

Monografia

ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO, PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM PISOS

Autora: Tatiana Ramos Villela

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Janeiro/2015

Tatiana Ramos Villela

**ANÁLISE COMPARATIVA DO DESEMPENHO, PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO
DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM PISOS**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização
em Construção Civil da Escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas Gerais.

Enfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientador: Prof. Dalmo Lúcio Mendes Figueiredo

Coorientador: Prof. White José dos Santos

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2015

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade analisar comparativamente o desempenho, produção e manutenção de revestimentos cerâmicos em pisos através de uma revisão bibliográfica. A partir dela, nota-se a importância de uma correta especificação desses materiais e propõe-se um facilitador que auxilie o profissional na escolha dos mesmos. Foram citadas, com base nas normas técnicas vigentes e literatura sobre o tema, as propriedades e características técnicas das placas cerâmicas, relevantes para especificação, bem como seus níveis e classes correspondentes. Procurou-se demonstrar a necessidade do bom conhecimento dos parâmetros técnicos dos produtos, que variam de relevância conforme o ambiente e às condições de uso, para a ideal escolha. A tabela para o auxílio na especificação, com base na pesquisa bibliográfica, propõe o que seria indispensável na escolha de placas cerâmicas de piso.

Palavras-chave: Cerâmica; Pisos; Revestimento; Características Técnicas; Especificação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - REVESTIMENTOS CERÂMICOS.....	3
3.1 - Considerações Iniciais / Histórico	3
3.2 - Definições.....	4
3.3 - Produção Dos Revestimentos / Fábrica	5
3.3.1 - Origem Da Matéria Prima E Modo De Extração.....	5
3.3.2 - Composição Química Das Placas Cerâmicas.....	6
3.3.3 - Método De Produção Das Placas Cerâmicas	7
3.4 - Projetos - Materiais - Especificação	8
3.4.1- Cerâmico	8
3.4.2 - Argamassa (Rejunte e Assentamento).....	11
3.4.3 – Juntas (Assentamento, Movimentação, Dessolidarização E Estrutural)	15
3.4.4 - Paginação - Modulação	21
3.5 - Características e Propriedades dos Revestimentos de Piso.....	22
3.5.1 – Características Geométricas	22
3.5.2 – Absorção De Água	24
3.5.3 – Carga De Ruptura E Módulo De Resistência À Flexão.....	25
3.5.4 – Resistência À Abrasão Superficial (PEI)	26
3.5.5. – Resistência Ao Gretamento.....	27
3.5.6 – Expansão Por Umidade.....	27

3.5.7 – Resistência ao Risco - Dureza Mohs	28
3.5.8 – Resistência A Manchas (Classes De Limpabilidade).....	29
3.5.9 – Resistência Ao Ataque Químico.....	29
3.5.10 – Resistência Ao Congelamento	30
3.5.11 – Resistência Ao Escorregamento (Coeficiente De Atrito).....	30
3.5.12 – Resistência Ao Impacto.....	31
3.6 - Processos Construtivos.....	32
3.6.2 - Técnicas De Execução.....	33
3.6.3 – Materiais E Ferramentas Para Instalação	36
3.7 - Manutenção - Patologias.....	38
3.7.1 – Patologias de defeitos superficiais.....	40
3.7.2 – Patologias causadas pelo sistema construtivo.....	47
4. PROPOSTA DE POSTURA PARA PROJETOS DE REVESTIMENTOS DE PISOS CERÂMICOS.....	52
5. CONCLUSÕES	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Argamassas colantes – (a) adesão física/mecânica, (b) adesão química.....	14
Figura 2: Junta de assentamento.....	16
Figura 3: Junta de dessolidarização	18
Figura 4: Junta estrutural.....	19
Figura 5: Execução junta estrutural - ex. 01.....	20
Figura 6: Execução junta estrutural - ex. 02.....	20
Figura 7: Paginação (a) Alinhada, (b) Amarrada, (c) 'Dama', (d) Diagonal e (e) Escama de peixe	22
Figura 8: Ortogonalidade dos lados.....	23
Figura 9: Curvatura central	23
Figura 10: Curvatura lateral.....	24
Figura 11: Empeno	24
Figura 12: Gretamento.....	27
Figura 13: Camadas anteriores ao revestimento cerâmico	32
Figura 14: Superfície irregular	41
Figura 15: Juntas sujas e de coloração diferente	42
Figura 16: Desgaste mecânico	43
Figura 17: Deterioração por produtos químicos	44
Figura 18: Trinca.....	45
Figura 19: Eflorescência.....	46
Figura 20: Má fixação e levantamento do revestimento	49
Figura 21: Rachadura de várias peças através da superfície cerâmica.....	50
Figura 22: Quebra cantos	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para residências.....	09
Tabela 2: Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para piscinas.....	10
Tabela 3: Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos industriais.....	10
Tabela 4: Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos externos.....	10
Tabela 5: Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos comerciais.....	11
Tabela 6: Requisitos mínimos para argamassa de rejunte.....	12
Tabela 7 :Argamassas colantes - requisitos.....	13
Tabela 8: Especificação de argamassas colantes segundo uso	15
Tabela 9: Indicações de juntas de assentamento para peças cerâmicas em geral.....	17
Tabela 10: Classificação de grupo de absorção	24
Tabela 11: Grupos de absorção	25
Tabela 12: Nomenclatura x Grupo de absorção x Carga de ruptura.....	25
Tabela 13: Classes de resistência à abrasão superficial	26
Tabela 14: Classes de resistência à abrasão profunda	27
Tabela 15: Comparação da dureza dos minerais (escala Mohs).....	28
Tabela 16: Resistência à manchas (classes de limpabilidade)	29
Tabela 17: Resistência química.....	30
Tabela 18: Resistência ao escorregamento (coeficiente de atrito)	31
Tabela 19: Inclinações Caimentos pisos	35
Tabela 20: Removedores de manchas	39
Tabela 21 : Escolha Revestimento Cerâmico	54

LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

ABC = Associação Brasileira de Cerâmica

ABNT = Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANAFACER = Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento

GRC = Guia para Revestimentos Cerâmicos

CCB = Centro Cerâmico do Brasil

ISSO = *International Standards Organization*

NBR = Norma Brasileira

PEI = *Porcelain Enamel Institute*

UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE SÍMBOLOS

Al_2O_3 - Alumina

C_3A - aluminato tricálcico

CaO - Cal

Co - Cobalto

CO_2 - Anidrido carbônico

Cr - Cromo

Fe_2O_3 - Oxido férrico

Mn - Manganês

MgO - Magnésia

Na_2O e K_2O - Álcalis

Ni - Níquel

SiO_2 - Sílica

SO_2 - Anidrido sulfúrico

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Anafacer (2014), os revestimentos cerâmicos estão entre os materiais mais usados na construção civil devido as mais variadas aplicações, grande durabilidade e diversidade estética. No entanto, a escolha correta é fundamental para garantir que o revestimento resista as solicitações que lhe forem impostas. Critérios de escolha como expansão por umidade, absorção de água, resistência à abrasão, produtos químicos, impacto, manchas, choque térmico, dilatação térmica, congelamento, risco e gretamento devem ser analisados. Segundo Tristão et al. (2004, p. 2), cada tipo de ambiente, interno ou externo, seco ou molhado, exige uma indicação específica de piso, o que garante a qualidade do produto.

Um profissional capacitado é fundamental para a escolha correta do revestimento a ser usado. De acordo com Carvalho (2006), para isso é necessário conhecimento técnico, não só da cerâmica, como também das argamassas e técnicas de assentamento.

A análise comparativa do desempenho, produção e manutenção de revestimentos cerâmicos em pisos, tema do presente trabalho, é fundamental para compreensão e entendimento dos mesmos. Diante disso, foi proposta a criação de uma tabela, para auxiliar na escolha do revestimento. A intenção é colocar todos os requisitos para a correta especificação, lado a lado na tabela, de forma que nenhuma informação seja esquecida, e facilitar a seleção, que se torna mais objetiva.

2. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é analisar comparativamente o desempenho, produção e manutenção de revestimentos cerâmicos de pisos, para que se possa fazer uma correta especificação desses materiais.

Para viabilizar o objetivo geral tem-se como objetivos específicos:

- Realizar revisão bibliográfica em normas, trabalhos científicos e manuais de fornecedores em prol do melhor entendimento deste sistema;
- Analisar algumas patologias, como gretagem e trincas, eflorescências e mofos, desgaste mecânico e deterioração por produtos químicos, suas possíveis causas e prevenções;
- Propor medida de adequação para futuros projetos de revestimentos de pisos através de uma tabela comparativa entre normas e materiais existentes no mercado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA - REVESTIMENTOS CERÂMICOS

3.1 - Considerações Iniciais / Histórico

De acordo com a Anfacer (2014), a cerâmica é o material artificial de grande resistência mais antigo produzido pelo homem, há cerca de 10-15 mil anos. Produzida a partir da argila se torna muito plástica e fácil de moldar quando umedecida. Depois de submetida à secagem, a peça moldada é submetida a altas temperaturas (ao redor de 1.000° C), que lhe atribuem rigidez e resistência. Em alguns casos, fixa-se o esmalte na superfície. A cerâmica pode ser uma atividade artística com artefatos de valor estético ou uma atividade industrial com artefatos para uso na construção civil.

Segundo Franco (2009), com o progressivo desenvolvimento industrial, os revestimentos cerâmicos para utilização em paredes e pisos deixaram de ser privilégio dos recintos religiosos e dos palácios, tornando-se acessíveis a todas as classes sociais.

As placas de revestimentos cerâmicos são usados na construção civil para revestimento de paredes, pisos, bancadas e piscinas de ambientes internos e externos. Recebem designações tais como: azulejo, pastilha, porcelanato, grês, lajota, piso, etc. A tecnologia do porcelanato trouxe produtos de qualidade técnica e estética refinada, que em muitos casos se assemelham às pedras naturais (ANFACER, 2014).

Segundo a Anfacer (2014), o Brasil é o segundo maior consumidor mundial de revestimentos cerâmicos e o segundo maior produtor. A cada dia a qualidade e a variedade desse material aumentam na mesma medida da sua utilização. Exemplo disso são as fachadas dos edifícios revestidas por cerâmicas de tipos e formatos variados.

'Os revestimentos cerâmicos, além das vantagens e da durabilidade provada através dos séculos, possuem as qualidades que uma avançada tecnologia lhes

confere. Eles se mostram apropriados para pequenos detalhes, ambientes interiores ou para grandes escalas ao ar livre. São oferecidos de maneira a satisfazer os mais variados gostos, como padronagens e texturas diversas.' (ANFACER, 2014).

3.2 - Definições

Segundo a ABNT NBR 13.816 (1997), define-se placa cerâmica para revestimento como um material composto por argila e outras matérias primas inorgânicas normalmente utilizadas para revestir pisos e paredes. São formadas por extrusão ou por prensagem, seguidamente são secadas e queimadas à elevadas temperatura. Podem ser esmaltadas ou não esmaltadas. Não são afetadas pela luz e não é um material combustível.

São constituídas, em geral, de três camadas, de acordo com a ABNT NBR 13.816 (1997):

- O suporte ou biscoito que, na placa esmaltada, é a face inferior, formada de argila e outras matérias primas e recebe o esmalte;
- O engobe, que possui função impermeabilizante e garante a aderência da terceira camada;
- O esmalte, camada vítrea que impermeabiliza e decora uma das faces da placa.

Em sua maior parte as cerâmicas para revestimento possuem formato quadrado ou retangular com diversas dimensões. As costas das placas possuem garras, denominadas taroz, para auxiliar na aderência com a superfície que serão assentadas (PINTO, 2010).

Os materiais argilosos são formados de uma mistura de diversos tipos e características de argilas para dar a composição desejada e são a base do biscoito. Os materiais não argilosos, quartzo, feldspato e caulim, servem para sustentar o corpo cerâmico ou promover a fusão da massa e os materiais

sintéticos são utilizados para a produção de engobes e esmaltes e, servem para fazer a decoração dos revestimentos (ANFACER, 2014).

Segundo Pinto (2010), a proteção do substrato onde é assentada é a principal função da aplicação da placa cerâmica como revestimento, proporcionando ambientes não insalubres, devido à impermeabilidade de seu esmalte. Além disso possibilita muitas vantagens como facilidade de limpeza, a não propagação de fogo, durabilidade, beleza estética, versatilidade e baixa higroscopia.

3.3 - Produção Dos Revestimentos / Fábrica

3.3.1 - Origem Da Matéria Prima E Modo De Extração

De acordo com a ABC (2014), as argilas, matéria prima das cerâmicas, podem ser encontradas de diversas maneiras na natureza, chamados depósitos, dentre eles:

- na superfície das rochas, como resultado da decomposição superficial das mesmas;
- nos veios e trincas das rochas;
- nas camadas sedimentares, onde foram depositadas por ventos e Chuvas.

Quando o depósito ocorre no próprio local onde houve a decomposição da rocha as argilas são chamadas residuais e sedimentares quando o depósito fica distante do local onde se encontrava a rocha. Barreira é o nome dado ao depósito de argila natural. A argila mais pura, aproveitável, fica abaixo da camada superficial, que é retirada devido a existencia de materia orgânica (ABC 2014).

3.3.2 - Composição Química Das Placas Cerâmicas

Conforme Ribeiro, Pinto e Starling (2002), os tipos de argila mais usados para a fabricação de revestimentos cerâmicos são a argila vermelha, a argila branca, a argila fundente e a argila plástica. Os elementos químicos de sua composição são: Sílica (SiO_2); Alumina (Al_2O_3); Oxido férrico(Fe_2O_3); Cal (CaO); Magnésia (MgO); Álcalis (Na_2O e K_2O); Anidrido carbônico (CO_2); Anidrido sulfúrico (SO_2).

A argila vermelha tem maior teor de óxido de ferro na sua composição química que a branca, por isso sua base é vermelha. A argila plástica possui argilominerais e outros minerais não argilosos, como feldspato, micas, quartzo e matéria orgânica. A argila fundente possui na sua composição uma mistura de argilominerais com uma variação de quartzo e outros minerais não plásticos, e também possui óxidos fundentes (ABC 2014).

Para adicionar cor ou decorar sua superfície ou para variar sua textura é feita a esmaltação da cerâmica. O esmalte é geralmente feito de pó de vidro com óxidos coloridos de elementos como cobalto (Co), cromo (Cr), manganês (Mn) ou níquel (Ni), suspensos em água (ABC 2014).

Os corantes, pigmentos coloridos, proporcionam as cores nos esmaltes, que podem ocorrer de três maneiras, segundo ABC (2014):

- Pela dispersão coloidal de metais ou metalóides ou compostos químicos (Ouro, Prata e Cobre);
- Pela dispersão de cristais coloridos (pigmentos cerâmicos);
- Pela solução de íons cromóforos, na maioria das vezes, metais do grupo de transição (Cr, Cu, Fe, Co, Ni e Mn).

3.3.3 - Método De Produção Das Placas Cerâmicas

De acordo com Bauer (2014), os fabricantes de cerâmica utilizam processos praticamente iguais. Realizam as etapas de preparação da matéria-prima e da massa, formação das peças, tratamento térmico e acabamento. De acordo com a ordem: extração da argila; preparo da matéria-prima; moldagem; secagem; esmaltação; cozimento.

De acordo com ABC (2014), primeiramente deve-se escolher a argila que vai caracterizar o tipo de cerâmica. Extraída, já na própria jazida são separadas em lotes de mesma qualidade (composição, dureza, plasticidade etc.). Em seguida, a argila passa por um período de descanso e é remexida algumas vezes. Também é feita a retirada de impurezas grosseiras. Posteriormente inicia a maceração, que é formação da pasta, continua com a correção e finaliza com o amassamento. Para moldagem existem quatro processos, que são:

- modelagem a seco ou semi-seco (com 4 a 10% de água);
- modelagem com pasta plástica consistente (com 20 a 35% de água);
- modelagem com pasta plástica mole (com 25 a 40% de água);
- modelagem com pasta fluida (com 30 a 50% de água).

A característica da matéria-prima, o formato e o tipo de forno a ser empregado, dependem da escolha do processo de produção. Após a moldagem ainda restam cerca de 5 a 35% de água, assim se faz necessária a secagem. A esmaltação é feita logo após a secagem. Nesse processo é feita a aplicação de tintas e esmaltes sobre a placa. Normalmente, é feita em três aplicações consecutivas: aplicação de engobe, aplicação de esmalte e aplicação de tinta. Alguns produtos podem não apresentar aplicação de tintas (ex: produtos monocromáticos). A queima da cerâmica é feita em temperaturas de 1000 °C e 1200 °C (ABC, 2014).

3.4 - Projetos - Materiais - Especificação

3.4.1- Cerâmico

Segundo Pinto (2010), a escolha correta do revestimento cerâmico para cada ambiente é fundamental para o bom desempenho do mesmo. As propriedades do material determinam características próprias que são fundamentais para correta especificação. A estética, o custo e as propriedades do material, de acordo com o local onde será aplicado são aspectos importantes para a especificação correta do produto.

Produtos com baixa absorção de água, propriedade relacionada com a porosidade da peça, são recomendadas para locais úmidos. A variação de absorção de água é de 0% (porcelanatos) a 20% (azulejos) (PINTO, 2010).

De acordo com INMETRO (2014), os revestimentos cerâmicos esmaltados são classificados segundo teste de resistência do esmalte, ensaio por abrasão superficial segundo a ABNT NBR 13.818 (1997). Essa classificação é denominada Índice PEI, que indica os ambientes mais adequados para sua aplicação. A sigla PEI (Porcelain Enamel Institute) indica um índice de resistência ao desgaste superficial em placas cerâmicas esmaltadas para revestimento (expostas a uma carga abrasiva a um determinado número de giros). As cerâmicas devem ter a PEI gravada nos fundos das placas e são divididos da seguinte forma:

- PEI 1 (menos resistente): Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com chinelos ou pés descalços. Exemplo: banheiros e dormitórios residenciais sem portas para o exterior.
- PEI 2: Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com sapatos. Exemplo: todas as dependências residenciais, com exceção das cozinhas e entradas.

- PEI 3: Produto recomendado para ambientes residenciais onde se caminha geralmente com alguma quantidade de sujeira abrasiva que não seja areia e outros materiais de dureza maior que areia (todas as dependências residenciais).

- PEI 4: Produto recomendado para ambientes residenciais (todas as dependências) e comerciais com alto tráfego. Exemplo: restaurantes, churrascarias, lojas, bancos, entradas, caminhos preferenciais, vendas e exposições abertas ao público e outras dependências.

- PEI 5 (mais resistente): Produto recomendado para ambientes residenciais e comerciais com tráfego muito elevado. Exemplo: restaurantes, churrascarias, lanchonetes, lojas, bancos, entradas, corredores, exposições abertas ao público, consultório, outras dependências (INMETRO, 2014).

Os revestimentos cerâmicos têm um desprezível coeficiente de condutividade térmica (0,5 a 0,9 kcal/m.h.°C), sendo portanto um excelente isolante térmico, se comparado com mármore, granitos e argamassas (GRC, 2014).

As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 indicam as especificações recomendadas e sugeridas para diferentes tipos de ambientes destinados a usos diversificados.

Tabela 1 - Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para residências

Fonte: GRC (2014)

Especificações Recomendadas		
Cozinhas, Copas	Resistência à manchas: a mais alta	ISO-5
	Resistência à manchas após abrasão	PEI-5
	pias: isento de chumbo	s/Pb
Banheiros	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 3
	Rejuntes para chuveiros	impermeáveis
Salas	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 3
Quartos	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 1
Escadas	Coeficiente de atrito	≥ 0,4
Varandas	Resistência à abrasão superficial	PEI ≥ 4
Garagens	Resistência à carga de ruptura elevada	≥ 1000N
	Resistência à abrasão	PEI 5
	Resistência à manchas (óleo de carros)	ISO-5
	Resistência ao risco (casas de praia)	Mohs > 7
Quintais	Com carro: resistência à carga de ruptura elevada	≥ 1000N
	Sem carro	≥ 800 N
	Região fria: resistência ao gelo	100 ciclos
Casas de praia	resistência ao risco (também disponível o ensaio de esclerômetro)	Mohs > 7

Tabela 2 - Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para piscinas

Fonte: GRC (2014)

Especificações Recomendadas		
Em áreas que circundam a piscina, exigir coeficiente de atrito maior que 0,7	Espansão por umidade de autoclave	< 0,4 mm/m
	Resistência à manchas	ISO 5
	Resistência ao gretamento recomendada	7 ciclos
	Resistência a produtos de piscina e cloro	exigida
	Resistência ao gelo	conforme a região

Tabela 3 - Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos industriais

Fonte: GRC (2014)

Especificações Recomendadas		
Indústrias Química pesada	Resistência química de alta concentração: Porcelanato não esmaltado	ISO-UGA
Indústrias com empilhadeiras	Resistência à carga de ruptura elevada Usar rodas com pneus de ar	> 1200N
Circulação de operários	Esmaltados	PEI-5
	Não esmaltados	< 175 mm ³
Câmaras Frigoríficas	Usar espessura maior que o normal	> 20 mm
	Carga elevada	1200 N
	Resistência ao impacto	Por restituição
	Resistência ao congelamento recomendado (ISO 10545)	500 ciclos
Em área sujeitas a escorregamento usar coeficiente de atrito > 0,7.		

Tabela 4 - Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos externos

Fonte: GRC (2014)

Especificações recomendadas		
Jardineiras de terra roxa	A facilidade de limpeza é crítica	ISO 5
	Resistência à manchas após a abrasão (controla a resistência ao encardido)	PEI-5
Casas de praia	A dureza Mohs é crítica na praia (prefira ensaio de esclerômetro disponível no LavMat)	≥ 7
Escadas e Rampas	Resistência à manchas: a mais alta	ISO 5
	Resistência à abrasão superficial	PEI 5
	Resistência à carga de ruptura	≥ 1000N
	Coeficiente de atrito	≥ 0,4
Regiões com geada e neve	Resistência ao congelamento (Produtos destinados a USA, Canadá, Curitiba, Santiago de Chile, La Paz e regiões com geada e neve)	100 ciclos

Tabela 5 - Usos e especificações recomendadas para pisos cerâmicos para pavimentos comerciais

Fonte: GRC (2014)

Especificações Recomendadas		
Lojas internas (boutique)	sem portas para exterior	PEI \geq 4
Lojas externas	Com portas para o exterior (p.ex. lanchonetes) Resistência à abrasão superficial	PEI 5
Shoppings (acessos)	Usar não esmaltados ou, porcelanato não polido Resistência à abrasão profunda	< 175 mm ³
Shoppings (áreas principais internas)	Esmaltados: resistência à abrasão superficial	PEI 5
Trilhas de circulação	Resistência à manchas após a abrasão Ensaiai com pó xadrez	PEI 5
Escadas-Rampas	Resistência à manchas: a mais alta	ISO 5
	Resistência à abrasão superficial	PEI 5
	Resistência à carga de ruptura	\geq 1000N
	Coefficiente de atrito	\geq 0,4
Postos de gasolina	Carga elevada	1100N
	Classe de limpabilidade elevada	ISO 5
	Resistência à manchas após a abrasão	PEI-5
Bancos Restaurantes	Esmaltados	PEI-5
	Não esmaltados	< 175 mm ³
Áreas públicas críticas: metrô, rodoviárias	Movimento de público de centenas a milhões de pessoas por dia: usar porcelanato não polido, pedra natural ou borracha	Especificar espessura plena
Fast food, padarias	Usar porcelanato não polido ou, esmaltados com 1mm de espessura no esmalte	< 175 mm ³ ou PEI-5

3.4.2 - Argamassa (Rejunte e Assentamento)

Cimento Portland, areia silicosa de granulometria controlada e aditivos são basicamente a composição das argamassas de rejunte. Os aditivos têm o objetivo de modificar as propriedades dos rejuntas. São usados para melhorar a trabalhabilidade, aumentar a adesão e a aderência, aumentar a capacidade de absorver deformações (resiliência) e promover repelência à água (GRC, 2014).

"As argamassas industrializadas para rejuntamento são em geral resistentes à ação da umidade e ciclos de congelamento. Entretanto esses materiais não devem ser considerados impermeáveis, embora o uso de aditivos possa modificar suas propriedades para que sejam mínimas as possibilidades de passagem da água por capilaridade e por difusão de vapor... apenas as argamassas à base de resina epóxi podem ser consideradas impermeáveis"(MEDEIROS, 1999).

Segundo o GRC (2014), as seguintes características e propriedades para rejuntas são importantes: estabilidade da cor, resistência a manchas e resistência à formação de fungos (para manter a higiene), baixa absorção de água e retração por secagem; alta adesão, bons níveis de deformabilidade (para absorver a dilatação e contração das peças e panos cerâmicos), capacidade de comportar larguras entre 0,8 a 18 mm, possibilidade de uma aplicação lisa e lavável, dureza necessária para o uso definitivo e resistência aos ácidos (quando especificado).

De acordo com a ABNT Projeto de Norma 18:406.05-001 (2001), as argamassas para rejuntamento são divididas em A.R.I (ambientes internos ou piscinas) e A.R.II (ambientes internos ou piscinas e externos como piso e fachada). Devem seguir as especificações da Tabela 6.

Tabela 6: Requisitos mínimos para argamassa de rejunte

Fonte: ABNT Projeto de norma 18:406.05-001 (2001)

REQUISITOS MÍNIMOS	TIPO I	TIPO II
Presença de retentor de água após 10 minutos (mm)	<= 85	<= 70
Retração linear após 7 dias (mm/m)	<= 2,0	<= 2,0
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	>= 8	>= 10
Resistência à tração na flexão aos 7 dias (MPa)	> 2,0	> 3,0
Módulo de deformação aos 14 dias (GPa)	< 14	< 10
Permeabilidade aos 28 dias	<= 2,0	<= 1,0

O rejunte deve ser escolhido com cuidado, considerando as exigências do local de uso. Para áreas internas secas existem rejuntas flexíveis com baixa permeabilidade à base de cimento mais aditivos. Para pisos e paredes em áreas úmidas internas ou externas existem rejuntas com baixíssima permeabilidade e flexíveis à base de látex. Além destes, para usos mais exigentes existem os à base de epóxi. (PINTO, 2010).

As argamassas de assentamento são divididas, segundo a ABNT NBR 14.081 (1998):

- AC-I - Interior: Argamassa com características de resistência às solicitações mecânicas e termoigrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção

daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais. O tempo em aberto deve ser no mínimo de 15 minutos;

- AC-II - Exterior: Argamassas com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes externas, decorrentes de ciclos de flutuação térmica e higrométrica, da ação de chuva e/ou vento, da ação de cargas como as decorrentes do movimento de pedestres, em áreas públicas, e de máquinas ou equipamentos leves sobre rodízios não metálicos. O tempo em aberto deve ser no mínimo de 20 minutos;

- AC-III - Alta Resistência: Argamassa que apresenta propriedades de modo a resistir a altas tensões de cisalhamento nas interfaces substrato/adesivo e placa cerâmica/adesivo, juntamente com uma aderência superior entre as interfaces em relação às argamassas dos tipos I e II. São especialmente indicadas para usos em saunas, piscinas, estufas e ambientes similares. O tempo em aberto deve ser no mínimo de 20 minutos;

- AC-III-E - Especial: Semelhantes ao tipo III, porém com o tempo em aberto estendido. O tempo em aberto deve ser no mínimo de 30 minutos.

Tabela 7: Argamassas colantes - requisitos

Fonte: ABNT NBR 14.081 (1998)

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante industrializada			
			I	II	III	III-E
Tempo em aberto	NBR 14083	min	> 15	> 20	> 20	> 30
Resistência de aderência aos 28 dias	NBR 14084					
- cura normal		MPa	> 0,5	> 0,5	> 1,0	> 1,0
- cura submersa em água		MPa	> 0,5	> 0,5	> 1,0	> 1,0
- cura em estufa		MPa	-	> 0,5	> 1,0	> 1,0
Deslizamento	NBR 14085	mm	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Quando a base e a cerâmica a serem usadas apresentam rugosidade e/ ou porosidade, utiliza-se a adesão física ou mecânica com argamassas à base de cimento. Ela penetra nos poros dos substratos e placas cerâmicas criando pontos de engaste, de apoio, estabelecendo ancoragens mecânicas entre o substrato e

a placa. Para colar materiais lisos, polidos ou sem porosidade, utiliza-se a adesão química. Neste caso utiliza-se argamassa a base de cimento, com mais aditivos. Este tipo de adesão funciona como uma cola através de uniões químicas e/ ou eletrostáticas entre a argamassa, o substrato e a placa (GRC, 2014).

Segundo o GRC (2014), apesar de não ser visível, as argamassas precisam garantir boa fixação dos revestimentos, sem descolamentos e eflorescências. A sua escolha deve ser realizada observando o substrato e as placas a serem utilizadas. É necessário considerar a localização e exposição da obra (pavimentos interiores e exteriores, paredes interiores e exteriores, exposição à água), a natureza das peças cerâmicas (características físicas e geométricas; porosidade aberta, sucção capilar, formato, espessura, peso; tratamento superficial do tardo) e as características da superfície de aplicação (natureza, textura, acabamento, estado de conservação e absorção). Substratos mais absorventes exigem argamassas com maior retenção de água.

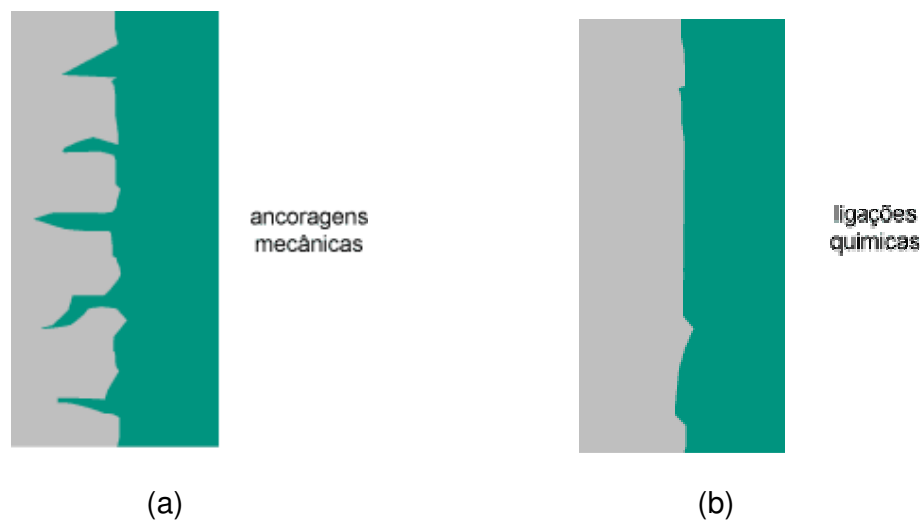


Figura 1: Argamassas colantes - (a)adesão física/mecânica (b)adesão química

Fonte: GRC (2014)

A Tabela 8, a seguir, mostra uma classificação para escolha das argamassas colantes, considerando fatores que interferem neste processo.

Tabela 8: Especificação de argamassas colantes segundo uso.

Fonte: GRC (2014)

TIPO DE MATERIAL		TIPO DE USO		
TIPO DE PLACA	TIPO DE SUBSTRATO	USO INTERNO	USO EXTERNO	USO ESPECIAL
Porcelanato (0 a 0,5%)	Poroso Não poroso	AC - II AC - II	AC - III AC - III	AC - III - E AC - III - E
Grés (0,5 a 3%)	Poroso Não poroso	AC - II AC - II	AC - III AC - III	AC - III - E AC - III - E
Semi - Grés (3 a 6%)	Poroso Não poroso	AC - I AC - II	AC - II AC - III	AC - III - E AC - III - E
Semiporoso (6 a 10%)	Poroso Não poroso	AC - I AC - II	AC - II AC - III	AC - III - E AC - III - E
Poroso (10 a 20%)	Poroso Não poroso	AC - I AC - II	AC - II AC - III	AC - III - E AC - III - E

De acordo com o GRC (2014), uma forma de medir a porosidade do substrato é molhar ligeiramente a superfície com água e verificar o tempo de secagem. Entre 5 a 10 segundos considera-se muito absorvente e acima de 60 segundos, pouco absorvente. As solicitações do pano cerâmico também devem ser previstas, como ações mecânicas (tração, cisalhamento, impactos, vibrações, abrasão), ações térmicas e higrométricas (dilatação - contração por ação de gradientes e ciclos térmicos, presença de água, umidade ou gelo), ações químicas (agressões químicas por uso, limpeza e contaminação), além da localização e tamanho dos painéis cerâmicos.

3.4.3 – Juntas (Assentamento, Movimentação, Dessolidarização E Estrutural)

Muitas forças e tensões atuam nas camadas da base e na placa cerâmica durante o assentamento. As juntas cumprem o papel de isolar e limitar essas tensões em uma única peça ou pano cerâmico, não permitindo que essas forças alcancem panos vizinhos. Devem acomodar deformações sem prejudicar o revestimento. Tensões causadas por variações térmicas, compressão e tração, poderão romper a ligação entre revestimento e substrato, ocasionando descolamento ou outros problemas e patologias, assim as juntas tem papel fundamental para evitar essas ocorrências. Os tipos de juntas são: juntas de

assentamento - superficiais, juntas de movimentação, juntas de dessolizarização e juntas estruturais. Devem ser previstas e dimensionadas ainda na fase de projeto e detalhamento do revestimento cerâmico (GRC, 2014).

De acordo com Fiorito (2009), as juntas de assentamento compõem o revestimento. A necessidade desse tipo de junta se deve as seguintes razões: desbitolamento do revestimento cerâmico, alinhamento, tensões, higiene, estética e facilidade na remoção das peças.

A Figura 2, abaixo, mostra a junta de assentamento em um sistema de revestimento cerâmico, conforme o GRC (2014).

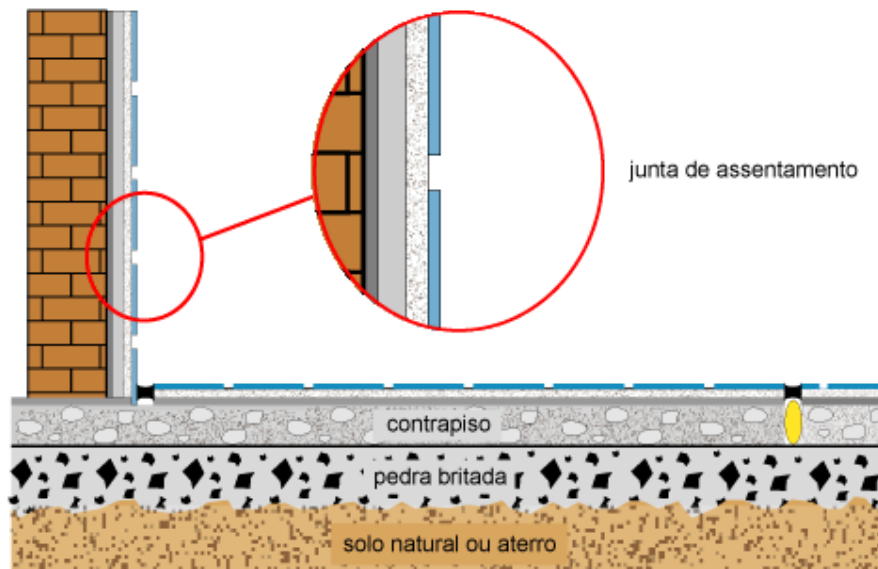


Figura 2: Junta de assentamento

Fonte: GRC (2014)

O seu dimensionamento é de acordo com o tamanho das peças a serem usadas, para que possam, conforme a ABNT NBR 13.753 (1996):

a) compensar a variação de bitola das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento;

b) atender a estética, harmonizando o tamanho das placas e as dimensões do pano a revestir com a largura das juntas entre as placas cerâmicas, facilitando o alinhamento das peças;

c) oferecer relativo poder de acomodação às movimentações da base e das placas cerâmicas, suportando tensões oriundas da dilatação térmica e expansão por umidade, sem transmiti-las para as peças vizinhas;

d) facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a completa vedação da junta;

e) facilitar a troca das placas cerâmicas.

A Tabela 9 abaixo indica o dimensionamento da junta recomendada, de acordo com CCB (1998).

Tabela 9: Indicações de juntas de assentamento para peças cerâmicas em geral
Fonte: CCB (1998)

INDICAÇÕES DE JUNTAS DE ASSENTAMENTO	
Tamanho da peça (cm)	Junta recomendada (mm)
05x05	3
10x10	3
15x15	3 a 5
20x20	3 a 5
25x25	3 a 5
30x30	5 a 7
40x40	6 a 8

A junta de movimentação tem o objetivo de gerar panos de revestimento cerâmico, criando liberdade de movimentação para o conjunto revestido. Normalmente elas são mais largas que as juntas de assentamento e têm a função de aliviar tensões geradas por movimentações do piso ou do próprio revestimento causada por variações de temperatura ou deformação lenta do concreto da estrutura do revestimento. É desejável que haja coincidência entre as juntas do revestimento e as juntas de movimentação do substrato (GRC, 2014).

Segundo Carvalho (2006), as indicações para o espaçamento das juntas de movimentação são em interiores, para áreas maiores que 32 m² ou sempre que

uma das dimensões for maior que 8 m e em áreas externas diretamente expostas à insolação e/ou umidade, sempre que a área for igual ou maior que 20 m² ou sempre que uma das dimensões for maior que 4 m. Devem ter de 8 a 12 mm de profundidade e entre 8 a 15 mm de largura. Essas juntas devem cortar a placa cerâmica, argamassa colante, a argamassa de nivelamento do contrapiso alcançando a face do elemento estrutural.

As juntas de dessolidarização ajudam a absorver as movimentações das paredes e contrapisos e devem ser dimensionadas em função das movimentações previstas para o revestimento e em função da deformabilidade admissível do selante (em geral variam de 5 a 20 mm). Têm por finalidade absorver as tensões na interface de diferentes elementos do sistema revestimento devido ao comportamento diferencial entre eles. (GRC, 2014). A Figura 3, a seguir, exemplifica sua localização, dentro do sistema de revestimento cerâmico.

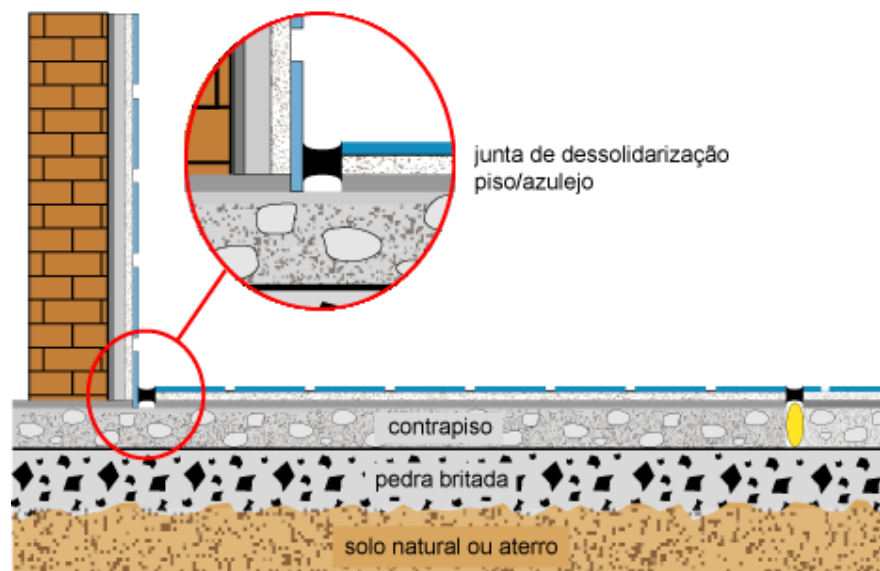


Figura 3: Junta de dessolidarização

Fonte: GRC (2014)

De acordo com Carvalho (2006), são juntas entre elementos construtivos com diferentes dilatações térmicas. As juntas de dessolidarização devem ser previstas no perímetro das áreas revestidas, no encontro com o elemento estrutural (colunas e vigas), no encontro com saliências, elementos construtivos ou ponto

'duros', no encontro com outros tipos de revestimento, nos cantos verticais (cantos e quinas), entre o revestimento do piso e parede e quando ocorre mudança do material que forma a base para o assentamento.

As juntas de dessolidarização podem ser previstas antes da execução do revestimento cerâmico, logo após o desempenho, com profundidade até a base ou até $2/3$ do contrapiso. Podem também ser realizadas com o revestimento já executado, através de cortes com uso de uma serra tipo 'makita'. Essas juntas devem cortar a placa cerâmica, argamassa colante, a argamassa de nivelamento do contrapiso, alcançando a face do elemento estrutural. Podem ser abertas até $2/3$ da espessura do contrapiso, ficando um fundo de argamassa que protegerá contra a eventual entrada de umidade, caso, com o decorrer do tempo, o selante perca sua eficiência (CARVALHO, 2006).

Segundo Fiorito (2009), as juntas estruturais são juntas já existentes na estrutura do concreto. Na posição onde estiverem, devem ser mantidas e com a mesma largura, em todas as camadas que constituem o revestimento, conforme mostra Figura 4 abaixo.

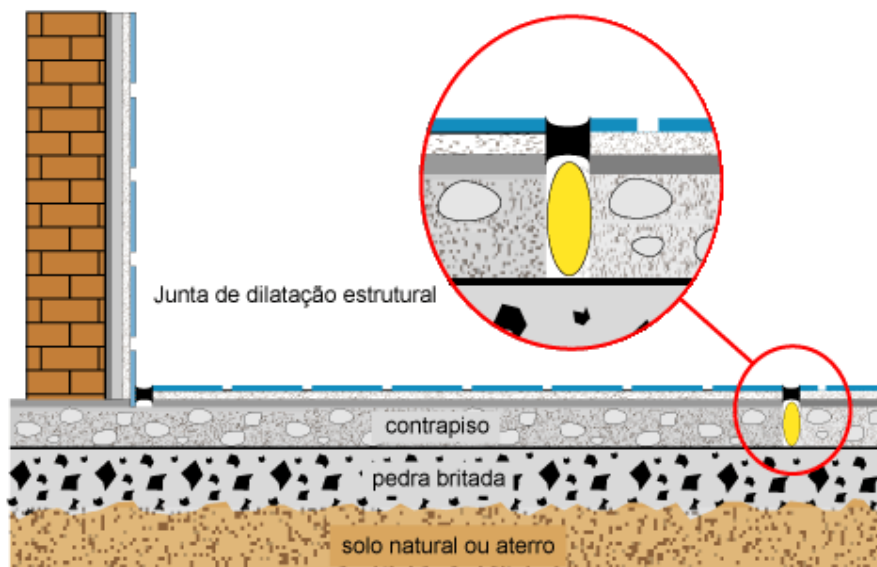


Figura 4: Junta estrutural

Fonte: GRC (2014)

De acordo com o GRC (2014), o preenchimento das juntas estruturais deve ocorrer primeiramente, na parte mais funda, com material deformável, como borracha alveolar e espuma de poliuretano. O acabamento é feito com silicone, poliuretano ou mástique elástico.

"Esses materiais têm a função direta de vedar a entrada de umidade ou agentes agressivos, além de serem flexíveis, permitindo a livre movimentação das juntas. Os selantes devem aderir apenas às laterais das juntas, e não ao fundo, de forma a facilitar a acomodação das movimentações. A limitação da profundidade é obtida com a aplicação, com alguma pressão, de cordão de espuma de poliuretano, poliestireno expandido" (GRC, 2014).

As Figuras 5 e 6 a seguir mostram exemplos de assentamento do revestimento cerâmico em função das juntas estruturais já existentes.

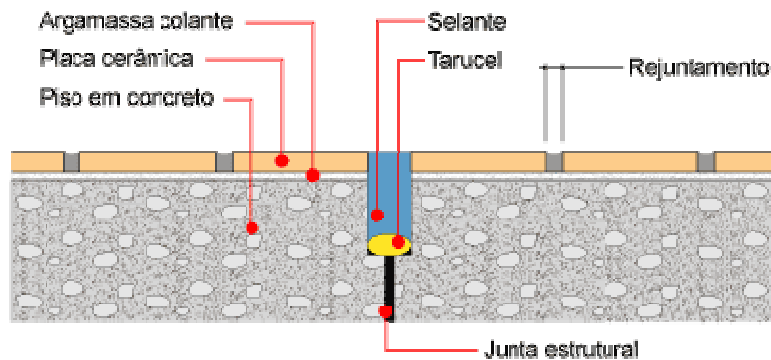


Figura 5: Execução junta estrutural - ex. 01

Fonte: GRC (2014)

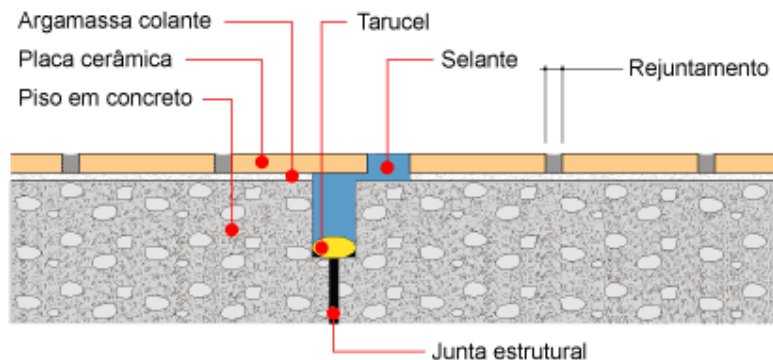


Figura 6: Execução junta estrutural - ex. 02

Fonte: GRC (2014)

3.4.4 - Paginação - Modulação

De acordo com a ABNT NRB 13.753 (1996) a paginação do revestimento deve ser prevista para que haja o mínimo possível de cortes. Ela define o tipo geral de arrumação das peças, detalhamentos gerais, como posicionamento dos cortes e dimensão de juntas para o ambiente, e a distribuição de peças especiais, quando necessário.

Segundo o GRC (2014), existem cinco tipos básicos de distribuir e assentar a cerâmica sobre uma base, seja piso ou parede. Paginação de 'Prumo ou alinhada' é a forma mais utilizada; paginação 'Amarrada' arruma as placas como se fossem blocos ou tijolos cerâmicos, em forma de amarração; paginação em 'Dama' que consiste em colocar placas retangulares, duas a duas alinhadas paralelamente e perpendicularmente a uma direção; paginação 'Diagonal' consiste na arrumação das placas em diagonal a determinada linha de referência. (Este tipo de paginação esconde defeitos de esquadro do ambiente, mas consome um maior número de placas) e paginação utilizando 'Escama de peixe' que coloca as placas de forma escamada.

Muitas combinações de paginações podem ser criadas misturando peças de formato igual ou diferentes. Essa diversidade oferece opções de criar e tornar cada ambiente único (GRC 2014).

A Figura 7, exemplifica os cinco tipos de paginação, de acordo com GRC (2014).

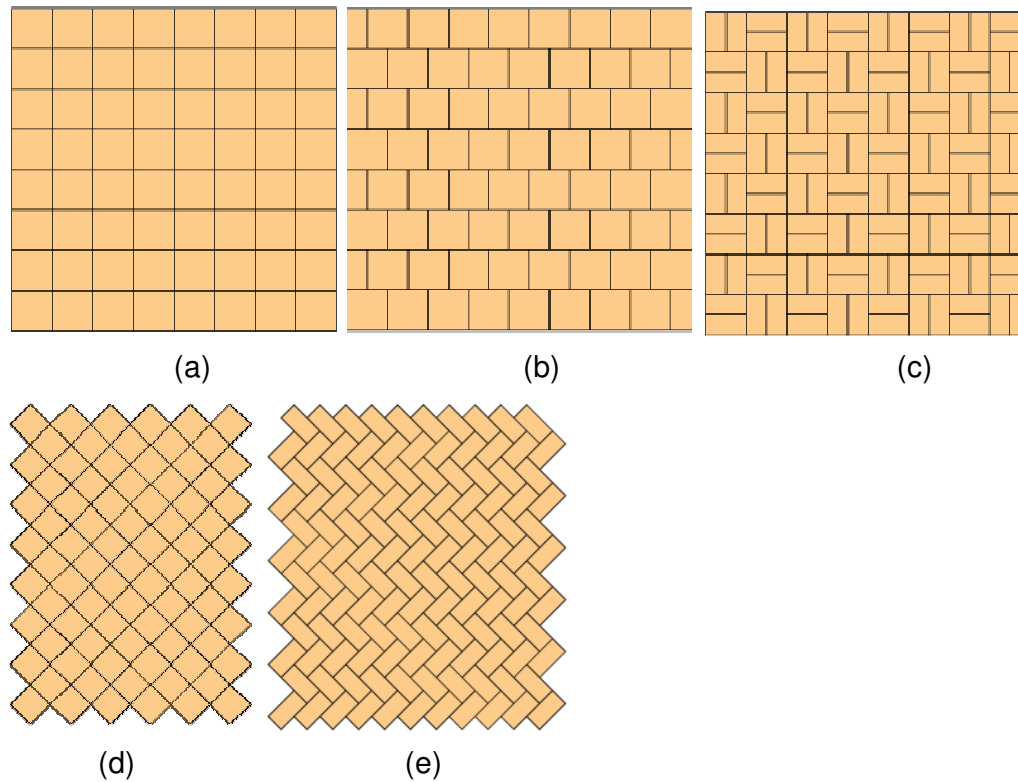


Figura 7: Paginação (a) Alinhada, (b) Amarrada, (c) 'Dama', (d) Diagonal e (d) Escama de peixe
 Fonte: GRC (2014)

3.5 - Características e Propriedades dos Revestimentos de Piso

3.5.1 – Características Geométricas

Segundo Fiorito (2009), problemas com alterações de dimensões, espessura e forma costumam ocorrer em placas cerâmicas de revestimento. Porém, é necessário que estes desvios não ultrapassem os limites determinados em norma. Os valores exigidos na ortogonalidade (esquadro) são indicados na ABNT NBR 13.818 (1997), de acordo com a fabricação e grupo de absorção de água. A ortogonalidade está representada na Figura 8 abaixo.

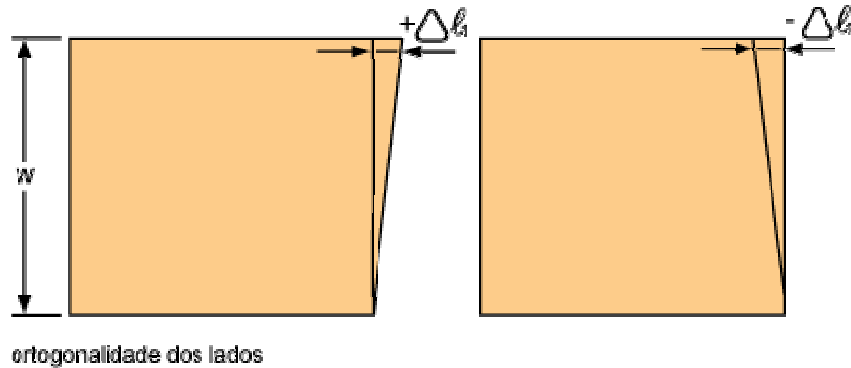


Figura 8: Ortogonalidade dos lados

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

De acordo com a ABNT NBR 13.818 (1997), três deformações possíveis na mesma peça também devem ser observadas (planaridade):

1- Curvatura central: flecha no centro da peça calculada percentualmente referida à diagonal, conforme Figura 9.

2- Curvatura lateral: flecha vertical no centro do lado da peça calculada percentualmente com referência a dimensão de fabricação do lado, conforme Figura 10.

3- Empeno: afastamento de um vértice referido ao plano dos outros três vértices, conforme Figura 11.

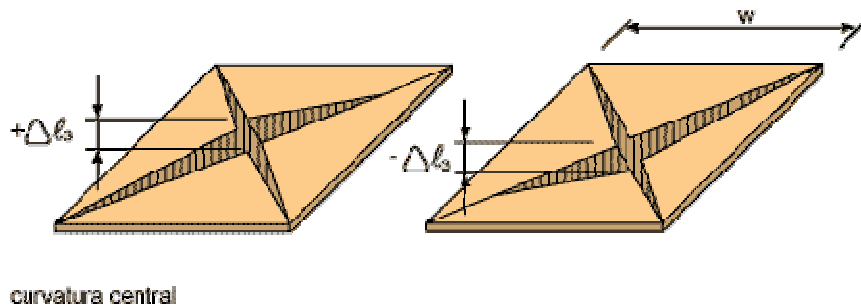


Figura 9: Curvatura central

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

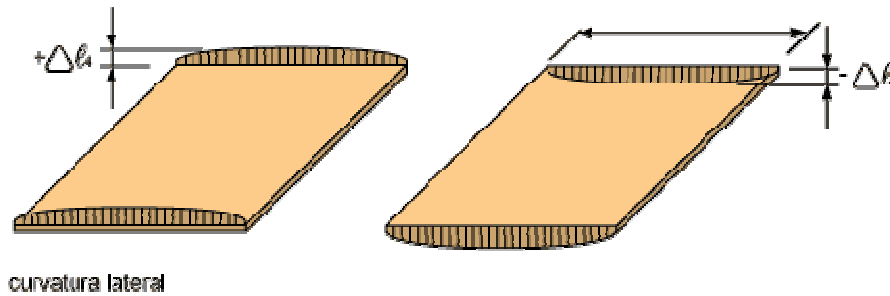


Figura 10: Curvatura lateral
 Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

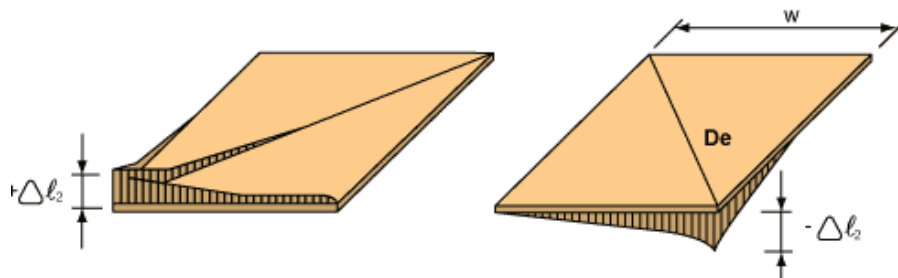


Figura 11: Empeno
 Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

3.5.2 – Absorção De Água

De acordo com Campante e Baía (2003), a absorção de água está diretamente relacionada com a porosidade e permeabilidade da peça. Quanto mais compactado o corpo cerâmico, menor a absorção de água. Essa característica interfere em algumas outras propriedades como: carga de ruptura, resistência ao desgaste para produtos não esmaltados e a resistência ao gelo. É designada em porcentagem e dividida em classes, conforme as Tabelas 10, 11 e 12 abaixo:

Tabela 10: Classificação de grupo de absorção

Fonte: ABNT NBR 13.817 (1997)

Grupo	Código	Absorção de água
Grupo I	Ia	$a \leq 0,5 \%$
	Ib	$0,5 < a \leq 3,0 \%$
Grupo II	IIa	$3,0 < a \leq 6,0 \%$
	IIb	$6,0 < a \leq 10 \%$
Grupo III	III	$a > 10\%$

Tabela 11: Grupos de absorção
 Fonte: ABNT NBR 13.817 (1997)

Absorção d'água	<0,5 %	0,5 - 3 %	3 - 6 %	6 -10 %	> 10 %
Código absorção	Ia	Ib	IIa	IIb	III
Prensados: código B	Bla	B1b	BIIa	BIIb	BIII
Extrudados: código A	AI	AIIa	AIIb	AIII	

Tabela 12: Nomenclatura x Grupo de absorção x Carga de ruptura
 Fonte: CCB (1998)

Nomenclatura Usual	Grupo ISO	Absorção de água	Carga de ruptura (N)
PORCELANATO	Bla	$a \leq 0,5\%$	≥ 1300
GRÉS	B1b	$0,5 < a \leq 3\%$	≥ 1100
SEMI - GRÉS	BIIa	$3 < a \leq 6\%$	≥ 1000
SEMIPOROSO	BIIb	$6 < a \leq 10\%$	≥ 800
POROSO	BIII	$a > 10\%$	Piso: ≥ 600 Parede: 200 a 400
AZULEJO	BIII	$a > 10\%$	Parede: 200 a 400
AZULEJO FINO	BIII	$a > 10\%$	Parede: 200 a 400

3.5.3 – Carga De Ruptura E Módulo De Resistência À Flexão

Segundo a ABNT NBR 13818 (1997), a resistência da placa cerâmica é chamada módulo de resistência à flexão (N/mm^2 ou Kgf/cm^2) que é a medida de coesão interna do material. A carga de ruptura (N ou Kgf) depende não só do material cerâmico como também da espessura da placa.

Quanto menor a absorção de água da peça, maior será a carga suportada. Por isso, as placas porosas possuem resistência menor e as placas de grés (menos porosas) resistência maior. A escolha deve acontecer de acordo com o uso do ambiente, que exigem mais ou menos resistência das placas. Em casos de garagens, postos de gasolina, indústrias com empilhadeiras, onde há solicitação de esforço, é necessário escolher placas com maior carga de ruptura; e em banheiros ou dormitórios residenciais pode-se optar por placas com menor carga de ruptura (LIMA e SICHIERI, 2003).

3.5.4 – Resistência À Abrasão Superficial (PEI)

Segundo a ABNT NBR 13.817 (1997), para diferenciar as placas cerâmicas esmaltadas, foi adotada a escala PEI (Porcelain Enamel Institute) que varia de 0 a 5. Esta classificação descreve a resistência ao desgaste superficial do esmalte da placa cerâmica em decorrência do trânsito de pessoas e contato com objetos. Juntamente com a absorção de água, as classes de resistência à abrasão formam o conjunto das principais características para pisos.

A diferença fundamental entre possuir o esmalte e não é que a placa cerâmica esmaltada contém duas camadas distintas, o biscoito e o esmalte (localizado na superfície), e estas apresentam características físicas e químicas diferenciadas, enquanto os revestimentos não esmaltados se constituem de um corpo único. As placas cerâmicas esmaltadas são sempre ensaiadas por abrasão superficial, avaliando-se apenas a camada esmaltada (GRC, 2014).

Tabela 13: Classes de resistência à abrasão superficial

Fonte: CCB 1998

PEI	Resistência à abrasão	USO
Grupo 0 PEI-0	Baixíssima	não para pisos
Grupo 1 PEI-1	Baixa	ambientes onde se caminha com pés descalços ou chinelos
Grupo 2 PEI-2	Média	ambientes residenciais sem portas para ambientes externos
Grupo 3 PEI-3	Média Alta	ambientes residenciais com portas para ambientes externos
Grupo 4 PEI-4	Alta	ambientes residenciais com tráfego intenso
Grupo 5 PEI-5.	Altíssima e sem encardido	ambientes comerciais, públicos e industriais com alto tráfego

Segundo ABNT NBR 13.818 (1997), para produtos não esmaltados existe uma classificação com 5 categorias, de acordo com o ensaio de abrasão profunda. Não havendo esmalte existe uma igualdade entre o corpo e a superfície cerâmica, não havendo diferença entre partes. Na maioria das vezes são utilizadas em alto tráfego, sendo assim, o ensaio de abrasão ultrapassa o limite superficial.

Tabela 14: Classes de resistência à abrasão profunda

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

RESISTÊNCIA À ABRASÃO PROFUNDA PARA PRODUTOS NÃO ESMALTADOS (em mm³)			
Produtos extrudados		Produtos Prensados	
AI	Menor ou igual a 275	Bla	Menor ou igual a 175
		BIlb	Menor ou igual a 175
AIIa	Menor ou igual a 393	BIIa	Menor ou igual a 345
AIIb	Menor ou igual a 649	BIlb	Menor ou igual a 540
AIII	Menor ou igual a 2365	BIII	-

3.5.5. – Resistência Ao Gretamento

A resistência ao gretamento é característica exigida para todas as placas cerâmicas esmaltadas e garantida para produtos certificados pelo CCB/ Inmetro (GRC, 2014)

A gretagem é caracterizada pelo aparecimento de várias microfissuras em forma de círculos irregulares ou formando uma teia de aranha na superfície esmaltada da peça. O gretamento ocorre principalmente em decorrência da expansão por umidade, que provoca o aumento do corpo cerâmico e aparecimento de tensões na camada de esmalte. Conseqüentemente, o esmalte fissa, criando pequenas fendas, tão finas como um fio de cabelo. (LIMA e SICHIERI, 2003). A Figura 12 representa essas fissuras em três situações diferentes.



Figura 12: Gretamento

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

3.5.6 – Expansão Por Umidade

De acordo com a Campante; Baía (2003), a expansão por umidade ocorre na maioria das vezes em lugares mais úmidos, como banheiros, piscinas e saunas.

Significa o aumento nas dimensões da peça cerâmica em função da absorção da umidade pelas partículas de argila - quando estas estão mal moídas ou sinterizadas. Está diretamente relacionada ao processamento de fabricação.

Esta característica é decisiva para avaliar a qualidade da massa cerâmica. Normalmente a placa cerâmica vai apresentar expansão por umidade quando a queima for parcial, feita em temperatura insuficiente ou moagem mal feita. O limite recomendado por norma é de 0,6 mm/m (CCB, 1998).

A expansão é freqüentemente a maior responsável pelo descolamento das peças, agindo isoladamente ou em conjunto com outros fatores (GRC, 2014).

3.5.7 – Resistência ao Risco - Dureza Mohs

A classificação que mede a resistência ao risco é a escala Mohs. Tomando como referência a dureza do diamante na classe Mohs, dureza do diamante igual a 10, são definidas categorias, sempre comparando com as durezas de materiais naturais. (ABNT NBR 13.818, 1997).

Segundo o GRC (2014), produtos com aparência brilhante tendem a riscar com mais facilidade (resistência ao risco mais baixa) que produtos com acabamento rústico (possuem classe de resistência ao risco mais alta). Assim, os pisos rústicos são mais recomendados para áreas externas e os revestimentos lisos e brilhosos para áreas internas.

A Tabela 15, abaixo, mostra um comparativo da dureza de alguns minerais, segundo a escala Mohs.

Tabela 15: Comparação da dureza dos minerais (segundo a escala Mohs)

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

Durezas de vários minerais (escala Mohs)			
Talco	1	Feldspato	6
Gesso	2	Quartzo	7
Calcita	3	Topázio	8
Fluorita	4	Corindon	9
Apatita	5	Diamante	10

De acordo com Lima e Sichieri (2003), em geral, a resistência ao risco em placas cerâmicas esmaltadas brilhantes é inferior a 4 (menos resistente) e, em produtos rústicos, superior a 7 (mais resistente). O processo de risco é rápido, pois o esmalte é removido, riscado, pela fricção de uma partícula, normalmente a areia, ou por outro material de dureza maior que o piso, podendo ocorrer nos primeiros dias de uso.

3.5.8 – Resistência A Manchas (Classes De Limpabilidade)

A limpeza das placas cerâmicas é indicada pela facilidade de limpeza das mesmas. Quando se consegue limpar apenas com uso de água, considera-se classe 5, grande facilidade de limpeza, mas quando há impossibilidade de limpar as manchas, mesmo com produtos de limpeza fortes, considera-se classe 1. A Tabela 16, abaixo, mostra as cinco classes de limpabilidade segundo ABNT NBR 13818 (1997).

Tabela 16: Resistência a manchas (classes de limpabilidade)

Fonte: ABNT NBR 13.818 (1997)

Classe	Remoção da Mancha
5	máxima facilidade de remoção - com água quente
4	removível com produto de limpeza fraco - detergente neutro
3	removível com produto de limpeza forte - saponáceo
2	removível com ácido clorídrico, hidróxido de potássio, tricloroetileno
1	impossibilidade de remoção da mancha

Deve-se considerar que a classe de limpabilidade é relacionada com o coeficiente de atrito, quanto maior a resistência ao escorregamento, mais difícil de limpar a placa (GRC, 2014).

3.5.9 – Resistência Ao Ataque Químico

A resistência ao ataque químico significa a capacidade da superfície cerâmica em manter-se inalterada quando em contato com determinadas substâncias e

produtos. Os mais comuns são os proporcionados por produtos de uso doméstico comuns, por produtos de limpeza, ácidos e álcalis (ABNT NBR 13.818, 1997).

Existem três classes de resistência aos agentes químicos:

Classe A - Resistência química elevada;

Classe B - Resistência química média;

Classe C - Resistência química baixa.

A Tabela 17, a seguir, mostra os códigos para a resistência química, segundo a ABNT NBR 13.817 (1997).

Tabela 17: Resistência química
Fonte: ABNT NBR 13.817 (1997)

TIPOS DE PRODUTOS		NÍVEIS DE RESISTÊNCIA QUÍMICA:		
		Alta	Média	Baixa
PRODUTOS DOMÉSTICOS E DE PISCINA		A	B	C
ÁCIDOS E ÁLCALIS	Alta concentração H	HA	HB	HC
	Baixa concentração L	LA	LB	LC

3.5.10 – Resistência Ao Congelamento

A penetração da água na placa cerâmica e seu posterior congelamento fazem com que o volume da água dentro da peça aumente, provocando desagregação do material, que pode ter suas propriedades técnicas e estéticas comprometidas (PINTO, 2010).

Esta característica depende quase que exclusivamente da absorção de água. Um material antigelo deve apresentar absorção máxima de 3% e baixa porosidade (ABNT NBR 13818, 1997).

3.5.11 – Resistência Ao Escorregamento (Coeficiente De Atrito)

A resistência ao escorregamento garante segurança ao usuário ao andar por uma superfície (seja revestida ou não com placas cerâmicas), principalmente na presença de água, óleo ou qualquer outra substância, ou em superfícies de aclive

e declive. Dessa forma, não existem produtos antiderrapantes, mas sim condições de menor ou maior resistência ao escorregamento (GRC, 2014).

Segundo Lima e Sichieri (2003), muitos dos pisos cerâmicos, esmaltados ou não esmaltados, apresentam rugosidades ou adição de cristais de óxido ou de areia abrasiva sobre sua superfície, o que aumenta substancialmente sua resistência ao escorregamento.

De acordo com a ABNT NBR 13.818 (1997), o coeficiente de atrito dinâmico é considerado o parâmetro para mensurar o índice de escorregamento; maior atrito, menor escorregamento. No entanto, quanto maior o coeficiente de atrito, mais áspera é a superfície e maior é a dificuldade de limpabilidade. Assim, o índice 01 de coeficiente de atrito seria ótimo se considerado isoladamente; mas, quando é necessário unir resistência ao escorregamento com a facilidade de limpeza, o ideal é ficar entre os limites de segurança apresentados na Tabela 18 a seguir.

Tabela 18: Resistência ao escorregamento (coeficiente de atrito)

Fonte: CCB, 1998.

COEFICIENTE DE ATRITO	
Valor	Indicações
$\leq 0,4$	Satisfatório para instalações normais
0,4 a 0,7	Recomendado para uso onde se requer resistência ao escorregamento
$\geq 0,7$	Recomendado para locais onde o risco de escorregamento é muito intenso (áreas externas em acive ou declive).

3.5.12 – Resistência Ao Impacto

A resistência ao impacto segundo a ABNT NBR 13818 (1997), significa a capacidade da peça cerâmica em manter suas propriedades inalteradas após o choque inesperado de um objeto. Esta é uma característica típica para pisos.

Esta propriedade é necessária em locais onde se trabalha com cargas pesadas (ambientes industriais) com possibilidades de fortes impactos, ou mesmo em ambientes residenciais onde há possibilidade de queda de objetos mais pesados, como em cozinhas ou locais propensos a sofrer constantemente pequenos impactos (LIMA e SICHIERI, 2003).

3.6 - Processos Construtivos

3.6.1. Camadas Anteriores Ao Revestimento Cerâmico

Segundo Fiorito (2009), para iniciar o assentamento do revestimento cerâmico, é necessário que as camadas anteriores tenham sido executadas corretamente. Muitas vezes, na prática, nem todas essas etapas são realmente concluídas, seja por desconhecimento ou economia. No entanto, esses procedimentos de execução são necessários para garantir a qualidade do revestimento cerâmico. A Figura 13, abaixo, mostra todas as possíveis camadas anteriores ao revestimento cerâmico.

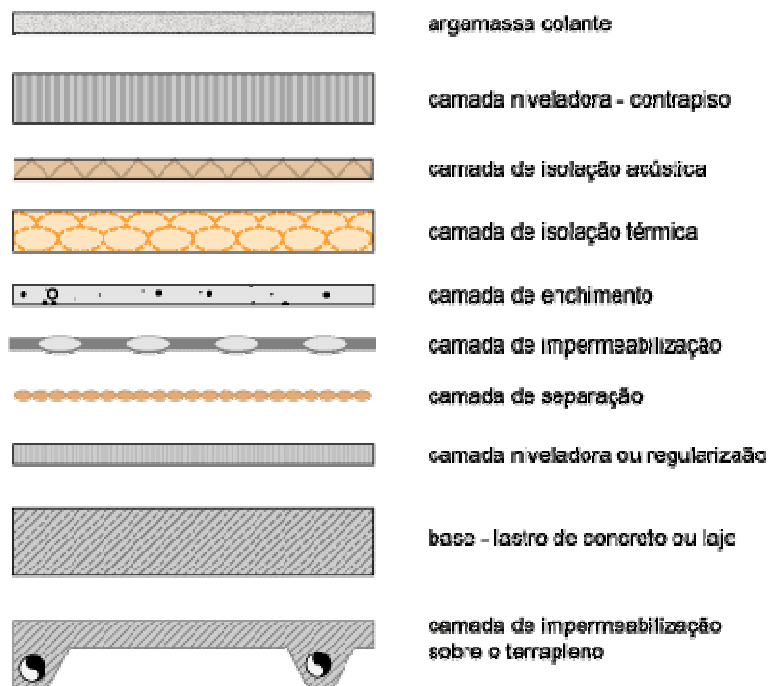


Figura 13: Camadas anteriores ao revestimento cerâmico

Fonte: GRC (2014)

A primeira fase para preparar o terreno é a execução do aterro que receberá uma camada de brita - o lastro. Todo aterro deve impedir a movimentação da água em direção às camadas superiores até alcançar o revestimento cerâmico. A impermeabilização é feita apenas em solos muito úmidos ou contendo substâncias agressivas, principalmente sulfatos, que se atingirem às camadas

superiores do revestimento, podem provocar reações adversas e comprometer a qualidade do sistema. Sobre o terrapleno (ou a impermeabilização), executa-se o lastro de concreto ou, a execução da laje nos edifícios (GRC, 2014)

De acordo com o GRC (2014), as camadas intermediárias devem ser avaliadas caso a caso, de acordo com o uso. São aplicadas entre a base e o contrapiso, cada uma exercendo uma função específica. Servem para regularização da base, correção de cota ou caimento de piso, impermeabilização, embutimento de canalizações, isolamento térmica, acústica ou separação entre a base e o contrapiso. Em vários casos realiza-se apenas o contrapiso, sem nenhuma camada intermediária.

O contrapiso é uma camada com função de corrigir as imperfeições da superfície do concreto, no pavimento térreo, ou laje dos pisos superiores. Deve ser realizado quando faltar apenas 25mm para atingir o nível final, com espessura entre 15 a 25 mm. Executado diretamente sobre a base ou sobre uma camada intermediária. É importante prever as juntas de movimentação e dessolidarização, preenchendo-as com elementos removíveis, como ripas de madeira, ou elementos permanentes de enchimento. Finalizadas essas etapas, o ambiente deve ser isolado durante 2 a 3 dias. Para iniciar o assentamento, aguardar um período de 14 dias (FIORITO, 2009).

3.6.2 - Técnicas De Execução

Segundo o GRC (2014), para dar início ao assentamento do revestimento cerâmico, já devem estar terminados revestimento de paredes, revestimento de tetos, fixação de caixilhos, execução da impermeabilização, instalação de tubulações embutidas no piso e ensaio de estanqueidade das tubulações.

O assentamento deve ser feito com temperatura ambiente acima de +5°C e sem chuvas. Se a aplicação for feita sobre um piso já existente, verificar a necessidade de remover carpetes, cola residual, graxas, óleos ou pisos

danificado. Se possuir bolor ou eflorescência, o substrato deve ser inteiramente retirado e refeito (PINTO, 2010)

Segundo Carvalho (2006), os procedimentos a seguir devem ser realizados ao aplicar o revestimento cerâmico em pisos:

- Retirar placas de 3 ou 4 caixas e misturar;
- Linhas de nylon devem ser esticadas nos dois sentidos do ambiente, definindo a primeira fiada. Essas linhas servirão de referência para as demais fiadas. Para manter o alinhamento, utilizar espessadores deformáveis garantindo o esquadro perfeito das juntas de assentamento.
- Espalhar a argamassa em faixas de 60 cm de largura, e comprimento de acordo com as condições do ambiente, não ultrapassando 1m² de argamassa estendida;
- Estender a argamassa com o lado liso da desempenadeira; em seguida, com mais uma quantidade de argamassa na desempenadeira, aplicar o lado denteado em um ângulo aproximado de 60º, formando os cordões (espessura de 3 a 4 mm para desempenadeira 6x6x6 mm e 5 a 6 mm para desempenadeira de 8x8x8 mm). O restante da argamassa deve ser remisturada com a argamassa do balde para a próxima aplicação. Em placas com área maior que 900 cm², deve-se espalhar e pentear a argamassa colante sobre o substrato e sobre o tardo da placa cerâmica;
- As placas devem ser assentadas sobre cordões frescos, um pouco fora da sua posição, aplicando batidas leves e repetidas, com um martelo de borracha, até alcançar a posição final. Os cordões de argamassa devem ser completamente esmagados;
- Tomar cuidado com o tempo em aberto - teste do toque -, principalmente em locais de ambientes agressivos (insolação direta, ventos fortes, altas temperaturas e umidade relativa do ar); Ao atingir o final do tempo em aberto, que é indicado pela formação de uma película esbranquiçada sobre os cordões da cola, pode-se favorecer o deslocamento precoce da peça.

- Periodicamente durante o assentamento, deve-se executar o teste de arrancamento verificando se estão com o verso totalmente preenchido com argamassa, avaliando a qualidade do assentamento.
- Realizar continuamente verificação do nível; verificar a planeza do revestimento utilizando uma régua metálica de 2 m, tolerando desvios máximos de 3mm; observar a existência de peças com dentes e quinas sobressalentes. Peças com ressaltos maiores que 1 mm devem ser retiradas e recolocadas;
- Não se pode trafegar sobre o revestimento recém aplicado;
- A resistência máxima da argamassa colante é alcançada aos 14 dias. Não é permitido andar sobre o revestimento até três dias após o assentamento; Quando necessário, usar pranchas de madeira para transitar sobre o piso. Em ambientes externos, o revestimento recém - assentado deve ser protegido da incidência direta de chuvas, sol e ventos fortes.
- Caimentos seguem as recomendações da Tabela 19 abaixo:

Tabela 19: Inclinações Caimentos pisos

Fonte: Carvalho (2006)

PISO	CAIMENTO
Ambientes não molháveis (quartos e salas)	No nível ou no máximo 0,5 %
Interno, ambientes molháveis (banheiros, cozinhas, lavanderias, corredores de uso comum)	0,5 % em direção ao ralo não deve ser ultrapassado o valor de 1,5 %
Box de banheiro	1,5 a 2,5 % em direção ao ralo
Térreo externo aplicado sobre base de concreto simples ou armado	Mínimo de 1,0 %
Térreo externo aplicado sobre laje	Mínimo de 1,5 %

Em rejuntamento é recomendado trabalhar pequenas áreas de cada vez, limpando e dando o acabamento final. As juntas devem estar limpas, sem resíduos ou poeiras e devem ser levemente umedecidas com uma broxa. O material deve ser aplicado em excesso com o auxílio de uma desempenadeira ou espátula de borracha ou rodo, diagonalmente às juntas, preenchendo-as completamente. O rejunte deve secar por cerca 15 a 30 minutos. Realizar o frisamento do rejunte utilizando um pedaço de mangueira, adequado à largura

das juntas ou frisadores disponíveis no mercado. O excesso deste material deve ser removido com uma vassoura macia. Limpar as placas com uma esponja de borracha macia, limpa e úmida e finalizar com um pano ou estopa limpa e seca (CARVALHO, 2006)

Ao utilizar rejuntamento com argamassa epóxi (após o preparo, o rejuntamento epóxi deve ser utilizado no prazo máximo de 50 minutos), este deve ser realizado aos poucos, em pequenas áreas, utilizando uma desempenadeira de borracha ou pistola de aplicação, possibilitando a limpeza antes do endurecimento completo do material. A limpeza deve ser realizada com água morna, após 30 minutos da aplicação (PINTO, 2010)

De acordo com Pinto (2010), após o assentamento é necessário proteger o revestimento contra respingos de tintas, óleos, solventes ou quaisquer materiais abrasivos, evitando o trânsito de pessoas e que equipamentos sejam arrastados sobre o piso.

3.6.3 – Materiais E Ferramentas Para Instalação

As ferramentas gerais para a instalação da cerâmica são o lápis de carpinteiro, prumo, nível de mangueira, nível de bolha, colher de pedreiro, ponteiro, prego, linha de nylon, régua de alumínio, trena, metro articulado, esquadro, broxa, além de marreta, talhadeira e escovas de aço ou nylon, espaçadores para manter a espessura das juntas, esponja macia e pano seco para a limpeza dos revestimentos, misturadores elétricos (com hastes helicoidais acionadas com furadeiras ou com base fixa e haste planetária), balde plástico para preparação do rejunte e recipiente plástico ou de metal para preparação da argamassa (PINTO, 2010).

Os equipamentos para a execução de cortes são os cortadores de vídeo manuais. Mais utilizados para a execução de cortes retos, mas também em pequenas curvaturas (cortador manual, lima triangular, torquês de vídeo e espátulas). Cortadores elétricos de ponta de vídeo ou disco diamantado acionado

por serra elétrica de alta velocidade, produzem linhas de corte muito mais limpas, sem danificar o esmalte da borda (PINTO, 2010).

De acordo com Pinto (2010), ferramentas para fazer lingüetas servem para melhorar o acabamento de cerâmicas instaladas a 45° e são realizados com cortadores elétricos. O torquês produz cortes irregulares, deixando cantos denteados. Utilizado somente para pequenos cortes nos cantos das cerâmicas em áreas menos visíveis. A serra circular utilizada para cortes irregulares para execução de cantos mais limpos e precisos que a torquês.

As ferramentas para perfurar são os perfuradores elétricos com serra copo acoplada são usadas para fazer furos circulares utilizando brocas de acordo com o tipo de cerâmica; no caso de porosas, utiliza-se broca de vídea e, em grés (mais resistentes), broca de diamante. Os cortadores elétricos pelo verso da peça para fazer perfurações de geometria poligonal (PINTO, 2010).

Segundo Fiorito (2009), para a instalação são utilizados desempenadeira de aço denteada para aplicação da argamassa colante. A largura dos dentes depende da placa a ser assentada:

- A Desempenadeira 6x6x6 mm é utilizada para aplicação única sobre o emboço ou contrapiso para placas de até 400 cm²; os cordões devem ficar com altura de 5mm e, após assentamento, uma camada de 2,5 mm de espessura;
- A Desempenadeira 8x8x8 mm é utilizada para placas entre 400 a 900 cm², com argamassa aplicada apenas sobre o substrato, e peças superiores a 900 cm², com argamassa aplicada sobre o substrato, e no tardo da placa formando dentes de 7mm de altura, e após assentamento, uma camada de 3,5 mm;
- Desempenadeira especial com dentes semicirculares: dentes com 10 mm de raio, espaçados em 3 mm; deve ser utilizada apenas em pisos para placas acima de 900 cm², a argamassa deve ser espalhada apenas no contrapiso. A camada de argamassa deve ficar em 6 mm de espessura, após assentamento.

- Desempenadeiras especiais de acabamento de canto e quina para remover o excesso de argamassa de rejunte;

Espaçadores de plástico servem para manter uniforme a largura das juntas, e o alinhamento das placas cerâmicas. Martelo de borracha, para percutir a placa cerâmica logo após o assentamento. Desempenadeira de borracha ou espátula plástica, indicada para pressionar o rejunte dentro das juntas existentes entre as placas cerâmicas. É utilizada na posição de 90 graus e arrastada diagonalmente com movimentos de “vai e vem” (FIORITO, 2009)

3.7 - Manutenção - Patologias

De acordo com o GRC (2014), as placas cerâmicas são materiais que apresentam grande facilidade de limpeza e manutenção. Apenas alguns tipos de revestimentos porosos não esmaltados podem necessitar de um tratamento de impermeabilização superficial, para evitar o aparecimento de manchas. Em geral, basta uma lavagem com água e detergente comercial.

Os tratamentos superficiais de impermeabilização podem ser realizados em revestimentos cerâmicos porosos e/ou sem esmaltar, podendo ser antes ou depois de assentar. Realizar uma limpeza de rotina, utilizando sabão neutro e enxaguando o revestimento, é uma ótima opção para manter os revestimentos (GRC, 2014). A Tabela 20, a seguir, mostra sugestões de limpeza para revestimentos cerâmicos.

Segundo Medeiros (1999), normalmente, sempre que surge um problema no sistema revestimento cerâmico atribui-se a culpa na placa cerâmica, o que, na maioria das vezes, não está correto. Qualquer problema que ocorra nas camadas anteriores ao revestimento chega na peça cerâmica, fazendo com que os usuários culpem primeiramente a placa, se esquecendo de outras possíveis causas. O conhecimento do funcionamento de todo o conjunto se mostra importante para diagnosticar o problema.

Tabela 20: Removedores de manchas

Fonte: GRC (2014)

TIPO DE SUJEIRA OU MANCHA	SOLUÇÃO PARA LIMPEZA
Graxas e óleos	Água e bicarbonato Água quente e detergente alcalino
Tintas	Água e hipocloreto de sódio Removedor de tintas
Iodo	Amoníaco
Sangue	Água oxigenada
Ferrugem	Água sanitária e saponáceo Solvente - Acetona
Cerveja ou vinho	Detergente alcalino com abrasivo ou água sanitária
Café	Água sanitária e saponáceo
Tinta de caneta	Solvente orgânico (acetona ou benzina)
Marca de pneus	Solvente orgânico (aguarrás) ou saponáceo
Ceras, gordura animal e vegetal, marca de pneu, óleo ou graxa, alimentos, café, vinho, cerveja.	Solução alcalina ou neutra - Hipoclorito de sódio, cí, vim, jato, radium
Resíduos de cimento, resíduos metálicos, gesso, rejuntas e eflorescências.	Solução ácida - Cleanmax, água sanitária
Tinta de caneta	Solução ácida - Acetona ou ácido nítrico
Óleos silicosos e mecânicos, resinas, esmaltes, alcatrão e betume.	Solventes em geral

Para a garantia de qualidade e durabilidade do sistema revestimento cerâmico, é necessário assegurar alguns fatores como, qualidade dos materiais utilizados; adequação dos materiais ao tipo de uso; qualidade do planejamento dos serviços; qualidade dos serviços de assentamento e qualidade da manutenção após assentamento (REBELO, 2010).

Segundo Palmonari e Timeline (1989), uma superfície cerâmica é considerada defeituosa quando perde sua característica estética e funcional. A partir do momento que não exerce mais a função decorativa do ambiente, prejudicando e piorando sua aparência, ou quando perde alguma de suas características de resistência mecânica como, estabilidade e coesão, impermeabilidade ou possibilidade de manutenção das condições de higiene.

É importante salientar que, em geral, para sanar um problema do sistema revestimento cerâmico, é preciso realizar sua completa retirada (placa e argamassa colante) e efetuar novamente o assentamento. E ainda, os custos de reparos em revestimento chegam a alcançar uma vez e meia o custo do assentamento inicial, além dos desperdícios de material, tempo e, principalmente, o aborrecimento do usuário. Assim, recomenda-se muito cuidado na escolha dos

materiais e na execução de todas as etapas do sistema multicamadas de revestimento cerâmico, para que este alcance um desempenho de qualidade e durabilidade garantidas (GRC, 2014).

Ainda segundo Palmonari e Timeline (1989), existem variadas formas de classificar os defeitos e patologias do sistema revestimento cerâmico, podendo relacionar com o fator causador ou com o tipo de dano causado.

Defeitos das camadas anteriores ao revestimento, defeitos da placa, originados na fabricação, defeitos originados por uma escolha inadequada da placa cerâmica ao local de uso, defeitos produzidos por uma escolha incorreta da argamassa colante e material de rejuntamento, defeitos originados por um serviço de assentamento deficiente e defeitos pela manutenção e limpeza incorretas do sistema são causas comuns de problemas ocorridos com revestimento cerâmico (PALMONARI E TIMELINE, 1989).

Segundo o tipo do dano causado, as patologias são divididas em duas categorias principais: defeitos superficiais ou do sistema construtivo.

3.7.1 – Patologias de defeitos superficiais

Os superficiais são os que envolvem a superfície dos revestimentos cerâmicos, decorrentes da sua degradação. Quase sempre são de caráter apenas estético, mas podem também prejudicar a funcionalidade da superfície (GRC, 2014).

Abaixo alguns exemplos destes defeitos, seguido da sua provável causa e prevenção, segundo Palmonari e Timeline (1989) :

- **Diferença entre produto recebido e o produto escolhido**

Constata-se esta patologia logo após o assentamento, no qual se percebe que o revestimento cerâmico está esteticamente diferente do esperado. Tem como

causa as diferenças reais de tonalidade, que em geral ocorrem por falhas no processo de queima da cerâmica, que tem direito a uma tolerância de 5%.

Admite-se como prevenção um controle rigoroso antes do assentamento, sendo necessário checar os revestimentos, verificando se a qualidade comprada confere com a recebida e se as diferenças de tonalidade estão dentro dos limites aceitáveis.

- **Superfície irregular**

Caracteriza-se por pequenas diferenças de altura em peças vizinhas, como mostra a Figura 14. Este desnivelamento danifica a aparência da superfície e provoca, posteriormente, outros defeitos, como lascamento e abrasão precoces, em função dessas superfícies estarem mais expostas ao desgaste e ao impacto mecânico. Normalmente ocorre pelo assentamento incorreto, com batidas insuficientes ou contrapiso não plano; ou falta de qualidade do revestimento que apresenta defeitos maiores que os exigidos em norma.

Para prevenir deve-se comprar produtos com qualidade assegurada, respeitando os limites de curvatura e empeno descritos em norma. O contrapiso ou emboço devem respeitar o limite de planeza. Deve-se contratar uma mão de obra qualificada para o serviço.

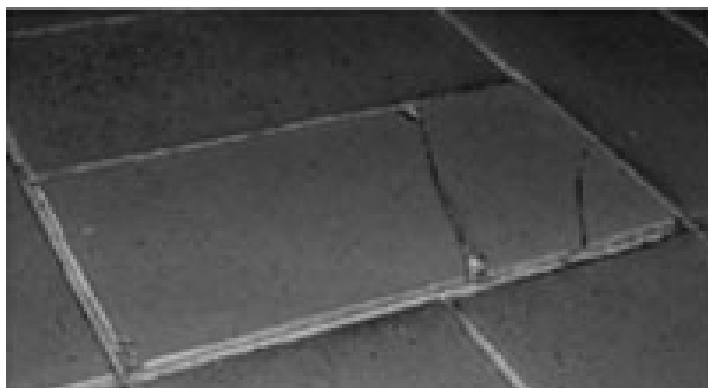


Figura 14: Superfície irregular

Fonte: Reabilitação e Manutenção de Edifícios Online (2015)

- **Juntas sujas e de coloração diferente.**

Esta patologia ocorre quando o rejunte do piso rapidamente suja ou mancha, como mostra a Figura 15. Em geral, esse material suja por estar em contato com agentes agressivos (substâncias químicas ou manchantes) como em cozinhas, restaurantes, indústrias, hospitais, escolas e áreas públicas. São causadas pela má qualidade dos materiais, especificação incorreta do rejunte e/ou despreparo da mão-de-obra.

A escolha de material de boa qualidade, especificação de rejuntas aditivados com látex ou resinas epóxi, para aumentarem a resistência química, e contratação de mão-de-obra qualificada são prevenções a serem consideradas.

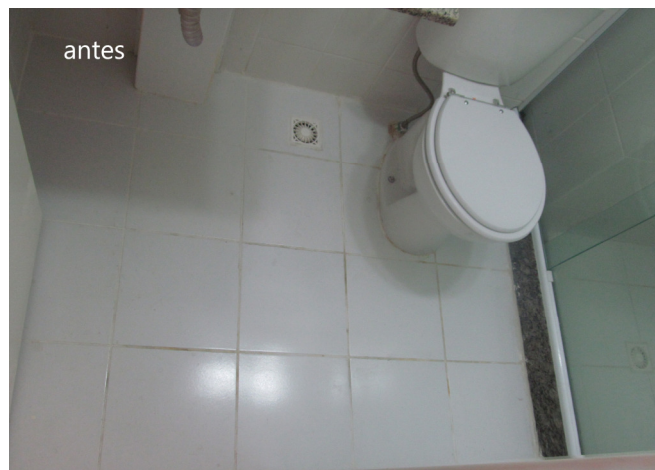


Figura 15 : Juntas sujas e de coloração diferente

Fonte: Remover Manchas (2015)

- **Desgaste mecânico em pisos (riscos, abrasão etc.)**

Trata-se de um desgaste acelerado do esmalte da cerâmica, provocado por uma remoção da camada superficial do produto, com o aparecimento de riscos, cortes ou desgastes, como mostra a Figura 16. Ocorrem por erro na fase de projeto e especificação do material e limpeza inadequada.

Pode ser evitado através de um cuidadoso planejamento na escolha do revestimento. Em ambientes muito movimentados, por exemplo, sempre especificar produtos não brilhantes, para evitar a ocorrência de riscos. Deve-se,

também, manter a superfície regularmente limpa, dispensando o uso de limpeza pesada.



Figura 16 : Desgaste mecânico

Fonte: Dobra Oficina de Arquitetura (2015)

- **Fraturas, lascado e esfolhamento**

São defeitos localizados, tendo conseqüências estéticas e funcionais (problemas de perda da impermeabilidade, perda da facilidade de limpeza). "...fratura é qualquer fissura que se estende por toda a peça e por toda a sua espessura, enquanto o lascado é mais localizado em pontos ou zonas limitadas da superfície da peça. Esfolhado consiste na separação de porções de massa da peça, paralelamente ao plano em que está aplicada" (PALMONARI, TIMELINE, 1989).

A causa do esfolhamento está ligada à baixa qualidade do material, provocada por falha na fabricação, provavelmente na prensagem defeituosa. Em relação ao lascamento, acontece com maior freqüência em revestimentos esmaltados, principalmente quando a camada de esmalte é mais fina. A fratura acontece quando há incidência de impactos muito fortes. A especificação incorreta das placas e a baixa qualidade do assentamento, deixando ocos e vazios no verso da peça e na argamassa, aumenta o risco de fratura.

No caso de fraturas e lascamento, é importante cuidar da fase de projeto, especificando o revestimento com baixa absorção, maior espessura e resistência ao impacto, garantir um assentamento sem a presença de vazios e cavidades,

entre a argamassa e o verso da placa. A prevenção do esfolhamento é responsabilidade do fabricante de placas cerâmicas, que deve garantir qualidade para o material.

- **Deterioração por produtos químicos**

Manifestam-se através de manchas, descoloração e redução do brilho na superfície cerâmica, ocorrendo em geral em áreas isoladas, como mostra a Figura 17. Esta patologia acontece em consequência da ação corrosiva de substâncias agressivas que entram em contato com a cerâmica. Em geral, o defeito ocorre por desconformidade da placa cerâmica ou erro de especificação. É importante avaliar o ambiente e escolher o produto correto para o uso e, se preciso, solicitar ao fabricante informações sobre a resistência da cerâmica à agentes específicos. Outra causa é o uso de produtos de limpeza demasiado fortes para a classe daquele revestimento cerâmico.

Para prevenir é necessário observar as condições de uso, frequência e quantidade de material agressivo ao qual o revestimento cerâmico será submetido. Deve-se tentar limpar a superfície regularmente, evitando o uso de produtos químicos fortes para a limpeza.



Figura 17 : Deterioração por produtos químicos

Fonte: Remover Manchas (2015)

- **Gretagem e trincas**

Ambos os casos caracterizam-se por fissuras que se formam na superfície da peça. A gretagem é formada por várias microfissuras (parecendo um fio de cabelo), em forma de círculos irregulares ou formando uma teia de aranha. Nas trincas, as microfissuras formadas atingem o esmalte e o corpo cerâmico, podendo ocorrer em esmaltados e não esmaltados. Na maioria dos casos em linhas quase retas, sendo uma trinca por peça, como mostra a Figura 18.

A gretagem pode ser ocasionada pela má qualidade da peça cerâmica, ou pelas tensões atuantes na placa entre a base e o esmalte, após o assentamento, causadas por dilatação térmica ou expansão por umidade. A trinca é um defeito de fabricação, que, na maioria das vezes é imperceptível. Essas deveriam ser rejeitadas durante a classificação e não comercializadas.

Deve-se tomar cuidado na fase de especificação, construção (realizar uma impermeabilização adequada) e de assentamento (planejar juntas de assentamento e movimentação suficientes para absorver deformações).



Figura 18 : Trinca

Fonte: MICROREVE (2015)

- **Eflorescências e mofos**

O mofo é caracterizado por formações de fungos esbranquiçados ou esverdeados que se desenvolvem, normalmente, em revestimentos não esmaltados, em geral porosos e em ambientes úmidos. A eflorescência é uma mancha de sais solúveis, de cor esbranquiçada, como mostra Figura 19.

No caso do mofo, a cerâmica serve apenas como base para o crescimento dos microorganismos já existentes no ambiente. A eflorescência ocorre por falhas no sistema construtivo. Surge com a existência de algum dos seguintes fatores: presença de sais solúveis nos materiais utilizados, existência de água ou umidade capaz de dissolver os sais e presença de pressão hidrostática ou evaporação para transportar os sais para a superfície.

Com mofos, o cuidado deve estar na hora de especificar, escolhendo, para ambientes úmidos, revestimentos com baixa absorção e esmaltados. Quanto à eflorescência, é necessário eliminar uma das condições para o seu surgimento, como a água, através de uma impermeabilização eficaz.

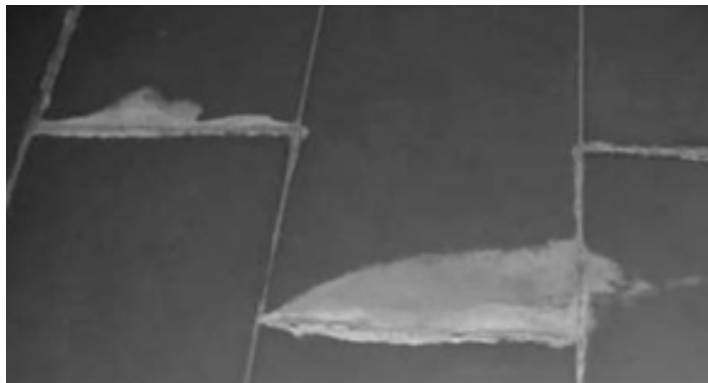


Figura 19: Eflorescência

Fonte: Reabilitação e Manutenção de Edifícios Online (2015)

- **Alteração na cor**

Patologia essencialmente estética. Acarreta uma alteração da cor, geralmente puxando para o escuro. A porosidade da base contribui para o seu agravamento.

Em revestimento não esmaltado a alteração ocorre na superfície e, em esmaltados, no interior ou sob a camada de esmalte.

Esse defeito é causado pelo excesso de água nas camadas inferiores ao revestimento. Na maior parte dos casos, resolvido o problema original, a alteração da cor desaparece, voltando ao aspecto original. Planejar a execução da base, garantir camadas impermeáveis e estanques e utilizar argamassas de qualidade assegurada ajudam a prevenir o problema.

- **Escurecimento da superfície da cerâmica - mancha d'água**

Ocorre o escurecimento da superfície da placa esmaltada, quando utilizada em áreas molhadas. Em geral, as manchas aparecem nas bordas das peças, pela porosidade do rejuntamento ou onde há falhas no rejunte. Estando em contato com água ou umidade, o escurecimento pode ocorrer por vários fatores: espessura do vidrado e/ou engobe inferior ao desejável e falhas no rejunte, que permite com mais facilidade a absorção da água pela placa cerâmica.

Escolher placas cerâmicas com qualidade assegurada garantindo que as camadas de engobe e esmalte possuam espessuras e constituição adequadas ao uso. O rejunte completa a função estanque oferecida pelo revestimento cerâmico, assim deve-se utilizar um rejunte impermeável e realizar o frisamento rente à peça cerâmica.

3.7.2 – Patologias causadas pelo sistema construtivo

Quando o tipo de dano causado é por defeito do sistema construtivo pode-se dizer que são problemas mais graves e mais difíceis de diagnosticar que os superficiais. Mais graves porque não envolvem apenas a placa cerâmica, e sim diversos tipos de materiais que compõem o sistema multicamadas de revestimento cerâmico. Mais difíceis de diagnosticar, em função de abranger todas as camadas e materiais anteriores à placa cerâmica. Esses defeitos

prejudicam a funcionalidade da superfície cerâmica, podendo afetar também o aspecto do revestimento (PALMONARI, TIMELINE, 1989)

Esse tipo de defeito compreende todos os problemas advindos do sistema construtivo, que provocam, por último, algum tipo de degradação no revestimento cerâmico. Esses defeitos prejudicam, de alguma forma, a estrutura de apoio, a liga entre as diversas camadas ou a coesão mecânica interna de uma ou mais camadas (PALMONARI, TIMELINE, 1989)

Abaixo alguns exemplos destes defeitos, seguido da sua provável causa e prevenção segundo Palmonari, Timeline (1989) :

- **Danos causados pelo gelo**

Constata-se essa patologia através de quebra de partes, em tamanhos variados da peça cerâmica, soltando-se da base de assentamento. Causada pela inserção de água e seu aumento de volume, pelo congelamento, perdendo a estabilidade do conjunto.

Tem como causa falha de especificação ou escolha incorreta dos materiais para a base, assentamento e rejunte. É necessário avaliar a resistência da peça cerâmica ao gelo, menor absorção de água significa maior resistência.

Admite-se como prevenção a impermeabilidade do sistema, correta escolha dos materiais envolvidos (cerâmicas com baixa absorção e materiais adequados ao uso em baixas temperaturas), cuidado com o espaçamento das juntas (indica-se mais largas) e cuidado na etapa de assentamento.

- **Má fixação e levantamento dos revestimentos**

Patologia observada pela separação lenta e progressiva de algumas peças de sua base de assentamento. As peças vão se soltando, mas ainda permanecem unidas pelo rejunte, podendo ouvir um som oco ao percuti-las. Depois de algum tempo, as peças ficam completamente levantadas, separando-se da base, quebrando e danificando todo o revestimento, como mostra a Figura 20.

Ocorrem quando as peças perdem a capacidade de resistir a essas tensões existentes entre as camadas do sistema. As causas são geralmente relacionadas com a retração da base de assentamento, com variações termoigrométricas do sistema construtivo ou expansão por umidade ou térmica das próprias peças cerâmicas. Para evitar o problema o fabricante deve garantir um revestimento com expansão térmica e reidratação (expansão por umidade) dentro dos limites de norma. Os cuidados durante o projeto (projeto de juntas), planejamento (evitar assentamento prematuro) e assentamento (argamassa adequada) são fundamentais.

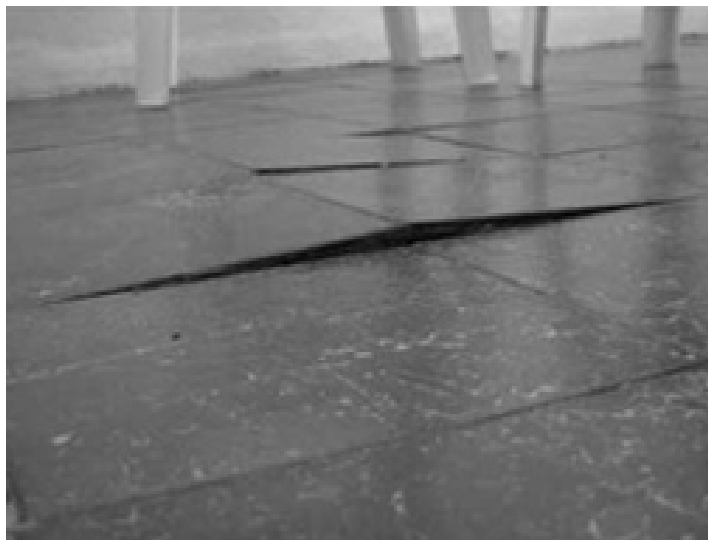


Figura 20 : Má fixação e levantamento do revestimento
Fonte: Reabilitação e Manutenção de Edifícios Online (2015)

- **Má fixação localizada ou de toda a superfície - descolamento**

Caracterizado pelo desprendimento da placa cerâmica, isolada ou em grupo, com a camada inferior, causado por tensões internas. Pode ocorrer devido a escolha de argamassa colante inadequada para a placa, problemas na preparação da argamassa colante ou má qualidade deste adesivo, erro de assentamento para peças muito porosas, parte inferior da peça contendo sujeiras ou pó, contato insuficiente entre a placa cerâmica e a argamassa de assentamento, inexistência

ou dimensionamento insuficiente de juntas de assentamento ou movimentação ou mesmo falta de rejuntamento.

Para prevenir deve-se fazer a escolha correta da argamassa e um correto projeto de juntas. Fazer limpeza da base e do tardo das peças, respeitar o tempo em aberto, verificar o completo preenchimento do tardo, observar a espessura da argamassa e altura dos dentes da desempenadeira.

- **Rachaduras de várias peças através da superfície cerâmica**

Patologia caracterizada pelo aparecimento de fissuras ou trincas em linha reta ou curva, ao longo de várias peças seguidas, envolvendo todas as camadas inferiores, conseqüência de estados de tensão na superfície cerâmica, ver Figura 21. As peças não apresentam som oco nem se desprendem da base. Esse defeito é resultado de tensões transmitidas à superfície cerâmica através das camadas inferiores. Base de assentamento muito forte, estrutura facilmente deformável, estrutura com mobilidade ou capacidade de ceder em certas direções e estrutura sob tensão, também são possíveis causas.



Figura 21 : Rachaduras de várias peças através da superfície cerâmica

Fonte: MICROREVE (2015)

Tem-se como prevenções a escolha de revestimento com dilatação térmica e expansão por reidratação (expansão por umidade) dentro dos limites de norma,

correto projeto de juntas de assentamento, movimentação e dessolidarização, evitar assentamento prematuro, utilização de argamassa e rejunte flexível e não assentar com camada muito fina em bases rígidas.

- **Quebra dos cantos ou de várias peças da superfície do piso**

Patologia característica em pisos, industriais ou públicos, quando submetidos a cargas muito pesadas, caracterizado pelo aparecimento de rachaduras retas ou curvas nos cantos das peças, em direção ao centro, podendo soltar alguns pedaços da placa, ver Figura 22. Causados por problemas de planejamento ou projeto como, a escolha de um revestimento com características de espessura, resistência mecânica e porosidade insuficientes, escolha de argamassa de assentamento com resistência de aderência inadequada. Pode também ocorrer por erro no assentamento, ausência de uma superfície plana ou erro na fixação da placa cerâmica.

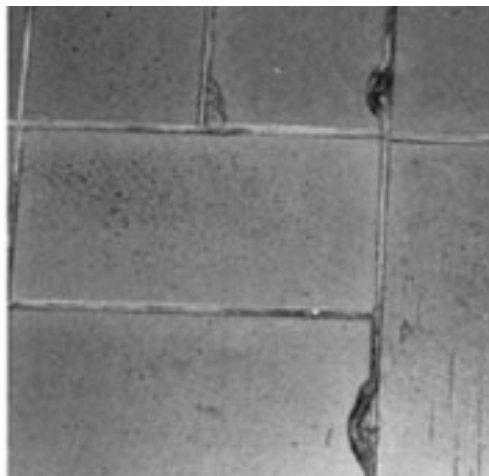


Figura 22 : Quebra cantos

Fonte: Reabilitação e Manutenção de Edifícios Online (2015)

Para evita-lo deve-se escolher placas compactas com baixa absorção e mais espessas e argamassa de assentamento com adesão adequada ao uso. Executar a base de assentamento no nível. Projetar juntas de assentamento e juntas de movimentação. Deve-se observar todos os processos de assentamento e não utilizar o piso, até a cura da argamassa colante.

4. PROPOSTA DE POSTURA PARA PROJETOS DE REVESTIMENTOS DE PISOS CERÂMICOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma tabela para auxílio na especificação de placas cerâmicas para pisos. As variáveis selecionadas para serem os parâmetros de seleção foram baseadas na pesquisa bibliográfica. A especificação que se propõe deve ser feita através de características e propriedades técnicas possibilitando a escolha individualizada para o correto uso.

As propriedades técnicas de uso geral utilizadas foram a absorção de água, módulo de resistência à flexão, carga de ruptura, expansão por umidade, resistência à abrasão superficial, resistência à abrasão profunda, dureza, resistência ao manchamento, resistência química (uso doméstico e piscina) e resistência química (ácidos e álcalis de baixa concentração). Dentre as propriedades de uso específico foram utilizadas coeficiente de atrito e a resistência química à ácidos e álcalis de alta concentração. O processo de fabricação também foi citado por ter importância funcional no revestimento. Todas as propriedades seguem a norma ABNT NBR 13.818 (1997).

Algumas características, relacionadas a escolha estética, também foram consideradas na seleção do revestimento como a coloração, dimensão, acabamento superficial, formato e espessura. Esses itens conferem ao espaço diferentes ambiências, de acordo com a intenção do profissional. Peças mais claras e maiores proporcionam maior amplitude ao espaço, ao contrário das peças mais escuras.

A função da Tabela 21 é auxiliar e orientar o profissional na sua escolha de acordo com seus critérios e preferências, atendendo as exigências da Norma (ABNT NBR 13818, 1997). Além disso, a mesma facilita a comparação de diversos produtos de acordo com as características dando um leque de opções não só ao profissional responsável como também ao cliente.

Tabela 21: Escolha Revestimento Cerâmico

Fonte: Elaborada pela autora

ESPECIFICAÇÃO REVESTIMENTO CERÂMICO PISO																	RESULTADO - ESCOLHA						
USO / AMBIENTE	NORMA	CARACTERÍSTICAS						PROPRIEDADES FÍSICAS						PROPRIEDADES QUÍMICAS			Fabricante	Nome produto					
Interno/externo - Seco/molhado	Escolha Valor	MÉTODO DE FABRICAÇÃO		ACABAMENTO SUPERFICIAL		ESPESURA (mm)	FORMATO (cm)	CORACÃO	ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	RESISTÊNCIA À FLEXÃO MÍN.(Mpa)	CARGA DE RUPTURA (N)	EXPANSÃO POR UMIDADE (mm/m)	RESISTÊNCIA À ABRASÃO		DUREZA (Mohs)	COEFICIENTE ATRITIVO			RESISTÊNCIA À MANCHAS	CLASSE RESISTÊNCIA QUÍMICA			
		Prensado	Extrudado	Esmaltado	Não esmaltado								Superficial (PEI)	Profunda (mm²)			Uso doméstico e piscina	Ácidos e álcalis baixa concentração		Ácidos e álcalis alta concentração			
Nome ambiente 1	VALOR NORMA NBR 13818																						
Nome ambiente 1	VALOR DESEJADO / PROFISSIONAL																						
Nome ambiente 2	VALOR NORMA NBR 13818																						
Nome ambiente 2	VALOR DESEJADO / PROFISSIONAL																						
Nome ambiente 3	VALOR NORMA NBR 13818																						
Nome ambiente 3	VALOR DESEJADO / PROFISSIONAL																						
Nome ambiente 4	VALOR NORMA NBR 13818																						
Nome ambiente 4	VALOR DESEJADO / PROFISSIONAL																						
Nome ambiente 5	VALOR NORMA NBR 13818																						
Nome ambiente 5	VALOR DESEJADO / PROFISSIONAL																						

5. CONCLUSÕES

O mercado atual apresenta uma infinidade de materiais para revestimentos cerâmicos, oferecendo uma grande opção de cores e formatos com desempenho específico para cada uso e local.

Na análise realizada pode-se observar que ao especificar um material de revestimento, o responsável sempre deve levar em conta a qual finalidade o produto será utilizado e a região, em função do clima e umidade. Além disso, deve satisfazer os desejos do usuário em termos de desempenho e estética.

A escolha incorreta de um material pode trazer enormes prejuízos financeiros com manutenção e retrabalho, além de transtornos durante o uso com seu mau desempenho e baixa durabilidade. As patologias identificadas são comuns devido a falta de conhecimento técnico durante a escolha do material.

Dessa forma, a elaboração da tabela auxilia na correta especificação dos revestimentos cerâmicos para pisos de variados ambientes, com as características e propriedades técnicas indispensáveis para tal escolha, facilitando e tornando mais objetivo o trabalho.

Espera-se que a utilização seja aceita por um maior número de profissionais da área, evitando os problemas recorrentes e tornando a especificação mais séria e consciente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.753. Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento*. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.816. Placas cerâmicas para revestimento: terminologia*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.817. Placas cerâmicas para revestimento – classificação*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13.818. Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 14.081. Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Especificação*. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *PROJETO DE NORMA 18:406.05-001: Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas e pastilhas de porcelana - Requisitos e métodos de ensaio: anexos A-I*. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). *Guia de assentamento de revestimento cerâmico*. Disponível em: www.anfacer.org.br. Acesso em: dez. de 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (ABC). *Cerâmica no Brasil*. Disponível em: www.abceram.org.br. Acesso em: dez. 2014.

BAUER, R.J.F.; RAGO, F. Expansão por umidade de placas cerâmicas para revestimento. *Revista Cerâmica Industrial*. São Paulo, v.5, n.3. Disponível em: <http://www.ceramicaindustrial.org.br>. Acesso em: dez. 2014.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. *Projeto e execução de revestimento cerâmico*. 2. ed. São Paulo: O nome da Rosa, 2003.

CARVALHO JR., A. N. *Técnicas de Revestimento; Apostila do Curso de Especialização em Construção Civil*. DEMC – EE. UFMG. Belo Horizonte: 2006 (última revisão).

CENTRO CERÂMICO DO BRASIL (CCB). *Manual de assentamento de revestimentos cerâmicos: pisos internos*. Disponível em: <http://www.ccb.org.br>. Acesso em: nov. 2014.

DASHOFER, V. Reabilitação e Manutenção de Edifícios Online. – *Revestimentos Cerâmicos*. Disponível em: www.reabilitaçãodeedificios.dashofer.pt. Acesso em: jan. de 2015.

DOBRA OFICINA DE ARQUITETURA. *Reforma JF – Troca de piso e infiltração*. Disponível em: www.dobraoficina.com. Acesso em: jan. de 2015.

FIORITO, A.J.S.I. *Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e procedimentos de execução*. 2.ed. São Paulo: PINI, 2009. 232p.

FRANCO, C. L. A. – *Revestimentos Cerâmicos de Fachada: Composição, Patologias e Técnicas de Aplicação* – Monografia (especialização) UFMG- Belo Horizonte – 2008.

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO (IAU). Grupo de Pesquisa ArqTeMa – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. *Guia Para Revestimentos Cerâmicos (GRC)* - Escola de Engenharia de São Carlos - EESC-USP. Disponível em: <http://www.iau.usp.br>. Acesso em: nov. de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). *Revestimentos Cerâmicos*. Disponível em: www.inmetro.gov.br. Acesso em: dez. de 2014.

LIMA, L. C.; SICHIERI, E. P. *Revestimentos cerâmicos: especificações e procedimentos*. Escola de Engenharia São carlos. 2003. Disponível em: <http://www.iau.usp.br> – Acesso em Dez. de 2014.

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

MICROREVE. The ultimate Luxury In Floorings, Walls And Furniture. *Cimento Marmorizado Microreve*. Disponível em: www.microreve.com.br. Acesso em: jan. de 2015.

PALMONARI, C.; TIMELLINI, G. - *In Ceramic Floor and Wall Tile: Performance and Controversies*. Ed. EDI. CER, Sassuolo -1989.

PINTO, C. L. – *Arquitetura de Interiores: Comparativo Técnico de Materiais de Revestimento Segundo Quesitos de Sistemas de Aplicação e Custo* – Monografia (especialização) UFMG- Belo Horizonte – 2010.

REBELO C. R. – *Projeto e Execução de Revestimento Cerâmico – Interno*. – Monografia (especialização) UFMG- Belo Horizonte – 2010.

REMOVER MANCHAS. *Dicas de Limpeza*. Disponível em: www.removermanchas.net . Acesso em: jan. de 2015.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. S.; STARLING, T. *Materiais de construção civil*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2002. 2.ed.

TRISTÃO, A. M. D.; FACHIN, G. R. B.; ALARCON, O. E.; BLATTMANN, U. *Sistema de Classificação facetada: instrumento para organização de informação sobre cerâmica para revestimento*. *Informação & Sociedade: estudos*, João Pessoa, v. 14, n. 2, p 1-18, jul./dez. 2004. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/ies/article/view/62/1534>>. Acesso em: jan. 2015.