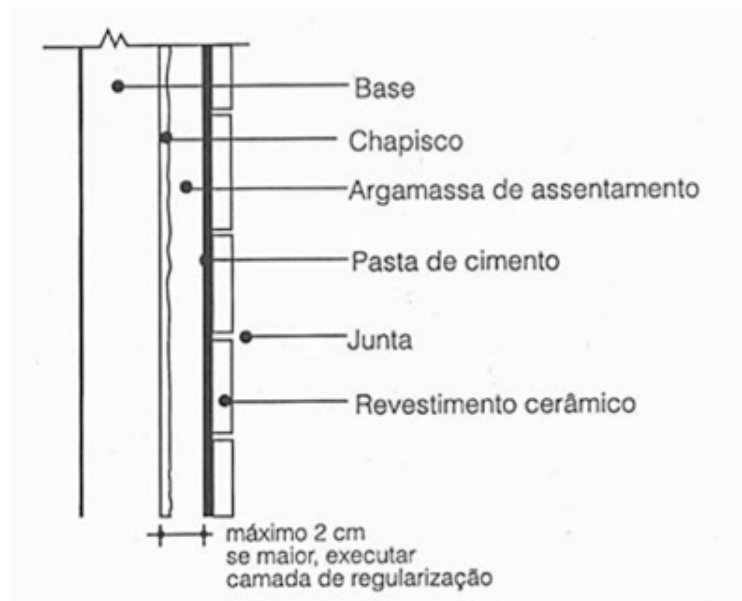
Os revestimentos de um modo geral são sempre constituídos de diversas camadas de materiais diferentes, ligadas entre si. Como estão intimamente ligadas, quaisquer deformação em uma dessas camadas resultará no aparecimento de tensões em todo o conjunto (TAGUCHI, 2008).

De acordo com a NBR 13749 (ABNT, 1996) os revestimentos devem satisfazer as seguintes características:

- ser compatível com o acabamento decorativo;
- ter resistência mecânica e aderência, desde a primeira camada em contato com a base, sem comprometer a durabilidade e revestimento final;
- ser constituído por uma ou mais camadas superpostas de argamassa;
- ter propriedade hidrofugante, no caso de revestimento externo com argamassa aparente;
- ter propriedade impermeabilizante, em caso de superfície em contato com o solo e,
- resistir à ação de variação normal de temperatura e umidade, quando revestimento externo.

A estrutura de revestimento de um modo genérico é constituído dos seguintes elementos indicados na Figura 1.

Figura 1 - Método convencional de revestimentos de paredes



Fonte: BAUER, 1994.

Compõe as partes de um revestimento:

a) base: constituída por elementos de alvenaria como: alvenaria de tijolos maciços, de tijolos furados, de blocos de concreto, de blocos de concreto leve, de blocos sílico-calcário e concreto;

b) chapisco: composto de argamassa de cimento e areia grossa no traço em volume 1:3 e projetado sobre a superfície da base;

c) argamassa de regularização: composto de argamassa de cimento, cal hidratada e areia média úmida no traço em volume 1:2:3. É executada sempre que há irregularidades da base a serem corrigidas e superiores a 20 mm;

d) argamassa de assentamento: composto de argamassa de cimento, cal hidratada e areia média úmida no traço em volume 1:0,5:5. É executada com espessura de 20 mm, diretamente sobre o chapisco, caso a base seja bem apumada ou sobre a camada de regularização;

e) pasta de cimento: camada de cimento com cerca de 1mm e consumo de 1,5 kg de cimento por metro quadrado e relação água/cimento de 0,3.

f) revestimento: na construção civil, o revestimento é a camada externa que cobre a alvenaria para dar-lhe acabamento e aspecto visual agradável.

A NBR 13749 (ABNT, 1996) normatiza as espessuras mínimas admissíveis de revestimentos internos e externos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Espessura admissível de revestimento

Revestimento	Espessura
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$ mm
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$ mm
Tetos internos e externos	$e \leq 20$ mm

Fonte: NBR 13749, 1996

A realização de camadas de revestimento com espessura excessiva resulta não só em problemas de sobrecarga, mas também na fissuração acelerada do revestimento.

Segundo Sabbatini (1990) não é função do revestimento esconder imperfeições grosseiras das alvenarias ou das estruturas. Apesar de ocorrer com frequência, isto mostra a falta de qualificação técnica, ausência de controle e falta de racionalização construtiva.

É essencial satisfazer os critérios pré-estabelecidos pelas normas técnicas a fim de garantir o mínimo exigido de qualidade e durabilidade do revestimento. A execução fora do padrão acarreta na existência, em maior escala, de manifestações patológicas decorrentes de falhas de diversos tipos, que diminuem rapidamente a vida útil das fachadas.

2.2 REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA

A cerâmica é produzida a partir da utilização da argila como produto natural e outras matérias primas inorgânicas, a qual é moldada e submetida a altas temperaturas, ganhando rigidez e resistência. Segundo Franco (2008), a cerâmica é considerada a mais antiga das indústrias e por ser um material de grande resistência, seu uso é milenar e bastante importante na história econômica e cultural da humanidade .

Por muito tempo a cerâmica foi sinônimo de luxo e ostentação, sendo um material utilizado somente pela alta sociedade. Após a II Guerra Mundial a produção de cerâmica apresentou um grande avanço pela melhoria nas técnicas de produção, ocasionando a queda nos preços e popularização no uso.

Segundo Franco (2008), com o desenvolvimento industrial, os revestimentos cerâmicos para paredes e pisos deixaram de ser privilégio dos recintos e

monumentos como templos religiosos e palácios, para serem utilizados em fachadas de residências e grandes edificações.

Campante e Sabbatini (2001) afirmam que a principal razão para utilização de cerâmicas em fachada é pela alta resistência as mais diversas condições ambientais quando comparado com outros revestimentos.

A Tabela 2 mostra as estimativas da vida útil de revestimentos externos, conforme Shohet e Laufer (1996 apud CAMPANTE E SABBATINI, 2001).

Tabela 2 - Estimativa da vida útil de revestimentos externos

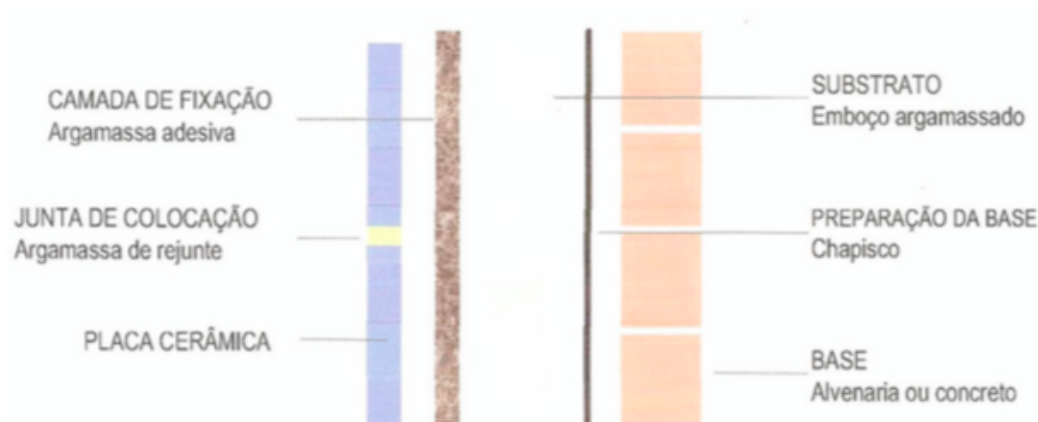
Categoria do meio ambiente	Argamassa cimentícia	Argamassa sintética	Revestimento cerâmico	Pedras
Não corrosivo ⁽¹⁾	10 a 15 anos	12 a 15 anos	Acima 15 anos	Acima 25 anos
Corrosivo ⁽²⁾	5 anos	8 a 12 anos	10 a 15 anos	Mais de 25 anos

1) Ambientes não sujeitos a intempéries, sem a presença de água e baixa umidade,
2) Ambientes com presença de produtos químicos, água, umidade elevada ou expostas ao tempo.
Fonte: SHOHET e LAUFER, 1996 apud CAMPANTE E SABBATINI, 2001.

Os revestimentos cerâmicos de fachadas podem ser definidos segundo Medeiros e Sabbatini (1999) como “conjunto monolítico de camadas (inclusive o emboço de substrato) aderidas à base suportante da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo e flexível”.

Os principais componentes deste conjunto são: camada de regularização, camada de fixação, as peças cerâmicas as juntas e os rejuntos (BARROS e SABBATINI, 2001). Tem-se, ainda, a preparação da base, ou seja, o chapisco e a própria base que não fazem parte do sistema de camadas, mas é fundamental para o desempenho como um todo da fachada (MEDEIROS e SABBATINI, 1999). A Figura 2 ilustra os materiais e camadas constituintes do sistema de revestimento cerâmico de fachada.

Figura 2 - Materiais e camadas constituintes mostrando os principais componentes do revestimento cerâmico de fachada



Fonte: MEDEIROS e SABBATINI, 1999.

2.2.1 Argamassa adesiva

O assentamento das placas cerâmicas sobre o emboço é feito por meio da utilização de uma argamassa, cuja função é aderir o emboço à placa cerâmica, podendo ser industrializada (argamassa colante) ou fabricada na obra. As primeiras apresentam maior resistência de aderência e maior poder de retenção de água, razão pela qual são mais utilizadas que as demais. A resistência de aderência representa a capacidade de suportar esforços de tração e de cisalhamento, sem a ocorrência de descolamento de placas. Em geral a argamassa colante é composta de cimento e areia, com adição de outros componentes orgânicos formados por resinas vinílicas (para aumentar a resistência de aderência) ou celulósicas (para aumentar a capacidade de retenção de água) (SANTOS, 2012).

De acordo com NBR 14081 (ABNT, 2012) as argamassas colantes são de quatro tipos, se diferenciando pelas propriedades de tempo em aberto, resistência de aderência à tração aos 28 dias, ao deslizamento e densidade de massa aparente. As argamassas colantes são classificadas da seguinte forma:

- AC I: com características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, exceto daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras e estufas;

- AC II: com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo-higrométricos e a ação do vento;
- AC III: argamassa flexível com resistência superior ao ACI e II, indicado para uso em piso e paredes externas e,
- E: indicado para ambientes externos expostos a agentes agressivos.

A Tabela 3 resume os tipos de argamassa colantes existentes e suas aplicações.

Tabela 3 – Tipos de argamassas colantes e suas aplicações

Tipos de argamassas	Aplicações
ACI	Apenas em ambientes internos. Boa resistência tração e dilatação porém não pode ser utilizada em locais com grande variação de temperatura.
ACII	Ambientes internos e externos, expostos ao sol. Argamassa flexível
ACIII ou ACIIIE	Utilização em grandes áreas externas, pisos e paredes, dry-wall, sobreposição piso sobre piso, pedras naturais e piscinas aquecidas ou não. Utilizada em cerâmicas tipo grés e porcelanas.
ACIII – ancoragem química	Ambientes internos e externos. Indicada para peças especiais. Possui maior aderência e ultra-flexível.

Fonte: Autor, 2017.

A NBR 14081 (ABNT, 2012) também define os requisitos mínimos para as propriedades que as diferenciam, especificados na Tabela 4.

Tabela 4- Requisitos para argamassa colante

Propriedades	Métodos de ensaio	Unid.	Argamassa colante industrializada			
			I	II	III	E
Tempo em aberto	NBR 14083	Min	≥15	≥20	≥20	
Resistência de aderência aos 28 dias	NBR 14084	MPa	≥0,5	≥0,5	≥1,0	Argamassa do tipo I, II ou III com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado na norma.
-cura normal			≥0,5	≥0,5	≥1,0	
-cura submersa em água			-	≥0,5	≥1,0	
-cura em estufa		MPa	-	≥0,5	≥1,0	
Deslizamento	NBR 14085	min	≤0,7	≤0,7	≤0,7	

1) O ensaio de deslizamento não é necessário para argamassa utilizada em aplicações horizontais.

Fonte: NBR 14081, (ABNT, 2012)

Para Barros e Sabbatini (2001) exige-se da argamassa colante para uso em fachada, em condições ambientais de aplicação:

- tempo de vida (3 h), de abertura (15 min) e de ajustabilidade (10 min) compatíveis com as condições e trabalho;
- plasticidade e coesão tais que permitam o espalhamento e o ajuste dos componentes e evite o escorregamento dos mesmos da posição ajustada;
- retenção de água compatível com os componentes e com o substrato e,
- espessura tal que não introduza tensões significativas nas interfaces de aderência e que permita uma adequada superfície de contato com a superfície da placa cerâmica.

O tempo de vida, ou tempo de uso da argamassa colante, é o período de tempo recomendado para o seu usos, após a mistura com água. O tempo de abertura, também denominado tempo de assentamento, é o período disponível para o trabalho de aplicação dos componentes cerâmicos a partir do espalhamento da argamassa. É o período de tempo entre o espalhamento da argamassa colante e o momento que a mesma não apresenta mais capacidade de aderência suficiente, visível com o aparecimento de uma película esbranquiçada sobre os cordões da argamassa. O tempo de ajustabilidade é o período após o assentamento dos componentes, que o mesmo pode ter sua posição corrigida sem redução da capacidade de aderência.

2.2.2 Cerâmica

Segundo a NBR 13816 (ABNT, 1997), Placas Cerâmicas para Revestimento são materiais compostos de argila e outras matérias-primas inorgânicas, comumente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão (representada pela letra A), por prensagem (representada pela letra B), podendo também ser conformado por outros processos (letra C). As placas são então secadas e queimadas. Podem ser esmaltadas (GL= glazed) ou não esmaltadas (UGL = unglazed).

Após a queima a placa cerâmica adquire propriedades físicas, mecânicas e químicas tais como: dureza, rigidez, reduzida absorção de água, inércia química e reduzida expansão térmica linear. A dureza resulta de estruturas vitrificadas que se formam durante a queima, ou pela aplicação de esmaltes, com alto grau de

compacidade e coesão interna fatores que reduzem a absorção de água. A rigidez é a resistência da placa cerâmica à deformações, quando submetida a tensões térmicas e/ou mecânicas. Sujeita a tensões, a placa cerâmica pode quebrar sem deformação prévia, resultando na fragilidade característica dos materiais cerâmicos. A inércia química refere-se a reduzida interação química com outros materiais.

A proteção do substrato na qual é assentada, é a principal função da placa cerâmica, contribuindo para a não insalubridade dos ambientes, devido à impermeabilidade de esmalte ou da reduzida permeabilidade de placas não esmaltadas, como é o caso dos porcelanatos.

Utilizadas tanto em ambientes internos como externos, em revestimentos de pisos e paredes, as placas cerâmicas estão sujeitas as mais variadas condições de exposição. Assim, além das características estéticas, as placas cerâmicas devem apresentar propriedades que garantam desempenho adequado ao longo da vida útil. A NBR 13817 (ABNT, 1997), a fim de qualificar as placas cerâmicas e facilitar a especificação, propõe as seguintes classificações exibidas na Tabela 5.

Tabela 5- Classificação da placa cerâmica

Propriedade	Critérios
Esmaltadas e não esmaltadas	Esmaltadas (<i>glazed</i>) ou GL
	Não esmaltadas (<i>unglazed</i>) ou UGL
Métodos de fabricação	Placas cerâmicas extrudadas (A) (tipo precisão e tipo artesanal)
	Placas cerâmicas prensadas (B)
	Placas cerâmicas produzidas por outros processos (C)
Absorção de água (Abs) (%)	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$ (Grupo Ia)
	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$ (Grupo Ib)
	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$ (Grupo IIa)
	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$ (Grupo IIb)
	Abs acima de 10,0 (Grupo III)
Resistência ao desgaste por abrasão de superfícies esmaltadas	PEI 0 a PEI 5
Resistência ao manchamento	Classe 1: impossibilidade de remoção da mancha.
	Classe 2: mancha removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio e tricloroetileno.
	Classe 3: mancha removível com produto de limpeza forte.
	Classe 4: mancha removível com produto de limpeza fraco.
	Classe 5: máxima facilidade de remoção de mancha.
Resistência ao ataque de agentes químicos, segundo diferentes níveis de concentração ácidos e álcalis (alta ou baixa) e produtos domésticos.	Alta
	Media
	Baixa

Aspecto superficial ou análise visual	Produto de primeira qualidade quando 95% das peças examinadas, ou mais, não apresentarem defeitos visíveis na distância padrão de observação, conforme NBR 13818
---------------------------------------	--

Fonte: Adaptado NBR 13817(ABNT, 1997)

Segundo o INMETRO, a absorção de água tem influência direta sobre outras propriedades do produto. A resistência mecânica, por exemplo, é tanto maior, quanto mais baixa for a absorção.

As placas cerâmicas são classificadas, em função da absorção de água, da seguinte maneira de acordo com NBR 15463 (ABNT, 2013):

Tabela 6- Classificação da placa cerâmica em função da absorção de água

Grupo	Absorção (%)	Classificação
Bla	Abs ≤ 0,1 Abs ≤ 0,5	Porcelanato técnico Porcelanato esmaltado
Blb	0,5 < Abs ≤ 3,0	Grês
BIIa	3,0 < Abs ≤ 6,0	Semi-grês
BIIb	6,0 < Abs ≤ 10,0	Semi-poroso
BIII	Abs acima de 10,0	Poroso

Fonte: Adaptado NBR 15463 (ABNT, 2013)

A ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres), recomenda para aplicação em fachada, a utilização de placas com absorção de água inferior a 6%, ou seja, revestimentos cerâmicos classificados como Bla, Blb e BIIa, assim favorecendo também a maior resistência da peça. Por meio da absorção de água da cerâmica é que são analisados os tipos de argamassas colantes ideais para cada caso.

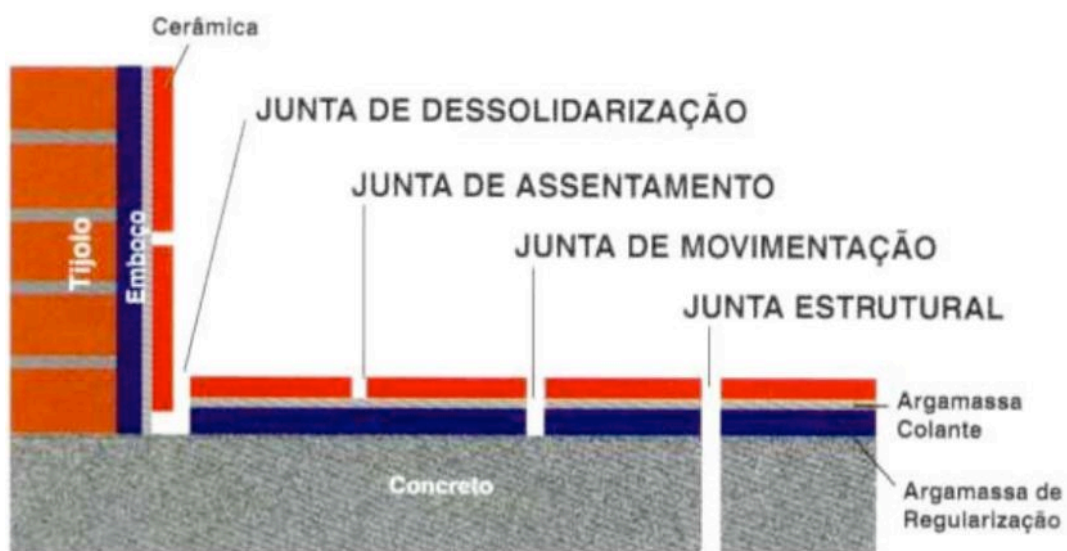
De acordo com Medeiros e Sabbatini (1999), a absorção total das placas cerâmicas deve ser baixa para limitar as movimentações higroscópicas que este tipo revestimento de uso externo está sujeito.

Os mesmos autores comentam que a norma brasileira NBR 13818 (ABNT, 1997) não estabelece um limite específico para a absorção total das placas cerâmicas destinadas às fachadas. A norma britânica BS 5385 (BSI, 1991 *apud* Medeiros e Sabbatini, 1999) na parte 2, especifica que para fachadas a absorção deve ser inferior a 3% (grupos Bla e Blb) para placas extrudadas e prensadas. Esta norma é a única entre as referenciadas que estabelece claramente um limite de absorção de água para as placas cerâmicas destinadas às fachadas.

2.2.3 Juntas

A NBR 13755 (ABNT, 1996) define junta como o espaço regular entre dois materiais, idênticos ou distintos, em um parede ou piso. Os tipos mais comuns de juntas são: estrutural, de assentamento, de movimentação e de dessolidarização. No sistema de revestimento cerâmico, deve-se dar especial atenção às juntas, dimensionando-as de acordo com as normas brasileiras vigentes do setor e com as especificações dos fabricantes de placas cerâmicas para revestimentos, pois a função das juntas é absorver as tensões do sistema, garantindo a estabilidade. A Figura 3 ilustra os diferentes tipos de juntas do sistema.

Figura 3 - Tipos de juntas



Fonte: ABCP, 2002.

Para Barros e Sabbatini (2001):

Tendo em vista o caráter modular do revestimento com componentes cerâmicos, sempre existirão juntas entre as peças. Além destas, em função das características da base, pode ser necessário à realização de juntas de trabalho ou de movimentação, projetada para as tensões induzidas pelas deformações da base e/ou do revestimento, e as juntas de dilatação ou estruturais, que acompanham as juntas estruturais do edifício.

A NBR 14992 (ABNT, 2003) admite a junta de assentamento como o espaço livre entre as placas cerâmicas. As juntas de assentamento entre placas cerâmicas de revestimento devem exercer várias funções descritas a seguir, conforme Junginger e Medeiros (2001):

- facilitar o assentamento das placas e o ajuste na posição correta;

- reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento, de modo a permitir a absorção de deformações sem que sejam geradas tensões prejudiciais.
- disfarçar a variação dimensional intrínseca das placas cerâmicas, permitindo o alinhamento perfeito que não seria possível com junta seca;
- permitir combinações estéticas que valorizem o conjunto do revestimento;
- evitar a entrada de água e elementos potencialmente prejudiciais por trás do revestimento, o que diminuiria a vida útil;
- facilitar a remoção e troca de placas que porventura necessitem de reparo.

De acordo com Junginger (2003), por muito tempo, o cimento Portland puro, cimento branco com alvaiade e nata de cimento Portland foram utilizados como rejunte para preencher as juntas de assentamento. Com o desenvolvimento da tecnologia e o surgimento de aditivos específicos, houve sensível mudança em algumas propriedades importantes dos rejuntas, tais como: estabilidade de cor, resistência de manchas e fungos, baixa retração, baixa absorção de água, alta resistência de aderência, um certo grau de flexibilidade, capacidade de aplicação em juntas estreitas e largas, superfícies lisa e de fácil limpeza, dureza apropriada, resistência a abrasão, etc. A argamassa de rejunte conforme a NBR 14992 (ABNT, 2003) constitui de uma mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, para aplicação nas juntas de assentamento de placas cerâmicas e classifica a argamassa de acordo com local de aplicação, conforme a Tabela 7.

Tabela 7- Classificação local de uso da argamassa de rejuntamento

Classificação da argamassa	Aplicação
Tipo I	Ambientes internos e externos desde que observadas as seguintes condições: trânsito de pedestre não intenso, placas cerâmicas com absorção de água de 3% e ambientes externos – máximo de 20 m ² para piso e 18m ² para paredes.
Tipo II	Todas as condições do tipo I; placas cerâmicas com absorção de água inferior a 3%; ambientes com presença de água estancada.

Fonte: NBR 14992, 2003

Conforme a NBR 14992 (ABNT, 2003) a argamassa de rejuntamento é caracterizada segundo a Tabela 8.

Tabela 8- Propriedades da argamassa de rejunte

Propriedade	Tipo I	Tipo II
Retenção de água (mm)	≤ 75	≤ 65

Varição dimensional (mm/m)	$\leq 2 $	$\leq 2 $
Resistência à compressão (MPa)	≥ 8	≥ 10
Resistência à tração na flexão (MPa)	≥ 2	≥ 3
Absorção de água por capilaridade (g/cm ²)	$\leq 0,60$	$\leq 0,30$
Permeabilidade (cm ³)	≤ 2	≤ 1

Fonte: NBR 14992, 2003

O desempenho dos revestimentos cerâmicos quando submetidos a gradientes de temperatura é influenciado pelo tipo de argamassa de rejuntamento adotado e pelas dimensões das juntas segundo estudos de Paes e Carasek (2002).

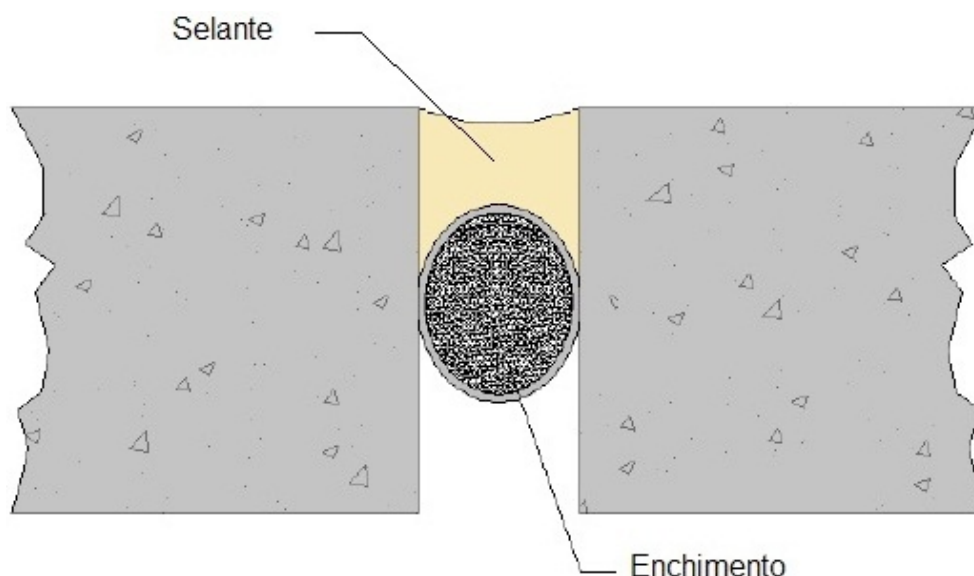
A junta de movimentação e de dessolidarização, é definida segundo a NBR 13755 (ABNT, 1996), como espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento. Esta mesma norma, também caracteriza as juntas estruturais como espaço regular com função de absorver esforços provenientes da estrutura. Estas juntas têm origem na elaboração do projeto estrutural.

Ribeiro e Barros (2007) exprimem de forma sintética as principais funções das juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos nas fachadas de edifícios:

- dissipar tensões geradas por movimentações da base suporte, sobretudo do comportamento resultante da interação estrutura-vedação;
- dissipar tensões geradas por deformações intrínsecas nos revestimentos, permitindo a dissipação de tensões pela subdivisão de extensas áreas de revestimentos em pequenas áreas, para minimizar as tensões induzidas pela variação térmica ou higroscópica;
- união ou separação de revestimentos e componentes do edifício que têm diferentes coeficientes de expansão térmica;
- permitir mudanças de planos dos revestimentos e,
- impedir que a superfície revestida sofra com as discontinuidades do substrato, tais como as juntas estruturais.

Para enchimento destas juntas é utilizado materiais deformáveis, como borrachas e espumas de poliuretano, e vedados com materiais selantes à base de elastômero, como poliuretano, polissulfeto e silicone.

Figura 4 - Enchimento e selante de juntas



Fonte: Adaptado ANTUNES, 2010.

A NBR 13755 (ABNT, 1996) recomenda a execução de juntas horizontais de movimentação com espaçamento inferior a 3 m ou a cada pé-direito, e de juntas verticais no máximo a cada 6 m. A Tabela 9 resume as especificações de juntas de movimentação e de dessolidarização dos elementos estruturais com suas respectivas normas.

Tabela 9- Especificações de juntas de movimentação e de dessolidarização.

	Parede interna	Parede externa	Piso interno	Piso externo
Norma	NBR 13754	NBR 13755	NBR 13753	NBR 13753
Cura(dias)	7	14	7	7
Juntas movimentação	A cada 32m ² ou a cada 8 m	A cada 3 m (horiz.) e a cada 6 m (vert.)	A cada 32m ² ou a cada 8 m	A cada 20 m ou a cada 4 m
Juntas dessolidarização	Encontro piso/forro ou mudança de material	Mudança de direção ou de material	Perímetro das áreas ou mudança de direção ou material	

Fonte: Autor, 2017

2.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADAS

Manifestações patológicas são, segundo Campante e Sabatini (2001), situações nas quais, o sistema de revestimento, deixa de apresentar o desempenho previsto em projeto, em determinado momento da vida útil. Uma manifestação

patológica acontece com a queda de desempenho precocemente, diante de erros no planejamento, na especificação, na execução e/ou mesmo em uso, que podem ou não ser acumulativos.

Segundo Antunes (2010) as patologias dos revestimentos cerâmicos de fachadas apresentam-se de diversas formas, todas elas resultando na impossibilidade de cumprimento das finalidades para as quais foram projetadas, notadamente nos aspectos estéticos, de proteção e de isolamento. As manifestações patológicas nestes revestimentos não são atribuídas a uma única causa, normalmente é a soma de vários fatores, e pode ser sucedida por uma soma de efeitos até que se manifeste um dano maior, por exemplo:

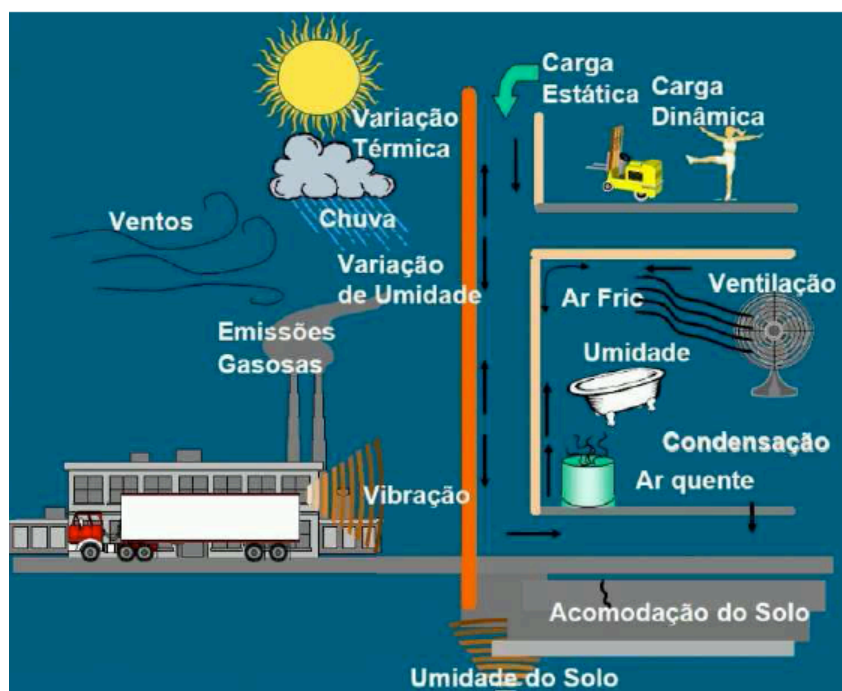
- deformações estruturais;
- deformações térmicas;
- deformações higroscópicas (absorção de água);
- falhas decorrentes do processo executivo;
- falhas na especificação e,
- falhas dos materiais.

Campante e Sabbatini (2001) afirmam que a maioria das ocorrências de manifestações patológicas em revestimento cerâmico pode ser atribuída à negligência com relação às interfaces entre os diversos componentes. Essa negligência está relacionada às deficiências no conhecimento técnico de toda a cadeia produtiva, destacando:

- a) assentadores despreparados e sem treinamento;
- b) fabricantes de materiais não preocupados com garantia, assistência técnica e informações de uso dos produtos;
- c) projetistas desconhecedores das responsabilidades e,
- d) incorporadores não atentos ao real valor atribuído à relação entre custos de recuperação da manifestação patológica e o valor do bem a ser recuperado.

De acordo com Franco (2008) o nível de exigências para aplicação das placas cerâmicas é maior quando aplicadas em fachadas, pois estão sujeitas a condições mais severas (vento, chuva, calor, sujeira). Uma série de fatores contribuem para a deterioração e, conseqüentemente, o aparecimento de manifestações patológicas.

Figura 5 - Condições de exposição da fachada



Fonte: ABCP, 2002.

Para Laund (2007) as mais frequentes manifestações patológicas do revestimento cerâmico em fachadas de edifícios e, as respectivas causas, podem ser resumidas como na Tabela 10.

Tabela 10- Principais manifestações patológicas

Manifestação	Causa
Manchamento	problemas na produção do revestimento;
	falta de impermeabilização da base;
	acúmulo de poluentes atmosféricos, favorecido por rugosidade e porosidade excessiva do revestimento;
	migração de constituintes do selante para os poros ou para a parte superficial do revestimento;
	absorção de radiação visível e ultravioleta (manchamento do selante);
Eflorescência	degradação e erosão dos polímeros presentes no selante.
	percolação de água pelo sistema de revestimento;
	utilização de argamassa com cimento de alto teor de álcalis;
Trincas, gretamento e fissura	utilização de placas cerâmicas de má qualidade;
	limpeza do revestimento com uso de ácido.
	má compatibilização do coeficiente térmico;
	elevada expansão por umidade;
Descolamento	deformações estruturais excessivas;
	ausência de detalhes construtivos;
	retração da argamassa de fixação.
	instabilidade do suporte, devido à acomodação do edifício, fluência da estrutura, variações higrotérmicas e de temperatura;

retração da argamassa de emboço por utilização de argamassas com excesso de finos;

ausência ou execução incorreta das juntas de dilatação;

ausência de detalhes construtivos;

preparação incorreta do substrato para a execução do chapisco, do emboço e da argamassa colante;

não observação ao tempo em aberto da argamassa colante;

retração e compressão excessiva da argamassa de assentamento, devido a excesso de espessura da mesma;

utilização de produtos cerâmicos mal queimados;

absorção de água pelo revestimento cerâmico;

produção de peças cerâmicas com utilização de argilas de baixa qualidade;

diferença entre os coeficientes de dilatação do revestimento e de suas camadas de suporte;

grande diferencial de temperatura entre as faces externa e interna do edifício;

condições ambientais de temperatura.

Fonte: Adaptado LAUAND et al., 2007

Pode-se observar que as principais causas das patologias em revestimentos cerâmicos de fachadas estão relacionadas a falhas na etapa de projetos pela ausência de detalhes construtivos ou pelo uso de materiais inadequados, muitas vezes ocasionado pela falta de especificação e na etapa de execução pela utilização inadequada dos materiais e falta de atendimento aos procedimentos de execução.

Na sequência serão abordadas apenas as manifestações de descolamento por ser base desta monografia.

2.3.1 Descolamento de placas cerâmicas

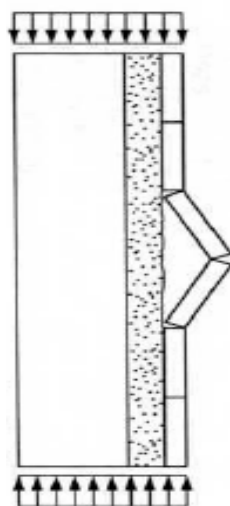
A perda de aderência é um processo causado por falhas ou ruptura na interface entre as camadas do revestimento cerâmico, ou entre a base e o substrato (estrutura, alvenaria, etc.). Essa perda de aderência ocorre quando as tensões que surgem ultrapassam a capacidade de aderência das ligações (BARROS e SABBATINI, 2001).

O descolamento de placas cerâmicas é o tipo de manifestação patológica mais frequente neste revestimento. Esta falha pode ser decorrente de inúmeros fatores como por exemplo a falta de aderência entre as camadas dos mais diversos materiais, a expansão por umidade (E.P.U) das peças cerâmicas, a retração excessiva das argamassas ocasionado fissuras que provocarão uma futura perda de aderência das camadas que compõem os sistemas de revestimento, o surgimento

de tensões decorrentes de efeitos térmicos que podem romper o sistema de revestimento por fadiga, dentre outros (FIORITO apud SARAVAIVA, 1998).

Entre os sinais que podem indicar um possível descolamento está a ocorrência de um som cavo nas placas cerâmicas quando percutidas e o estufamento da camada de acabamento. (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

Figura 6 – Estufamento e descolamento de placas cerâmicas



Fonte: Adaptado FIORITO, 1994.

Conforme Granato (2002), para o alívio destas tensões, somadas a outras tensões impostas ao revestimento e a todos os demais componentes e materiais presentes no sistema, como variações térmicas, variação de umidade, deformações lentas, variação de cargas e esforços, deformações pela ação do vento, aliadas às características próprias dos materiais, obrigatoriamente exige a criação de juntas de alívio de tensões, que em muitas ocasiões são negligenciadas pelos construtores.

O autor relaciona as tensões que causam deformações no revestimento, de acordo com as seguintes origens:

- retração da argamassa que liga os elementos das alvenarias;
- retração excessiva da argamassa de assentamento do revestimento, de traço rico;
- elevada relação água/cimento e em alguns casos excessivamente espessa;
- deformação lenta do concreto da estrutura;
- deformação dos pilares e vigas sobre os revestimentos verticais;
- recalque de fundações;

- deformações originárias de variação de umidade do ar atuando nas argamassas já endurecidas;
- deformações originárias por infiltração de água pelas fachadas;
- dilatação higroscópica dos revestimentos de granito e cerâmica;
- dilatação térmica por variação da temperatura e,
- dilatação térmica por insolação.

Granato (2002) comenta que a combinação destas ações certamente acarreta a formação de tensões no revestimento e nos substratos, acabando por romper estas ligações, pela fadiga ou magnitude das tensões. Para Antunes (2010) as prováveis causas de descolamento são:

- não preenchimento adequado com argamassa do tardo da cerâmica;
- assentamento sem técnica de dupla colagem;
- falta de esmagamento dos cordões de argamassa e de percussão nas placas;
- utilização da argamassa colante com prazo de validade vencido;
- fixação dos componentes cerâmicos após o vencimento do tempo em aberto da argamassa colante;
- ocorrência de fadiga nas ligações entre argamassa colante e as placas cerâmicas devido ao choque térmico;
- instabilidade do suporte;
- dilatação higroscópica dos revestimentos cerâmicos
- imperícia ou negligência da mão de obra e,
- falha dos materiais.

A especificação da cerâmica em fachadas envolve desde a escolha correta dos materiais, a forma de execução a seqüência de execução, o tempo de pega do material, assim como a execução de um projeto adequado. Por tratar-se de uma camada de acabamento, o conjunto rejunte e placa pode não resistir aos elevados esforços da base, que podem ser de magnitude muito superiores ao que ela é capaz de suportar. Antes de especificar a cerâmica na fachada, portanto, é imprescindível que sejam devidamente consideradas as deformações globais do edifício como o encurtamento devido à fluência e à retração da estrutura de concreto e os deslocamentos de cada elemento em particular. Situações de balanços de lajes e vigas, grandes vãos, vigas submetidas à torção e fortes efeitos de dilatação térmica

nas coberturas merecem atenção especial para o posicionamento de reforços e juntas e a correta especificação dos materiais de fixação (CHICHINELLI, 2006).

A mesma autora ressalta que cada cerâmica exige uma técnica de execução e uma argamassa colante flexível - embora a flexibilidade não seja contemplada na norma nacional - adequadas. Em geral, o ideal é a especificação de uma argamassa colante flexível, capaz de dissipar as deformações diferenciais que poderão ocorrer entre a camada de acabamento e a base.

Medeiros e Sabbatini (1999) ressaltam que entre os problemas em revestimentos de fachada, o descolamento é dos mais críticos, dados os riscos de acidente em virtude da queda de placas ou partes das camadas. Os autores observam ainda que a ocorrência destes descolamentos seja mais intensa nos primeiros e últimos andares, regiões de deslocamento estrutural mais intenso (como os balanços) e nas fachadas mais solicitadas por insolação.

Desta forma sugere-se que planos de inspeção e manutenções periódicas sejam executadas nos edifícios, ao longo de sua vida útil, como a verificação dos elementos das fachadas e suas substituições, se necessário.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é um estudo de caso no qual, após a coleta de dados, foi realizado uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes, no sistema de produção ou produto (PEROVANO, 2014).

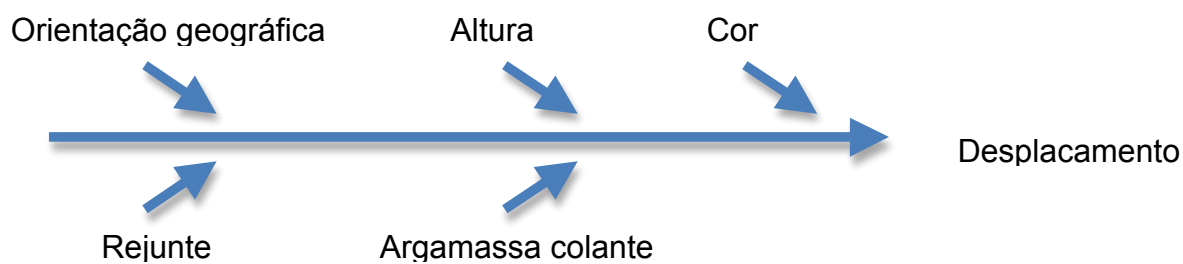
Este trabalho se baseará em um estudo de caso envolvendo 45 edifícios, na cidade de Curitiba, estado do Paraná. Trata-se da análise dos arquivos dos últimos 5 anos de manutenção de fachadas na cidade de Curitiba, realizados por uma empresa especializada.

3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS EDIFÍCIOS PARA ANÁLISE

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa nos arquivos da empresa de todos os edifícios revestidos com cerâmica nas fachadas em que foram realizadas vistorias desde o ano de 2012 até 2016.

Feito isto, foram analisados os relatos das vistorias nos edifícios avaliados e os mapeamentos quantitativos de revestimentos cerâmicos estufados e faltantes. A análise do percentual da área deslocada em relação a área total da fachada com maior incidência de quedas de placas, foram relacionadas a alguns fatores tais como: orientação geográfica da fachada incluindo as áreas de deslocamento, a posição em relação a altura do prédio da área de deslocamento, a presença ou não de juntas de dilatação, o efeito da cor (absortância a radiação solar), a presença ou não de rejunte na região de deslocamento e presença ou não de argamassa na região deslocada, conforme apresentado na Figura 7.

Figura 7 – Fatores relacionados ao deslocamento



Fonte: Autor, 2017.

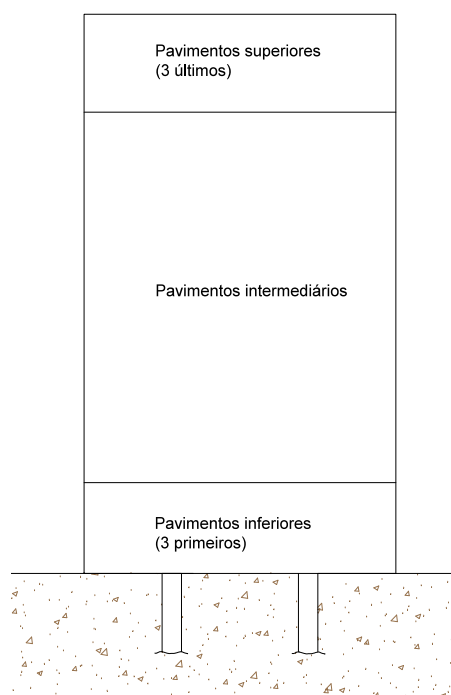
3.2 DIVISÃO DOS EDIFÍCIOS E RESPECTIVAS FACHADAS

Os edifícios foram divididos em fachadas norte, sul, leste e oeste, de acordo com a posição geográfica, com suas respectivas áreas.

Concluída esta divisão, as fachadas foram separadas em 3 regiões:

- pavimentos superiores: definido como o último pavimento (para edifícios até 5 andares), os 2 últimos pavimentos (para edifícios de 5 a 10 andares) e os 3 últimos pavimentos (para edifícios com mais de 10 andares);
- pavimentos inferiores: definido como o primeiro pavimento (em edifícios com até 5 andares), 2 primeiros pavimentos (em edifícios de 5 a 10 andares) e os 3 primeiros pavimentos (em edifícios com mais de 10 andares);
- pavimentos intermediários: o restante dos pavimentos. O esquema da localização dos pavimentos, pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Definição das posições relativas das áreas de descolamento em relação a altura dos edifícios



Fonte: Autor, 2017.

Nestas regiões serão quantificadas as áreas dos estufamentos e ausência das placas de revestimento .

A classificação da cor do revestimento será feita de acordo com os coeficientes de absorção de radiação solar, pois posteriormente esta separação será utilizada para verificar a relação da cor com a incidência de deslocamento. Caso a cor não conste na lista, será marcada a opção com a tonalidade mais próxima. Caso o edifício seja revestido de placas com duas cores ou mais, serão marcadas as duas, ou mais, opções e na coluna específica será utilizado o número referente à cor que ocorreu o deslocamento.

A Tabela 11 mostra alguns valores de coeficiente de absorção.

Tabela 11- Valores do coeficiente de absorção à radiação solar (α_s)

Grupo	Cor da superfície	Valor α_s
1	Branco	0,2 a 0,3
2	Amarelo, laranja, vermelho claro	0,3 a 0,5
3	Vermelho escuro, verde-claro, azul claro, cinza claro	0,5 a 0,7
4	Marrom, verde escuro, azul escuro, cinza escuro	0,7 a 0,9
5	Marrom escuro, preto	0,9 a 1,0

Fonte: Adaptado FREITAS et al,2003 *apud* SÁ, 2005.

Nas fachadas será avaliada a presença ou não de argamassa de assentamento nos locais com ausência de revestimentos, sendo representada pela letra S, se sim e, N, se não e, presença ou não de juntas de dilatação nas fachadas analisadas, também representadas pelas letras S, se existente, e N, caso não. Nas regiões próximas aos deslocamentos ou estufamentos será avaliada a presença de falhas no rejunte, que também será representada pelas mesmas letras citadas anteriormente, S ou N. A ficha de inspeção visual apresentada na Tabela 12 será utilizada para classificação das edificações.

Tabela 12 - Ficha de inspeção visual

FICHA DE INSPEÇÃO VISUAL							n°:			
N° pavimentos:										
Área total fachada:										
LOCALIZAÇÃO		DESCOLAMENTO		COR	JUNTAS		REJUNTE		ARGAMASSA ASSENTAMENTO	
Fachada	Região	Quantidade (m ²)	%		S	N	S	N	S	N
Norte	Pavimentos superiores	Orientação, ex N (m ²)								
	Pavimentos intermediários									
	Pavimentos inferiores									
Sul	Pavimentos superiores									
	Pavimentos intermediários									
	Pavimentos inferiores									
Leste	Pavimentos superiores									
	Pavimentos intermediários									
	Pavimentos inferiores									
Oeste	Pavimentos superiores									
	Pavimentos intermediários									
	Pavimentos inferiores									

Fonte: Autor, 2017.

3.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A avaliação do efeito dos fatores que influenciam no deslocamento será realizado, analisando as áreas deslocadas em função destes fatores citados no item 3.1. Desta forma, será possível identificar a incidência de deslocamentos ou

estufamentos em função dos fatores e, correlacionar os fatores com patologias que originam estas manifestações, tais como: projetos incompletos quanto a previsão de juntas e especificação de materiais adequados, deficiência de qualificação da mão de obra ou de fiscalização quanto a execução correta do revestimento, de execução de juntas ou, o uso de materiais inadequados.

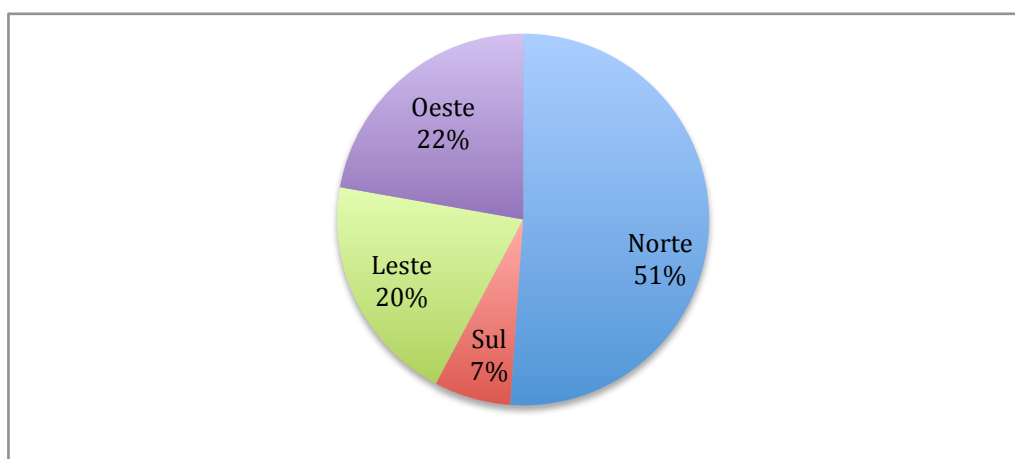
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A primeira etapa da pesquisa consistiu no preenchimento das fichas de inspeção visual para cada um dos 45 edifícios avaliados.

4.1 EFEITO DA ORIENTAÇÃO GEOGRÁFICA

Feito isto a primeira análise consistiu em quantificar a incidência de descolamento de revestimento por orientação geográfica das fachadas norte, sul, leste e oeste, sendo os resultados na Figura 9. Diversos estudos indicam que a face dos apartamentos no hemisfério sul e, em específico na cidade de Curitiba, voltadas para o norte, possuem maior incidência do sol, uma vez que o nascente ocorre a leste, permanece mais a norte durante o meio do dia e o poente ocorre a oeste. Desta forma estas faces possuem uma maior variação térmica.

Figura 9 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por orientação geográfica da fachada



Fonte: Autor, 2017.

Mais da metade dos descolamentos de revestimentos, 51%, localizam-se na fachada norte, seguido da fachada oeste com 22%, leste com 20% e fachada sul com 7%.

4.2 EFEITO ALTURA

A segunda etapa da análise se baseou na avaliação do efeito da altura no descolamento dos revestimentos. Nesta etapa foram avaliadas, nas fachadas com maior porcentagem de deslocamentos, a porcentagem da soma dos deslocamentos das fachadas superiores e inferiores e comparadas com a porcentagem de deslocamentos nas fachadas intermediárias, de acordo com a Tabela 13.

Tabela 13 - Porcentagem de deslocamento por pavimentos

EDIFÍCIOS	PAVIMENTOS	
	Superiores e inferiores	Intermediários
1	N(10,4%)	N(9,9%)
2	N(1,0%)	N(0,8%)
3	N(0,93%)	N(0,5%)
4	N(1,2%)	N(0%)
5	O(1,3%)	O(0,7%)
6	L(1,4%)	L(0,2%)
7	O(0,2%)	O(0,6%)
8	N(0%)	N(1,0%)
9	S(0,5%)	S(1,0%)
10	N(0,27%)	N(1,2%)
11	N(1,6%)	N(0%)
12	O(0,4%)	O(0,6%)
13	N(1,6%)	N(5,4%)
14	L(4,5%)	L(22,9%)
15	N(30,3%)	N(28,6%)
16	L(22,6%)	L(22,8%)
17	L(0,36%)	L(2,5%)
18	N(3,5%)	L(1,9%)
19	L(0,93%)	L(1,2%)
20	N(0,2%)	N(3,1%)
21	N(1,9%)	N(0,6%)
22	S(0,2%)	S(1,0%)
23	O(1,3%)	O(3,5%)
24	N(1,7%)	N(0,8%)
25	N(4,6%)	N(3,4%)
26	S(3,9%)	S(1,0%)
27	N(0,22%)	N(0,3%)
28	L(0,7%)	L(1,0%)
29	O(0,9%)	O(1,8%)
30	N(0,2%)	N(0,4%)

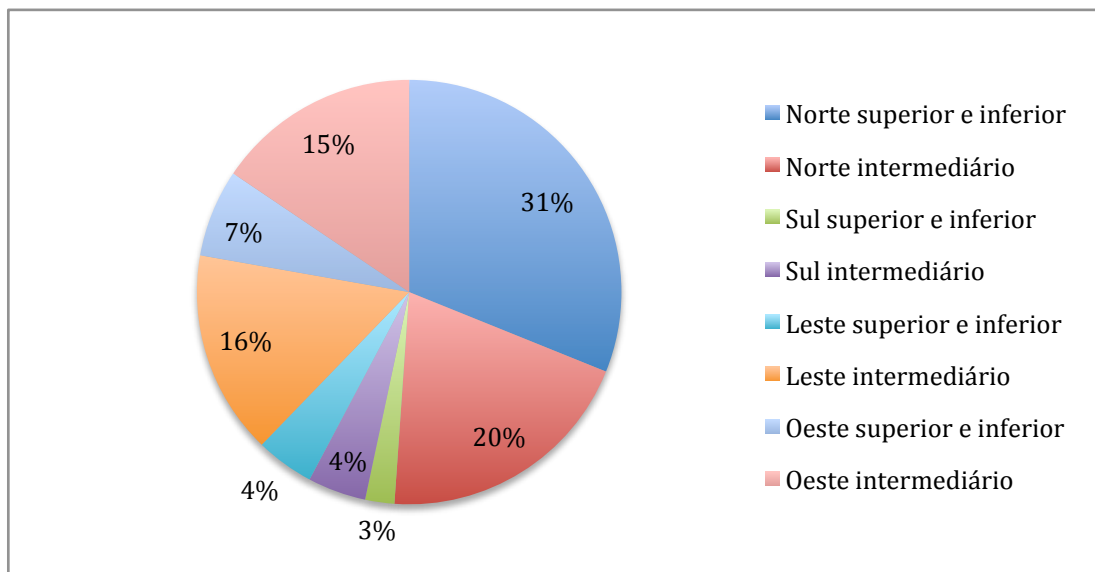
Continuação página 37

31	O(5,1%)	O(3,6%)
32	N(1,3%)	N(0%)
33	L(1,2%)	L(1,1%)
34	N(0,4%)	N(0,3%)
35	L(0,02%)	L(0,5%)
36	N(0,2%)	N(1,5%)
37	O(0,8%)	O(1,0%)
38	O(0,7%)	O(0,4%)
39	O(1,9%)	O(5,0%)
40	N(2,5%)	N(3,1%)
41	N(0,6%)	N(0,5%)
42	L(0,04%)	L(0,8%)
43	N(2,1%)	N(8,1%)
44	O(0,07%)	O(1,7%)
45	N(18,2%)	N(17,7%)

Fonte: Autor, 2017.

Após esta análise, chegou-se as seguintes porcentagens com relação aos descolamentos em função da altura que se localizam nas fachadas, representadas pela Figura 10.

Figura 10 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por altura



Fonte: Autor, 2017.

Desta forma conclui-se que 56% dos descolamentos se concentram nos pavimentos intermediários e 44% em pavimentos superiores e inferiores em fachadas com maior concentração de descolamentos.

Somente na orientação norte a predominância dos descolamentos ocorrem em pavimentos superiores e inferiores. Nas demais orientações as maiores ocorrências de deslocamento localizam-se nos pavimentos intermediários.

4.3 EFEITO COR

Realizada a análise com relação a altura, a próxima etapa foi a verificação das cores dos revestimentos nas fachadas com maior ocorrência de deslocamentos e estufamentos. A Tabela 14, representa a divisão das cores em claras e escuras, sendo as claras cores dos grupos 1 e 2 e escuras dos grupos 3, 4 e 5, de acordo com o coeficiente de absorvância à radiação solar.

Tabela 14 - Porcentagem de descolamento por cores

EDIFÍCIOS	CORES	
	Claras	Escuras
1	-	N(20,3%)
2	N(1,8%)	-
3		N(1,43%)
4	N(1,2%)	-
5	-	O(2,0%)
6	L(1,6%)	-
7	O(0,8%)	-
8	N(1,0%)	-
9		S(1,5%)
10		N(1,47%)
11	N(1,6%)	-
12	O(1,0%)	-
13	-	N(7,0%)
14	-	L(27,4%)
15	-	N(28,6%)
16	-	L(45,4%)
17	L(2,86%)	-
18	-	N(5,4%)
19	-	L(2,13%)
20	-	N(3,3%)
21	-	N(2,5%)
22	S(1,2%)	-
23	O(4,8%)	-
24	N(2,5%)	-
25	N(8,0%)	-
26	-	S(4,9%)
27	-	N(0,52%)
28	-	L(1,7%)
29	-	O(2,7%)
30	N(0,6%)	-
31	-	O(8,7%)
32	N(1,3%)	-
33	-	L(2,3%)
34	N(0,7%)	-
35	-	L(0,52%)
36	-	N(1,7%)
37	O(1,8%)	-
38	-	O(1,2%)
39	O(6,9%)	-

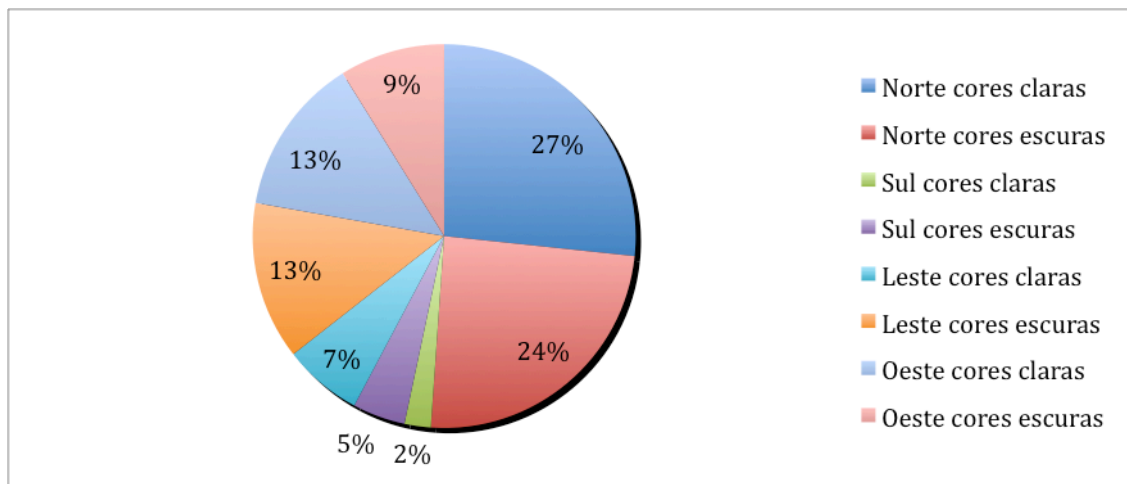
Continuação página 39

40	-	N(5,6%)
41	N(1,1%)	-
42	L(0,84%)	-
43	N(10,2%)	-
44	O(1,77%)	-
45	-	N(35,9%)

Fonte: Autor, 2017.

A Figura 11 ilustra os dados da tabela acima:

Figura 11 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por cores e orientação



Fonte: Autor, 2017.

As fachadas com maior porcentagem de deslocamentos possuem em na maioria, 54%, cores escuras sendo o restante, 46%, cores claras. A predominância das áreas de queda estão relacionadas as cores escura, com exceção da oeste. As Figuras 12 e 13, representam deslocamento e estufamentos de revestimentos de cores escuras e as Figuras 14 e 15 deslocamento e estufamento de cores claras, respectivamente.

Figura 12 - Deslocamento de revestimento cor escura



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A Figura 12 ilustra o deslocamento de revestimento de cor escura em fachada voltada para o Norte na região da sacada do edifício, nos pavimentos superiores. Nota-se neste caso que a argamassa colante não permaneceu na região deslocada.

Figura 13 - Estufamento de revestimento cor escura



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A Figura 13 ilustra o estufamento de revestimento de cor escura em fachada voltada para o Norte nos pavimentos superiores do edifício. Pode-se observar a ausência de juntas de movimentação nesta área.

Figura 14 - Desplacamento de revestimento cor clara



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A Figura 14 mostra o deslocamento de revestimento de cor clara, também em pavimentos superiores, em fachada voltada para o Oeste. Nesta região a argamassa colante não permaneceu na região deslocada.

Figura 15 - Estufamento de revestimento cor clara



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

A Figura 15 mostra o estufamento de revestimento de cor clara, em região próxima ao vão da esquadria, em fachada voltada para o Leste, onde não há presença de juntas de movimentação.

As cores analisadas como um fator isolado não têm grande influência nos índices de deslocamentos de revestimentos, assim como sua correlação com a posição geográfica. A correlação com demais fatores como a presença ou não de juntas de movimentação e falhas de rejuntas também foram avaliadas.

4.4 EFEITO DAS JUNTAS

A etapa seguinte foi a avaliação da presença ou não de juntas de movimentação nas fachadas com maior índice de deslocamentos, sendo observado também as cores dos revestimentos de cada uma delas. Esta análise está representada na Tabela 15.

Tabela 15 - Porcentagem de descolamento por cores com presença ou não de juntas

EDIFÍCIOS	JUNTAS			
	Sim		Não	
	Claros	Escuros	Claros	Escuros
1	-	-	-	N(20,3%)
2	-	-	N(1,8%)	-
3	-	-	-	N(1,43%)
4	N(1,2%)	-	-	-
5	-	-	-	O(2,0%)
6	L(1,6%)	-	-	-
7	O(0,8%)	-	-	-
8	-	-	N(1,0%)	-
9	-	S(1,5%)	-	-
10	-	-	-	N(1,47%)
11	-	-	N(1,6%)	-
12	-	-	O(1,0%)	-
13	-	-	-	N(7,0%)
14	-	-	L(27,4%)	-
15	-	-	-	N(28,6%)
16	-	-	-	L(45,4%)
17	L(2,86%)	-	-	-
18	-	-	-	N(5,4%)
19	-	-	-	L(2,13%)
20	-	-	-	N(3,3%)
21	-	-	-	N(2,5%)
22	S(1,2%)	-	-	-
23	-	-	O(4,8%)	-
24	-	-	N(2,5%)	-
25	-	-	N(8,0%)	-

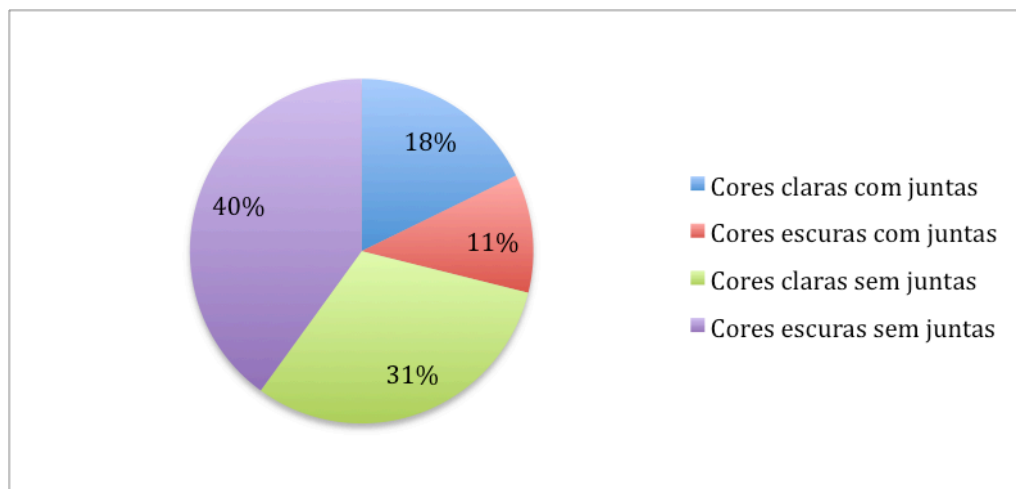
Continuação página 43

26	-	-	-	S(4,9%)
27	-	N(0,52%)	-	-
28	-	L(1,7%)	-	-
29	-	-	-	O(2,7%)
30	-	-	N(0,6%)	-
31	-	-	-	O(8,7%)
32	N(1,3%)	-	-	-
33	-	-	-	L(2,3%)
34	-	-	N(0,7%)	-
35	-	L(0,52%)	-	-
36	-	-	-	N(1,7%)
37	-	-	O(1,8%)	-
38	-	O(1,2%)	-	-
39	O(6,9%)	-	-	-
40	-	-	-	N(5,6%)
41	N(1,1%)	-	-	-
42	-	-	L(0,84%)	-
43	-	-	N(10,2%)	-
44	-	-	O(1,77%)	-
45	-	-	-	N(35,9%)

Fonte: Autor, 2017.

Após a análise da Tabela 15 pode-se observar a predominância de deslocamentos/estufamentos associado a ausência de juntas. Em locais que existem juntas, o percentual de área deslocadas é mínimo comparado às fachadas com juntas. Quando há presença de juntas, há uma predominância da cor clara no deslocamento. Na Figura 16 são exibidas informações com relação as cores dos revestimentos e a presença de juntas de movimentação.

Figura 16 - Porcentagem de ocorrência de descolamento por cores com presença ou não de juntas

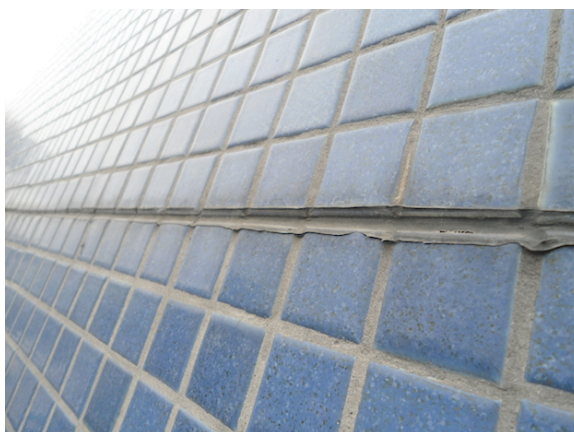


Fonte: Autor, 2017.

As fachadas com revestimentos escuros sem presença de juntas de dilatação representam 40% do total das fachadas com maior porcentagem de descolamentos. Fachadas com cores claras e sem juntas, 31%, cores claras com juntas 18% e cores escuras sem juntas de movimentação 11%. As fachadas com orientação para o Norte concentram os deslocamentos tanto em cores claras como em cores escuras sem a presença de juntas de movimentação. A junta de movimentação tem como finalidade absorver os esforços produzidos por variações térmicas, ou seja, em função das cores escuras absorverem maior a radiação solar, estes revestimentos sofrem uma maior variação térmica, desta forma a ausência das juntas colabora para o deslocamento, visto que as tensões são aliviadas no próprio revestimento.

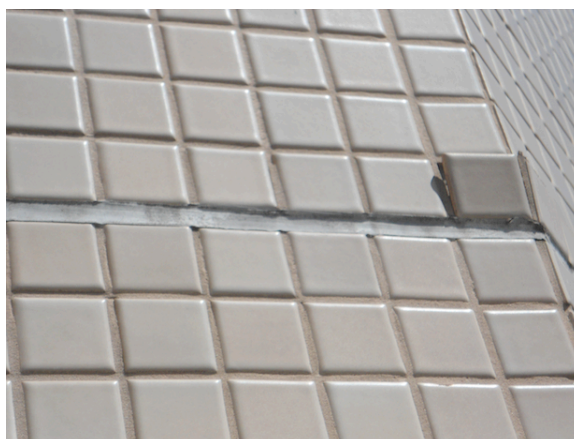
A Figura 17 representa um edifício com fachada revestida com cerâmica escura e a Figura 18 com cerâmica clara, ambos com juntas de movimentação.

Figura 17 - Junta de movimentação em fachada de revestimento cor escura



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Figura 18 - Junta de movimentação em fachada de revestimento cor clara



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

4.5 EFEITO REJUNTE

A etapa seguinte foi analisar a presença de ausência localizada de rejunte nas fachadas ocasionada pelo destacamento do mesmo. A Tabela 16 exhibe a presença ou não de falhas de rejuntas nas fachadas com maior índice de deslocamentos próximas as regiões já deslocadas.

Tabela 16 - Porcentagem de descolamento por cores com presença ou não de falhas de rejunte

EDIFÍCIOS	FALHA DE REJUNTE			
	Sim		Não	
	Claros	Escuros	Claros	Escuros
1	-	N(20,3%)	-	-
2	N(1,8%)	-	-	-
3	-	-	-	N(1,43%)
4	-	-	N(1,2%)	-
5	-	O(2,0%)	-	-
6	L(1,6%)	-	-	-
7	O(0,8%)	-	-	-
8	N(1,0%)	-	-	-
9	-	S(1,5%)	-	-
10	-	-	-	N(1,47%)
11	N(1,6%)	-	-	-
12	O(1,0%)	-	-	-
13	-	N(7,0%)	-	-
14	L(27,4%)	-	-	-
15	-	-	-	N(28,6%)
16	-	L(45,4%)	-	-
17	L(2,86%)	-	-	-
18	N(5,4%)	-	-	-
19	-	L(2,13%)	-	-
20	-	-	-	N(3,3%)
21	N(2,5%)	-	-	-
22	S(1,2%)	-	-	-
23	-	-	O(4,8%)	-
24	N(2,5%)	-	-	-
25	N(8,0%)	-	-	-
26	-	-	-	S(4,9%)
27	-	N(0,52%)	-	-
28	-	-	-	L(1,7%)
29	-	O(2,7%)	-	-
30	N(0,6%)	-	-	-
31	-	O(8,7%)	-	-
32	-	-	N(1,3%)	-
33	-	L(2,3%)	-	-
34	N(0,7%)	-	-	-
35	-	-	-	L(0,52%)
36	-	-	-	N(1,7%)
37	O(1,8%)	-	-	-
38	-	-	-	O(1,2%)

Continuação página 46

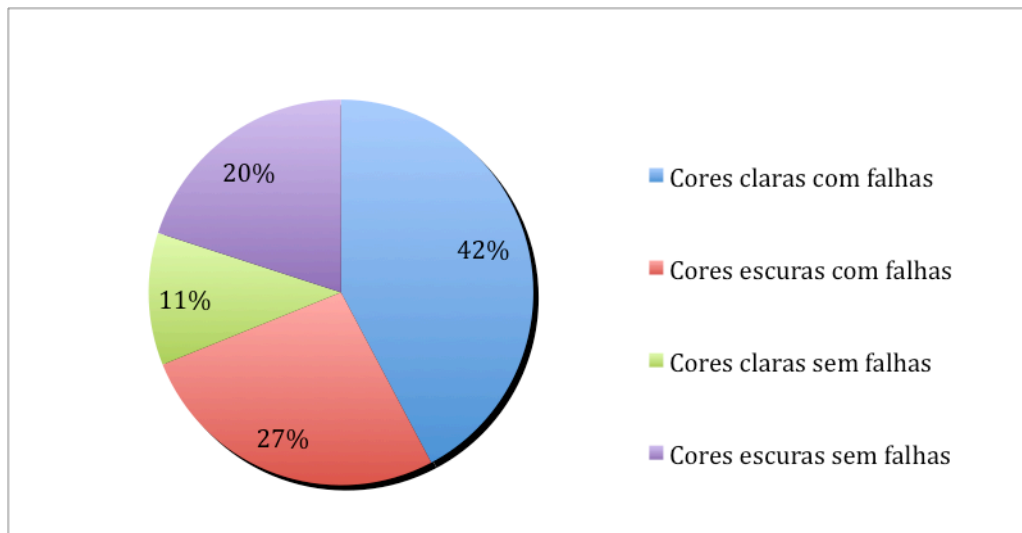
39	O(6,9%)	-	-	-
40	-	N(5,6%)	-	-
41	-	-	N(1,1%)	-
42	L(0,84%)	-	-	-
43	N(10,2%)	-	-	-
44	-	-	O(1,77%)	-
45	-	N(35,9%)	-	-

Fonte: Autor, 2017.

Dos 45 edifícios analisados, 31 possuem falhas de rejunte sendo a predominância em revestimentos de cores claras e fachadas voltadas para o norte. A maior porcentagem de deslocamento concentram-se em fachadas de cores escuras com falhas de rejunte, como por exemplo as fachadas voltadas para o norte com 35,9% e 20,3% e fachada voltada para o leste com 45,4%.

A Figura 19 indica as porcentagens de fachadas revestidas com cores claras e escuras com e sem falhas de rejuntas.

Figura 19 - Porcentagem de ocorrência de descolamento com presença ou não de falhas de rejunte



Fonte: Autor, 2017

As falhas de rejunte predominam-se nas fachadas com maior índice de deslocamentos, sendo 42% representados por revestimentos de cores claras. A Figura 20 representa a fachada de edifício revestida com cerâmica clara, a qual apresenta falhas de rejunte e, a Figura 21 apresenta falhas de rejunte em fachada com revestimento escuro.

Figura 20 - Falha de rejunte em fachada de revestimento cor escura



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Figura 21 - Falha de rejunte em fachada de revestimento com cor clara



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

As fachadas voltadas para o Norte apresentam mais falhas de rejunte que as demais fachadas. Isto deve-se ao fato de possuírem uma maior variação térmica. O uso de rejuntas rígidos, aliado as fachadas com maior índice de insolação, também pode contribuir para solturas de rejunte e conseqüentemente o descolamento dos revestimentos.

4.6 EFEITO ARGAMASSA COLANTE

A última etapa da análise foi a avaliação da presença de argamassa colante nas regiões dos deslocamentos nas fachadas com revestimentos claros e escuros, representada pela Tabela 17.

Tabela 17 - Porcentagem de deslocamento por cores com presença ou não de argamassa colante

EDIFÍCIOS	ARGAMASSA COLANTE			
	Sim		Não	
	Claros	Escuros	Claros	Escuros
1	-	-	-	N(20,3%)
2	-	-	N(1,8%)	-
3	-	-	-	N(1,43%)
4	-	-	N(1,2%)	-
5	-	-	-	O(2,0%)
6	-	-	L(1,6%)	-
7	-	-	O(0,8%)	-
8	-	-	N(1,0%)	-
9	-	S(1,5%)	-	-
10	-	-	-	N(1,47%)
11	-	-	-	N(1,6%)
12	-	-	-	O(1,0%)
13	-	-	-	N(7,0%)
14	L(27,4%)	-	-	-
15	-	N(28,6%)	-	-
16	-	L(45,4%)	-	-
17	-	-	-	L(2,86%)
18	-	-	-	N(5,4%)
19	-	L(2,13%)	-	-
20	-	N(3,3%)	-	-
21	N(2,5%)	-	-	-
22	-	-	S(1,2%)	-
23	-	-	O(4,8%)	-
24	-	-	N(2,5%)	-
25	-	-	N(8,0%)	-
26	-	S(4,9%)	-	-
27	-	-	-	N(0,52%)
28	-	-	-	L(1,7%)
29	-	O(2,7%)	-	-
30	-	-	N(0,6%)	-
31	-	-	-	O(8,7%)
32	-	-	N(1,3%)	-
33	-	L(2,3%)	-	-
34	-	-	N(0,7%)	-
35	-	-	-	L(0,52%)
36	-	-	-	N(1,7%)
37	-	-	O(1,8%)	-
38	-	-	-	O(1,2%)
39	O(6,9%)	-	-	-
40	-	-	-	N(5,6%)
41	-	-	N(1,1%)	-

Continuação página 49

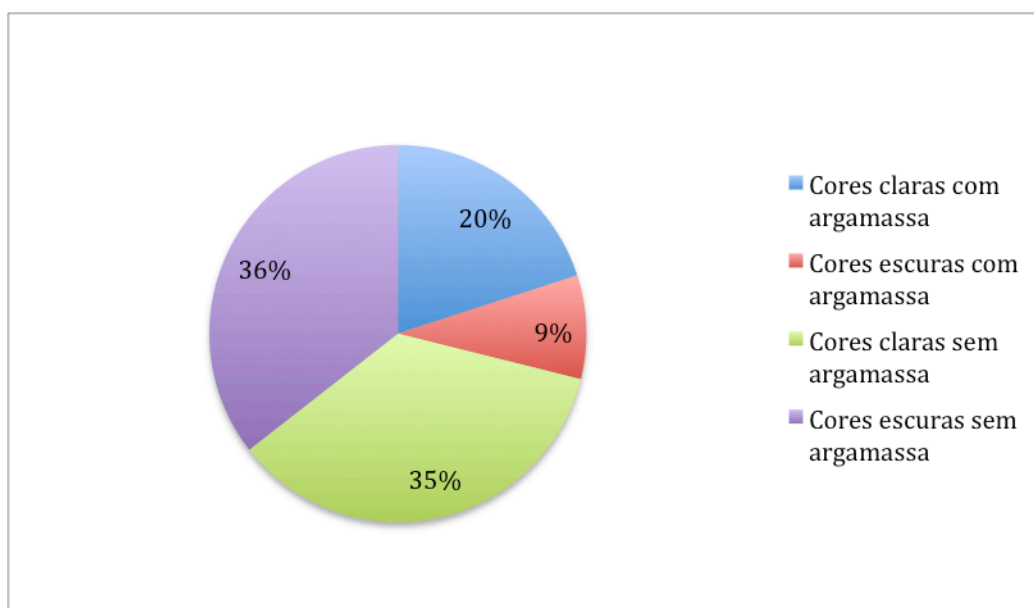
42	-	-	L(0,84%)	-
43	N(10,2%)	-	-	-
44	-	-	O(1,77%)	-
45	-	N(35,9%)	-	-

Fonte: Autor, 2017.

A maior parte dos edifícios, não apresentaram argamassa colante nas regiões deslocadas. Os edifícios com maior índice de deslocamento (edifícios 15, 16 e 45) possuem presença de argamassa colante nestas regiões, sendo 2 deles com orientação norte e cores escuras.

As porcentagens das fachadas de cores claras e escuras que apresentam ou não argamassa colante nas regiões deslocadas estão apresentadas na Figura 22.

Figura 22 - Porcentagem de presença ou não de argamassa colante em regiões deslocadas



Fonte: Autor, 2017

A maior parte dos edifícios, 71% não apresentam argamassa colante nas regiões deslocadas nas fachadas com maior incidência de descolamentos. Fachadas de revestimentos de cores escuras representam a maioria dos edifícios com argamassa colante nas regiões deslocadas, sendo 45% do total.

As Figuras 23 e 24 retratam edifícios com fachadas de cores claras e escuras, nesta ordem, com presença de argamassa colante em regiões com deslocamentos.

Figura 23 - Argamassa colante em fachada de revestimento cor clara



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

Figura 24 - Argamassa colante em fachada de revestimento cor escura



Fonte: Arquivo pessoal, 2017.

O maior índice de deslocamentos concentram-se nas fachadas voltada para o norte, que possuem cores escuras e presença de argamassa nas regiões deslocadas. A utilização de argamassas inadequadas e o tempo em aberto ultrapassado para o assentamento das peças, aliado as grandes variações térmicas nestas fachadas e as cores escuras dos revestimentos, contribuem para o descolamento das placas

4.7 DISCUSSÃO GERAL

De acordo com os dados apresentados a posição geográfica interfere no índice de descolamentos de revestimentos, ou seja, as fachadas voltadas para o norte, as quais possuem maior insolação durante o dia, apresentam maior porcentagem de descolamento se comparada as demais fachadas, nos edifícios analisados.

As cores a princípio não influenciam nos descolamentos, pois não existe uma diferença significativa de deslocamentos, se analisados isoladamente. As fachadas com maior porcentagem de descolamentos apresentam 54% de cores escuras e 46% de cores claras.

Nos pavimentos superiores e inferiores dos edifícios, a maior porcentagem de descolamentos são de revestimentos de cores escuras, 25% dos 44% dos edifícios com concentração nestas alturas. Nos pavimentos intermediários as cores escuras também predominam porém a diferença é insignificante, ou seja, dos 25 edifícios 13 possuem cores escuras e 12 cores claras. Nas fachadas voltadas para o norte predominam os descolamentos nos pavimentos superiores e inferiores, nas demais fachadas, nos pavimentos intermediários.

Avaliando a questão das juntas de movimentação, dos edifícios analisados, 71% não possuem juntas, sendo 40% deste total edifícios com revestimentos de cores escuras. A ausência de juntas dificultam o alívio de tensões provocadas por variações térmicas, desta forma observa-se que os descolamentos concentram-se nas fachadas voltadas para o Norte, sem a presença de juntas, representando 86% dos edifícios com maior índice de descolamentos em fachadas voltadas para esta posição geográfica.

Do total dos edifícios, 69%, possuem falhas de rejunte nas fachadas com maior índice de descolamento. Dos 45 edifícios analisados, 24 possuem falhas de rejunte aliado a ausência de juntas de movimentação, sendo 10 com predominância de descolamentos e estufamentos de revestimentos nas fachadas voltadas para o Norte.

A maior parte dos edifícios não possuem argamassa colante nas regiões deslocadas. Porém dos 13 edifícios que apresentam argamassa colante, 8 também apresentam falhas de rejunte e não possuem juntas de movimentação. Destes 13

edifícios, aproximadamente 40% possuem a concentração de revestimentos descolados nas fachadas voltadas para o Norte.

Do total dos edifícios avaliados, os 4 edifícios que possuem maior porcentagem de deslocamentos (acima de 20% nas fachadas com maior índice), 3 possuem revestimentos escuros e falhas de rejunte, todos não apresentam juntas de movimentação, sendo 2 deles com fachadas voltadas para Norte e 2 para Leste.

5 CONCLUSÃO

As fachadas voltadas para o Norte, por possuírem uma maior incidência solar e por consequência uma maior variação térmica, apresentam maior índice de descolamentos se comparado as demais fachadas. Aliado a este fato, a ausência de juntas de movimentação nestas fachadas, que dificultam o alívio das tensões provocadas pelas deformações térmicas, contribuem para o descolamento. As falhas de rejunte também tem relação direta com a ausência de juntas de movimentação, pois a tensões acabam sendo aliviadas somente nestas regiões, ocasionando trincas e descolamentos dos mesmos. A utilização de materiais inadequados, como rejuntas rígidos, podem agravar esta situação.

As falhas nos rejuntas por sua vez, são pontos suscetíveis a entrada de água no tardo dos revestimentos, o que contribui para os descolamentos. A análise demonstra que do total das fachadas dos edifícios que possuem maior concentração de deslocamentos, 60% possuem falhas de rejunte.

As cores dos revestimentos nos edifícios analisados não influenciaram nos descolamentos avaliando o total das fachadas, ou seja, 54% possuem deslocamentos de revestimentos de cores escuras e 46% de cores claras. Analisando a ausência de juntas de movimentação, a ausência das mesmas contribuem com o deslocamento de revestimentos de cores escuras. Dos 45 edifícios analisados, 40% possuem concentração de revestimentos de cores escuras em fachadas sem a presença de juntas de movimentação.

Os descolamentos localizam-se em sua maior parte em pavimentos intermediários, exceto nas fachadas voltadas para o Norte. Essas fachadas por sofrerem maior dilatação térmica, aliada as movimentações da edificação mais intensas em pavimentos superiores e inferiores, provocam maior deslocamentos e estufamentos nestas regiões.

A presença de argamassa colante nas regiões deslocadas ocorrem em 13 dos 45 edifícios. Acredita-se que neste caso a utilização de argamassa colantes inadequadas e falhas no processo de execução, como não preenchimento adequado com argamassa do tardo da cerâmica, falta de esmagamento dos cordões de argamassa e de percussão nas placas, fixação dos componentes cerâmicos após o vencimento do tempo em aberto da argamassa colante, sejam as causas destes deslocamentos.

Analisando todos os efeitos, a posição geográfica aliada a ausência de juntas de movimentação são os fatores que mais contribuem para os descolamentos dos revestimentos, seguido das falhas de rejunte e da presença de argamassa colante nas regiões deslocadas. Desta forma, conclui-se que falhas na fase de projetos, como por exemplo, pela ausência de especificação de juntas de movimentação e falta de especificação de materiais e falhas de execução, com utilização de materiais e procedimentos inadequados, como rejunte rígidos, tempo excessivo em aberto de argamassa colante para assentamento dos revestimentos são os maiores contribuintes para o descolamento de revestimentos cerâmicos em fachadas de edifícios.

Ainda que uma grande diversidade de placas possam ser aplicadas em fachadas, cada tipo requer critérios de aplicação e cuidados particulares. A paginação adotada pelo arquiteto também deve ser compatível com o projeto do descolamento, quanto menor a peça, mais confortável a situação de uso em função da maior quantidade de juntas existentes para dissipar as tensões internas do revestimento. Por outro lado, quanto maiores as placas cerâmicas, maiores os esforços de cisalhamento induzidos na interface de aderência e maiores serão os riscos de destacamento, em virtude da diminuição da quantidade de juntas de assentamento. Desta forma um projeto adequado, que preveja as diferentes juntas de assentamento e de movimentação, as características da estrutura e dos materiais a serem usados, complementado por uma execução criteriosa, portanto, são indispensáveis para evitar problemas de descolamento

6 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como proposição para futuros trabalhos, sugere-se:

- avaliar o efeito da incidência de chuvas nas fachadas e correlacionar com os índices de deslocamentos;
- avaliar nas regiões deslocadas as condições da base, executando a reconstituição do traço do reboco e;
- avaliar por meio de ensaios, os materiais utilizados na execução de revestimentos cerâmicos de fachadas.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília** – Sistematização da incidência de casos. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Curso de gestão de revestimento**. Fortaleza - CE, 2002. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/comunidades/fortaleza/center.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção das edificações. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento – Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14992**: Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15463**: Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERAMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). **Guia de assentamento de revestimento cerâmico: assentador**. 2^a ed. São Paulo, 1998.

BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. **Produção de revestimento cerâmico para paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo, 2001.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**.: Editora O Nome da Rosa, São Paulo - SP, 2003.

CAMPANTE, E. F., SABBATINI, F. H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada**. Boletim técnico 301. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2001.

CICHINELLI, Gisele. **Patologias cerâmicas**. Revista Técnica, 116. ed. nov. 2006. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/116/artigo35346-1.asp>

- FRANCO, A. L. C. **Revestimento cerâmico de fachada: composição, patologia e técnicas de aplicação**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia na Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 2009.
- FREITAS, V. P.; SOUSA, A. V. S.; SILVA, R. M. **Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos**. Coimbra, Março de 2003. In: SÁ A. M. V. D. O. **Durabilidade de cimentos-cola em revestimentos cerâmicos aderentes a fachada**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Construção de Edifícios, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2005.
- KLEIN, D. L. **Apostila do curso de patologia das construções**. In: 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias. Porto Alegre - RS, 1999.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. Atlas Editora. 7ª Ed., São Paulo - SP, 2010.
- LAUAND, R.F.; GRALIK, S.C.; MACUL, S. **Análise das Manifestações Patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. Monografia (Especialização em patologia nas obras civis) – Programa de Pós-Graduação em Patologias nas Obras Civis, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba - PR, 2007.
- MEDEIROS, J. S.; SABBATINI F. H. **Tecnologia de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Boletim técnico 246. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 1999.
- PAES, I. N. L.; CARASEK, H. **Desempenho das argamassas de rejuntamento no sistema de revestimento cerâmico**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), Porto Alegre - RS 2002.
- PEROVANO, D. G. **Manual de Metodologia Científica**. Ed. Jurua . 1ª ed. , Cidade - Estado, 2014.
- RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. de. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico: BT/PCC/462. EPUSP, São Paulo - SP, 2007.
- SABBATINI. F. H. **Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas**. 13º Simpósio de Aplicação da Tecnologia do Concreto (SIMPATCON). Campinas - SP, 1990.
- SARAIVA, A.G. **Contribuição ao estudo de tensões de natureza térmica em sistema de revestimento cerâmico de fachadas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Estruturas, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 1998.
- TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação Em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2008.
- VERÇOZA, E. J. **Patologia das edificações**. Ed. Sagra, Porto Alegre - RS, 1991.