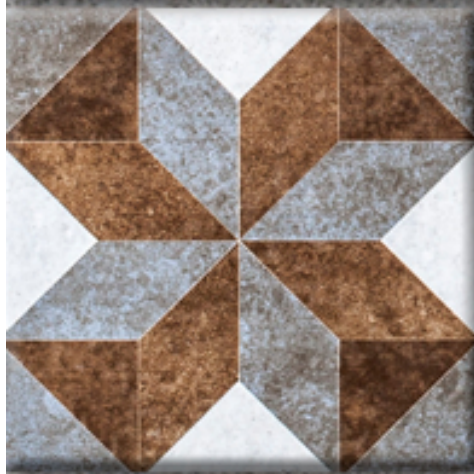


UNESP-Universidade Estadual Paulista



Manifestações patológicas em
revestimentos cerâmicos
de fachada

Camila Akemi Sakamoto
Orientador: César Fabiano Fioriti



Camila Akemi Sakamoto

Manifestações Patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências e Tecnologia, como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. César Fabiano Fioriti

PRESIDENTE PRUDENTE

2018

Sumário

1	Introdução	2
1.1	Objetivo	3
1.2.	Justificativa	4
2	Levantamento bibliográfico	15
2.1	Breve histórico sobre a cerâmica e revestimentos cerâmicos	15
2.2	Revestimento cerâmico – Constituição	18
2.3	Camadas constituintes	19
2.3.1	Base	20
2.3.2	Substrato	21
2.3.3	Camada de fixação	26
2.3.3.1	Tipos de argamassas de fixação	27
2.3.3.2	Aderências	30
2.3.4	Placa cerâmica	31
2.3.4.1	Processo de fabricação	38
2.3.5.	Tipos de juntas	41
2.3.6	Rejuntamento	45
2.4.	Patologia nos revestimentos cerâmicos	47
2.4.4	Tipos de manifestações patológicas	49
2.4.4.1	Destacamento ou descolamento	49
2.4.4.2	Trincas, gretamento e fissuras	51
2.4.4.3	Manchas	52
2.4.4.4	Deterioração de juntas	55
2.5	Durabilidade	55
3	Estudo de caso	58
3.1	O município de Presidente Prudente	58
3.2	Área de estudo – Parque do Povo	59
3.2.1	Edifícios objeto de estudo	60
3.3	Diretrizes Projetuais	80
4	Considerações finais	84
5	Referências bibliográficas	86

1 Introdução

O Brasil é hoje uma das grandes referências na utilização de revestimentos cerâmicos no mundo, o que pode ser explicado através das origens portuguesas, pela dependência cultural, econômica e política com esse país. Assim, o uso da cerâmica tornou-se cada vez mais frequente, revelando-se um excelente revestimento para o clima local (MANUAL SETORIAL DE DESEMPENHO, 2016). Isso fez com que hoje, o Brasil seja o segundo maior consumidor mundial de revestimentos cerâmicos e também o segundo maior produtor. A cada dia a qualidade e a variedade desse material aumentam, e na mesma medida cresce a utilização da cerâmica no Brasil para revestir pisos e paredes de todos os espaços internos da casa, assim como externos. Exemplos disso são as fachadas de edifícios revestidas por cerâmicas de tipos e formatos variados (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

Nas construções, o uso de revestimentos cerâmicos em paredes e pisos é bastante comum, principalmente devido às suas vantagens, como: valorização do imóvel (efeito estético), conforto térmico e acústico (comparado com revestimento argamassado), resistência mecânica, segurança, durabilidade, entre outros. No Brasil, pelas condições climáticas, a aplicação desses revestimentos nas fachadas se faz muito favorável. Pelo clima predominantemente tropical e chuvoso, é uma opção interessante tanto pelo aspecto quanto pela durabilidade (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

Entretanto, à medida que seu emprego nas fachadas dos edifícios cresceu e apesar de toda tecnologia da indústria da construção e do processo fabricação da cerâmica, o número de manifestações patológicas desses revestimentos externos também aumentou. A causa mais comum da ocorrência de anomalias nos revestimentos cerâmicos se dá pela falta de formação e informação dos profissionais da área, sendo os problemas mais frequentes os descolamentos e as fissuras. Assim, arquitetos deveriam se atentar a esse fato e buscar entender os motivos do aparecimento dessas patologias e assim buscar ações para que se evite esse transtorno (LOPES, 2009).

Assim, o desafio na utilização desta abordagem na construção civil, traz a necessidade de se caracterizar os componentes e sistemas não pelos requisitos prescritos no produto, mas pelos requisitos de desempenho. Isso significa que – com o foco no desempenho – projeto, especificação de materiais e métodos de aplicação em um edifício são de enorme importância, pois são a partir dessas tomadas de decisões que se definirá a vida útil do sistema integrado ao edifício como um todo (MANUAL SETORIAL DE DESEMPENHO, 2016).

A partir da Lei Federal nº 12.378/2010, em que se regulamentou o exercício dos arquitetos e urbanistas, se definiu as atividades, atribuições e campos de atuação dos mesmos. Entre elas tem-se o estudo, planejamento, o projeto e as especificações do mesmo. Assim, entende-se, que essa especialização para projetos de revestimentos cerâmicos de fachadas é campo de trabalho para os arquitetos e é de extrema importância para que se evitem os casos de aparecimento de manifestações patológicas nesse sistema, uma vez que esses casos vêm crescendo e tornando frequente sua discussão. Além disso, o campo de atuação do profissional de arquitetura se estende também na tecnologia dos materiais, dos elementos e produtos referentes à construção civil, assim como suas resistências, especificações, patologias e recuperações.

Portanto, viu-se a necessidade de se estudar mais a fundo o sistema de Revestimentos Cerâmicos de Fachadas (RCF), no sentido de buscar compreender como esse setor encontra-se estruturado atualmente, quais materiais e técnicas vem sendo aplicadas, para subsidiar o entendimento das principais manifestações patológicas que são encontradas nesse subsistema construtivo, para assim, sob o olhar voltado para um estudo de caso, buscar diretrizes que ajudem os arquitetos atingir a eficácia projetual do sistema.

1.1 Objetivo

Através da identificação da grande incidência de manifestações patológicas em RCF e do entendimento de um campo de atuação do profissional de arquitetura, o objetivo do trabalho é propor diretrizes projetuais e/ou construtivas do RCF aos profissionais, baseadas nas investigações das

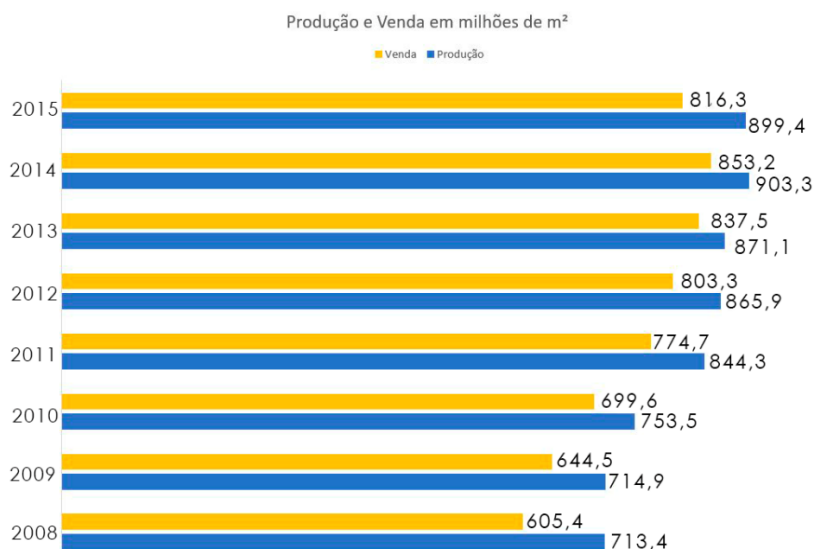
manifestações patológicas estudadas em obras, utilizando para esse fim, análises visuais, ensaios fotográficos e termográficos, além de fundamentação teórica sobre o tema, unindo conhecimento científico e técnico, para melhorar o desempenho desse sistema.

1.2. Justificativa

O Brasil é um dos principais protagonistas mundiais do setor de revestimentos cerâmicos. Em 2015, o Brasil exportou para 108 países, totalizando 76,8 milhões de m², o que equivale a uma receita de US\$ 293,9 milhões. As exportações brasileiras têm como principais destinos: América do Sul, América Central, América do Norte e Caribe (CCB, 2017).

Em 2015, mesmo com a crise que o país passava, o Brasil produziu 899,4 milhões de m² para uma capacidade instalada de 1069 milhões de m². As vendas totais chegaram a atingir 893,1 milhões de m², dos quais 816,3 milhões foram vendidos no mercado interno e 76,8 milhões exportados. O Gráfico 1 apresenta um comparativo, para os anos de 2008 a 2015, entre a produção dos revestimentos cerâmicos e as vendas desses produtos no país (PORTOFÓLIO ANFACER, 2016).

Gráfico 1. Produção e venda brasileira de revestimentos cerâmicos em milhões de m².



Fonte: ANFACER, 2016 – adaptado.

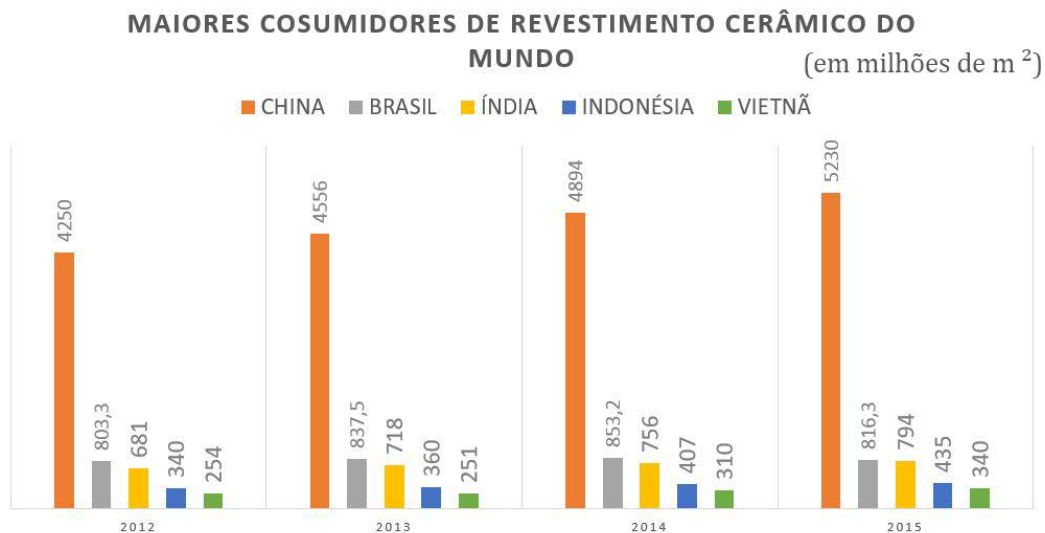
Analisando o Gráfico 1, pode-se notar um acréscimo significativo na produção a partir do ano de 2011. Isso pode ser reflexo da retomada após a crise econômica internacional que ocorreu entre os anos de 2008/2009, em que o setor da construção civil sofreu grande impacto negativo. Com isso, o governo começa a tomar medidas de incremento na oferta de crédito imobiliário, ocorrendo um aumento na geração de emprego e conseqüentemente, um aumento na renda per capita e a estabilidade macroeconômica começou a voltar às conformidades na economia brasileira. Assim, em 2010, o setor começa a retomar o crescimento, principalmente com o lançamento do Programa Minha Casa, Minha Vida no ano de 2009, incrementando o crescimento na construção civil. Com isso, o que se notou foi um gradual aumento nas atividades econômicas e no ano de 2011, de acordo com dados publicados, o setor construtivo fechou com uma alta de mais de 4% (SOUSA *et. al.* 2015). Justificando assim, diretamente o crescimento ocorrido na produção e vendas dos revestimentos cerâmicos no país.

Para se configurar visualmente a justificativa da importância desse material construtivo, realizou-se uma pesquisa dentro dos principais consumidores, produtores e exportadores de revestimentos cerâmicos do mundo e buscou demonstrar respectivamente os resultados partir dos Gráficos 2, 3 e 4. Com relação à produção mundial, a partir do Gráfico 2, comprova-se a afirmação de que o Brasil é o segundo maior consumidor de revestimentos cerâmicos do mundo, atrás apenas da China, que está na primeira posição e consome cerca de 500% a mais do produto do que os brasileiros. O terceiro lugar é ocupado pela Índia, com valores bem próximos ao Brasil, seguidos da Indonésia e Vietnã. O Gráfico 3 apresenta a comparação dos 5 maiores produtores de revestimentos cerâmicos do mundo no período composto entre 2012 e 2015. Assim como na comparação dos consumidores, a China se apresenta em primeiro lugar, seguido de Brasil, Índia e Indonésia. Em quinto lugar apresenta uma diferença com relação ao consumo, comparecendo a Espanha como quinta maior produtora.

Analisando o quesito exportações, o Brasil se coloca na quinta posição, atrás de China em primeiro lugar, Espanha em segundo, Itália em terceiro, e Irã na quarta colocação, como mostra o Gráfico 4. Em 2015 foram exportados mais

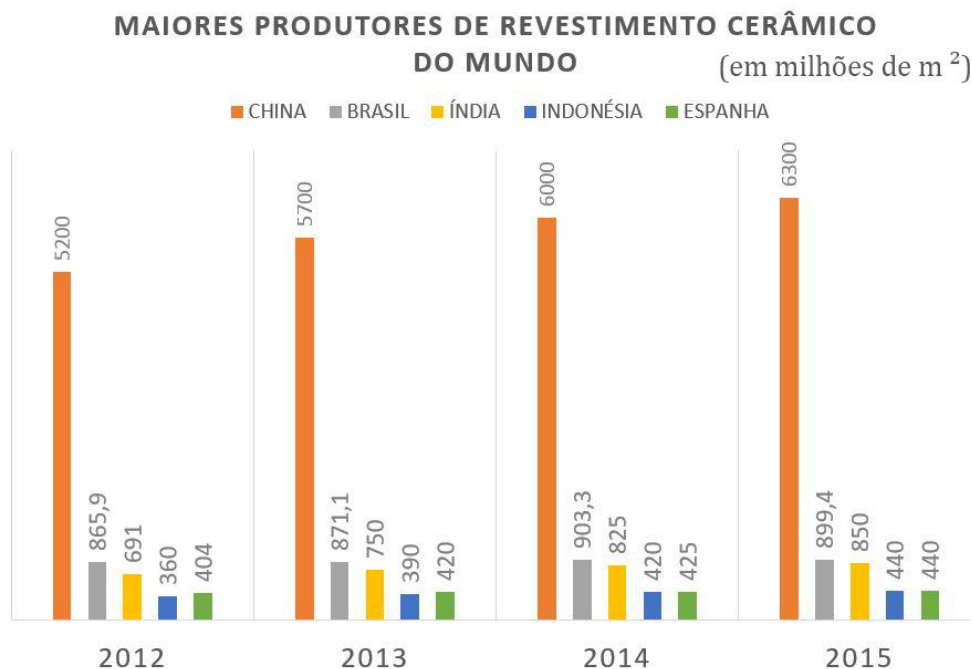
de 75 milhões de m² para mais de 100 países, demonstrando assim, sua força de mercado exportador e gerador de renda para o país como um todo.

Gráfico 2. Maiores consumidores de revestimento cerâmico do mundo.



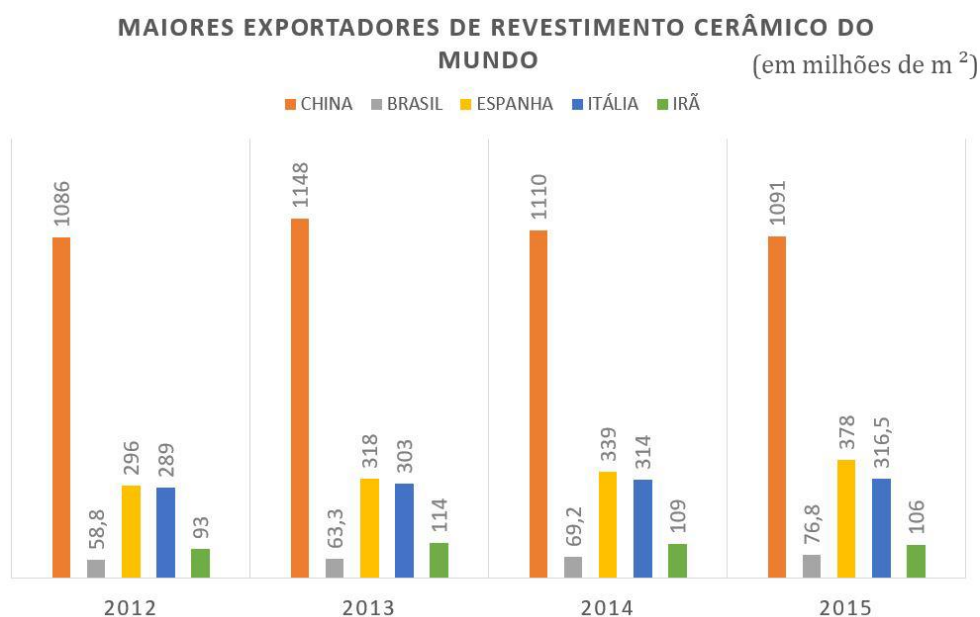
Fonte: ANFACER, 2016 – modificado.

Gráfico 3. Maiores produtores de revestimento cerâmico do mundo.



Fonte: ANFACER, 2016 – modificado.

Gráfico 4. Maiores exportadores de revestimento cerâmico do mundo.



Fonte: ANFACER, 2016 – modificado.

Num panorama geral, o mercado internacional como um todo aponta para uma diminuição na velocidade de expansão dos negócios. Tal perspectiva afetará o desenvolvimento na construção civil em vários países, refletindo na comercialização dos revestimentos cerâmicos. Mesmo assim, isso não impede o contínuo avanço da indústria cerâmica no mundo, com novas participações no mercado, associado principalmente à consolidação de novas tecnologias no setor e incorporação no conceito de sustentabilidade. Com isso, acredita-se que hoje, o Brasil conte com a melhor tecnologia disponível no mundo com relação à produção desse sistema de revestimento de fachada (PORTIFÍLIO ANFACER, 2016).

Além de importância econômica, os RCF cumprem um importante papel no desempenho global dos edifícios, proporcionando ganhos estéticos, como valorização do imóvel pela eficiência e, mesmo com grande incidência de manifestações patológicas, deve-se tratar esse sistema como durável. Isso se prova verdadeiro, uma vez que pela NBR 15575 (ABNT, 2003) os RCF apresentam vida útil mínima de 40 anos (Tabela 01).

Tabela 1. Vida útil de projeto mínima a ser estabelecida pelo projetista.

Sistema	VUP mínima em anos
Estrutura	segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥13
Vedação vertical externa	≥40
Vedação vertical interna	≥20
Cobertura	≥20
Hidrossanitário	≥20

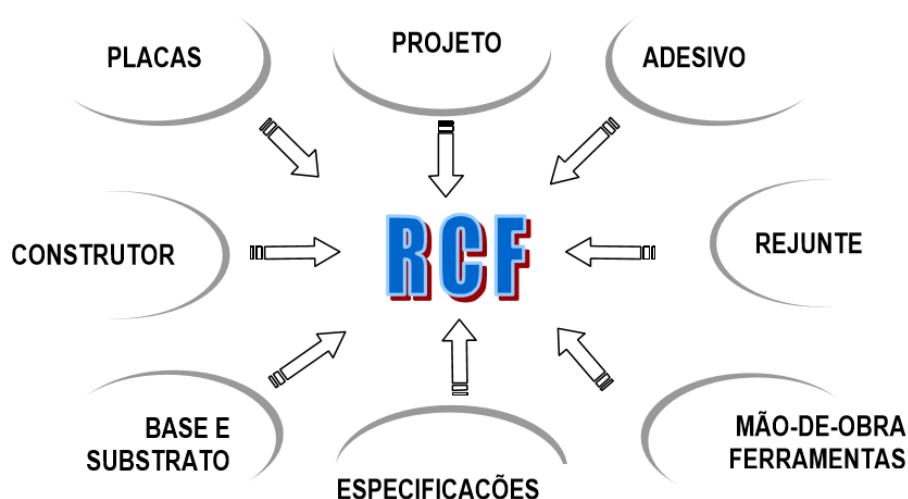
* Considerando periodicidade e processos de manutenção especificados no respectivo Manual de Uso, Operação e Manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 5674.

Fonte: Norma ABNT NBR 15.575-1

FONTE: Norma ABNT NBR 15.575-1

Assim, para se conseguir êxito nesse sistema, atingindo o tempo mínimo previsto pela citada norma, deve-se de forma geral adequar todos os componentes e elementos com uma correta especificação, compatibilização, dimensionamento e detalhamento feitos em projeto por um profissional habilitado (MANUAL SETORIAL DE DESEMPENHO, 2016). Walters (1992) apresenta os principais fatores para determinar qualidade nos RCF (Figura 1).

Figura 1. Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos RCF.



Fonte: WALTERS, 1992.

De acordo com Walters (1992), não é apenas a mão-de-obra inexperiente que causa anomalias nos revestimentos cerâmicos. Todas as especificações

projetuais devem ser constatadas no memorial descritivo do projeto elaborado pelo arquiteto, para que ao fim se utilize as melhores ações para o caso em questão.

O edifício Terra Brasilis, em Recife, é um dos exemplos de projetos que alinharam todos esses fatores, e demonstraram que o RCF é uma aplicação durável e viável. Conforme a Revista Projeto Design (2005), o edifício conta com 130 metros de gabarito e fachadas revestidas com uma composição cerâmica de 7,5 x 7,5 cm e porcelanato de 30 x 30 cm, seguindo uma tradição nordestina de RCF. O projeto tem autoria do arquiteto Bruno Ferraz e teve a aplicação de 11 mil m² de revestimentos cerâmicos. Os produtos escolhidos para as faces externas foram a cerâmica grés da linha Prisma, e o porcelanato Galeria D'arte Domênico Verde, os dois da marca Portobello. Assim, a marca orientou e acompanhou a execução e o trabalho das equipes para garantir a melhor aplicação, desempenho das fachadas. O projeto da aplicação do sistema de RCF conta com um detalhado projeto de assentamento, incluindo exigências e recomendações das normas técnicas, levando em consideração os riscos que uma obra com esse porte carrega.

Ainda de acordo com a Revista Projeto Design (2005), realizou-se ensaios para escolha da argamassa de chapisco e emboço para atender as orientações da fornecedora do revestimento. Além disso, ensaios de parâmetros como módulo de deformação estático da argamassa de emboço, resistência de aderência à tração direta e superficial foram também realizados. Outra medida adotada foi a adoção de telas metálicas eletrossoldadas nas áreas de interface entre a alvenaria e os pilares, e também nos pontos de balanço, para se reduzir a tendência à fissuração do emboço.

Todas essas ações em conjunto mostram que o RCF requer um pensamento integrado para que suas funções sejam cumpridas e para sua durabilidade acontecer, garantindo a vida útil do sistema e retribuindo o investimento. As obras do edifício Terra Brasilis terminaram em 2005 (Figura 2), e a partir de imagens atuais pode-se notar que o empreendimento não conta com manifestações patológicas no RCF, mesmo após 10 anos de sua execução (Figura 3).

Figura 2. Edifício Terra Brasilis, Recife – PE.



Fonte: REVISTA ELETRÔNICA ARCO WEB, 2010.

Figura 3. Fotos atuais do edifício Terra Brasilis mostrando sua eficácia.



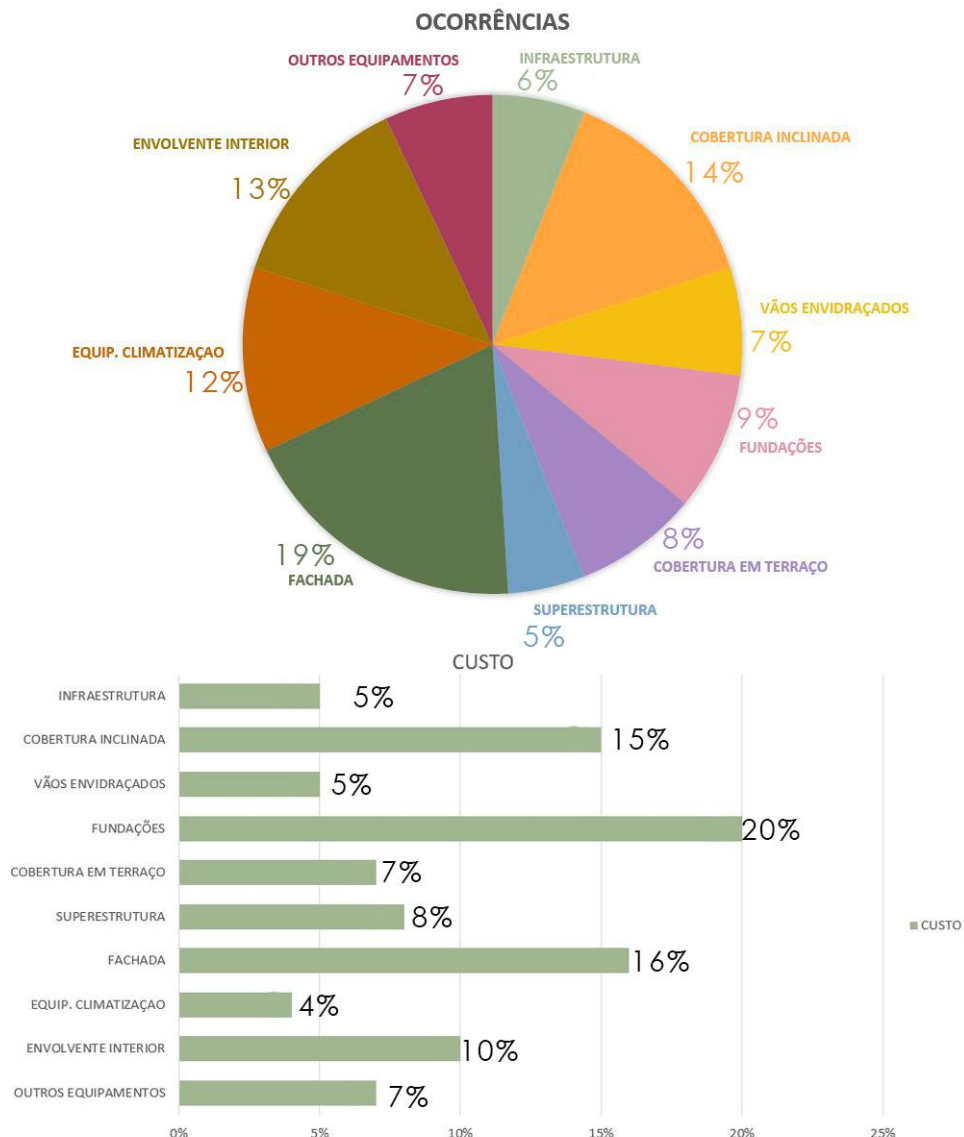
Fonte: GOOGLE MAPS, 2016.

Consoli (2006) afirmou que no Brasil, no que se refere às fachadas dos edifícios, a ocorrência de manifestações patológicas na maioria dos

revestimentos, não só os cerâmicos, vêm apresentando um desempenho abaixo do esperado, não garantindo uma vida funcional longa para as mesmas e para o imóvel como um todo.

Nesse sentido, Alves (2008) organizou um estudo sobre as incidências de anomalias nas edificações, e mesmo que esse estudo tenha ocorrido em Portugal, se buscou fazer um paralelo com o Brasil por ser esses dois países detentores de tecnologias muito próximas nessa área construtiva. O autor trabalhou separando as edificações pelos elementos: infraestruturas; fundações; superestruturas; coberturas inclinadas; coberturas em terraços; fachadas; vãos envidraçados; envolvente interior (denominação dada pelo autor para paredes divisórias, tetos e revestimentos); equipamentos de climatização; e outros equipamentos. A partir disso, analisou a frequência de incidência de problemas patológicos nesses locais e os custos para os devidos reparos. Os resultados mostraram que a fachada é o elemento do edifício em que se registrou o maior número de manifestações patológicas, sendo um em cada cinco anomalias analisadas, é também o segundo maior em custos para reparo, perdendo apenas para as fundações. Como os revestimentos fazem parte do item “envolvente interior” faz com que o problema seja ainda mais alarmante, somando 16% das fachadas e 13% do envolvente (Gráfico 5).

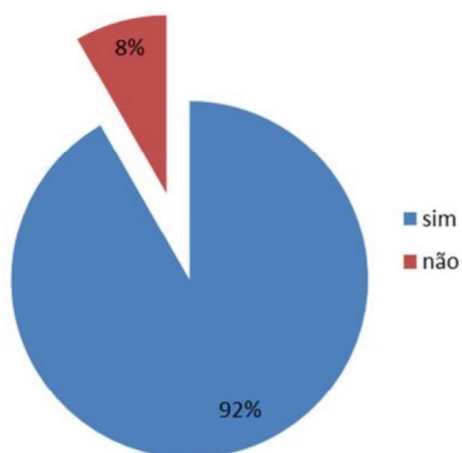
Gráfico 5. Distribuição das manifestações patológicas analisadas e dos custos dos reparos em função do elemento construtivo.



Fonte: ALVES, 2008 – adaptado.

Oliveira (2017) realizou uma pesquisa com engenheiros civis e arquitetos sobre os revestimentos cerâmicos, para entender a dimensão de sua utilização e de explanação da noção dos profissionais sobre a incidência das anomalias. Como resultado para o questionamento para o uso do material, 91,67% dos profissionais entrevistados afirmaram já ter usado a cerâmica para revestimentos (Gráfico 06).

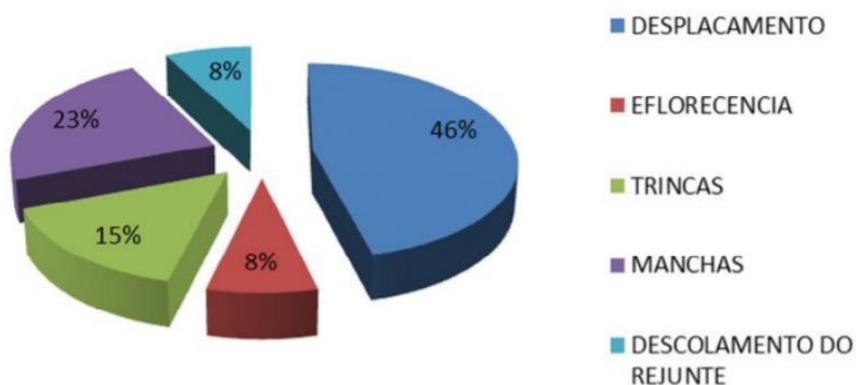
Gráfico 6. Resultado da pesquisa sobre utilização de cerâmica para revestimentos.



FONTE: OLIVEIRA, 2017.

Após a constatação de que quase a totalidade de profissionais usam ou já usaram revestimento cerâmico, a outra questão levantada foi em consideração à importância que esses dão às instruções e especificações do sistema nos projetos. O resultado foi que cerca de 75% acreditam que as especificações são importantes para um bom desempenho do revestimento. Além disso, a pesquisa afirma que dos profissionais entrevistados, 75% afirmam que já notaram alguma patologia relacionadas a esse tema em obras diversas, sendo em sua maioria, deslocamentos e manchas (Gráfico 7).

Gráfico 7. Resultado da pesquisa sobre quais patologias mais notadas nos revestimentos cerâmicos pelos profissionais entrevistados.



Além disso, Oliveira (2017) conclui que, para o sistema de revestimento cerâmico continuar a ser usado nos dias de hoje, os profissionais devem se atentar às especificações de materiais e de métodos e fazê-las chegar até a obra, executando todas as etapas construtivas seguindo bons procedimentos e práticas. Assim, por mais que hoje, muitos dos empreendimentos com o uso do RCF apresentem manifestações patológicas, deve-se entender que as mesmas geralmente ocorrem devido a erros projetuais e de execução. E que dessa maneira, seguindo as normas e prescrições dos materiais e dos métodos, pode-se chegar a um alto desempenho, durabilidade e ótima relação custo-benefício ao se utilizar os RCF.

Com essas informações, entende-se a necessidade de se estudar os casos de manifestações patológicas nos RCF, assim como seus materiais e métodos atualmente utilizados, com o intuito de contribuir a evitar a ocorrência desses graves problemas patológicos.

2 Levantamento bibliográfico

2.1 Breve histórico sobre a cerâmica e revestimentos cerâmicos

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem. Do grego "kéramos" (terra queimada ou argila queimada), é um material de grande resistência, frequentemente encontrado em escavações arqueológicas. Trata-se de um material produzido a partir da argila, que se torna muito plástica e fácil de moldar quando em contato com água. Para o processo de secagem a peça moldada é aquecida, sendo então submetida a altas temperaturas (em torno de 1000°C), atribuindo-lhe rigidez pela fusão de componentes da massa e, em alguns casos, fixando esmaltes na superfície (produto vitrificável resultado da mistura de substâncias minerais que, ao derreterem, se fundem a uma determinada temperatura, aderindo ao corpo cerâmico) (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

Antes do final do período Neolítico (ou da pedra polida), que compreendeu, aproximadamente, de 26.000 a.C. até por volta de 5.000 a.C., a habilidade na manufatura de peças de cerâmica do Japão se espalhou pela Europa e pela Ásia, não existindo, entretanto, um consenso sobre como isto ocorreu. Na China e no Egito, por exemplo, a utilização da cerâmica remonta a mais de 5.000 anos. Nas tumbas dos faraós do Antigo Egito, vários vasos de cerâmica continham vinho, óleos e perfumes para fins religiosos (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

Um dos grandes exemplos da antiga arte cerâmica chinesa está expressa pelos guerreiros de Xian. Lá, em 1974, os arqueólogos encontraram o túmulo do imperador Chi-Huand-di, que nasceu por volta do ano 240 a.C. Para decorar e protegê-lo, foi feita a réplica em terracota de um exército de soldados em tamanho natural (ANFACER, [entre 2007 e 2017]). O primeiro exemplo do uso da cerâmica para colorir e decorar superfícies (revestimento) é na civilização babilônica, datando do século 6 a.C, com mensagens ou nomes de pessoas gravados nos azulejos (PAULON; MONTEIRO, 1991 *apud* MIBIELLI, 1994).

Acredita-se também que no início do quarto milênio a.C., os egípcios já usavam um revestimento de composição conhecida, recoberto de um verniz azul e que também nessa época os assírios já obtinham a cerâmica vidrada (MIBIELLI, 1994).

A origem do nome azulejo é dos árabes, sendo derivado do termo “*azuleicha*” que significa pedra polida. Essa arte foi largamente difundida pelos islâmicos. Os árabes a levaram para a Espanha e, de lá, se difundiu por toda a Europa. A influência dos árabes na cerâmica peninsular e depois na europeia foi significativa, pois eles trouxeram novas técnicas e novos estilos de decoração, como a introdução dos famosos arabescos e das formas geométricas, que os islâmicos desenvolveram a fundo. As primeiras utilizações conhecidas do azulejo em Portugal, como revestimento monumental das paredes, foram realizadas com peças importadas de Sevilha em 1503, tornando-se uma das mais expressivas artes ornamentais, assumindo grande aplicação na arquitetura portuguesa. Portugal, apesar de não ser grande produtor de revestimentos cerâmicos, foi o país europeu que, a partir do século XVI, mais utilizou o revestimento cerâmico em seus prédios. Isso se deu a partir das navegações iniciadas no século XV, pois Portugal entrou assim, em contato com outras civilizações, fundindo suas culturas e manifestações artísticas com outros povos, a exemplo a mulçumana, que por ser herdeira de tradições orientais, assírias, persas, egípcias e chinesas, apresentavam grandes aplicações cerâmicas. Assim, a aplicação da cerâmica como revestimento ganha dimensões de arte verdadeiramente nacionais em Portugal (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

No Brasil, a cerâmica tem raízes anteriores a colonização, como exemplo, na região amazônica, em que se encontrou uma cerâmica mais simples, por volta de 5.000 anos atrás. Outro exemplo, na Ilha de Marajó, no Pará, altamente elaborada pela avançada cultura indígena que coexistia na região da ilha, e de uma especialização artesanal que compreendia várias técnicas, como a raspagem, incisão e pintura. Além disso, contava com objetos como estatuetas, colheres, adornos, pequenos vasos, entre outros. Assim, pode-se dizer comprovadamente, que a tradição ceramista não chegou ao Brasil com os Portugueses, nem na bagagem cultural dos escravos, e sim, foram os indígenas

aborígenes que firmaram a cultura do trabalho de barro no país (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

Há controvérsias, no entanto, com relação à nacionalidade dos primeiros revestimentos cerâmicos que chegaram ao Brasil. Sabe-se que no século XVII os azulejos em estilo barroco começaram a ser encomendados de Lisboa. Estes eram trazidos em forma de painéis e serviam apenas como material decorativo. Retravam cenas da paisagem, do cotidiano da metrópole, divulgando o modo de vida dos portugueses ou cenas bíblicas, ajudando nas aulas de catequese (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

A indústria brasileira de cerâmica para revestimentos surgiu no início dos anos 1920, a partir de antigas fábricas de tijolos, blocos e telhas de cerâmica vermelha, com a produção de ladrilhos hidráulicos e, mais tarde, azulejos e pastilhas cerâmicas. Mas foi a partir da década de 1960, com a criação do Sistema Financeiro de Habitação e do Banco Nacional de Habitação (BNH), que não só a indústria cerâmica, mas toda a indústria nacional de materiais e componentes da construção iniciou um processo intenso de crescimento esse aumento da escala de produção de habitação. Subsequente, a produção cerâmica ampliou significativamente sua produção, se firmando no mercado (GORINI; CORREA, 1999).

Esse início se concentrou principalmente em alguns pólos de produção nas regiões Sul e Sudeste do país, e se estendeu para uma abrangência maior a partir de 1980, apresentando cerca de 119 empresas produtoras de cerâmica para revestimentos (GORINI; CORREA, 1999).

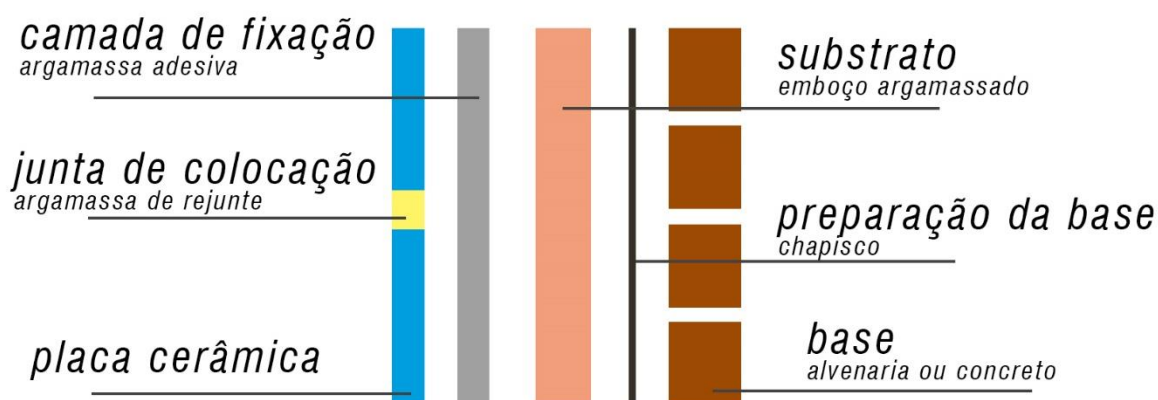
Atualmente, a região de Criciúma, em Santa Catarina, tem reconhecimento como pólo internacional e concentra as maiores empresas brasileiras. Em São Paulo, a produção está distribuída em dois pólos: Mogi Guaçu e Santa Gertrudes. A região metropolitana de São Paulo conta com algumas empresas, mas não se configura um pólo. O Nordeste brasileiro pode tornar-se um pólo em futuro próximo, devido às condições favoráveis de existência de matéria-prima, energia viável e um mercado consumidor em

desenvolvimento, além de boa localização geográfica para exportação (ANFACER, [entre 2007 e 2017]).

2.2 Revestimento cerâmico – Constituição

O revestimento cerâmico trata-se de um conjunto monolítico de camadas aderidas à base (alvenaria ou estrutura). Ele constitui-se em um subsistema da edificação que se apresenta em camadas, cuja camada mais exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa, ou material adesivo e é um dos elementos que compõe a edificação, interna ou externamente (MEDEIROS; SABBATINI, 1999). A Figura 4 ilustra a posição das camadas e da base de alvenaria.

Figura 4. Camadas do revestimento cerâmico de parede.



Fonte: MEDEROS; SABBATINI, 1999 – modificado.

A base é o componente de sustentação dos revestimentos, via de regra formado por elementos de alvenaria/estrutura. Chapisco é a camada de revestimento aplicada diretamente sobre a base, com finalidade de uniformizar a absorção da superfície e melhorar a aderência da camada subsequente, geralmente usada em fachadas exteriores. O emboço é a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo (REBELO, 2010).

Os revestimentos cerâmicos ditos tradicionais, trabalham completamente aderidos sobre bases e substratos que lhe servem de suporte e, por isso, podem ser denominados de aderidos. Já quando os revestimentos possuem camadas com função de isolamento térmico, acústico e de impermeabilização, que não permitem aderência entre as camadas, os revestimentos precisam ser fixados por meio de dispositivos especiais e por isso são chamados de não aderidos (ROSCOE, 2008). O Quadro 1 apresenta uma especificação dessas camadas constituintes do sistema de revestimento cerâmico, com exemplos de materiais que podem compor essa estruturação.

Quadro 1. Materiais constituintes das camadas do RCF.

MATERIAIS CONSTITUINTES	DENOMINAÇÃO DA CAMADA
Concreto armado Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos sílico-calcários	BASE OU SUPORTE
Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos (chapisco)	PREPARAÇÃO DA BASE (camada de regularização)
Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos finos (emboço)	SUBSTRATO (camada de regularização)
Argamassa adesiva ou colante, à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	ASSENTAMENTO OU FIXAÇÃO (camada de fixação)
Placa cerâmica Argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	CERÂMICA (camada de acabamento)

Fonte: REBELO, 2010.

Essa interdependência que existe, em função dos vários componentes do revestimento, indica a necessidade de conhecê-los de maneira profunda e individualmente e, mais importante do que isso, compreender o comportamento conjunto de todos os elementos e como eles se relacionam (ROSCOE, 2008).

2.3 Camadas constituintes

Como já explicitados no Quadro 1, o RCF é o 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 (MEDEIROS; SABBATINI, 1999).

A NBR 13816 (ABNT, 1997) define revestimento cerâmico apresentando apenas as três últimas camadas, ou seja, o que faz parte do grupo é apenas a camada de fixação, as placas cerâmicas e as juntas, excluindo as camadas de substrato para regularização. Roscoe (2008) analisou essa definição e concluiu que essa descrição pode ser entendida como:

- 1) quando as placas são assentadas diretamente sobre a base, essa camada realmente não existe e não é mencionada;
- 2) quando essa camada existe, ela deve ser projetada e executada de forma a apresentar características que proporcionem condições adequadas para o assentamento das placas cerâmicas, garantindo um bom desempenho do revestimento. Então, nesse caso, a camada de regularização deve ser parte integrante do conceito de revestimento cerâmico.

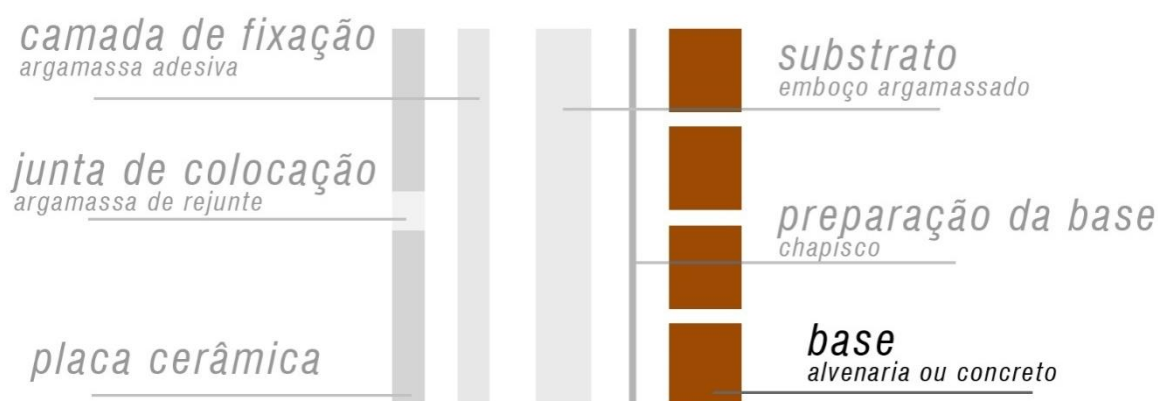
Todavia, como cada uma dessas camadas tem características próprias, ou seja, são interdependentes entre si, é importante buscar entender não só a placa cerâmica, mais também os demais elementos. Logo, se analisará as propriedades e influências do revestimento cerâmico (placas, juntas e argamassa de fixação), além do emboço, chapisco e base, pois entende-se que a negligência da busca de análise e entendimento dessas propriedades distintas, é um fato significativo para o fracasso na vida útil do produto final. Assim, uma abordagem mais específica sobre elas será realizada nos subitens seguintes.

2.3.1 Base

Denomina-se base o suporte do RCF constituído tradicionalmente de estrutura de concreto e vedações em alvenaria, ou seja, num edifício com estrutura convencional a base é composta de alvenaria de blocos cerâmicos ou de concreto, e pelos elementos da estrutura de concreto (pilares, vigas, etc.). As propriedades dessa camada que podem influenciar no desempenho dos RCF são a rugosidade, a capacidade de absorção de água, a planicidade da superfície e a presença de materiais contaminantes. Com relação à capacidade

de absorção de água, ela é importante, pois na aplicação do emboço a água da sua composição será perdida para o próprio ambiente e outra parte para a base. Já em relação à rugosidade, quanto mais rugosa a superfície, maior será a resistência à aderência (BARROS; SABBATINI; LORDSLEEN JUNIOR, 1998). A Figura 5 apresenta a localização da base nas camadas que constituem o revestimento cerâmico.

Figura 5. Localização da base nas camadas constituintes do revestimento cerâmico.



Fonte: AUTORA, 2017.

No caso de bases não convencionais, seja por materiais diferentes dos tradicionais ou por situação de localização, estando submetida a grandes esforços como em balanços e platibandas, é aconselhável utilizar na junção dos materiais uma tela metálica ou plástica, ou até mesmo especificar uma junta que separe os revestimentos aplicados, permitindo que cada parte se movimente de forma independente (ROSCOE, 2008).

2.3.2 Substrato

Com o intuito de melhorar a resistência de aderência entre a base e o revestimento, na maioria das vezes se faz necessário a realização de um tratamento prévio de substrato, que é chamada de preparo da base. Esse preparo irá depender das propriedades que se busca, qual o material da base, qual o revestimento será aplicado, assim buscar entender qual a técnica mais apropriada para que se crie uma superfície capaz de suportar o revestimento que será aplicado (CANDIA; FRANCO, 1998).

O substrato é composto pelo chapisco e emboço, sendo a superfície que receberá as camadas que constituem o revestimento propriamente dito. Essa camada pode ser executada de diversas maneiras, variando materiais e técnicas, mas sempre levando em consideração às solicitações previstas no projeto e que apresente características de resistência mecânica, deformabilidade, estanqueidade, resistência ao fogo e de textura superficial, compatíveis com o revestimento a ser utilizado, tendo em vista a necessária compatibilização das superfícies em contato para um adequado desempenho e durabilidade do conjunto. Além disso, vale lembrar que o substrato é influenciado pela base em que será aplicado, assim, as características superficiais dos componentes da alvenaria ou do concreto devem ser analisadas juntamente com às condições de exposição do substrato (FLAIN, 1995 *apud* ROSCOE, 2008).

Deve-se atentar também com as características geométricas do substrato, uma vez que a planicidade e o prumo estão diretamente relacionadas à integridade do revestimento. Logo, é necessária a observação das tolerâncias em relação a essas características, para que se evitem grandes desperdícios de material e mão de obra (FLAIN, 1995 *apud* ROSCOE, 2008).

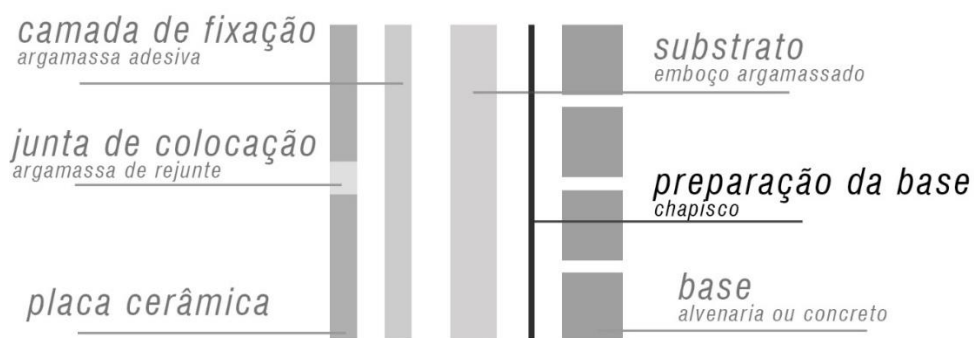
Segundo Medeiros e Sabbatini (1999) os revestimentos cerâmicos externos podem ser classificados de acordo com a forma como eles se comportam depois de aplicados. Assim, são chamados aderidos quando o que dá suporte ao revestimento cerâmico é a base e o substrato. Já os chamados não aderidos são aqueles revestimentos que, por não permitirem aderência com a base e o substrato, precisam ser fixados por meio de dispositivos especiais. Esses casos ocorrem pela presença de camadas como isolamento térmico, acústico e de impermeabilização na peça cerâmica.

No presente trabalho se apresentará características do revestimento cerâmico externo aderido. Assim, a camada substrato será apresentada sendo composta de chapisco e emboço.

- **Chapisco**

Essa camada é própria para reduzir ou igualar a tendência do substrato para absorver água da camada de regularização, além de melhorar a aderência e garantir maior ancoragem do emboço à base (ROSCOE, 2008). A Figura 6 demonstra a localização dessa camada junto ao preparo da base e o revestimento cerâmico com um todo.

Figura 6. Localização do chapisco na composição das camadas de RCF.



Fonte: AUTORA, 2017.

O chapisco é normalmente aplicado no caso dos substratos externos, onde as solicitações mecânicas costumam ser mais elevadas. Nas áreas internas seu uso tem sido facultativo, uma vez que os blocos cerâmicos utilizados na construção convencional garantem uma boa aderência, assim como os blocos de concreto (LEM, 2000 *apud* LEAL, 2003).

Leal (2003) cita alguns métodos execução do chapisco:

a) Método convencional – NBR 7200 (ABNT, 1998)

No método convencional o chapisco se constitui de uma argamassa de traço 1:3 (cimento: areia grossa), lançado com colher de pedreiro vigorosamente sobre a base, garantindo rugosidade.

b) Chapisco rolado

O chapisco rolado é confeccionado no traço, em volume de 1:5 (cimento: areia fina), e utilizando adesivos poliméricos. Além disso, sua aplicação, diferentemente do método convencional, é feita através de um rolo utilizado para pintura acrílica. Recomenda-se a utilização dessa técnica em ambientes

externos, sobretudo em superfícies de estruturas de concreto, mas é considerada uma técnica difícil de se atingir homogeneidade, e assim, pouco aplicada (SELMO, 1996).

c) Chapisco colante

É um chapisco industrializado que se utiliza de pouca água em seu preparo. Pode ser aplicada interna ou externamente, e em bases com baixa absorção. Cada fabricante especifica suas recomendações para um melhor resultado (LEAL, 2003).

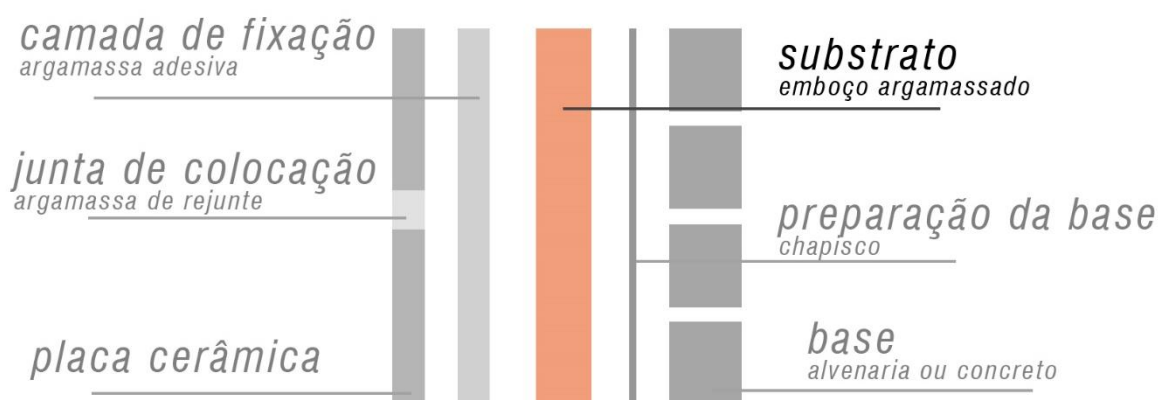
d) Chapisco convencional modificado por polímero

A utilização de polímeros na preparação da base com chapisco consiste em adicionar um adesivo na argamassa convencional e tem função de aumentar a resistência de aderência do revestimento, além de regularizar a absorção de água e a capacidade de deformação (LEAL, 2003).

- **Emboço**

O emboço tem como função definir o plano vertical e dar sustentação ao revestimento cerâmico, e é aplicado sobre o chapisco. De acordo com Carvalho Jr (1999), que citou a NBR 13755 (ABNT, 1997), a espessura do emboço deve ser inferior à 2,5 cm, e deve ser aplicado no mínimo 14 dias antes da aplicação do revestimento cerâmico. Algumas bibliografias apontam que o ideal seria a espera de 30 dias entre a aplicação do emboço e a aplicação do RCF. Esse tempo serve para evitar riscos com deslocamento pela movimentação da base do assentamento com o emboço. Além disso, a norma especifica que essa camada deve ter uma textura áspera e não deve superar um desvio de planeza maior de 3 mm em relação à régua de 2 m. Com ensaio de percussão não deve apresentar som cavo, e deve ter resistência de aderência à tração superior à 0,3 MPa. A Figura 7 ilustra a localização do emboço nas camadas de revestimento cerâmico.

Figura 7. Localização do emboço junto às camadas do RCF.



Fonte: AUTORA, 2017.

Além disso, para o início da aplicação do RCF o emboço deve se apresentar seco, isento de poeira, barro, fuligem, substâncias gordurosas, graxas, eflorescências e quaisquer elementos estranhos que prejudiquem a aderência da argamassa colante a ele (ROSCOE, 2008).

Algumas das propriedades que o emboço deve apresentar, para atender sua função, são: trabalhabilidade, aderência, resistência mecânica e a capacidade de absorver deformações. A seguir, se detalha cada uma dessas propriedades (BARROS *et al.*, 1998 *apud* ROSCOE, 2008):

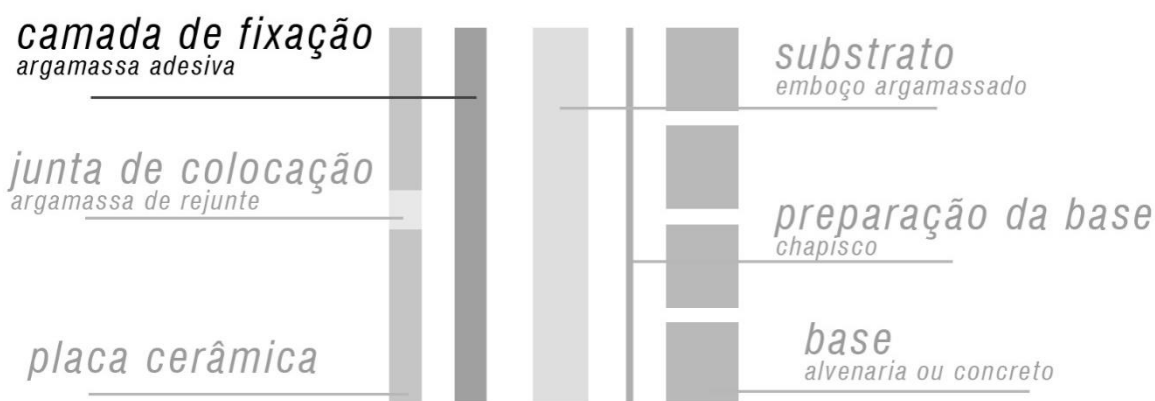
- a) **Trabalhabilidade:** essa propriedade é influenciada pela granulometria dos agregados e pela quantidade de água adicionada à massa. Logo, tem ligação direta com a experiência do aplicador do emboço, pois ele determinará as quantidades aplicadas. Ela é importante, pois facilita a argamassa penetrar nas reentrâncias da base;
- b) **Aderência:** diz respeito à resistência à tração e cisalhamento e dependem da trabalhabilidade e das técnicas de aplicação usadas, além das características da base e limpeza;
- c) **Resistência mecânica e capacidade de absorver deformações:** essas propriedades são inversamente proporcionais, por isso são analisadas juntas. Com relação à capacidade de absorver deformações é importante principalmente nas áreas externas, pois a edificação está exposta a diferentes solicitações;

d) Durabilidade: depende de todas as propriedades.

2.3.3 Camada de fixação

A camada de fixação, também chamada de argamassa colante, é a camada onde se inicia o RCF propriamente dito, sendo responsável pela fixação da placa cerâmica com o emboço. Deve possuir resistência à tração e cisalhamento entre as camadas emboço – camada de fixação e camada de fixação – placa cerâmica (PEZZATO, 2010). A Figura 8 apresenta onde ocorre a localização da camada de fixação no revestimento cerâmico.

Figura 8. Localização da camada de fixação entre as camadas de regularização e de revestimento.



Fonte: AUTORA, 2017.

Podem ser utilizadas as argamassas tradicionais de cimento e areia dosadas em obra, ou as argamassas adesivas industrializadas. A primeira confere aderência mecânica principalmente, e a segunda aderência química e mecânica. Em alguns casos se utiliza resinas de reação que promovem aderência química. Mas todos devem conferir durabilidade e segurança dos revestimentos cerâmicos estabelecidos no projeto (ROSCOE, 2008).

A seguir tem-se a explicitação dos três diferentes tipos de argamassa (tradicional, adesiva industrializada e resina de reação) e das duas formas de aderência (mecânica e química).

2.3.3.1 Tipos de argamassas de fixação

- **Argamassas tradicionais**

As argamassas tradicionais são aquelas à base de cimento e junção de agentes ligantes hidráulicos, cargas minerais e aditivos orgânicos que com a adição de água ou polímero pré-dosado separadamente, formam uma pasta colante (PEZZATO, 2010). Vem perdendo espaço para a argamassa adesiva industrializada, por ser mais prática e homogênea (ROSCOE, 2008).

- **Argamassas adesivas industrializadas**

A argamassa adesiva é um produto industrializado composto de uma mistura pré-dosada pulverulenta no estado seco, fornecida em sacos (ROSCOE, 2008).

A maior diferença entre a argamassa tradicional e a industrializada é que a segunda dispensa a necessidade de molhar previamente as peças cerâmicas no momento do assentamento, pois possui um retentor de umidade (PEZZATO, 2010).

Medeiros e Sabbatini (1999) listaram as principais vantagens da argamassa adesiva:

- Maior produtividade no assentamento;
- Manutenção das características dos materiais;
- Maior uniformização do serviço;
- Facilidade de controle;
- Menor consumo de material;
- Maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- Grande potencial de aderência.

Outro fator importante que se diferencia da argamassa tradicional é que a camada de aplicação pode ser mais fina, racionalizando e reduzindo os custos.

Assim, no Brasil, hoje o uso delas é o mais empregado em relação às outras, para a execução dos RCF.

A NBR 14081 (ABNT, 2012), tem como objetivo fixar as condições exigíveis para as argamassas colantes industrializadas e destinadas ao assentamento de placas cerâmicas pelo método de camada fina. Segundo a citada norma, a argamassa adesiva industrializada é um produto composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos, que quando misturados com água formam uma pasta viscosa, plástica e aderente, para ser empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimentos. A norma ainda divide essa argamassa em quatro tipos, de acordo com a capacidade de aderência à tração, deslizamento e tempo em aberto.

a) Argamassa colante industrializada - AC I

Essa argamassa possui características de resistência às solicitações mecânicas e termohigrométricas. São solicitações típicas de revestimentos internos, exceto saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. O aditivo da argamassa é apenas o retentor de água, assim, só propicia ancoragem mecânica (PEZZATO, 2010).

b) Argamassa colante industrializada - AC II

É própria de pisos e paredes externas que estão sujeitos à ciclos de variação termohigrométrica e ação do vento e chuva, ou paredes internas sob ação de esforços, pois possui capacidade de absorver esses esforços. É indicada para áreas que estão sob a ação de cargas. São adicionados resinas da argamassa e assim apresenta ancoragem mecânica e química (PEZZATO, 2010).

c) Argamassa colante industrializada - AC III

Argamassa de alta resistência, própria para solicitações de aderência superiores à AC I e AC II. Logo, pode ser utilizada em locais onde têm maiores cargas e solicitações de fixação. Indicada para usos em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares. É a que possui maior resistência de aderência do

que as demais, e a resina adicionada garante ancoragem química e mesmo depois de seca possui certa flexibilidade, assim acompanha, em partes, a movimentação do sistema de revestimento, dificultando o descolamento por cisalhamento e por flambagem da placa cerâmica (ROSCOE, 2008).

d) Argamassas colantes industrializadas - tipo E

São as mesmas argamassas de tipo I, II e III, mas com tempo em aberto estendidos. Intitula-se de tempo em aberto o intervalo de tempo para o qual a placa cerâmica pode ser assentada sobre a pasta de argamassa colante. Esse tempo é importante, pois ele definirá se a massa irá proporcionar após a cura, resistência na aderência. Muitas vezes confundido com o tempo de “maturação” e vida no “balde”. O tempo de maturação é o intervalo de descanso da argamassa colante após sua mistura, e varia entre 10 e 15 minutos, servindo para que os aditivos possam iniciar sua reação. Após esse tempo mistura-se de novo a argamassa e assim pode-se aplicá-la. O tempo de balde é o tempo que a argamassa pode, depois de misturada, ficar preparada e sem ser aplicada na parede ou piso. Esse tempo varia em torno de 2 horas. (PEZZATO, 2010).

A Tabela 2 apresenta as exigências mecânicas dos quatro tipos de argamassas adesivas industrializadas, segundo a NBR 14081-1 (ABNT, 2012). Por meio dela, podem-se analisar os valores correspondentes a cada tipo de argamassa, com relação ao tempo de em aberto, à resistência de aderência à tração e o deslizamento.

Tabela 2. Exigências das argamassas adesivas industrializadas.

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante Industrializada			
			ACI	ACII	ACIII	E
Tempo em aberto	ABNT NBR 14083	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.
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em	ABNT NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
- cura normal		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
- cura submersa		MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0	
- cura em estufa						
Deslizamento ¹⁾	ABNT NBR 14085	mm	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	

¹⁾ O ensaio de deslizamento não é necessário para argamassa utilizada em aplicações com revestimento horizontal.

A NBR 14081-1 (ABNT, 2012) também especifica que nas embalagens dessas argamassas devem vir impressos qual o tipo de argamassa colante que contém, de forma visível, além de informações como peso e data de validade, além das especificações de quantidade de água necessária para a mistura e o tempo de maturação. Com relação ao armazenamento, instrui que seja feito em lugar seco e protegido da ação de intempéries, e que não esteja em contato direto com pisos e paredes, preservando assim a sua qualidade.

e) Argamassa adesiva de resina de reação

Os adesivos de resina de reação são a união de resinas sintéticas, cargas minerais e aditivos orgânicos, sendo que a cura da massa ocorre por reações químicas (PEZZATO, 2010). São largamente utilizadas em outros países e possuem desempenho superior em relação a praticamente todos os demais tipos de materiais de fixação. Geralmente são constituídos de dois ou mais componentes fornecidos em separado, e que devem ser misturados em proporções bem determinadas no momento da aplicação. Entre os componentes, pode-se citar resinas celulósicas e os polímeros vinílicos, acrílicos e estirenos-butadienos (ROSCOE, 2008). As resinas celulósicas são usadas como redutores de água e plastificantes. As vinílicas e acrílicas são empregadas principalmente para melhorar a aderência e aumentar a capacidade de absorver deformações.

2.3.3.2 Aderências

- **Aderência mecânica**

Também chamada de ancoragem mecânica, depende da penetração da argamassa de fixação nos poros da placa cerâmica e nos poros do substrato. Assim, para essa aderência acontecer deve-se optar por materiais porosos (ROSCOE, 2008).

- **Aderência química**

Essa aderência ocorre na presença de aditivos químicos presentes nas resinas da argamassa. Dessa maneira, quando se prevê a aplicação de uma cerâmica lisa e polida em que se tem pouca ou nenhuma absorção de água, com pouca presença de poros, deve-se contar com a ajuda dessa aderência para fixar a placa (ROSCOE, 2008).

2.3.4 Placa cerâmica

De acordo com Medeiros e Sabbatini (1999), em conformidade com a NBR 13816 (ABNT, 1997), as placas cerâmicas são componentes cujas duas dimensões (largura e altura) predominam sobre a espessura e são produzidas a partir de argilas e/ou outras matérias primas inorgânicas, conformadas através de extrusão (tipo A) ou prensagem (tipo B) e sintetizadas por meio de processo térmico e aplicada na camada mais externa dos revestimentos cerâmicos (Figura 9).

Figura 9. Localização da placa cerâmica junto às camadas.



Fonte: AUTORA, 2017.

As matérias-primas orgânicas ou naturais são utilizadas da mesma forma que são extraídas da natureza e passam por um tratamento físico para eliminação de impurezas indesejáveis, sem mudar a composição química e mineralógica dos componentes principais.

Após a preparação e secagem, a peça é queimada a temperaturas entre 1000°C e 1200°C, adquirindo propriedades físicas, químicas e mecânicas, como

dureza, rigidez, fragilidade e inércia química. A dureza é resultado das estruturas vitrificadas que formam durante o processo da queima, que compacta e dá coesão interna na peça e assim conferindo resistência mecânica ao material. A rigidez diz respeito à solicitação de esforços sob a placa, ou seja, é a resistência da placa à deformação quando submetida a esforços. Assim, quando sujeita a esforços, a placa pode quebrar por ter essa resistência à deformação, trazendo assim fragilidade a peça. Já a propriedade da inércia química diz respeito à peça não tem tendência a reagir quimicamente com outros materiais (ROSCOE, 2008).

Medeiros e Sabbatini (1999) também citaram algumas propriedades dos revestimentos cerâmicos, como: não propagação de fogo, elevada impermeabilidade, baixa tendência a absorver água (baixa higroscopicidade), não provoca diferença de potencial, não é radioativo, não gera eletricidade estática, custo final compatível com os benefícios (principalmente levando em consideração à manutenção durante a vida útil).

Com relação às propriedades das placas cerâmicas, elas estão diretamente ligadas à composição de sua massa ou ao esmalte empregado em seu acabamento superficial. Descritas a seguir:

a) Absorção de água

A absorção de água é medida conforme o grau de porosidade da massa, e influencia diretamente na resistência (mecânica), ao impacto, à abrasão profunda, à química e ao gelo. É a partir disso que se originou a classificação dos cinco grupos cerâmicos: poroso, semi poroso, semigrés, grés e porcelanato, sendo este último o mais resistente e durável, conforme apresenta a Tabela 3 (REBELO, 2010).

Campante e Baía (2003) descrevem que absorção de água está relacionada à porosidade da placa cerâmica e interfere em outras propriedades como resistência mecânica e resistência a impactos.

Tabela 3. Classificação das placas cerâmicas quanto à absorção de água.

Grupo B Placas Prensadas	Absorção	Tipos	Aplicações
B I a	Menor que 0,5%	Porcelanato	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas**
B I b	0,5 a 3,0%	Grês	Paredes e pisos internos, pisos externos e fachadas**
B II a	3,0 a 6,0%	Semi Grês	Paredes e pisos internos e pisos externos*
B II b	6,0 a 10,0%	Semi Porosa	Paredes internas e pisos internos*
B III b	10,00 a 20,00%	Porosa	Paredes internas*

* Ambientes com temperaturas acima de zero grau.

**Ambientes sujeitos a todas as temperaturas.

Fonte: REBELO, 2010.

b) Resistência à flexão

A resistência à flexão irá indicar qual a capacidade da placa cerâmica em suportar esforços exercidos por cargas, seja por tráfego de pessoas, objetos, móveis, equipamentos ou veículos, que possam levar à rupturas, esmagamentos e quebras. A Tabela 4 apresenta a classificação da resistência das placas cerâmicas, e indica que quanto menor a absorção de água e quanto maior a espessura da placa, maior será o índice de resistência à flexão. Logo a placa porosa terá menor resistência à flexão do que o porcelanato, por exemplo (REBELO, 2010).

Tabela 4. Classificação da resistência à flexão das placas cerâmicas.

Grupo Placas Prensadas	Resistência à Flexão	Nomenclatura
B III b	Igual 150 kgf/cm ²	Porosa
B II b	Igual 180 kgf/cm ²	Semi Porosa
B II a	Igual 220 kgf/cm ²	Semi Grês
B I b	Igual 300 kgf/cm ²	Grês
B I a	Igual 350 kgf/cm ²	Porcelanato

Fonte: REBELO, 2010.

c) Resistência à abrasão

O índice que vai indicar a resistência da placa com relação aos desgastes da camada de esmalte é a resistência à abrasão. Desgastes provocados pelo tráfego intenso de pessoas, objetos, equipamentos rodados e veículos. O índice PEI – Porcelain Enamel Institut faz menção ao órgão americano de mesmo nome, que estabeleceu os critérios de classificação da cerâmica conforme a resistência do esmalte, segundo classificação apresentada na Tabela 5 (REBELO, 2010).

Campante e Baia (2013) descrevem que a resistência à abrasão é medida através da abrasão superficial para placas esmaltadas e da abrasão profunda para placas não esmaltadas.

Tabela 5. Classificação da resistência à abrasão.

PEI	Absorção	Orientações para especificação
0	-	Somente paredes.
1	muito leve	Paredes e detalhes de pisos com pouco uso
2	muito leve	Paredes e detalhes de pisos com pouco uso
3	leve	Residencial: pisos de banheiros e dormitórios, salas e varandas com pouco uso
4	moderado	<u>Residencial</u> : pisos de cozinhas e salas com saída para a rua, calçadas e garagens <u>Comercial</u> : pisos de boutique, ambientes administrativos de empresas, escritórios, hotéis, bancos, supermercados, hospitais etc
5	intenso	<u>Comercial</u> : ambientes de atendimento ao público, praças e passeios públicos, cozinhas industriais, pisos de fábricas sem tráfego de veículos pesados

Fonte: REBELO, 2010.

d) Resistência ao gelo

A resistência ao gelo é um indicativo importante, pois quando as placas são aplicadas em regiões de baixas temperaturas a água que adentra nos poros presentes na cerâmica pode congelar, aumentando de tamanho, e assim causando algum dano na placa. Dessa forma, quanto mais porosa for a massa

escolhida fica mais provável que o revestimento seja danificado, neste caso é importante usar placas cerâmicas que apresentem um baixo índice de absorção de água (REBELO, 2010).

e) Expansão por umidade ou dilatação térmica

Considerando o mesmo mecanismo de resistência ao gelo, consiste no aumento das dimensões da placa cerâmica por absorção de água e/ou por aumento da temperatura. Geralmente ocorre em locais onde a placa cerâmica está sujeita a umidade e calor intenso, como fachadas, pisos externos, lareiras e churrasqueiras (REBELO, 2010).

f) Resistência ao risco (dureza Mohs)

A resistência ao risco é mensurada através da dureza do esmalte da superfície de acabamento. Essa propriedade é calculada pela chamada dureza Mohs, e indica sua resistência ao risco provocado pelo atrito de materiais com diferentes durezas. Um exemplo da sua aplicabilidade é em pisos de casas de praia, onde esse cuidado se explica como: a areia apresenta dureza 7, portanto, o revestimento só não ficará riscado pelo pisoteio dos transeuntes se tiver dureza Mohs superior a esse número (REBELO, 2010).

g) Resistência a manchas

Essa propriedade diz respeito a quanto à superfície da placa cerâmica poderá reter sujeira e também sua respectiva facilidade de remoção de sujeiras, quando submetidas à ação generalizada dos diversos produtos que estão sujeito em seu ambiente, ou seja, indica a facilidade de limpeza da peça (REBELO, 2010). Conforme a NBR 13818 (ABNT, 1997), a Tabela 6 apresenta as classes de resistência a manchas.

Tabela 6. Classes de resistência a manchas.

CLASSE	DESCRIÇÃO DA REMOÇÃO DAS MANCHAS
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de manchas
Classe 4	Mancha pode ser removida com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha pode ser removida com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha pode ser removida com ácido clorídrico ou acetona.
Classe 1	Mancha não pode ser removida sem danificar a peça

Fonte: ABNT NBR 13818, 1997.

h) Resistência ao ataque químico

Não é só a massa aplicada nas cerâmicas que devem apresentar resistência aos produtos químicos, a superfície esmaltada deve também possuir tolerância a esses produtos, determinando a capacidade da mesma se manter originalmente igual. Exemplo disso são as placas que revestem piscinas, que por sua vez precisam suportar a ação do cloro, ou seja, mede a resistência da placa diante da ação de produtos químicos (REBELO, 2010).

i) Resistência ao chumbo e ao cádmio solúvel

São características necessárias para ambientes que manipulam alimentos, onde as condições não permitem que o revestimento libere chumbo ou cádmio quando em contato com ácido acético (PEZZATO, 2010).

j) Estabilidade e diferença de tonalidade

Essa propriedade diz respeito à resistência ao desbotamento que poderia ser provocado pela ação da luz natural, nesse caso os raios UV (PEZZATO, 2010).

k) Higiene

Facilidade de limpeza das placas cerâmicas, pois a superfície não absorve líquidos, vapores, odores ou fumaça (PEZZATO, 2010).

l) Condutividade elétrica

O material cerâmico é um isolante elétrico, pois não guarda cargas eletrostáticas representativas. Existem ainda, quando o projeto requer uma segurança ainda maior com relação à condutibilidade elétrica, os revestimentos cerâmicos eletrocondutores antiestáticos (PEZZATO, 2010).

m) Condutividade térmica

A cerâmica também funciona como um isolante térmico e possui condutividade térmica variando de 0,5 a 0,9 kcal/m h°C (PEZZATO, 2010).

n) Densidade

Seu peso varia de 10 a 15 kg/m², considerando placas próprias para aplicação na parede e 19 a 24 kg/m² para os pisos. O peso varia de acordo com a matéria-prima utilizada (PEZZATO, 2010).

o) Gretamento

O gretamento ocorre em placas esmaltadas quando a expansão da camada superficial não acompanha a expansão do corpo da placa, ocorrendo a fissuração em forma de fio de cabelo ou teia de aranha (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

p) Resistência ao escorregamento

É medida pelo coeficiente de atrito dinâmico. Quanto mais áspera e rugosa for a superfície da placa, maior é a resistência ao escorregamento e mais difícil é a remoção de manchas (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

q) Características geométricas

Dividem-se as características geométricas em três tipos: a ortogonalidade, a retitude e a planaridade. Ortogonalidade diz respeito à perpendicularidade ente os lados da placa. A retitude indica se a peça apresenta curvaturas para dentro e/ou para fora e a planaridade subdivide-se em três: curvatura central, lateral e empeno. A curvatura central ocorre como um efeito convexo no centro da peça cerâmica, já a curvatura lateral apresenta da mesma

forma que a central, só que com um grau maior, sendo visível nos lados da peça. E o empeno é uma deformação transversal ou longitudinal da peça cerâmica, formando aspecto curvado em um dos vértices (PEZZATO, 2010).

2.3.4.1 Processo de fabricação

Os fabricantes brasileiros de revestimentos cerâmicos estão caminhando juntos com altas tecnologias disponíveis e usadas em todo o mundo, alinhados também com as normas internacionais de qualidade (ANFACER, [entre 2007 e 2015]). A seguir, nos próximos subitens, tem-se a descrição dos processos de fabricação dos revestimentos cerâmicos desde a preparação da matéria-prima.

a) Moagem

A moagem é onde se inicia o processo de fabricação. Ela consiste na preparação da matéria-prima que na indústria brasileira, se utiliza de dois processos distintos em seu parque industrial: via seca e via úmida (ANFACER, [entre 2007 e 2015]).

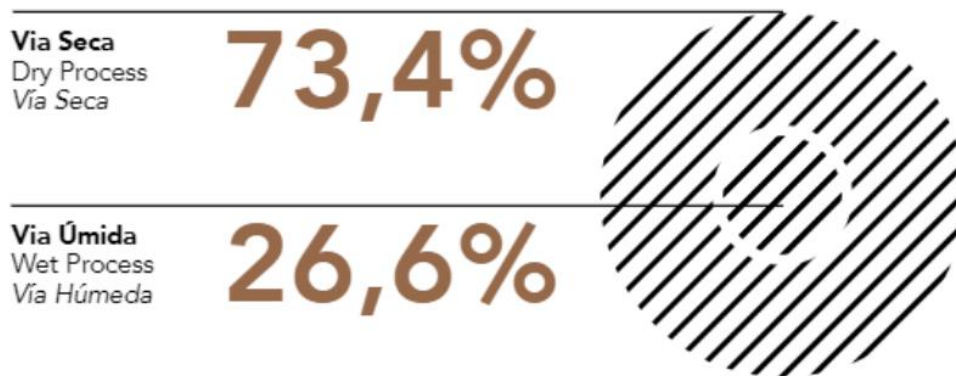
No processo de via úmida, acrescenta-se 35% do volume de matéria-prima de água, formando uma massa que é misturada em moinhos que giram continuamente. (PEZZATO, 2010).

Lolli, Nassette e Marino (2000) apresentaram o processo de preparo a seco de massas cerâmicas, que é feita em moinhos de martelo, peneirando a mistura seca para a obtenção da granulometria desejada. Além disso, citam algumas vantagens em relação ao sistema úmidos, que são:

- Menores custos energéticos, sobretudo de energia térmica;
- Eliminação dos custos referentes aos defloculantes e aditivos;
- Menores custos de manutenção;
- Menor impacto ambiental.

Conforme o Portfólio da ANFACER (2016), mais de 70% dos processos de fabricação no Brasil são realizados pela via seca, como mostra o Gráfico 8.

Gráfico 8. Proporção via seca e via úmida.



Fonte: PORTFÓLIO DA ANFACER, 2016.

b) Conformação

Ocorre após a moagem, e está relacionada com a conformação das peças e as propriedades da matéria-prima (grau de umidade e plasticidade). Essa fase pode ser executada de duas maneiras: por extrusão ou por prensagem (PEZZATO, 2010).

- Prensagem

Essa operação é usada em massas granuladas com baixo teor de umidade (até 7%). (ABCERAM, [entre 2007 e 2017]). Na monoqueima, a prensagem mais utilizada é a hidráulica e na biqueima, utiliza-se a fricção ou hidráulica (SICHIERI, 2003 *apud* PEZZATO, 2010).

- Extrusão

Nesse processo a massa é colocada em uma extrusora (chamada maromba), determinando seu formato através de um bocal. Posteriormente é cortada e levada para secagem e finalmente para a esmaltadeira (ABCERAM, [entre 2007 e 2017]).

Ainda no processo da conformação, após a passagem da massa pela prensagem ou pela extrusão, os revestimentos cerâmicos podem ser esmaltados ou não esmaltados.

c) Tratamento térmico

Tratamento térmico, é o que confere o desenvolvimento da matéria-prima nas propriedades finais do produto cerâmico. Essa etapa consiste em duas ações: secagem e queima:

- **Secagem**

A secagem serve para eliminar essa água de forma lenta e gradual, com secadores intermitentes que tem temperaturas variando entre 50 e 150°C (ABCERAM, [entre 2007 e 2017]).

- **Queima**

Também chamada de sinterização, em que as peças adquirem suas propriedades finais. Dependendo do tipo de matéria-prima utilizado na massa, nessa fase a peça pode adquirir característica como fases cristalinas, vítrea, entre outras. Para isso, após a secagem as peças são colocadas em fornos permanentes ou descontínuos e são expostas a temperaturas entre 800 e 1700°C. A temperatura eleva-se, proporcionando as características de dureza e resistência do produto na medida em que ocorrem as reações químicas. (PEZZATO, 2010).

d) Esmaltação

Muitos produtos cerâmicos recebem uma camada fina e contínua de um material denominado de esmalte ou vidrado, que após a queima adquire o aspecto vítreo. Essa camada contribui para aspectos estéticos, higiênicos, além de melhorias nas propriedades mecânicas e elétricas, além de tornar o produto impermeável. Entre as matérias-primas naturais para a esmaltação e vitrificação, temos: quartzo, caulim, lepidolita, espodumênio, ambligorita, feldspato, calcita, fluorita, dolomita, zirconita. E entre os produtos químicos, temos: borax, ácido bórico, carbonato de sódio, nitrato de sódio, carbonato de potássio, nitrato de potássio, óxidos de chumbo, carbonato de cálcio, carbonato de bário, carbonato de magnésio, carbonato de lítio, carbonato de estrôncio e óxido de zinco (ABCERAM, [entre 2007 e 2017]).

De maneira geral, as placas esmaltadas apresentam boa resistência a manchas, fato que pode ser atribuída à quase nula absorção de água e rugosidade (PEZZATO, 2010).

e) Acabamento

Na maioria das vezes, após o processo de tratamento térmico, as peças são inspecionadas e já estão prontas para o consumo. Mas alguns produtos requerem maiores acabamentos para atender a algumas características, não possíveis de serem obtidas durante o processo de fabricação. É o chamado pós-queima ou acabamento, que consiste em corte, furações e polimentos (ABCERAM, [entre 2007 e 2017]).

2.3.5. Tipos de juntas

Junta é o espaço regular entre duas peças de materiais idênticos ou distintos. Para um bom projeto de revestimentos cerâmico é fundamental e obrigatório o estudo e planejamento das juntas. Leva-se em consideração o tipo de estrutura, revestimentos, posicionamentos, dimensões e materiais que irão preenchê-las. É essa camada que absorve as tensões que atuam sobre o revestimento cerâmico, sendo assim de extrema importância para a estabilidade dos revestimentos (ALMEIDA, 2012).

Segundo a NBR 13753 (ABNT, 1996), as juntas entre componentes têm como função:

- Compensar a variação das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento das mesmas;
- Atender a estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a ser revestido com a largura das juntas;
- Permitir relativa acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas;
- Facilitar o preenchimento, garantindo completa vedação da junta;
- Facilitar a troca de placas cerâmicas.

Para Campante e Baía (2003), as juntas devem atender as seguintes exigências:

- Capacidade de absorver deformações: resistência às condições de uso e às condições ambientais;
- Impermeabilidade: está relacionada com a estanqueidade do revestimento cerâmico;
- Resistência à abrasão: para garantir resistência às operações de limpeza;
- Durabilidade e resistência a fungos.

As juntas se classificam em:

a) Juntas de assentamento

São os espaços deixados durante seu assentamento e variam de 8 a 10 mm. Parâmetro para cálculo desse espaçamento é feito através da soma da dilatação por umidade e a dilatação térmica. O rejuntamento deve ser feito 72 horas após o assentamento das peças e antecedendo sua realização, um ensaio de percussão das peças cerâmicas, além de limpeza e umedecimento das juntas devem ser feitos para garantir maior eficácia e aderência do rejunte. Rejunte esse que deve ser preferencialmente pré-fabricado. Outra orientação é que a limpeza do material sobre a face do revestimento cerâmico deve ser feita após 15 minutos de sua aplicação, com o auxílio de um pano úmido e após mais 15 minutos, a limpeza com um pano seco (CARVALHO JR, 1999).

b) Juntas estruturais

São juntas definidas no projeto estrutural a fim de absorver tensões provocadas pela deformação do edifício. Assim, o revestimento cerâmico deve respeitar a posição dessas juntas, permitindo a deformação prevista em projeto (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

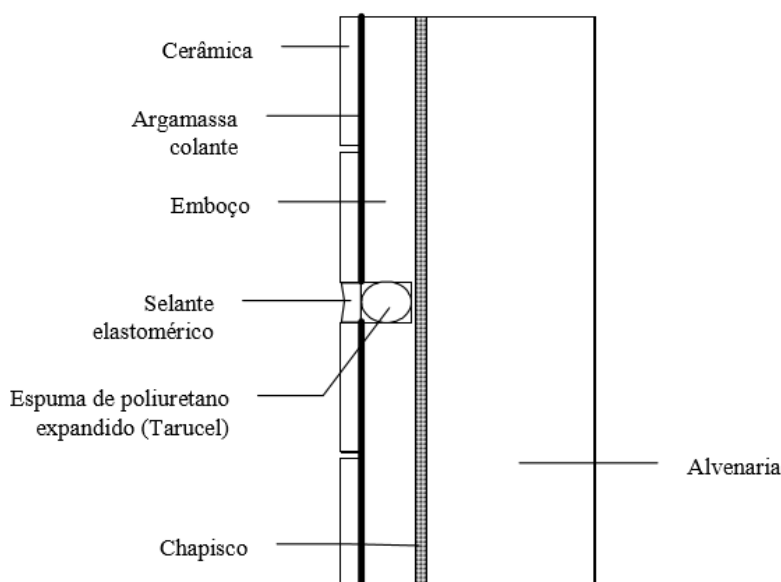
c) Juntas de movimentação ou trabalho

Segundo a NBR 13753 (ABNT, 1996), as juntas de movimentação são espaços regulares cuja função é subdividir o revestimento do piso para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da base, ou do próprio revestimento.

Essas juntas dividem um pano cerâmico extenso em panos menores, permitindo assim a movimentação dos mesmos. Localiza-se preferencialmente na região entre viga/alvenaria (juntas horizontais) a cada pavimento, e na região de transição pilar/alvenaria (juntas verticais) a cada 6 m.

Cortes são feitos no emboço para a posterior introdução do limitador da junta quando da execução da mesma (material de enchimento – espumas de polietileno expandido) (Figura 10). Além disso, se aplica um selante da junta (mastique a base de poliuretano) utilizando-se fita crepe nas bordas das cerâmicas (CARVALHO JR, 1999).

Figura 10. Esquema das juntas de movimentação.

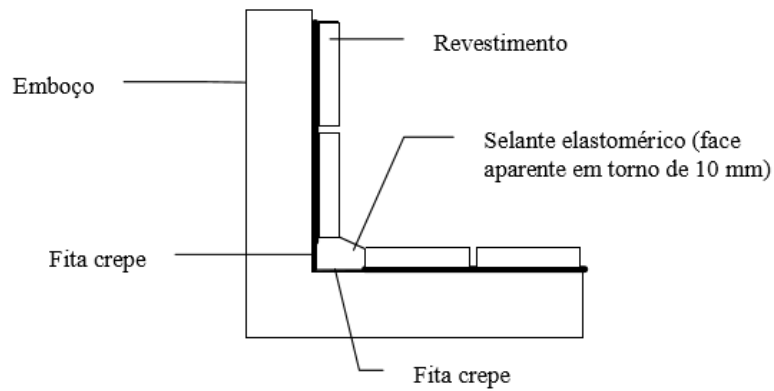


Fonte: CARVALHO JR, 1999.

d) Juntas de dessolidarização

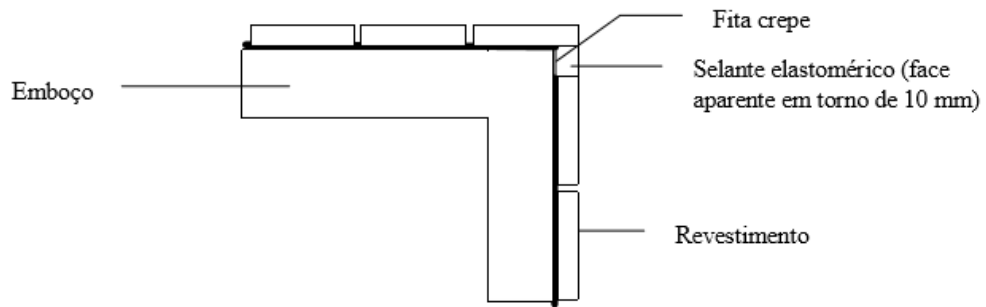
São utilizadas nas mudanças de direção entre um mesmo revestimento e nas transições entre revestimentos diferentes. É feita através de selantes elastoméricos, fita crepe e também mastique a base de poliuretano. As Figuras 11, 12 e 13 mostram alguns exemplos em que essas juntas se fazem necessárias (CARVALHO JR, 1999).

Figura 11. Exemplo de juntas de dessolidarização entre piso e parede.



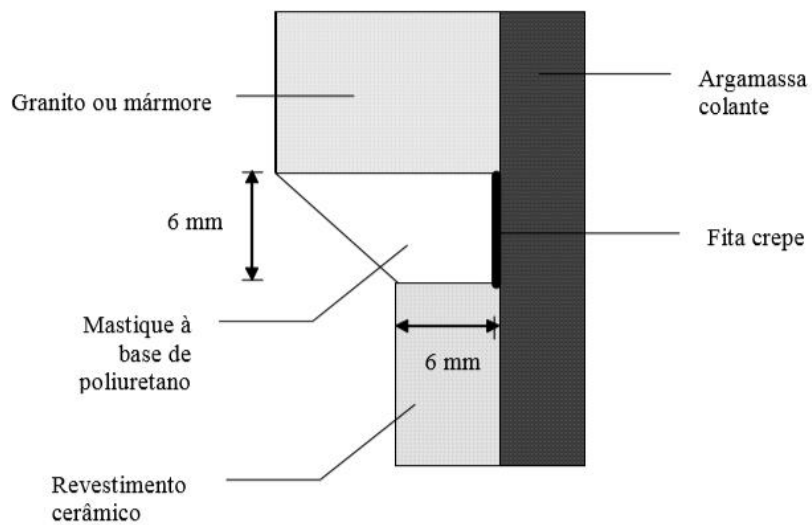
Fonte: CARVALHO JR, 1999.

Figura 12. Exemplo de junta de dessolidarização entre plano horizontal e vertical.



Fonte: CARVALHO JR, 1999.

Figura 13. Junta de dessolidarização entre peças de granito ou mármore e revestimento cerâmico.



Fonte: CAVALHO JR, 1999.

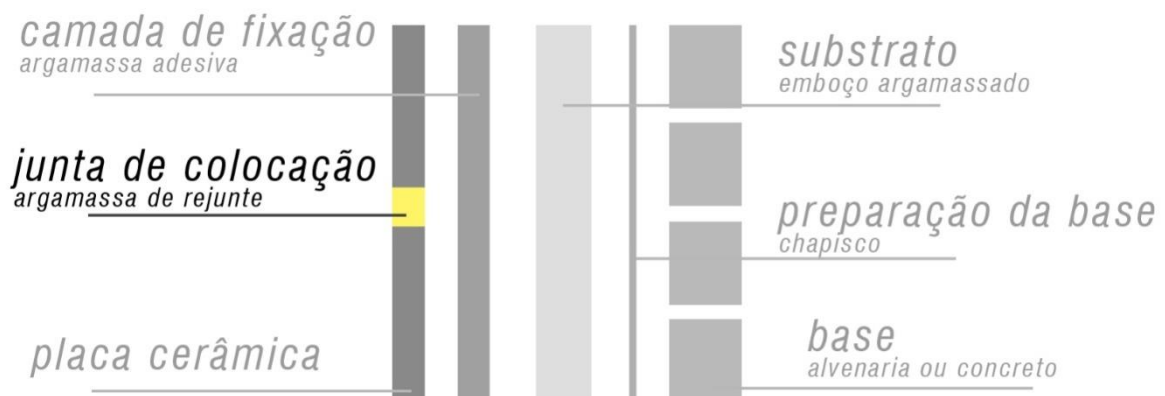
e) Juntas especiais

As juntas especiais ocorrem em diversos tipos de indústrias e laboratórios, quando o revestimento está sujeito a agentes agressivos, como ácidos, bases, óleos, entre outros. Dessa maneira, o papel dessas juntas especiais é ter material apropriado para facilitar o perfeito preenchimento e de largura mínima de 7 mm (FIORITO, 1994).

2.3.6 Rejuntamento

De acordo com Fiorito (1994), rejuntamento é a camada que ocorre após o assentamento. Devido às condições de cura da base ou da argamassa colante, geralmente se recomenda rejuntar com no mínimo 72 horas do assentamento (Figura 14).

Figura 14. Localização do rejunte nas camadas de RFC.



Fonte: AUTORA, 2017.

As argamassas de rejuntamento industrializadas apresentam grandes vantagens, como bons níveis de elasticidades, maior resistência à absorção de água, baixa retração por secagem, maior resistência à formação de fungos, alta adesividade, maior lavabilidade, cores mais firmes, entre outras, embelezando e valorizando o revestimento cerâmico, além de garantirem maior estabilidade para o sistema (ROSCOE, 2008).

O processo de rejuntamento passa pelas preliminares, preparo e aplicação:

- **Preliminares**

Nas preliminares as juntas de assentamento devem ser escovadas e umedecidas com broxa molhada em água, garantindo assim aderência do rejunte à lateral das peças, vedando efetivamente as juntas (FIORITO, 1994).

- **Preparo**

Preparar a massa até obter uma pasta consistente. A cada finalidade existe um tipo de argamassa recomendada. Argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland são misturas de cimento cinza ou branco, com outros produtos como areia, retentor de água, impermeabilizantes, fungicidas, pigmentos fixadores de cor, e outros aditivos químicos a base de látex ou poliméricos secos que proporcionam flexibilidade aos rejuntamentos. Outras argamassas de rejuntamento que podem ser preparadas são à base de resinas epoxídicas, que são misturas de resina epóxi, cargas minerais, aditivos e agentes de cura (endurecedores), e são excelentes para grandes variações térmicas (20 a 150°C). Nessas argamassas com resinas epoxídicas, pode-se adicionar pigmentos fixadores de cores, resultando um rejunte impermeável, de excelente acabamento e fácil de limpar, proporcionando maior higiene, sendo ideal para áreas úmidas, banheiros, piscinas, hospitais, cozinhas, além de resistirem às eflorescências, fungos, bactérias, sendo a mais eficiente argamassa de rejuntamento brasileira. Outras argamassas de rejuntamento são as de resinas furânicas, em que se mistura resinas furânicas com cargas minerais, aditivos e agentes de cura, consistindo um rejunte de resistência química e térmica elevada (ROSCOE, 2008).

O rejuntamento das juntas de movimentação, estruturais e dessolidarização são feitas de um material a base de poliuretano, silicone ou polisulfetos, adicionando-se minerais devidamente graduados, aditivos especiais

e as vezes até, pigmentos fixadores de cor, quando se torna desejável uma cor semelhante à cor do rejuntamento do restante da peça (ROSCOE, 2008).

- **Aplicação**

Para a aplicação, deve-se usar uma desempenadeira com base de borracha maciça e flexível, pois reduz a perda de material. As com base de espuma não são recomendadas, já que a espuma retém pasta de cimento que seca e vira um abrasivo para o esmalte da placa. Além disso, o movimento de aplicação deve ser observado, devendo ser cruzado em relação às juntas para facilitar a penetração da pasta. Após a aplicação, deve-se deixar absorver e remover o excesso com um pano ou espuma úmida. Após a limpeza, dar acabamento com espuma macia, limpa e úmida (FIORITO, 1994).

2.4. Patologia nos revestimentos cerâmicos

Almeida (2012) citando dicionários Michaelis, Aurélio e Houais, caracteriza patologia etimologicamente a partir do grego *páthos* (doença) e *logos* (estudo), assim significando o estudo das doenças. Logo, patologia das edificações é um termo da medicina que passou a ser usado na engenharia, remetendo às “doenças” ou problemas dos edifícios.

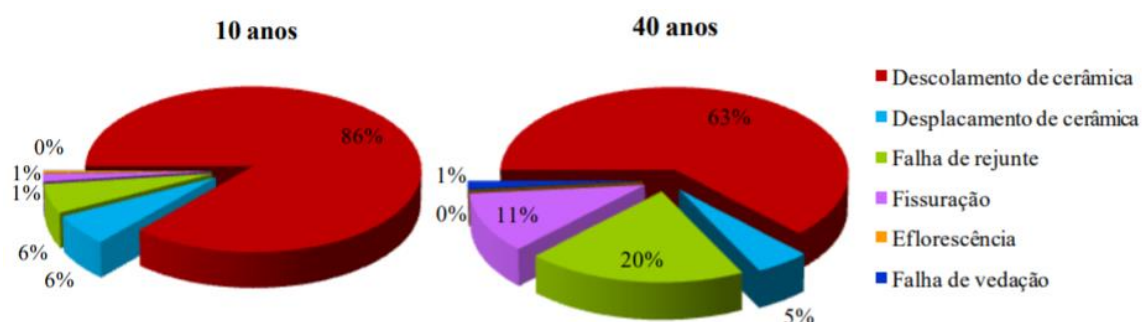
Um problema patológico no edifício pode ser entendido como uma situação em que o edifício ou uma parte dele, num determinado instante de sua vida útil, não apresenta o desempenho previsto. A identificação desses, de modo geral, ocorre através das manifestações ou sintomas patológicos, como modificações estruturais e/ou funcionais no edifício ou na parte afetada, como sinais de aviso de algum defeito presente (BARROS; SABBATINI, 2001).

Com relação às manifestações patológicas encontradas nos RCF, podem ocorrer por diversas razões, sendo, na sua maior parte, por problemas nas fases de elaboração do projeto ou na sua execução. Quando da fase de projeto os problemas podem ocorrer pela falta de um projeto específico em que se defina as características do revestimento, bem como das camadas de regularização, fixação e do acabamento, e em casos mais graves, por erros na concepção do projeto com um todo. Geralmente esses erros ocorrem pela falta de

conhecimento técnico ou falta de experiência sobre o assunto. Já os erros de execução, em geral, acontecem por falta de treinamento de mão de obra (BARROS; SABBATINI, 2001).

Bauer *et. al.* (2010) *apud* Silva (2014) apresentam um estudo que buscou entender os fenômenos que provocam as manifestações patológicas que surgem nas fachadas, a partir de edifícios na cidade de Brasília, indicando graficamente as porcentagens de ocorrências de anomalias nesses empreendimentos, considerando imóveis com 10 e 40 anos. Como o Gráfico 9 apresenta, mais da metade compreendem manifestações patológicas advindas dos descolamentos, seguidos dos deslocamentos, falhas de rejuntas, fissuração, eflorescências e por último falhas na vedação.

Gráfico 9. Distribuição percentual de patologias em edifícios com 10 anos e 40 anos.



Fonte: BAUER *et. al.*, 2010 *apud* SILVA, 2014.

Roscoe (2008) afirmou que se faz necessário o conhecimento da origem das manifestações patológicas, para assim diagnosticar as causas e poder repará-las. Por isso, classifica a patologia dos RFC quanto a origem e subdivide entre as manifestações de origem congênitas, construtivas, adquiridas e acidentais.

- **Congênitas**

As ditas congênitas têm origem na fase de projeto, muitas vezes pelo não cumprimento das normas técnicas ou de erros e omissões dos profissionais, resultando falhas no detalhamento e concepção inadequada dos revestimentos. Ocorrem também quando o arquiteto ou projetista deixa de observar os requisitos básicos referentes ao funcionamento e qualidade da obra como um

todo, não levando em consideração as interações entre todas as partes construídas. As causas do tipo congênitas são responsáveis por 40% das manifestações patológicas (ROSCOE, 2008). Ou seja, pelo não entendimento, ou não importância dada a essa etapa da obra, quase metade delas apresentam manifestações patológicas. Isso confirma o fato de que os profissionais devem se atentar a esse sistema para se evitar aparecimento de problemas posteriores.

- **Construtivas**

Tem origem na fase de execução da obra, podendo ser por emprego de mão de obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia de assentamento das peças. Roscoe (2008) citou que as anomalias por essa origem resultam em 25% dos problemas patológicos.

- **Adquiridas**

Relacionadas à vida útil dos revestimentos, por exposição ao meio em que estão inseridas. Pode ter causas naturais pela agressividade do meio ou decorrentes da ação humana, por falta de manutenção adequada, ou ainda por interferência incorreta nos revestimentos, danificando as camadas e assim desencadeando um processo patológico (ROSCOE, 2008).

- **Acidentais**

Causadas por algum efeito atípico, como uma solicitação incomum (ventos e chuvas de intensidade anormal, recalques estruturais, incêndios, dentre outros). Atingem especialmente a camada de base e os rejuntas, podem afetar as placas cerâmicas causando movimentações que desencadearão processos patológicos em cadeia (ROSCOE, 2008).

2.4.4 Tipos de manifestações patológicas

2.4.4.1 Destacamento ou descolamento

Também chamada de perda de aderência, os descolamentos e destacamentos podem ser entendidos com um processo em que ocorrem falhas ou rupturas na interface dos componentes cerâmicos com a camada da fixação

ou com a camada de fixação e o substrato. Num primeiro momento as manifestações podem ser observadas através de um som cavo pelo ensaio de percussão, seguido de descolamento das placas (BARROS; SABBATINI, 2001).

As causas dessas anomalias podem ser diversas, sendo uma das mais comuns a instabilidade do suporte (base), a fluência da estrutura de concreto armado e as variações higrotérmicas e de temperatura. O que se tem analisado é que com um ritmo na construção acelerado, os componentes cerâmicos não seguem as recomendações de tempo de assentamento, esclarecidas nas normas, e assim as placas muitas vezes são aplicadas com o substrato ainda úmido, e em consequência tem-se sua movimentação por retração e acomodação, causando perda de aderência entre as camadas (BARROS; SABBATINI, 2001).

Barros e Sabbatini (2001) citaram como outras possíveis causas:

- Grau de solicitação do revestimento;
- Características das juntas de assentamento e de movimentação;
- Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de canto, como exemplos);
- Ausência de especificação dos serviços de execução;
- A imperícia ou negligência da mão de obra;
- Utilização de argamassa adesiva com prazo de validade vencido;
- Fixação de componentes cerâmicos após o vencimento por tempo de abertura do pacote;
- Presença de pulverulência ou de materiais deletérios nas superfícies do substrato ou com componente cerâmico.

Assim, combinando todos esses elementos com a variação de umidade que o suporte está sujeito, pode provocar uma concentração de esforços elevados em um centro ponto, ocasionando perda de aderência dos componentes quando esta ultrapassar o limite de resistência aos esforços. As variações de umidade podem ocorrer mesmo com assentamento sendo feito sob substratos já curados, como em locais sob a ação de vapor d'água, causando

um reumidificação, mostrando assim que no caso de construções antigas as anomalias podem aparecer (BARROS; SABBATINI, 2001).

Para se iniciar uma análise das causas da aparência desses casos, devem-se levantar características para que com elas se realize um diagnóstico do problema, a fim de detectar agentes responsáveis e preveni-los. As características que devem ser analisadas são (BARROS, SABBATINI, 2001):

- Materiais empregados;
- Mão de obra para a execução;
- Período de execução de revestimento em relação às demais camadas;
- Condições de exposição em que os componentes estiveram sujeitos ao longo da vida útil;
- Características do substrato (resistência mecânica, umidade), entre outros.

Os autores Barros e Sabbatini (2001) também afirmam que a grande maioria dos casos de descolamento do componente cerâmico, ocorre por assentamento com argamassa convencional, que apresenta um alto índice de teor de água em sua composição, além de elevada espessura, uma vez que é também a argamassa de regularização. Esse problema é evitado quando da utilização de argamassa colante própria para assentamento, e quando a mesma é aplicada de forma que se respeite os tempos de abertura e aplicação. Além disso, é uma massa mais seca e de reduzida espessura aplicada.

2.4.4.2 Trincas, gretamento e fissuras

Essas manifestações ocorrem por perda de integridade na superfície do componente cerâmico, podendo levar ao descolamento. Enquanto a trinca é entendida com ruptura no corpo da peça, o gretamento e as fissuras são aberturas na superfície do componente. A primeira é causada pela ação dos esforços que provocam a separação de suas partes e apresentam dimensões superiores a 1 mm, no geral. Já o gretamento e fissuras ocorrem por ruptura parcial de sua massa, não chegando a dividir por completo a peça e tendo aberturas, normalmente inferiores a 1 mm (BARROS; SABBATINI, 2001).

Barros e Sabbatini (2001) listaram possíveis causas para o aparecimento dessas anomalias:

- Dilatação e retração do componente cerâmico: isso pode ocorrer devido à variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, gerando tensões internas;
- Deformação estrutural excessiva: quando da movimentação estrutural da construção ocorrem tensões na alvenaria (base) e que são distribuídas por todas as camadas, atingindo os RCF. Diante disso, quando essas tensões atingem as tensões máximas suportadas pelo revestimento, podem ocorrer as trincas, fissuras e até mesmo os descolamentos;
- Ausência de detalhes construtivos: por menores que sejam, os detalhes como vergas, platibandas, contravergas, juntas de movimentação nos revestimentos, entre outras, auxiliam num bom desempenho dos revestimentos;
- Retração da argamassa convencional: a retração por perda de umidade pode gerar o fenômeno denominado “beliscão”, ou seja, um aperto no corpo cerâmico resultando tensões que tendem a tornar a superfície da face convexa e tracionada, favorecendo o aparecimento de fissuras e/ou trincas.

Os problemas relacionados às trincas e fissuras, na maioria das vezes, são observados nos primeiros e últimos pavimentos dos edifícios. Esse fato pode ser explicado pela falta de especificação de juntas de movimentação e detalhes construtivos específicos para essas áreas que sofrem grandes solicitações (BARROS; SABBATINI, 2001).

2.4.4.3 Manchas

Segundo Quinteiro *et. al.* (2010), aumentou o número de caso de manchas nos revestimentos cerâmicos, principalmente na camada a baixo do esmalte, o que causa a perda no desempenho estético. Os autores listaram algumas peculiaridades sobre o tema, como:

- As manchas podem corresponder simplesmente a alterações de cinza em relação à tonalidade original, ou ainda apresentar padrões diferentes de coloração (azulados, avermelhados, esverdeados, etc.);

- A ocorrência está sempre associada à presença excessiva de umidade no ambiente e ao acesso à água, com alojamento na área a baixo do esmalte na placa cerâmica.

As manchas nos RCF podem ter causas por eflorescências, bolores, manchas d'água e manchas devido ao uso. A seguir, se detalha cada uma dessas causas (RHOD, 2011):

- **Eflorescências**

A eflorescência é um aparecimento patológico que pode ir desde uma simples alteração visual da superfície onde se manifesta, chegando a causar descolamentos das placas. Nada mais é do que um depósito cristalino (salino) numa superfície, devido à ação do meio ambiente e por ação química. Esse depósito ocorre pela movimentação de água entre o material poroso, carregando substâncias que serão depositadas sobre a superfície quando da evaporação da água. Então, para que essa anomalia apareça, se faz necessária a presença de água, substâncias solúveis (sulfatos de sódio, potássio e cálcio, carbonatos de sódio, entre outras, provenientes das matérias-primas ou reação entre componentes) e uma superfície porosa que possibilitará o transporte (BARROS; SABBATINI, 2001).

Há uma certa dificuldade de se garantir a não incidência dessa anomalia nos RCF, uma vez que a maioria das matérias-primas utilizadas para o revestimento cerâmico contém composição salina. Mesmo assim, pode-se anemizar o seu aparecimento com algumas providências (BARROS; SABBATTINI, 2001):

- Redução do consumo de cimento Portland na argamassa de regularização, o que é possível com uma dosagem racional e/ou especificar o uso de um cimento com baixo teor de álcalis para a produção dessas argamassas;
- Utilização de componentes cerâmicos para revestimento de qualidade garantida e isentos de umidade residual;
- Seguir corretamente as indicações das normas sobre os tempos necessários de cura de cada camada;

- Evitar o uso de ácido clorídrico durante a limpeza do revestimento, logo após a aplicação do rejunte.

Há certa facilidade em remover esses depósitos salinos na superfície, que na maioria das vezes uma simples lavagem na superfície o fará, mas poderá voltar a surgir se as condições ambientais continuarem a serem propícias. Com o passar do tempo, os sais vão sendo eliminados e essa anomalia tende a desaparecer (BARROS; SABBATINI, 2001).

- **Bolores**

Quando ocorre a aplicação de uma argamassa de rejuntamento muito porosa, pode ocorrer a proliferação de fungos e algas nessas áreas, principalmente quando nesse material não se adicionam agentes resistentes a esses microrganismos. Assim, em pouco tempo, a estética da fachada fica comprometida, mesmo que em outros aspectos ela tenha sido bem executada (CICHINELI, 2006).

A umidade do ambiente é o que favorece umidade ao material, mas somente a umidade absorvida é a que colabora para o desenvolvimento de fungos e bolores. Outro fator, além da umidade, que influencia na incidência dessa manifestação patológica é a temperatura. As medidas de prevenção para o problema devem ser tomadas ainda na fase projetual, com exemplo aumentar a ventilação do ambiente que será aplicado os RCF (BARROS *et. al*, 1997 *apud* RHOD, 2011).

- **Manchas d'água**

Consiste no escurecimento da superfície de uso das placas cerâmicas (acinzentamento), perceptível pelo olho humano. Podendo ser permanente ou temporária (quando submetida a secagem e recuperação da tonalidade original). Ocorre na área chama engobe, ou seja, área logo a baixo do esmalte da placa e ocorrem pelo princípio de que a água migra e se aloja nessa área. Não existe nenhuma norma que apresente procedimentos de ensaio para se avaliar os produtos quanto essa tendência (QUINTEIRO *et. al*. 2010).

- **Manchas pelo uso**

Timellini e Carani (1997) afirmaram com seus estudos que nos pisos esmaltados novos a retirada de manchas é de 100% de eficácia, e nas superfícies desgastadas pelo uso essa eficácia é bem diminuta. Metade das placas submetidas aos ensaios dos autores apresentava manchas (como as provenientes de cigarros e tintas) que não podiam ser retiradas com os métodos que não agredissem a superfície. Assim, concluíram que a eficácia de limpeza é inversamente proporcional ao desgaste da peça. O mesmo procedimento foi realizado nas peças não esmaltadas, e o que se concluiu foi que algumas manchas quase não se eliminam das superfícies, mesmo que novas.

2.4.4.4 Deterioração de juntas

A deterioração das juntas compromete o desempenho de todo o revestimento cerâmico, pois elas são as responsáveis pela estanqueidade do revestimento e pela capacidade deste de absorver deformações. Ocorre através da perda de estanqueidade da junta ou envelhecimento do material de preenchimento, além de problemas nas juntas de movimentação, que podem ocorrer por falhas na execução, na limpeza, entre outros (CAMPANTE; BAÍA, 2003 *apud* RHOD, 2011).

A falha no tratamento da junta de movimentação com selante pode implicar na ocorrência de futura infiltração, assim como seção transversal não retangular, ausência de limitador de profundidade e falta de cuidado na limpeza da abertura. Por isso, recomenda-se o frisamento do emboço quando da sua aplicação e o corte prévio das peças (CICHINELLI, 2006).

2.5 Durabilidade

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define durabilidade na construção civil como “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas”. A partir disso, a norma canadense de segurança S478 (CSA, 1995) define a expectativa de vida útil de acordo com o tipo de finalidade da obra (Tabela 6). Se unindo a isso, pode-se inter-relacionar com a ISO 15686-1 (2000),

em que pode ser visualizada uma tabela de duração mínima de vida, de acordo com os elementos do edifício, sendo eles: elementos inacessíveis ou estruturais, elementos de manutenção difícil ou onerosa, elementos facilmente substituíveis, instalações de serviços e trabalhos exteriores (Tabela 7).

Tabela 7. Categorias de vidas úteis de projeto para edifícios.

Categoria	Vida útil de projecto para edifícios	Exemplos
Temporários	Até 10 anos	- Construções não permanentes, escritórios de venda - Construções para exposições temporárias
Curta duração	10 a 24 anos	- Salas de aulas temporárias
Média duração	25 a 49 anos	- Maioria das construções industriais - Maioria das construções para estacionamento
Longa duração	50 a 99 anos	- Maioria das construções habitacionais, comerciais, para escritórios e serviços
Permanente	Período mínimo de 100 anos	- Monumentos (museus, galerias de arte e arquivos) - Património

Fonte: CSA S478, 1995 – traduzido.

Tabela 8. Duração mínima da vida de projeto com relação aos elementos.

Vida útil de projecto do edifício	Elementos inacessíveis ou estruturais	Elementos de manutenção difícil ou onerosa	Elementos facilmente substituíveis	Instalações de serviços e trabalhos exteriores
Ilimitada	Ilimitada	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10

Fonte: ISO 15686-1, 2000.

Caminhando junto a isso, a NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define desempenho como a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação quanto à saúde, conforto, adequação ao uso e economia. Desta forma, ela estabelece valores de desempenho mínimo (M), ou seja, valores obrigatórios para o atendimento quanto uma análise de custo-benefício dos sistemas, além de um valor superior (S), que estabelece um limite de exigência para atendimento de desempenho, conforme apresenta a Tabela 9.

Tabela 9. Vida útil de projeto e níveis de desempenho mínimo (M) e superior (S) de sistema de revestimento.

Sistemas, elementos ou componentes	VUP (Anos)	
	M	S
Paredes de vedação externas, painéis de fachada, fachadas-cortina.	≥ 40	≥ 60
Revestimento de fachada aderido e não aderido - Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobre muros.	≥ 20	≥ 30
Componentes de juntas e rejuntamentos; mata-juntas, sancas, golas, rodapés e demais componentes de arremate.	≥ 4	≥ 6
Janelas (componentes fixos e móveis), portas-balcão, gradis, grades de proteção, cobogós, brises. Inclusos complementos de acabamento como peitoris, soleiras, pingadeiras e ferragens de manobra e fechamento.	≥ 20	≥ 30

Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2003 – adaptado por SILVA, 2014.

3 Estudo de caso

3.1 O município de Presidente Prudente

Presidente Prudente é um município brasileiro do Estado de São Paulo, localizado a aproximadamente 550 km da sua capital e conhecido como a “capital do oeste paulista”, sendo um dos principais pólos industriais, culturais e de serviços da região (Figura 15). No censo de 2010 contava com cerca de 207 mil habitantes, e uma densidade demográfica de 368,89 habitantes/km² (IBGE, 2010).

Figura 15. Localização de Presidente Prudente no Brasil, no estado e mapa da cidade.



Fonte: AUTORA, 2017.

A ocupação econômica da Alta Sorocabana e a origem e crescimento da ocupação de Presidente Prudente, em meados do Séc. XIX, se ligaram diretamente ao processo de expansão capitalista para o oeste do país, que por sua vez estavam ligadas à redefinição da economia brasileira, por meio da indústria cafeeira e declínio da mineração e também do contexto da Guerra do

Paraguai. Com isso, Presidente Prudente surgiu num processo de busca por novos territórios ao modo capitalista de produção, pelas mudanças nas relações de trabalho e de produção. Assim, iniciou-se a cidade com a formação de dois núcleos que posteriormente foram determinantes para o surgimento do município: Vila Goulart e Vila Marcondes, separadas pela estrada de ferro Sorocabana. Logo, essas vilas estimularam o rápido povoamento desses núcleos e a abertura de glebas, tornando a área cada vez mais a capital da Alta Sorocabana (ABREU, 1972; SILVA, 1994).

3.2 Área de estudo – Parque do Povo

A área escolhida para o estudo de caso se localiza no chamado Parque do Povo. Ele se deu num contexto de grande expansão urbana em meados dos anos 1970, quando já se comportava o adensamento ocorrido na malha e o Córrego de Veado se fazia um obstáculo para o crescimento na área Sudoeste (SILVA, 1994).

A ideia do projeto foi a reurbanização de uma área considerada degradada (área do entorno do Córrego do Veado), pensando numa alocação de infraestrutura, criação de áreas verdes, implantação de equipamentos de lazer, serviços, implantação de duas vias de trânsito rápido. Com as desapropriações e descontentamentos da população, principalmente que tinham suas propriedades no local, fez com que o poder público lançasse de uma campanha de progresso da cidade, e se enfatizou a ideia de “parque do povo”(SILVA, 1994).

“A realidade vem reforçar a ideia de que o parque denominado do povo, era muito mais do povo anteriormente do que quando do término das obras, havendo, ainda um evidente desacordo/descompasso entre o preço da indenização recebida pela perda da propriedade e os novos preços que o m² atingiu na área” (SILVA, 1994, p. 42).

O parágrafo acima diz respeito à imensa valorização que a área sofreu e que perdura até os dias atuais. A inauguração do mesmo ocorreu em junho de 1982 e atualmente é um espaço de público de lazer consolidado, proveniente da canalização do Córrego do Veado e dessas desapropriações de seu entorno. De

área degradada, contando com processo de favelização, que também se fazia como uma barreira física para o crescimento urbano, proporcionou ampliação da malha urbana, além de se tornar uma área densa e valorizada, com a inserção de novos pontos comerciais em toda a sua extensão e expulsão da camada de baixa renda (OLIVEIRA; SAMPAIO, 2016).

A apresentação do histórico do município e do Parque do Povo se fez no presente trabalho, pois é nesse contexto de valorização imobiliária da área que se instalam os edifícios objeto de estudo de caso. Assim, a Figura 16 localiza os edifícios em relação à dimensão do parque, mostrando sua influência espacial.

Figura 16. Localização dos edifícios objeto de estudo de caso com relação ao Parque do Povo.



Fonte: GOOGLE MAPS, 2017 – modificado.

3.2.1 Edifícios objeto de estudo

Os edifícios de múltiplos pavimentos fazem parte de um condomínio com três torres de alto padrão, numa localização privilegiada do município, nos encontros das Avenidas 11 de Maio e Celestino Figueiredo. As torres são compostas por 20 pavimentos, totalizando 114 apartamentos contendo em torno de 201 m² de área cada um, sendo constituídos por três ambientes de sala com sacada, quatro dormitórios (sendo três suítes), banheiro social, lavabo, cozinha e área de serviço, além de três vagas de garagem. Em buscas por valores de

vendas desses imóveis, encontraram-se anúncios em jornais e imobiliárias girando em torno de R\$ 1.200.000,00 (2017).

Os três edifícios em questão foram escolhidos para o estudo, pois por mais que sejam de elevado valor imobiliário (considerados de altíssimo padrão), apresentam gravíssimo caso de manifestações patológicas nos RCF. A Figura 17 apresenta as fachadas frontais dos três edifícios, onde é possível notar a presença de peças cerâmicas coloridas, porém o que antes valorizava o empreendimento (principalmente no quesito da estética) vem apresentando graves problemas.

Figura 17. Fachadas principais dos três edifícios do Condomínio Mares do Sul.



Fonte: AUTORA, 2016.

Qualquer pessoa que passa no entorno do condomínio nota graves destacamentos dos RCF, assim como demonstrados na Figura 18, em que se tem um quadro com algumas imagens pontuais que foram realizadas em julho de 2016, porém essas anomalias já vinham sendo notadas há pelo menos 4 anos e se acompanhou seu agravamento.

Figura 18. Alguns dos exemplos de deslocamentos presentes nas fachadas dos três edifícios do Condomínio Mares do Sul.



Fonte: AUTORA, 2016.

Após um ano da realização desse primeiro conjunto de imagens, o que se pôde notar é que as manifestações patológicas se intensificaram, e atualmente o condomínio conta com uma equipe especializada (empresa Ebenezer) que está trabalhando na retirada total desse RCF e está ocorrendo a aplicação de um revestimento argamassado com posterior pintura convencional. O processo de reforma se iniciou no edifício 2, e atualmente se apresenta totalmente revestido de argamassa e pintura. De maneira paralela, o edifício 3 conta com a retirada manual dos RCF e o edifício 1 ainda não apresenta a intervenção humana de retirada dos RCF (Figura 19).

Figura 19. Situação das fachadas dos edifícios em julho de 2017.



Fonte: AUTORA, 2017.

Em visita a um dos apartamentos do condomínio, pôde-se escutar a todo o momento em que se passou em seu interior o barulho das peças que se soltavam e caíam, bem como de fragmentos de argamassa. Assim, medidas preventivas foram tomadas como a instalação de telas de proteção em todo o contorno das torres, para se evitar maiores problemas com os residentes e visitantes do local, além de faixas de isolamento laterais para se preservar os locais de possíveis quedas (Figura 20).

Figura 20. Detalhes das telas de proteção colocadas nos edifícios.



Fonte: AUTORA, 2017.

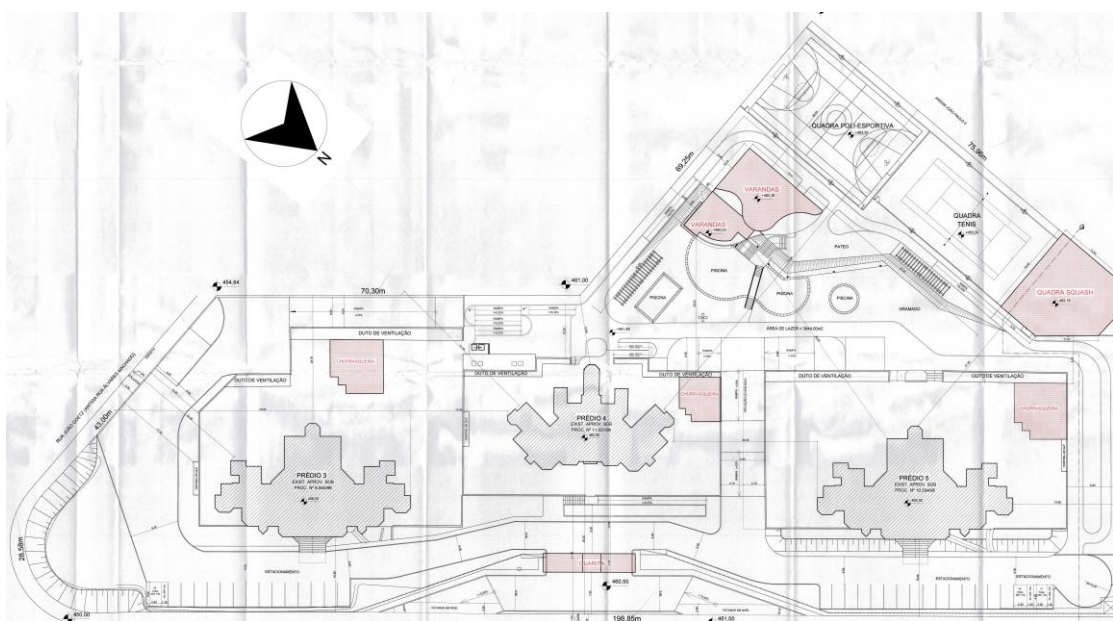
Figura 21. Detalhe de medida de isolamento da área de risco de queda.



Fonte: AUTORA, 2017.

Para uma análise mais detalhada das manifestações patológicas incidindo sobre a fachada dos edifícios, buscou-se algumas informações técnicas dos edifícios. A Figura 22 apresenta a implantação de todo o empreendimento imobiliário. Por ela, pode-se notar grande dimensão do empreendimento, contendo área de lazer integrada a cada um dos prédios, juntamente com piscinas e varandas compartilhadas e quadras esportivas, caracterizando o condomínio de alto padrão.

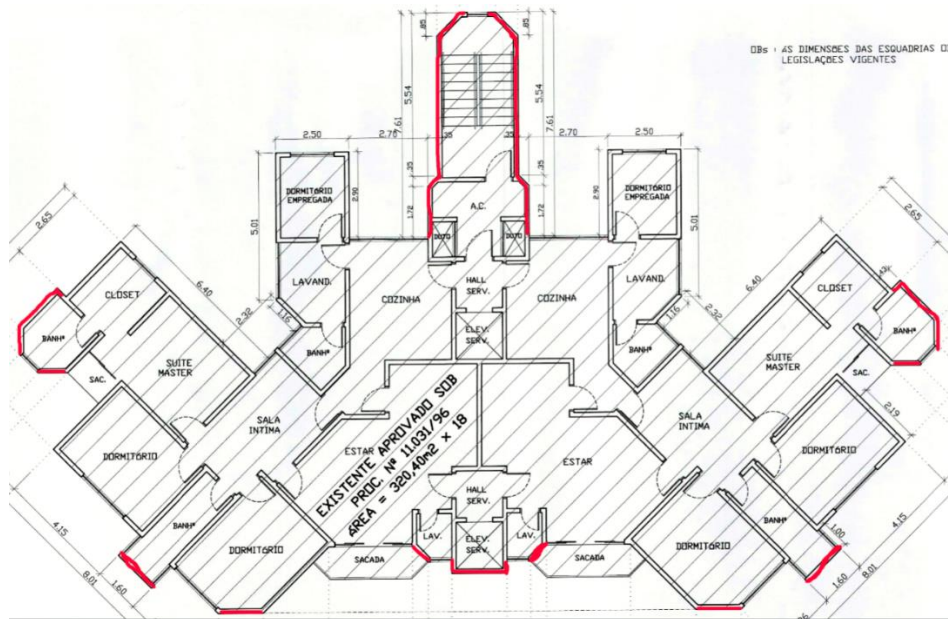
Figura 222. Implantação dos edifícios (sem escala).



FONTE: Departamento de obras – Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, adaptado, 2017.

A partir de informações obtidas através da Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, juntamente com o Departamento de Obras, constatou-se que a data de aprovação dos edifícios principais ocorreram entre 1995 e 1996, dados a partir disso, início às obras. A construtora responsável foi a Constrinvest Contrutora e Comércio Ltda.

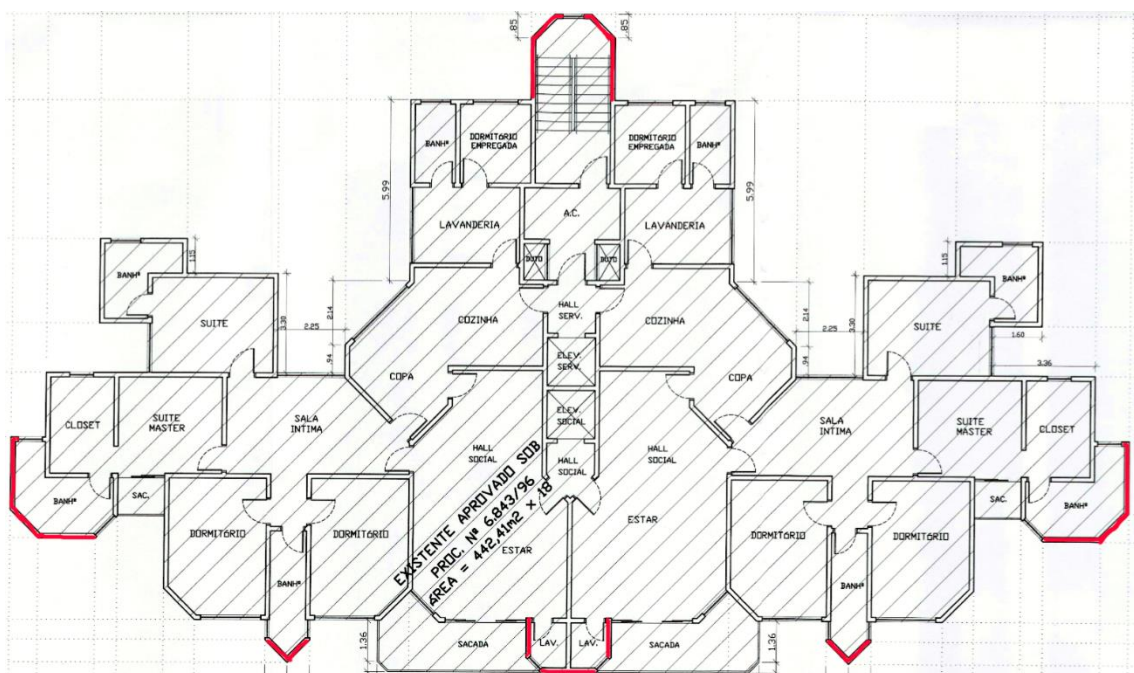
A planta baixa de cada prédio, irá ajudar na detecção dos pontos de destacamento e descolamento do revestimento, para analisar possíveis causas comuns aos três edifícios. A Figura 23 apresenta a planta baixa do pavimento tipo do Edifício 01. O Edifício 01, aprovado em 1996, apresenta 18 pavimentos com duas unidades de apartamento por andar de 442,41m² cada. As áreas



FONTE: Departamento de obras – Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, adaptado, 2017.

A Figura 25 apresenta a planta baixa do pavimento tipo do Edifício 01. O Edifício 01, aprovado em 1996, apresenta 18 pavimentos com duas unidades de apartamento por andar de 442,41m² cada.

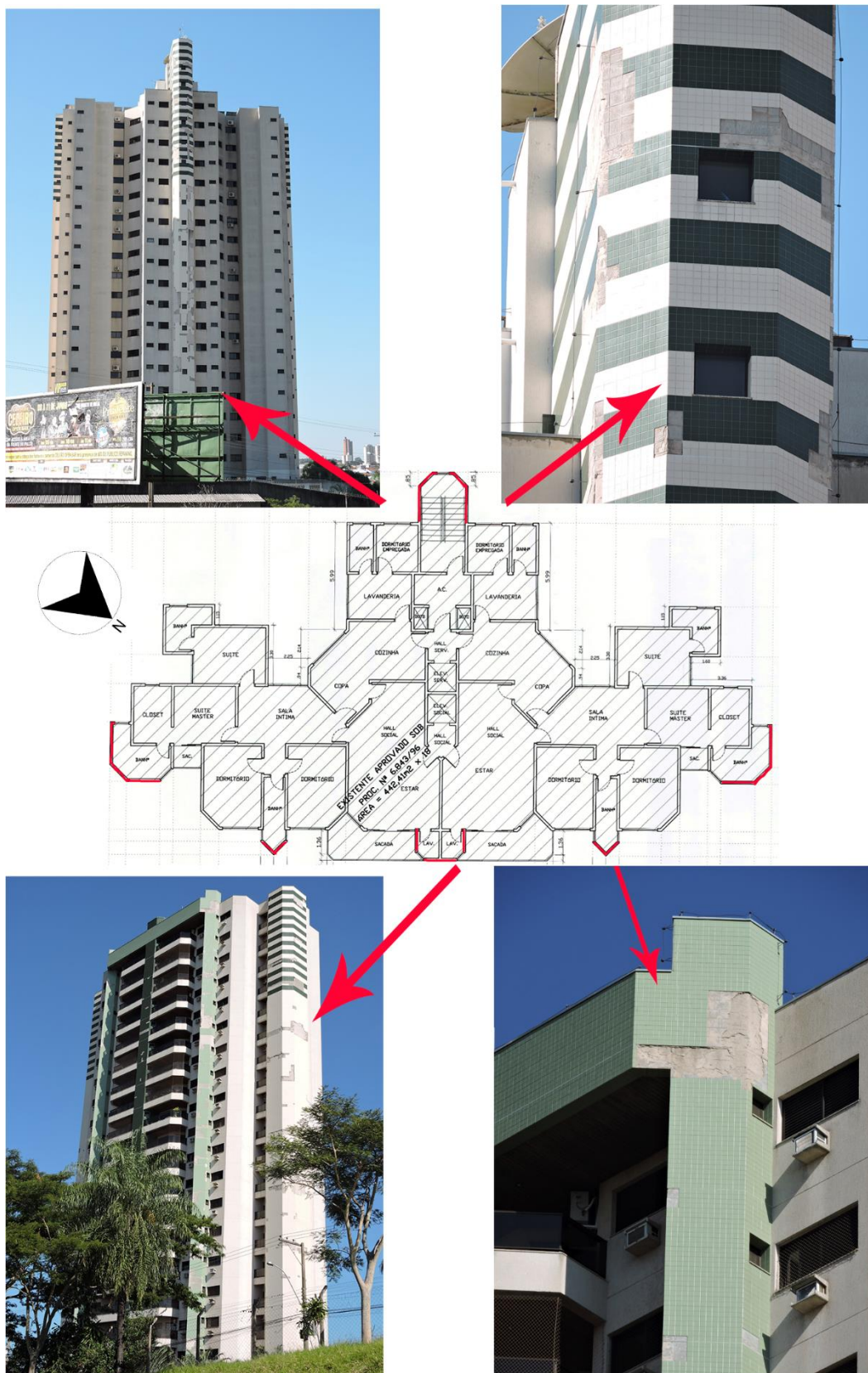
Figura 25. Planta baixa do pavimento tipo do Edifício 03 (sem escala).



FONTE: Departamento de obras – Prefeitura Municipal de Presidente Prudente, adaptado, 2017.

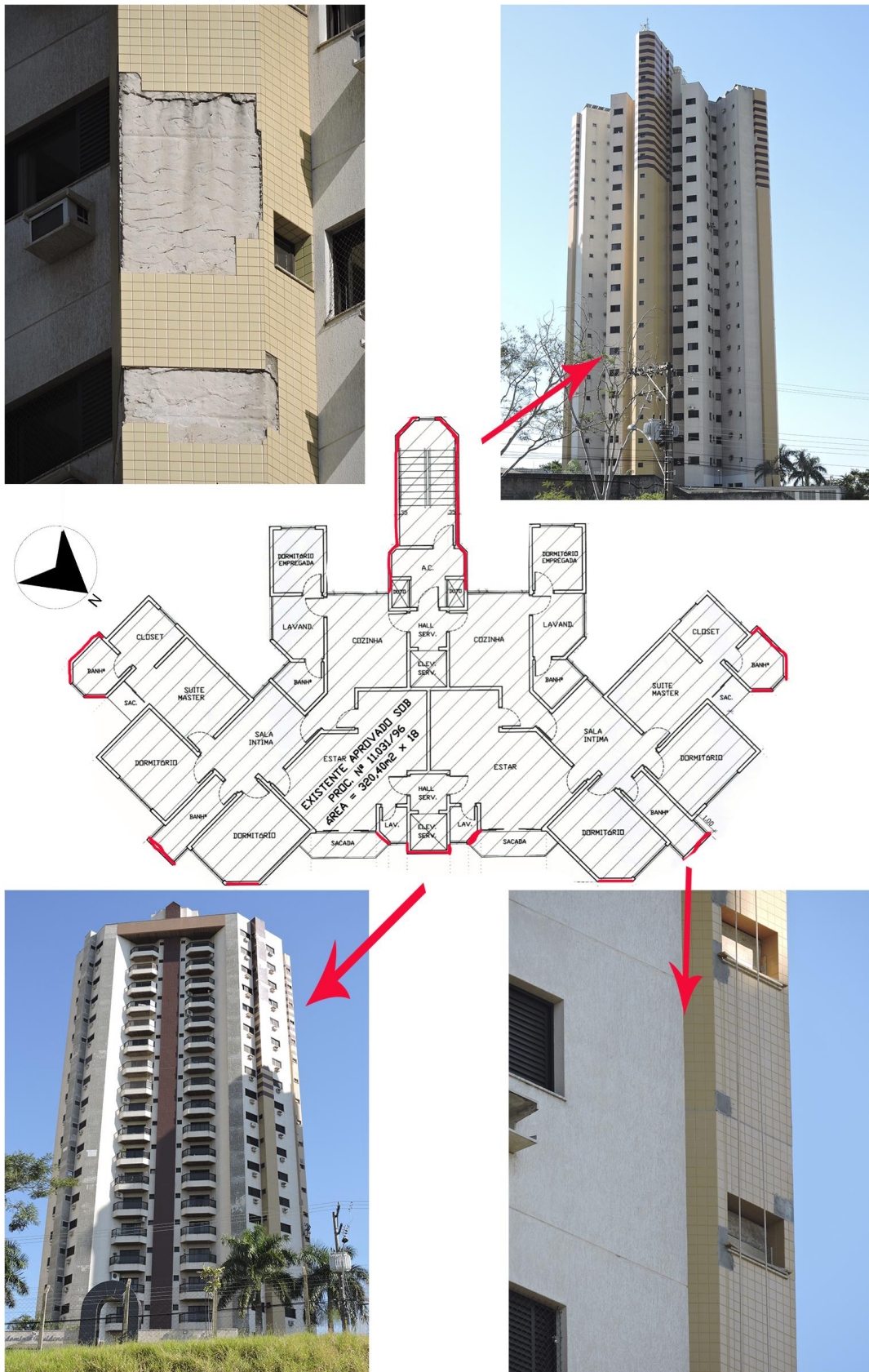
As Figuras 26, 27 e 28, apresentam imagens das manifestações patológicas, demonstrando que em todas as fachadas dos 3 edifícios, encontrou-se os defeitos nos revestimentos. Ou seja, em todas as fachadas dos 3 edifícios que apresentam a aplicação do revestimento cerâmico, a manifestação patológica se faz presente. Logo, com a incidência ou não dos raios solares sobre a aplicação cerâmica, a patologia apareceu, podendo desconsiderar esse fator como causa principal dos destacamentos.

Figura 26. Análise da incidência de descolamentos de placas cerâmicas no edifício 01.



FONTE: Autora, 2017.

Figura 27. Análise da incidência de descolamentos de placas cerâmicas no edifício 02.



FONTE: Autora, 2017.

Como era de se esperar, o condomínio está buscando as respostas para essa anomalia. Assim, não somente a construtora responsável, como também a Cecrisa Revestimentos Cerâmicos S/A e a Abcco – Rejuntabras Indústria e Comércio Ltda, que são as responsáveis respectivamente pelo projeto e execução, material cerâmico e argamassa colante de todo o revestimento cerâmico do empreendimento, respondem judicialmente por esse dano de dimensões assustadoras. A partir da pesquisa na plataforma Jusbrasil, se obteve informações que não se havia conseguido com a Prefeitura e até mesmo no empreendimento. Há aproximadamente 2 anos, se abriu um processo do condomínio contra a empresa responsável pela distribuição do material colante do revestimento de fachada (Abcco – Rejuntabras Indústria e Comércio Ltda) pela 4ª Vara Cível. Após dois anos, a última atualização que se teve acesso foi que, buscaram através de perícia, um parecer técnico que investigasse e desse a/as causa/s do aparecimento da manifestação patológica. Para isso, não era suficiente analisar a conduta apenas da empresa de argamassa. Assim, a construtora e a distribuidora do material cerâmico entram no processo de investigação de negligência. O andamento do processo caminha para uma busca de conciliação entre as 3 partes e o condomínio. Os laudos técnicos não foram divulgados ainda e o processo corre aberto (JUSBRASIL, [entre 2015 e 2017]).

Vale lembrar que em 2015, a mesma distribuidora de material cerâmico, Crecrisa Revestimentos Cerâmicos S/A, foi condenada a indenizar a construtora Oriental Participações Imobiliárias por problemas nas fachadas de um empreendimento em Brasília- DF, em que as placas cerâmicas começaram a descolar. Foi comprovado através de testes nas peças cerâmicas que apresentaram problemas de absorção de umidade e garras de pouca profundidade, sendo de péssima qualidade para revestimentos de fachada. Testes na argamassa de assentamento e sob o serviço de execução e especificações projetuais passaram no teste de qualidade, assim apenas a distribuidora das placas cerâmicas foi multada (JUSBRASIL, 2015). Espera-se que o parecer técnico para o condomínio Mares do Sul chegue a uma conclusão final, como o caso de Brasília.

O que se ressalta é que o objetivo do presente trabalho não é esclarecer quais as exatas causas das anomalias especificamente desses 3 edifícios, uma vez que o memorial descritivo da obra não foi disponibilizado e o contato com a construtora responsável foi dificultado. Assim, a apresentação das análises que virão a seguir é de cunho especulativo a partir das ferramentas e materiais que se obtiveram.

Silva (2017), afirma que “investigar patologia em fachada é trabalho para “detetive””, uma vez que isso implica em estudos sobre:

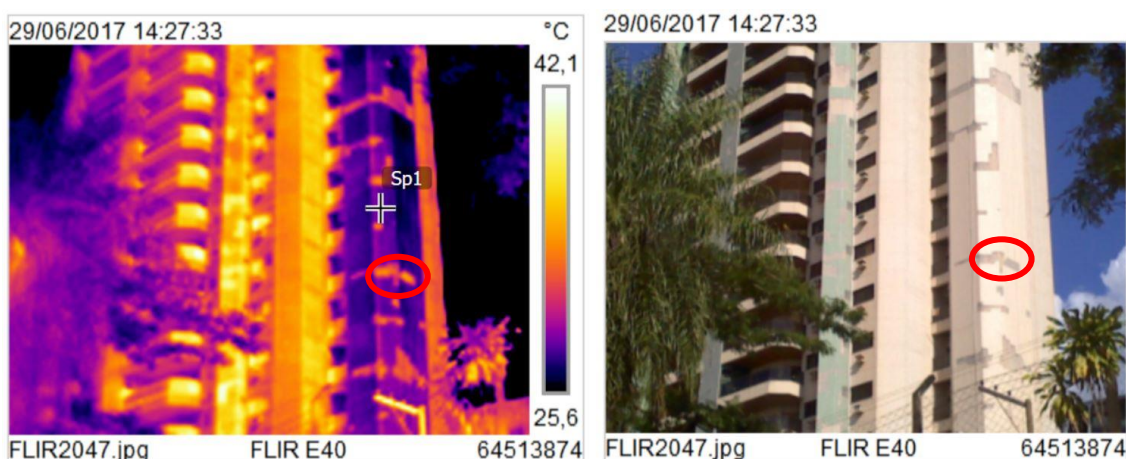
- **Descrição do edifício:** informações como o ano de conclusão da obra, quem construiu, que materiais e técnicas foram utilizados na fachada;
- **O histórico do problema sobre essa fachada:** verificar se já houveram intervenções na fachada a fim de sanar o problema. Analisar se mesmo assim ela vem se repetindo;
- **Ensaio:** destrutivos e não destrutivos, para entender a dimensões da manifestação. Se é pontual ou generalizada;
- **Diagnósticos das causas prováveis:** Se ocorreu erro na fase de projeto, provavelmente as manifestações patológicas ocorrerão nas juntas de movimentação, e entre vigas e alvenaria. Se o problema ocorreu por falha na execução, o problema normalmente será o desaprumo. Se o problema for com materiais, a argamassa colante é a principal responsável.

Seguindo esses 4 passos sobre a ótica do estudo de caso, na descrição do edifício, pouco se obteve de informações. Os materiais e métodos que são de extrema relevância para a análise não foram caracterizados, bem como o histórico do problema. Não há informações sobre uma tentativa anterior de reparos pontuais. Essas faltas de informações acabam dificultando assim, uma discussão sobre o tema sobre esse olhar técnico.

Assim, o que será a base para estudo serão os ensaios realizados. Em casos de destacamento, o que mais se utiliza pra análises é o ensaio de percussão, que se baseia nos sons para identificar se as placas que ainda permanecem no local estão ou não soltas e na iminência de cair. Nestes 3 casos específicos, como se tratam de edifícios de múltiplos pavimentos, o ensaio de

percussão se fez dificultado, juntamente com o fato de toda a área ao entorno dos prédios estar interdita para a circulação, uma vez que os riscos se tornaram elevados. Por esse motivo, utilizou-se a ferramenta da termografia infravermelha no auxílio da visualização dos descolamentos ainda não visíveis a olho nu, aumentando a análise das áreas afetadas. As figuras analisadas a seguir, mostrarão os resultados.

Figura 29. Imagem termográfica e imagem real de um dos edifícios.

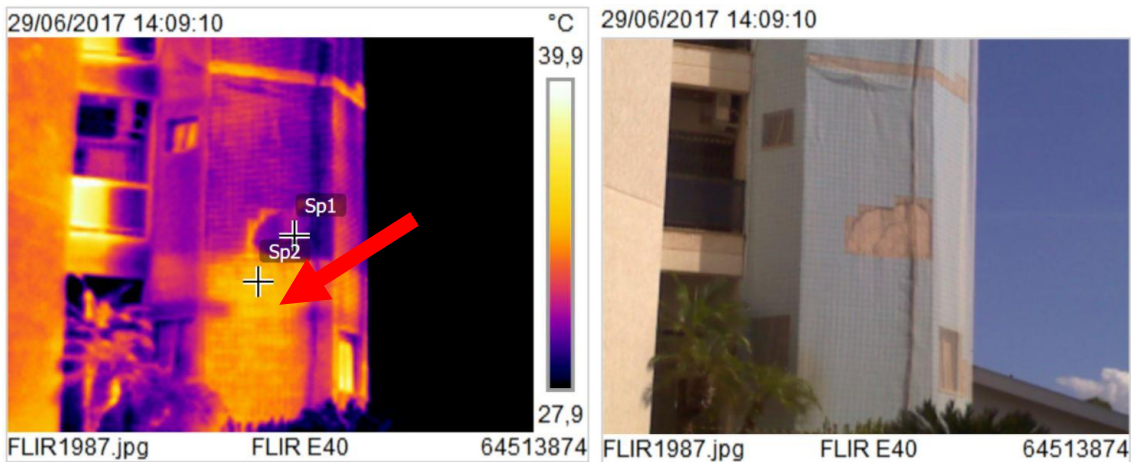


FONTE: Autora, 2017.

Como se pode notar claramente, nas áreas onde as placas cerâmicas já se soltaram, a temperatura se apresenta maior do que as áreas em que o revestimento se faz presente. Os pontos mais claros na imagem termográfica correspondem os pontos com a cerâmica destacada, como no exemplo circulado na Figura 29.

Em uma análise mais aproximada do edifício, a visualização da patologia se deu se forma diferente. Além das áreas destaladas estarem mais quentes, como o esperado, uma grande área mais clara se fez presente no termograma, mesmo com a presença do revestimento cerâmico (Figura 30). Isso pode indicar já uma falha na vedação da fachada nesses pontos e que logo irão se soltar.

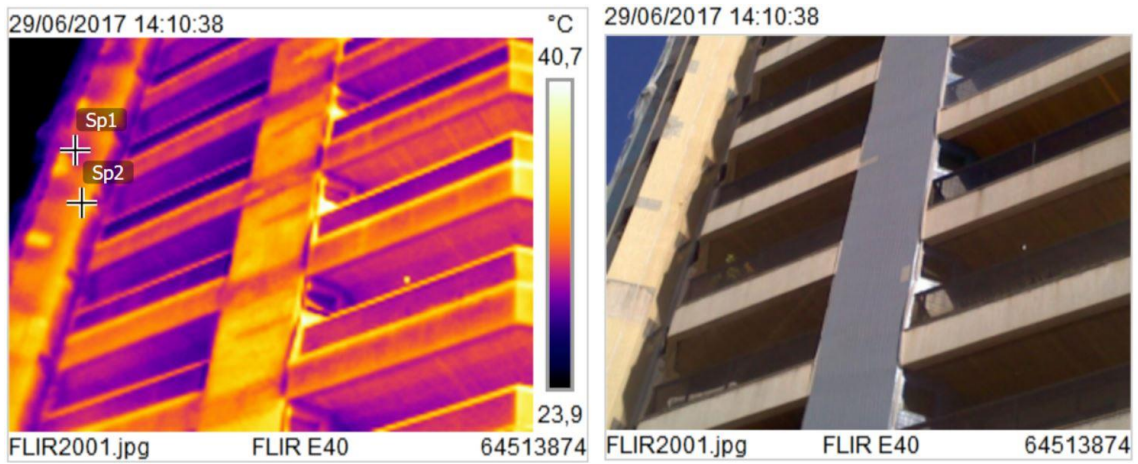
Figura 30. Imagem termográfica e imagem real de um dos edifícios com visualização de anomalia.



FONTE: Autora, 2017.

A Figura 31, assim como na anterior, também apresenta manchas mais claras na fachada do Edifício 03, indicando uma temperatura mais elevada em certas partes do revestimento, podendo sinalizar manifestações patológicas no local. Mais do que isso, essa imagem termográfica sinaliza o que Silva (2017) caracteriza no diagnóstico de causas possíveis, quando se nota uma diferenciação clara entre a viga e a alvenaria, as vigas apresentam aspectos mais escuros (mais frio) e as partes entre elas, mais claras (mais quente). Além dos termogramas possibilitarem essa análise, as fotos das laterais desse edifício ajudam a atestar ainda mais esse fato, uma vez que o descolamento já ocorreu e se pode notar um padrão de repetição, em que aproximadamente a cada novo pavimento, uma faixa de placa cerâmica (Figura 32). Ainda pelo autor, acredita-se que esse fato ocorre quando há falha na fase de projeto, principalmente no memorial descritivo, quando o profissional não se atentou ou negligenciou a elaboração do projeto revestimento de fachada.

Figura 31. Imagem termográfica e imagem real de um dos edifícios com visualização de anomalia.



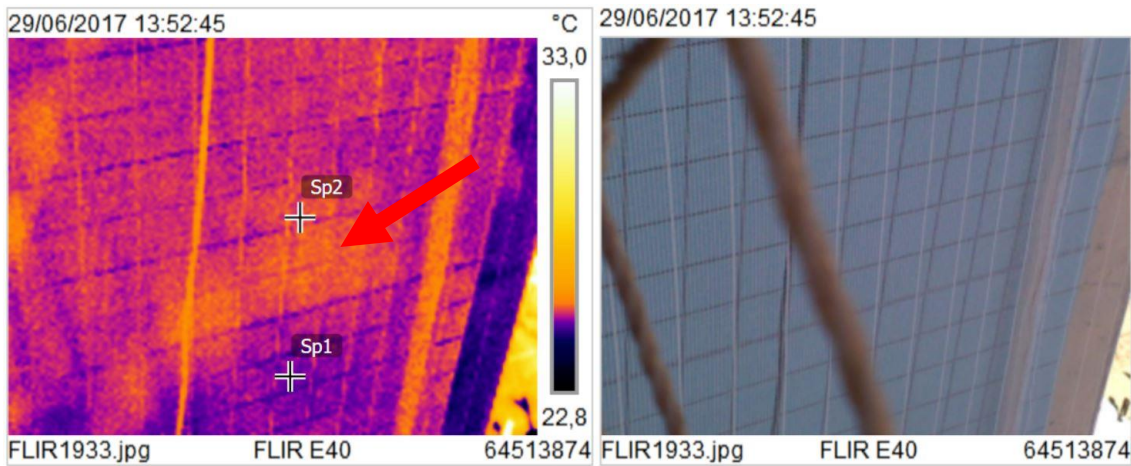
FONTE: Autora, 2017.

Figura 32. Sinalização do padrão de incidência das patologias no edifício 03, mostrando a relação com a estrutura.



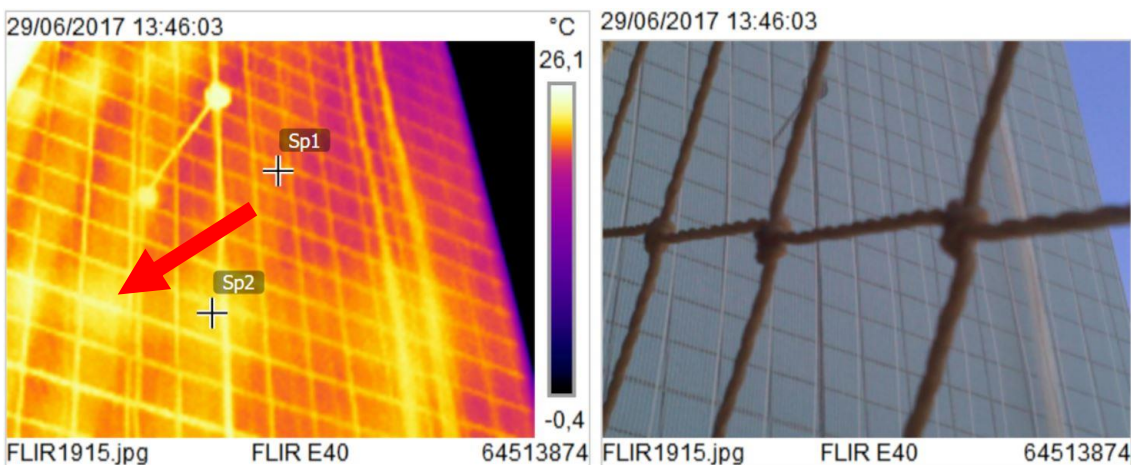
Pela impossibilidade de uma maior aproximação das fachadas dos edifícios, por perigo de queda do revestimento, buscou entrar em um dos apartamentos para tentar uma visualização próxima. As Figuras 33 e 34 mostram dois resultados das análises. As duas imagens apresentam as mesmas manchas mais claras nos termogramas, em áreas que aparentemente não apresentam nenhuma diferenciação do seu entorno.

Figura 33. Imagem termográfica e imagem real de um dos edifícios com visualização de anomalia.



FONTE: Autora, 2017.

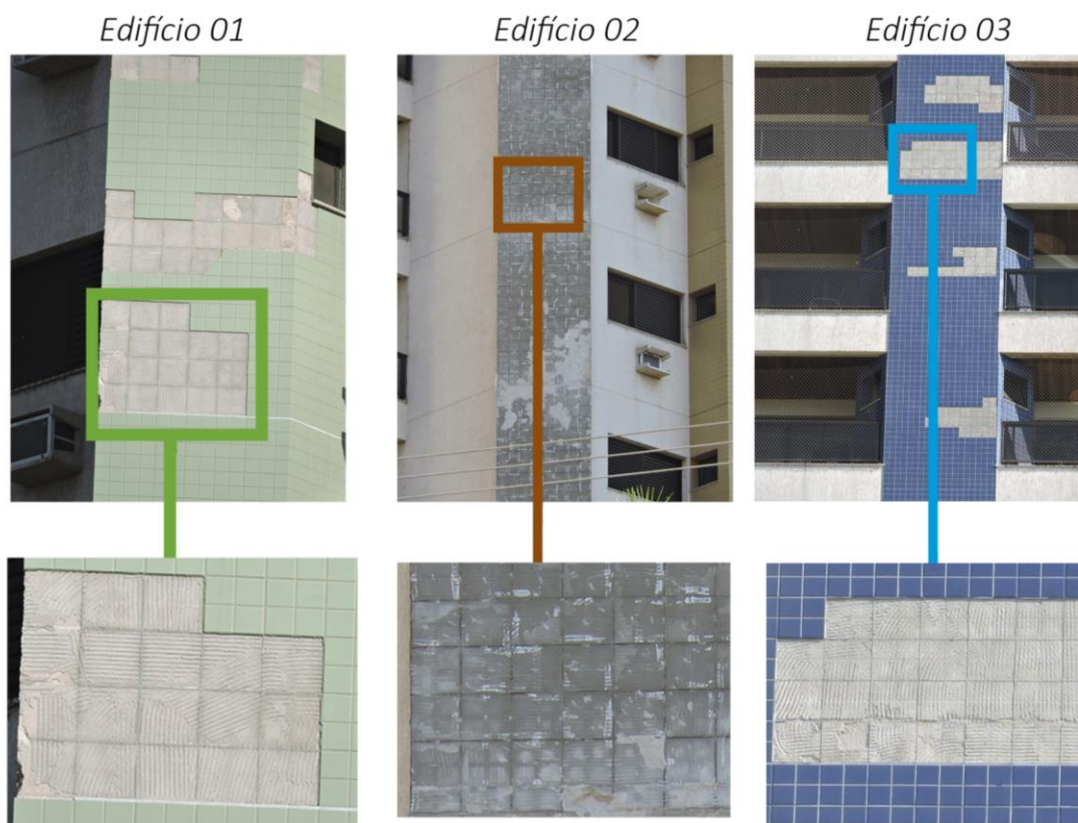
Figura 34. Imagem termográfica e imagem real de um dos edifícios com visualização de anomalia.



FONTE: Autora, 2017.

Para ajudar nas análises, se utilizará as observações das manifestações patológicas como apresentadas por Geyer (1994) *apud*. Pacheco; Vieira (2017), em que se leva em consideração qual camada do revestimento se soltou e qual parte continuou fixada na fachada. Assim, se a argamassa de fixação da cerâmica permanecer na base e apenas a placa se descolar, provavelmente significa que pode ter havido retração da base, expansão das peças cerâmicas, preparação incorreta do substrato, material de fixação impróprio, erro de execução durante o assentamento e/ou movimentações térmicas. Mas se a argamassa de fixação se descolar juntamente com a placa cerâmica, o problema possivelmente está relacionado com a argamassa que não aderiu à base e não à peça cerâmica. Levando em consideração essas análises visuais, a Figura 35 mostra que pelas fotografias realizadas, o edifício 01 e o 03 apresentam a argamassa fixa na base da fachada, sendo nitidamente clara a marca da desempenadeira para a aplicação da argamassa de assentamento das placas nos vazios. No edifício 03, as placas já haviam sido retiradas manualmente, como intervenção para a grande manifestação, logo não se pode tirar conclusões com relação à presença ou não de argamassa na base.

Figura 35. Montagem para análise de quais camadas se descolaram da fachada.



FONTE: Autora, 2017.

Essas análises comprovam a intensidade das manifestações patológicas que ocorreram nos 3 empreendimentos, trazendo à tona a questão dos motivos que levaram a grande incidência. Muitas hipóteses podem ser levantadas, desde questões projetuais, da fase de concepção, que dizem respeito às especificações que os arquitetos devem se atentar ao escolher como revestimento, as placas cerâmicas. Bem como da fase de execução da obra e a qualidade dos materiais utilizados.

Assim, a apresentação do estudo de caso se deu como meio de mostrar que erros dessa magnitude devem e podem ser evitados pelos profissionais arquitetos, a partir de diretrizes projetuais corretas, que assentem perfeitamente as placas cerâmicas, para toda sua vida útil prevista.

3.3 Diretrizes Projetuais

A sequência ideal para o desenvolvimento de qualquer empreendimento requer um projeto prévio à sua realização. Entretanto que se vê é que, quando se trata dos subsistemas da construção civil, a maioria dos profissionais não projetam especificações e mesmo assim a obra é finalizada. O que se deveria levar em consideração é qual o custo dos reparos desses subsistemas quando os projetos dos mesmos não são apresentados. Acredita-se que, o valor final do modo não planejado ultrapassa aqueles em que os profissionais se preocupam com as especificações (BARROS; SABBATINI, 2001).

Segundo Melhado (1994), o projeto deve ser entendido como “uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra” e deve ser encarado “como processo estratégico, visando atender às necessidades e exigências do empreendedor; portanto, voltado à definição de características do produto final do empreendimento” e “como processo operacional, visando à eficiência e à confiabilidade dos processos que geram o mesmo produto”.

Já mais especificamente, a definição de projetos para a produção deve ser entendida como um conjunto de projetos elaborados simultaneamente para detalhar o produto, e para isso, detalhando itens essenciais para uma atividade de produção, técnicas construtivas, sequência de atividades, características de equipamentos, entre outros (BARROS, 1996)

No ano de 2017, a ABNT colocou em consulta nacional a NBR 13.755, que trata do procedimento para o revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante. A partir dos inúmeros casos de manifestações patológicas nesse subsistema e pelo fato da norma não ter sofrido renovação desde 1997, era necessário a revisão do texto da norma, para atualizá-la com as novas tecnologias e materiais que apareceram nesse ramo da construção civil. Assim, das 11 páginas da antiga versão, a nova conta 53 páginas valorizando o detalhamento dessa parte da obra, exigindo um controle antes, durante e depois de sua realização. Exige também a partir de sua

elaboração, a criação de projetos específicos para as fachadas, que considere as melhores especificações de materiais e de procedimentos de execução e controle do revestimento. Assim, os arquitetos devem ficar atentos à essa nova exigência técnica que trará excelentes resultados e deverá ser um documento técnico de grande utilidade no dia-a-dia dos profissionais.

Jungiger (2014) considera que o que um projeto de revestimento deve conter é:

- A modulação das placas, que deve ser desenvolvida de modo a evitar que se usem frações de placas cerâmicas. Recortes e regras a serem adotadas em caso de exceções devem ser previstos;
- Detalhes construtivos: encontro das placas em quinas internas e externas; encontro com esquadrias, peitoris, pingadeiras; detalhes de requadro de vãos etc;
- Tipo de substrato e sua forma de produção e controle, bem como especificação de reforços quando necessário;
- Tipo de argamassa colante;
- Largura das juntas de assentamento e tipo de rejunte;
- Tamanho dos panos de revestimento;
- Especificação das juntas de movimentação: geometria, posição, técnica de execução;
- Técnica de assentamento das placas e ferramentas utilizadas;
- Cuidados especiais durante a etapa de produção, caso necessários.

Os aspectos gerais de um projeto de revestimento cerâmico consistem em produzir detalhes construtivos e especificações técnicas de materiais e métodos construtivos adequando caso a caso, levando em consideração inúmeros fatores, entre eles a estabilidade global da edificação: concreto moldado in loco, alvenaria estrutural, concreto pré-moldado, estrutura metálica etc; a natureza e característica da base (alvenaria, blocos estruturais, vigas pilares), pois cada uma se comporta de modo diferente frente à vedação; cronograma de execução da estrutura; exigências arquitetônicas: modulação das placas em função do

tamanho dos panos e da presença de juntas de movimentação (BARROS; SABBATINI, 2001)..

A natureza e característica das camadas constituintes também deve ser totalmente especificada: tipo de substrato: rigidez, resistência mecânica e resistência superficial; características e propriedades das placas: tamanho, cor e dilatação térmica, absorção de água, expansão por umidade (EPU), esmaltação; características e propriedades da argamassa colante: aderência e capacidade de absorver deformações; características e propriedades do rejunte: rigidez, aderência à lateral das placas, resistência mecânica; variação térmica: condições climáticas a curto e médio prazos, insolação das fachadas, temperatura à época do assentamento (BARROS; SABBATINI, 2001).

A apresentação do projeto e suas especificações devem ser apresentados em forma de texto, esquemas, detalhes construtivos e/ou qualquer outro meio que o projetista achar conveniente a fim de tirar todas as dúvidas para o leitor do projeto. De acordo as inúmeras variáveis durante a fase de execução, seria inviável apresentar todas as questões a serem analisadas por texto ou uma única tabela, então o que se propõe é que a cada fator, uma tabela de grau de agressividade seja apresentada. Como exemplo, tem-se uma tabela do fator térmico (Tabela 10) (JUNGINGER, 2014).

Tabela 10. Exemplo de variável de entrada do projeto.

Item	Classe de agressividade		
	Suave	Médio	Agressivo
A = Cor da placa	1. Clara	2. Média	3. Escura
C = Flutuação térmica	1. até 5°C	2. até 10°C	3. > 10°C
Classe de vento pela escala Beaufort	Até 3	Até 6	7 ou superior
Temperatura à época do assentamento	De 10 a 25 °C	De 5 a 10 °C, 26 a 30 °C	< 5 °C ou > 30°C
Fator Térmico	T = ?		

FONTE: ABNT CE 189:000-03 apud. JUNGINGER (2014).

Para organizar a concepção do projeto, Barros e Sabbatini propõem a divisão do trabalho em 3 etapas. A primeira como uma análise preliminar dos outros projetos do edifício em questão, para identificar e conhecer as especificações próprias da obra e os demais sistemas. A partir disso, deve-se passar para a etapa das especificações e elaboração do projeto de revestimento propriamente com todas as constituintes já citadas a cima. A terceira etapa Acompanhamento e redefinição de projeto, ou seja, reavaliação com possibilidade de mudanças das especificações iniciais, levando em consideração características reais da obra, alteração das atividades, disponibilidade de material, etc. (BARROS; SABBATINI, 2001).

Para Santos (2007), inspirado em Barros (1996), as etapas podem ser explanadas através de fluxograma (Figura 36)

Figura 36. Fluxograma simplificado de um projeto para revestimento cerâmico.



FONTE: SANTOS, 2007.

4 Considerações finais

Pelo entendimento de que o Brasil é um dos principais protagonistas mundiais no setor de revestimentos cerâmicos, contando com as primeiras posições sendo na produção, exportação e consumo dessas peças, juntamente com a importância e características de desempenho para os edifícios de alto nível, com ganhos estéticos, energéticos e de proteção, viu-se a necessidade de estudar especificamente esse subsistema da construção civil, uma vez que os casos de patologia vêm crescendo e preocupando empresas, construtoras e profissionais do ramo.

Entende-se que uma das grandes razões para esse elevado nível de manifestações patológicas nesse meio, seja pelo fato de que há uma carência de conhecimento técnico para tratar de revestimentos cerâmicos como um sistema que deve ser pensado desde a concepção do projeto. Com isso, buscou a apresentação das camadas constituintes desde a base até o rejuntamento e suas interligações entre si, não descartando as correlações entre todos os níveis.

A apresentação dos tipos de manifestações patológicas ajuda o profissional a identificar mais precocemente quando do aparecimento, sendo mais fácil a partir do entendimento do sistema, o diagnóstico de possíveis causas do aparecimento da anomalia. Também pelo apresentado, quase metade das patologias são por falta e erros dos profissionais, faz com que se chame atenção para um estudo mais aprofundado sobre o tema e afim de se evitar essa infração.

A reformulação da NBR 13.755 deve ser vista como um guia para os profissionais da área que pretendem utilizar dos revestimentos cerâmicos nas fachadas, com êxito. A formulação do novo texto para uma modernização, considerando os inúmeros materiais novos e técnicas novas, ajudará na diminuição do aparecimento das anomalias se usado unindo projetos especializados, que unem todas as etapas da obra e da execução do revestimento seguindo todos os procedimentos e boas práticas que poderão reduzir os custos e prazos, melhorando a qualidade e durabilidade da obra.

Assim o presente trabalho abordou e chama atenção dos arquitetos para essa etapa, buscando dar subsídios para que esses possam primeiramente entender a importância de um projeto que caminhe interligando os subsistemas

da obra, e planejando todas as suas etapas, tornando-a vez mais racionalizada e durável.

5 Referências bibliográficas

_____. **CSA S478-95**: Guideline on Durability in Buildings. Ontario, Canadá, 1995.

_____. **ISO 15686-1:2011**. Buildings and constructed assets -- Service life planning-- Part 1: General principles and framework.

_____. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

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

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

_____. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica. Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ABCeram (Associação Brasileira de Cerâmica). **Informações técnicas – Processos de fabricação**. Disponível em: <http://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>. Acessado em: Julho, 2017.

ABREU, D. S. **Formação Histórica de uma Cidade Pioneira Paulista: Presidente Prudente**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Presidente Prudente (Estado de São Paulo), 1972.

ALMEIDA, L. L. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada.** Monografia para o curso de especialização em Engenharia Civil - UFMG. Belo Horizonte – MG, 2012.

ALVES, S. M. A. **Um contributo para a sistematização do conhecimento da patologia da construção.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

ANAFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres. **História da cerâmica.** Acessado em: julho de 2017. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>. [Entre 2007 e 2017].

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

AURÉLIO, **O mini dicionário da língua portuguesa.** 4ª edição revista e ampliada do minidicionário Aurélio. 7ª impressão – RioZ de Janeiro, 2002.

BARROS, Mercia M.S.B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN JUNIOR, A. C. **Recomendações para a execução de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria.** Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 1998.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. **Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas.** Notas de aula. São Paulo: USP, 2001.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; LEAL, F. E.; ALIVERT, M. **Relatório técnico:n.º 10090300-c.** Brasília, Laboratório de Ensaio de Materiais, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BRASIL. LEI Nº 12.378, 31 DE DEZEMBRO DE 2010. **Regulamenta o exercício da Arquitetura e Urbanismo; cria o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil - CAU/BR e os Conselhos de Arquitetura e Urbanismo dos Estados e do Distrito Federal - CAUs; e dá outras providências.** Brasília, DF, dez, 2010.

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

CANDIA, M. C. FRANCO, L. S. **Contribuição ao Estudo das técnicas de preparo da base do desempenho dos revestimentos de argamassa**. Boletim Técnico da escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo – SP, 1998.

CARVALHO JR., A. N. **Técnicas de Revestimento**. Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil. 1.ed. Belo Horizonte: DEMC – EE.UFMG, 1999.

CICHINELI, G. **Patologias cerâmicas: por que ocorrem os deslocamentos e trincas em edificações revestidas com cerâmicas e quais as recomendações dos especialistas para evitar problemas**. In: Revista Técnica: a revista do Engenheiro Civil, n.116. Nov. 2006

CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes de fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo: Pini, 1994.

FLAIN, E. P. **Tecnologia de produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 1995.

GEYER, R.M.T. **Influência do choque térmico na aderência de azulejos ao substrato**. Dissertação de Mestrado pela UFRGS. Rio Grande do Sul, 1994.

GOLDBERG, R. P. **Directadheredceramic tile, stoneandthinbrickfacades: technical design manual**. USA: LaticreteInternational, 1998.

GORINI, A. P. F.; CORREA, A. R. **Cerâmica para revestimentos**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 10, set. 1999.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, censo de 2010.

ISO/DIS 15686-1. **Buildingsandconstructedassets. Service lifeplanningPart 1: General principlesand framework**. Switzerland, InternationalOrganization for Standardization, 2011.

JUNGINGER, M. **A nova NBR 13.755**. Artigo publicado no XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC. Maceió – AL, 2014.

JUSBRASIL. **Empresa de revestimento é condenada a indenizar construtora por problemas nas fachadas de blocos**. 2015. Disponível em: <https://tj->

df.jusbrasil.com.br/noticias/219698110/empresa-de-revestimento-e-condenada-a-indenizar-construtora-por-problemas-nas-fachadas-de-blocos. Acessado em: 04/01/2017.

JUSBRASIL. **Processo n. 1014678-90.2015.8.26.0482 do TJSP**. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/79124454/processo-n-1014678-9020158260482-do-tjsp/atualizacoes>. Acessado em: 04/01/2017.

LEAL, F. E. C. B. **Estudo do desempenho do chapisco como procedimento de preparação de base em sistemas de revestimento**. Dissertação (Mestrado) em estruturas e Construção Civil. Universidade de Brasília – Brasília –DF, 2003.

LIBRAIS, C. F. **Método prático para estudo da produtividade da mão de obra no serviço de revestimento interno de paredes e pisos com placas cerâmicas**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

LOLLI, L.; NASSETTI, G.; MARINO, L. F. B. **A preparação a seco de massas cerâmicas**. Artigo publicado na Revista Cerâmica Industrial – v.5 n.2, Março/Abril – 2000.

LOPES, C. A. S. **Durabilidade na Construção. Estimativa da vida útil de revestimentos cerâmicos de fachadas**. Relatório de projeto submetido para a satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal, 2009.

MANUAL SETORIAL DE DESEMPENHO. **Manual setorial orientativo para atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575: 2013**. ANFACER, 2016.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. In: Boletim técnico n. 246. São Paulo: USP, 1999.

MELHADO, S. B. **Coordenação de projetos de edifícios: integração, concepção, projeto, execução de obras**. Seminário apresentado no curso de Pós-graduação da EPUSP. Datilografado. São Paulo, 1994.

MIBIELLI, J. G. **Estudo da aderência de revestimentos cerâmicos externos**. In: Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade Federa de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis - SC, 1994.

OLIVEIRA, A. R.; SAMPAIO, L. S. **Avaliação do conforto térmico em espaços públicos abertos: trechos do Parque do Povo entre a Rua Dr. João Gonçalves Foz e a Av. Manoel Goulart**. Relatório Final de Pesquisa

OLIVEIRA, L. T. de. **Revestimento cerâmico: procedimentos e patologias**. In: Revista Especialize On-line IPOG, nº14, v.01, 01/dez/2017.

PACHECO, C.P.; VIEIRA, G.L. **Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico**. Cerâmica[online]. 2017, vol.63, n.368, pp.432-445. ISSN 0366-6913. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-6913201763368215>. Acessado em: 04/01/2017.

PAULON, V. A.; MONTEIRO, P. J. M. **Estudo da microestrutura da Zona de Transição entre a Pasta de cimento e o agregado**. In: Boletim Técnico de Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1991.

PEZZATO, L. M. **Patologias no Sistema Revestimento Cerâmico: Um Estudo de caso em fachadas**. Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de mestre em Arquitetura e Urbanismo. São Carlos – SP, 2010.

PEZZATO, L.M. **Patologias no sistema revestimento cerâmico: Um estudo de casos em fachadas**. Dissertação (Mestrado) em Arquitetura e Urbanismo. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos – SP, 2010.

PORTIFÓLIO ANFACER. **Panorama de cerâmicas do Brasil. Revestimentos e louças sanitárias**. 2016. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/brasil>. Acessado em: 10/07/2017

QUINTEIRO, E.; MENEGAZZO, A. P. M.; PASCHOAL, J. O. A.; GIBERTONI, C.; TEIXEIRA NETO, O. **Manchamento do englobe em placas cerâmicas esmaltadas para revestimento – parte 1: A mancha d’água**. In: Cerâmica Industrial, v. 15, n.3. Maio/junho. 2010.

QUINTEIRO, E.; MENEGAZZO, A. P. M.; PASCHOAL, J. O. A.; GIBERTONI, C.; TEIXEIRA NETO, O. **Manchamento do englobe em placas cerâmicas esmaltadas para revestimento – parte 1: a mancha d’água**. In: Cerâmica Industrial, v.15,n.3, maio/junho, 2010.

REBELO, C. R. **Projeto e Execução de Revestimento Cerâmico – Interno**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil de Engenharia da UFMG. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte – MG, 2010.

REVISTA PROJETO DESIGN. **Revestimento cerâmico e porcelanato: técnicas e cuidados na aplicação**. Editora Arco, Edição 302 em Abril/2005. Disponível em: <https://arcoweb.com.br/projetodesign/tecnologia/ceramica-e-porcelanato-01-04-2005>. Acessado em 30/07/2017.

RHOD, A. B. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos: Análise da frequência de ocorrência em áreas internas de edifícios em uso em Porto Alegre.** Trabalho de Diplomação de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2011.

ROSCOE, M. T. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte – MG, 2008.

SANTOS, J. O. **Diretrizes para a elaboração de projeto para produção de revestimento cerâmico em paredes internas.** Monografia para obtenção de título de Especialista em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 2007.

SANTOS, M. R. P. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção.** Dissertação submetida para a satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto – Portugal, 2010.

SELMO, S. M. S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo dos edifícios.** Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo - SP, 1989.

SICHERI, E. P. **Porcelanato, Grés, Azulejo.** Revista Técnica 96.

SILVA, A.J.C. **Investigar patologia em fachada é trabalho para “detetive”.** In: Revista Massa Cinzenta On-line. Publicado em jun/2017. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/investigar-patologia-fachada/>. Acessado em: 20/12/2017.

SILVA, M. J. M. **O Parque do Povo em Presidente Prudente – SP.** Tese de Mestrado em Geografia, para a Faculdade de Ciências e tecnologia - FCT UNESP. Presidente Prudente – SP. 1994

SILVA, M. N. B. **Avaliação Quantitativa da Degradação e Vida Útil de Revestimentos de Fachada – Aplicação ao Caso de Brasília/DF.** Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.TD-006A/14, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

SOUSA, J. S.; ALVES, G. S.; SILVA, A. F. da; SOUSA, G. M. R.; SOBRINHO, A. M. A. **Impacto da construção civil no produto interno bruto brasileiro.** Humanas Sociais & Aplicadas, v.5, n.12, 2015.

TIMELLINI, G.; CARANI, G. **Limpabilidade e higiene das superfícies de pavimentos e revestimentos cerâmico.** In: Cerâmica Industrial, v.2, n.5/6, set/dez, 1997.

WALTERS, W. L. **Testing and certification of ceramic tile adhesives: quality control during manufacture, transportation, storage and tiling fixing. Adhesive technology in the architectural application of ceramic tiles.** Proceedings. Trade Link Media Pte Ltd / University of Singapore. Singapore. 1992.