

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ALFEU FERREIRA ROCHA

**PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” COM REVESTIMENTO  
CERÂMICO: ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS  
EM OBRA DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES – MACAÉ/RJ**

Macaé

2022

ALFEU FERREIRA ROCHA

PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” COM REVESTIMENTO  
CERÂMICO: ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM  
OBRA DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES – MACAÉ/RJ.

Trabalho de Conclusão de Curso de  
graduação submetido à Universidade  
Federal do Rio de Janeiro – Instituto  
Politécnico – UFRJ/Macaé como parte  
dos requisitos necessários à obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador:

Prof. Gustavo Vaz de Mello Guimarães, D.Sc.

Macaé

2022

## CIP - Catalogação na Publicação

R672

Rocha, Alfeu Ferreira

Paredes de concreto moldadas “in loco” com revestimento cerâmico: estudo de caso das manifestações patológicas em obra de edifícios multifamiliares - Macaé/RJ / Alfeu Ferreira Rocha - Macaé, 2022.

111 f.

Orientador(a): Gustavo Vaz de Mello Guimarães.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico, Bacharel em Engenharia Civil, 2022.

1. Habitações – construções. 2. Habitações populares – Macaé (RJ). 3. Estruturas de concreto. 4. Engenharia Civil. I. Guimarães, Gustavo de Mello, orient. II. Título.

CDD 624.1

ALFEU FERREIRA ROCHA

PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*” COM REVESTIMENTO CERÂMICO: ESTUDO DE CASO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM OBRA DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES – MACAÉ/RJ.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação submetido à Universidade Federal do Rio de Janeiro – Instituto Politécnico – UFRJ/Macaé como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em Macaé, 25 de junho de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

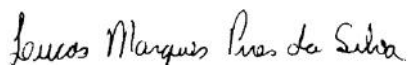


---

Prof. Gustavo Vaz de Mello Guimarães, D.Sc.

Instituto Politécnico- UFRJ/Macaé

<http://lattes.cnpq.br/3614907040658759>



---

Prof. Lucas Marques Pires da Silva, Mestrando

Instituto Politécnico- UFRJ/Macaé

<http://lattes.cnpq.br/5569347731590077>

---

Engº Lucas de Oliveira Carvalho

AWC Soluções em Engenharia

<http://lattes.cnpq.br/7447032048946367>

A toda minha família e a todos que se  
tornaram parte da minha família ao  
longo dos anos.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Emerson e Janaina, meu eterno amor e agradecimento. Sempre me ensinaram a importância, e o valor, do ser humano, do caráter, do respeito ao próximo e da honra. Tendo que por muitas vezes abdicar de seus sonhos e de suas vidas para me tornarem uma pessoa decente e me proporcionar as melhores condições para que eu trilhasse o meu caminho. Meu único objetivo na vida foi sempre poder dar orgulho a vocês. Não há nada que eu não fosse capaz de fazer por vocês, bem como eu tenho certeza de que fariam o mesmo por mim. Tudo que eu faço é por vocês. Me faltam palavras para expressar tamanha gratidão e admiração!

À minha avó Nélia, que não está mais entre nós, mas me deixou todo o seu legado de amor e o paradigma de ser humano do qual eu busco ser dia após dia. Hoje eu consegui realizar o seu sonho de que eu conseguisse concluir essa etapa da minha vida. Com toda a certeza, nada disso seria possível sem o seu carinho e sua dedicação para comigo. A senhora está sempre no meu coração!

À minha avó Cely por todos os dias depositar toda a sua fé em mim, por me compreender até nos meus defeitos e por ser o exemplo de dedicação que você é. Você compreendeu como ninguém a forma que o tempo das coisas da vida funcionam para mim. Obrigado pela oportunidade de conviver com você e poder absorver tudo que a senhora tem para me transmitir.

Ao meu avô Atilano, que sempre foi motivo de profunda admiração, obrigado por conseguir passar para mim toda a sua essência, por conseguir me ensinar sobre as mazelas da alma, isso é algo inestimável para mim.

Aos meus padrinhos, Danilo e Bethânia, meus sinceros agradecimentos por me darem todo o apoio até aqui. E também ao meu primo Pedro, por ser um irmão pra mim.

Aos meus amigos Thales, Gustavo, Tales, Carlos, Gabriel, Rodrigo, Daniel e Arthur, pelo incansável ímpeto de companheirismo e fraternidade. Sem vocês seria impossível concluir essa etapa da minha vida. Sem dúvidas os levarei pro resto da minha vida.

À minha companheira Aline, que conseguiu ressignificar os meus objetivos de vida, minha imensa gratidão.

Ao meu orientador, Professor Dr. Gustavo, por aceitar-me como orientando, pelo seu apoio, pela amizade sincera e exemplo como profissional de engenharia.

Também gostaria de agradecer à UFRJ-Macaé por proporcionar a pior experiência social da minha vida, me tornando mais forte do que nunca.

Finalmente, peço perdão a todas as pessoas que algum dia magoei.

.

Conheça todas as teorias, domine todas  
as técnicas, mas, ao tocar uma alma  
humana, seja apenas outra alma humana.

**Carl Jung**



## RESUMO

A necessidade de moradia para a população em um país como o Brasil é notória, sobretudo para famílias com baixa renda. Assim, o governo federal vem apoiando projetos para construções de condomínios que atendam esse quesito (e.g.: programa *Minha Casa, Minha Vida*). Nesse contexto, um estudo de caso foi realizado durante a construção de um empreendimento na cidade de Macaé-RJ composto por 18 edifícios multifamiliares, com quatro pavimentos cada. Buscando uma construção com custos mais acessíveis, o empreendimento em questão foi todo projetado e executado em concreto, inclusive as paredes. Muitas placas cerâmicas foram instaladas, tanto nas paredes como, naturalmente, nos pisos. Foram observados, durante a fase de acabamento dos dois primeiros blocos, que diversas placas dos pisos apresentavam uma manifestação patológica associada ao deslocamento. Desta forma, o problema foi analisado e uma ação mitigadora foi necessária. Além disso, foi proposta uma intervenção na metodologia executiva que vinha sendo realizada com vistas a solucionar a manifestação patológica observada. A intervenção consistiu em adicionar mais um procedimento de lavagem – denominado neste trabalho de (re)lavagem. Com efeito, posteriormente, em mais três blocos onde a intervenção foi aplicada houve uma redução de cerca de 95% nas manifestações patológicas associadas ao deslocamento das placas cerâmicas.

**Palavras-chave:** Construções de Baixa Renda. Paredes de Concreto. Revestimento Cerâmico. Manifestações Patológicas. Desplacamento.

## **ABSTRACT**

It is notorious in a country like Brazil the need of low cost houses for a huge amount of the population. Thus, the federal government has been supporting projects for the construction of condominiums with this requirement (e.g.: my house, my life). A research was carried out during the construction of eighteen multifamily buildings with four floors each in Macaé-RJ. Searching for a construction models with accessible costs, the buildings were designed and constructed in concrete, including the walls. Many ceramic tiles were installed, both on the walls and on the floors. During the finishing phase of the first two blocks, it was observed that several tiles on the floors presented a pathology associated with the detachment. So the problem was analyzed and a mitigating action was necessary. In addition, an intervention was proposed in the construction methodology that had been carried out to solve the pathology. In fact, later on, the other sixteenth blocks were constructed and there was a reduction of 95% in the pathologies associated with the detachment of the ceramic tiles.

**Key words:** Low Costs Buildings. Concrete Walls. Ceramic Tiles. Pathology. Detachment.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativa	15
1.2	Motivação	15
1.3	Objetivo geral	15
1.4	Objetivos específicos	15
1.5	Metodologia	16
1.6	Estrutura do trabalho	16
2	PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “ <i>IN LOCO</i> ”	18
2.1	Fundação	22
2.2	Marcação	23
2.3	Armação	24
2.4	Montagem de fôrmas	25
2.5	Concretagem	27
2.6	Desforma	28
2.7	Instalações	30
2.8	Cuidados com o sistema	31
3	REVESTIMENTOS CERÂMICOS E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS AO PROCESSO EXECUTIVO	33
3.1	Procedimento executivo do revestimento cerâmico	36
3.1.1	Preparo da argamassa	36
3.1.2	Preparo das peças e base	37
3.1.3	Assentamento	37
3.1.4	Rejuntamento	39
3.2	Critérios de conformidades dos pisos cerâmicos	40
3.3	Manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos	40
3.3.1	Desplacamento	41

3.3.2	Trincas, Gretamentos e Fissuras	42
3.3.3	Eflorescência	43
3.3.4	Deterioração das Juntas	44
4	ESTUDO DE CASO: PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” E ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM EDIFICAÇÕES DE BAIXA RENDA EM MACAÉ-RJ	46
4.1	Pontos de interesse	46
4.2	Características do empreendimento	46
4.3	Execução das paredes de concreto <i>in loco</i>	48
4.3.1	Marcação	48
4.3.2	Armação e Instalações Prediais	49
4.3.3	Montagem de fôrmas	51
4.3.4	Concretagem	54
4.3.5	Desforma	55
4.4	Execução da impermeabilização dos banheiros, área de serviço, cozinha e pavimento térreo	56
4.5	Processo executivo de assentamento das cerâmicas	58
4.5.1	Preparo da Argamassa	58
4.5.2	Preparo da Base e das Placas Cerâmicas	58
4.5.3	Assentamento das Cerâmicas de Piso	59
4.5.4	Rejuntamento e Arremate	61
4.6	Verificação da aderência	61
4.7	Ação mitigadora	62
5	INVESTIGAÇÃO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA OBSERVADA NO ASSENTAMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS	63
5.1	Particularidades observadas	63
5.2	Levantamento e análise de dados	63
5.3	Hipótese adotada sobre a causa da manifestação patológica	69
5.4	Proposta de intervenção	71

5.5	resultados da (re)lavagem	71
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES	79
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
	ANEXO I - PROCESSO EXECUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO	88
A)	Locação de Paredes	88
A.1)	Marcação	89
A.2)	Armação (paredes e lajes)	89
B)	Montagem de Fôrmas	90
B.1)	Condições de início de serviço	92
B.2)	Aplicação do desmoldante	92
B.3)	Montagem das Fôrmas	92
B.4)	Juntas de Dilatação	94
B.5)	Nivelamento da Laje	94
B.6)	Prumo, nivelamento e esquadro da fôrma	94
B.7)	Desmoldante	95
B.8)	Lavagem da fôrma durante a concretagem	95
C)	Concretagem	95
C.1)	Condições para início do serviço	96
C.2)	Metodologia	96
C.3)	Índice de estabilidade visual (IEV) – Para concretos de parede	97
D)	Desforma	97
D.1)	Metodologia	98
D.2)	Conferência após a desforma	99
	ANEXO II - PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE IMPERMEABILIZAÇÃO	100
A)	Condições para início de serviço	100
B)	Impermeabilização com argamassa polimérica	101
C)	Impermeabilização dos pontos de esgoto do ralo	102

D)	Teste de Estanqueidade	103
E)	Liberação para os serviços de cerâmica	103
ANEXO III - PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE PISO CERÂMICO		104
A)	Condições para início de serviço	105
B)	Cura da base (local onde será assentado a cerâmica)	105
C)	Tipos de argamassas utilizadas	106
D)	Preparo da argamassa	106
E)	Verificação do desnível do piso	107
F)	Preparo das peças e base	107
G)	Assentamento	107
H)	Rejuntamento	109
I)	Conferência da aderência	110
J)	Proteções dos serviços concluídos	111

## 1 INTRODUÇÃO

A história da engenharia se encontra ligada intrinsecamente ao seu propósito de solucionar problemas dos mais simples aos mais complexos. Dessa forma, uma solução tem o poder de viabilizar a execução de um projeto, bem como outrora tem o papel mitigador de danos e erros. Da mesma maneira que a falha é inerente às atividades humanas, a busca por identificar padrões também é uma característica própria do cérebro, podendo-se identificar que muitas vezes até os erros possuem um padrão de comportamento. Assim, surge a identificação de um problema como pontapé inicial para propostas de solução do mesmo, seja via teórica ou prática.

Embora a construção civil tenha avançado em técnicas e tecnologias, é muito comum em qualquer tipo de edificação, de qualquer idade, a presença de manifestações patológicas, onde o fator de origem pode ser bem diverso. Isso é tão recorrente que as construtoras e os condomínios têm adotado uma medida preventiva e ou profilática a fim de evitar, ou sanar, os problemas buscando reduzir os impactos financeiros, logísticos e ambientais.

O termo patologia possui origem no grego *páthos* - doença; e *lógos* - estudo. Logo, significa estudo das doenças. Comumente, essa palavra é muito empregada no ramo da medicina que se dedica ao estudo das doenças, de suas causas, seus sintomas e as alterações no organismo.

Naturalmente, o vocábulo passou a ser utilizado na engenharia civil. Onde, o termo “patologia das edificações” significa o estudo das “doenças” (problemas) de uma edificação.

Portanto, faz-se presente o estudo de caso de uma manifestação patológica observada no dia a dia da construção de um condomínio de prédios multifamiliares subsidiados pelo governo federal, cujos interesses tendem a ser defendidos severamente por meio de rigorosas vistorias técnicas.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Durante a construção dos dois primeiros blocos de um empreendimento na cidade de Macaé, composto por 18 edifícios multifamiliares (total de 288 unidades habitacionais), observou-se uma manifestação patológica de forma frequente e típica nos revestimentos cerâmicos do piso nas áreas da cozinha e do banheiro. Esse problema justificou uma abordagem diferente na metodologia executiva que vinha sendo utilizada.

## 1.2 MOTIVAÇÃO

Como estagiário da obra, o autor do presente trabalho, percebeu a possibilidade de contribuir para o processo evolutivo desse tipo de sistema construtivo. Vale destacar que foram agregadas outras experiências adquiridas pelo autor deste trabalho em outras empresas e em diferentes sistemas construtivos, tais como: alvenaria estrutural, *steel frame* e alvenaria convencional.

## 1.3 OBJETIVO GERAL

Propor uma intervenção a fim de solucionar uma manifestação patológica associada ao deslocamento de revestimentos cerâmicos instalados em paredes de concreto moldadas *in loco*.

## 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar a possível causa da manifestação patológica de deslocamento destes revestimentos cerâmicos e desenvolver uma ação para evitar o reaparecimento da mesma. Por fim, apresentar as devidas mudanças no processo construtivo para que a manifestação patológica não ocorra.



## 1.5 METODOLOGIA

São apresentadas as revisões bibliográficas com ênfase nas metodologias executivas de paredes de concreto moldadas *in loco* e instalação de revestimentos cerâmicos neste tipo de estrutura. Além disso, um panorama sobre os tipos de manifestações patológicas mais comuns na instalação de revestimentos cerâmicos são abordadas.

Neste contexto é realizado um estudo de caso em um empreendimento real, abordando a situação-problema sobre a ótica de realizar uma investigação. A partir da identificação da manifestação patológica, uma intervenção é proposta e executada. Por fim, são avaliados os resultados obtidos quanto a eficiência e aplicabilidade da nova metodologia executiva para assentamento dos revestimentos cerâmicos sobre as paredes de concreto moldadas *in loco*.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Seguindo o presente capítulo de introdução ao tema, apresenta-se no capítulo 2 uma revisão bibliográfica das paredes de concreto moldadas “*in loco*” com ênfase no processo executivo e algumas outras características importantes para seu bom desempenho.

O capítulo 3 traz a revisão bibliográfica mais detalhada, incluindo a metodologia executiva de revestimentos cerâmicos. Além disso, são apresentadas as manifestações patológicas mais comuns quando esses revestimentos são aplicados em paredes de concreto moldadas “*in loco*”.

Já o capítulo 4 descreve um estudo de caso de uma obra residencial em edifício de 4 pavimentos em que as tecnologias de paredes de concreto moldadas “*in loco*” e revestimento cerâmico foram aplicadas. Além disso, o processo de impermeabilização também é apresentado.

O quinto capítulo faz um levantamento dos dados do ensaio de percussão nas placas cerâmicas, propõe uma hipótese sobre a causa da manifestação patológica referente ao deslocamento das cerâmicas e, por fim, propõe uma intervenção com vistas a sanar o problema.

O sexto e último capítulo traz as considerações finais, as importantes conclusões e sugere que a intervenção proposta seja aplicada a fim de sanar a manifestação patológica referente ao deslocamento das cerâmicas encontrada no estudo de caso.

Por fim, seguem as referências bibliográficas utilizadas para compor esse trabalho de conclusão de curso da engenharia civil - UFRJ/Macaé.

## 2 PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “*IN LOCO*”

O método construtivo de paredes de concreto moldadas “*in loco*” é uma tecnologia que possui um grande crescimento, principalmente entre as grandes construtoras do mercado. Segundo Corrêa (2012) a parede de concreto apresenta vantagens em relação aos sistemas construtivos convencionais, como alta velocidade de produção, maior industrialização do processo, baixa geração de resíduos e econômico para empreendimentos de alta repetitividade. Com isso, o comportamento de um empreendimento desse tipo se aproxima cada vez mais dos modelos industriais mais modernos e conseqüentemente fazendo-se necessário o desenvolvimento de métodos e padrões bem estabelecidos para que se obtenha uma maior otimização dos recursos, uma melhor performance do produto final e que esse processo seja capaz de ser reproduzido em lugares distintos e por diferentes profissionais.

No setor de baixa renda, é um dos sistemas construtivos que mais ganha força. Recentemente, um levantamento realizado com 488 construtoras pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), a parede de concreto moldada “*in loco*” é o sistema construtivo com a maior intenção de uso por parte das empresas, e têm sido atraídas por características como rapidez de execução e menor necessidade de mão de obra. Por conta disso, as paredes de concreto estão se difundindo, inclusive, no programa *Minha Casa Minha Vida*, contando com a adesão de empresas que tradicionalmente utilizavam outras opções, como o sistema de alvenaria estrutural com blocos de concreto. Segundo o engenheiro Rubens Monge, coordenador do Grupo Parede de Concreto, da ABCP, este sistema é três vezes mais produtivo do que o convencional e duas vezes mais produtivo do que a alvenaria estrutural. No entanto, ele tem suas limitações. Muitas vezes, o investimento na aquisição das fôrmas para moldagem das paredes de concreto é inviabilizado devido ao pequeno porte do empreendimento. Esse problema tem sido contornado em alguns casos com a popularização gradual da locação de equipamentos (adaptado de <http://www.imsconstrutora.com.br/?p=6616>, acessado em 08/04/2022).

A figura 2.1 apresenta exemplos de paredes de concreto moldadas “*in loco*” em construções de residências de dois pavimentos, prédios de 4 pavimentos e em prédios de mais de 10 pavimentos.

Figura 2.1 – (a) Casa residencial de 2 pavimentos; (b) Prédio médio porte 4 pavimentos e (c) Edifício de grande porte com mais de 10 pavimentos.



Fontes:

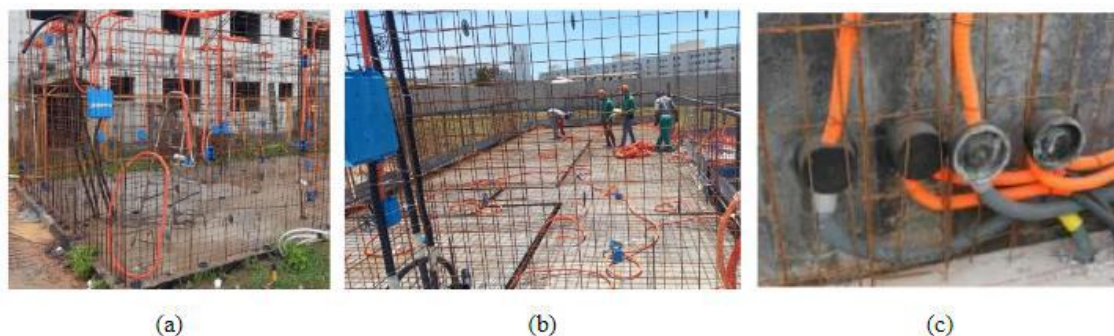
- (a) <https://blogdaliga.com.br/desempenho-das-paredes-de-concreto/>, acessado em 08/04/2022
- (b) Elaborado pelo autor.
- (c) <https://blogdaliga.com.br/11-mandamentos-para-evitar-patologias-em-paredes-de-concreto/>, acessado em 08/04/2022

Neste sistema as concretagens acontecem em uma única etapa, resultando em uma parede de concreto monolítica desempenhando o papel estrutural, distribuindo os esforços solicitantes sobre toda sua área. Assim, na maioria dos casos fica dispensável a utilização dos tradicionais pilares e vigas. E segundo a NBR 16055:2012, as paredes de até 3 m de altura precisam ter, no mínimo, 10 cm de espessura das paredes, com exceção das paredes internas de edifícios até dois pavimentos que podem ter 8 cm.

O concreto ideal para o sistema é o auto-adensável, que, devido a sua grande fluidez e plasticidade, elimina a necessidade de vibração, e a sua viscosidade evita a segregação dos materiais (<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/paredes-de-concreto/>, acessado em 08/04/2022).

A própria parede de concreto possui a função de vedação da edificação, onde em seu interior já constam os elementos embutidos de toda a parte de instalação predial (elétrica, hidrossanitária, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e etc.). A figura 2.2 apresenta conduítes e caixas de interruptores sendo instaladas para as instalações elétricas em uma parede de concreto moldada “in loco”.

Figura 2.2 – (a) Instalações elétricas e hidráulicas fixadas na armação; (b) Instalações elétricas e hidráulicas dispostas na laje e nas paredes e (c) Instalações elétricas.



Fontes:

- (a) Elaborado pelo autor.
- (b) Elaborado pelo autor.
- (c) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/instalacoes/execucao/34/instalacoes.html>, acessado em 08/04/2022

Entretanto, esse método construtivo possui necessidades especiais, visto que é necessário um controle tecnológico de qualidade quanto à resistência do concreto. Segundo Misurelli e Massuda (2009), “A retirada das estruturas provisórias deve ser feita após o concreto atingir a resistência prevista no projeto, sem impacto, evitando o aparecimento de fissuras”. Também pode ser feita a cura do concreto através do processo de molhagem logo após o fim da pega. Vale destacar que no recebimento do concreto é importante conferir o documento de entrega e o lacre da bica de descarga (antes de ser rompido), naturalmente, caso haja discordância entre o concreto especificado e o entregue, o mesmo deve ser recusado. Verifique, antes do lançamento, se o concreto tem a consistência desejada e se não ultrapassou o abatimento ou espalhamento especificados, além disso é importante exigir ensaios que forneçam o valor da resistência à compressão de cada remessa. A figura 2.3 apresenta parte deste controle tecnológico, tão importante para o bom desempenho da estrutura.

Figura 2.3 – (a) Slump test; (b) e (c) Slump flow test.



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/control/qualidade/27/control.html>, acessado em 08/04/2022

Outro fator primordial é a necessidade de um grande empenho com relação à segurança do trabalho, não só em virtude do próprio risco do trabalho na altura em si, mas também pela ameaça à integridade física dos trabalhadores. Com efeito, é necessário o isolamento da área ao redor de onde estão sendo executados os serviços com as fôrmas, bem como a capacitação da mão de obra que será destinada a executar este tipo de serviços. Naturalmente, este fato decorre do grande risco de qualquer uma das peças metálicas que compõem as fôrmas da parede sofra uma eventual queda.

A figura 2.4 mostra algumas das precauções que devem ser tomadas visando a integridade dos executores das paredes de concreto moldadas “*in loco*”. Cabe destacar, o importante papel da fiscalização, devendo esta ser realizada de forma extensiva no dia a dia para evitar que aconteça qualquer tipo de acidente. Além disso, é fundamental um sistema de transporte vertical de cargas eficiente.

Figura 2.4 – (a) Áreas do entorno e acesso isoladas; (b) Utilização de todos os equipamentos e sistemas de segurança necessários para o trabalho em altura; (c) e (d) Montagem do sistema de segurança das paredes de concreto e (e) Sistema de segurança completo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo importante contextualizar que as informações técnicas possuem como referências o procedimento executivo interno relativo ao referido método construtivo adotado pela construtora, à época, no empreendimento em questão e também o manual técnico do fabricante (Forsa, 2021) referente ao seu produto que estava sendo utilizado no caso.

## 2.1 FUNDAÇÃO

Não existem restrições quanto ao tipo de fundação a ser adotado. Podem ser empregados os sistemas de fundações em sapata corrida, radier e blocos coroamento para estacas ou tubulões conforme especificações de projeto. (Comunidade do Concreto, 2012, C). A figura 2.5 apresenta alguns tipos de fundações utilizados.

Figura 2.5 – (a) Radier e (b) Sapata corrida.



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html>, acessado em 08/04/2022.

De acordo com a NBR 16.055:2012, no modelo estrutural deve-se considerar a interação solo-estrutura nos casos de edifícios acima de cinco pavimentos, considerando-se a deformabilidade da fundação, bem como suas vigas de apoio, de acordo com parâmetros geotécnicos definidos por especialista em mecânica de solos. Onde, no mínimo, deve-se considerar-se o modelo de molas discretas independentes localizadas nos pontos de apoio (e.g.: hipótese de Winkler).

Independentemente da tipologia da fundação, esta deve ser executada com nivelamento rigoroso, permitindo a correta montagem do sistema de fôrmas. É recomendado que se execute uma laje/piso na cota do terreno, para que constitua um apoio ao sistema de fôrmas e elimine a possibilidade de se trabalhar no terreno bruto. É interessante que essa laje/piso seja construída excedendo a dimensão igual à espessura dos painéis externos das fôrmas, desta maneira a laje/piso possuirá alguns centímetros a mais que o previsto em projeto, porém as fôrmas externas das paredes ficarão apoiadas na laje/piso com maior facilidade. Se a opção for pela fundação tipo radier, recomenda-se construir a calçada externa na mesma concretagem. (Parede de Concreto - Coletânea de Ativos, 2007).

## 2.2 MARCAÇÃO

Antes de iniciar a montagem dos painéis de fôrmas, é necessário marcar no piso de apoio (fundação ou laje) as linhas das faces internas e externas das paredes, de modo a orientar o posicionamento dos painéis. (Comunidade da construção). A marcação das



fôrmas é feita de acordo com o projeto de fôrmas utilizando-se giz de linha para o delineamento dos eixos onde serão fixadas as fôrmas. A figura 2.6 mostra o giz de linha e sua utilização.

Figura 2.6 – Giz de linha.



Fonte: <https://www.starrett.com.br/produtodetalhe.asp?prodnome=Giz-de-Linha--Prumo-de-Linha-giz-de-linha-starrett&cat=5&linha=97&codprod=440>, acessado em 08/04/2022.

Após a marcação, são conferidas as medidas acumuladas, ou seja, o esquadro da edificação, cômodo, parede etc. Com as linhas marcadas no piso, são colocados pinos ou espaçadores para fôrma, faceando a marcação riscada anteriormente no piso, com espaçamento médio de 60 cm entre eles. Esses pinos ou espaçadores auxiliam na montagem das fôrmas. A figura 2.7 mostra o uso dos espaçadores e a marcação no piso.

Figura 2.7 – (a) Uso dos espaçadores e (b) Marcação.



(a)



(b)

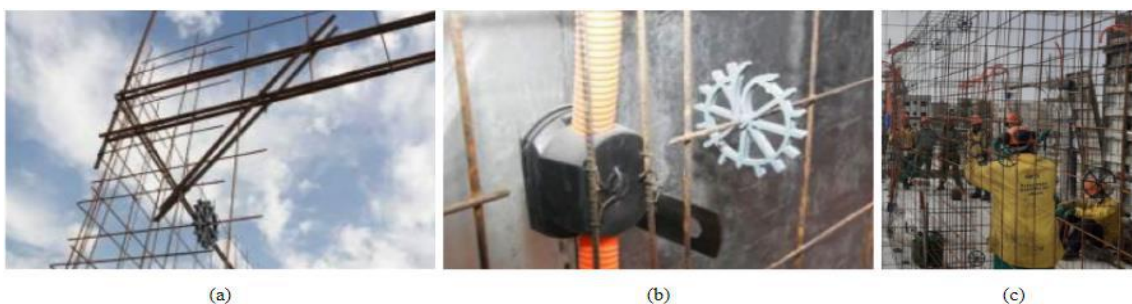
Fonte: <https://www.neofomas.com.br/passos-a-passos-paredes-de-concreto-montagem-das-formas>, acessado em 08/04/2022.

### 2.3 ARMAÇÃO

A armação adotada no sistema de parede de concreto moldadas in loco tem como função resistir aos esforços de flexo-torção nas paredes, controlar a retração do concreto,

bem como estruturar e fixar as tubulações de instalações elétrica, hidráulica e gás. Geralmente, utilizam-se telas soldadas posicionadas no eixo vertical das paredes ou nas duas faces, além de telas de reforço para esforços excepcionais como em cantos e à 45 graus em vértices de vão, dependendo do dimensionamento de projeto, e também faz-se uso de barras em pontos específicos, tais como cinta superior nas paredes, vergas, contravergas. A figura 2.8 mostra o uso dos espaçadores e a marcação no piso.

Figura 2.8 – (a) Armação e reforços; (b) Uso de espaçadores e (c) Armação completa.



Fontes:

- (a) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/armacao/execucao/32/armacao.html>, acessado em 08/04/2022.
- (b) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/armacao/execucao/32/armacao.html>, acessado em 08/04/2022.
- (c) Elaborado pelo autor.

As armaduras mínimas (0,09% para as armaduras verticais e 0,15% para as armaduras horizontais) devem ser utilizadas nas paredes e em todas as ligações entre os elementos (parede vs parede, parede vs laje e parede vs fundação). (<https://nucleoparededeconcreto.com.br/nbr16055-parede-de-concreto-moldada-no-local-para-a-construcao-de-edificacoes-requisitos-e-procedimentos/>, acessado em 10/04/2022)

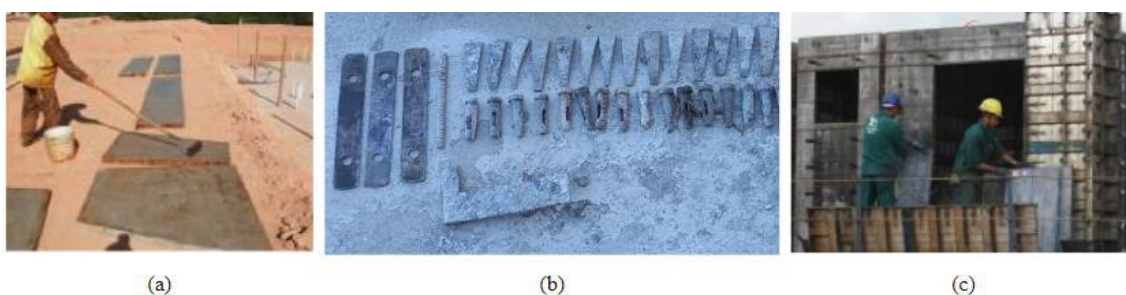
## 2.4 MONTAGEM DE FÔRMAS

Após a conclusão das etapas descritas anteriormente, inicia-se a montagem dos painéis que compõem a fôrma seguindo o projeto executivo e o projeto de modulação de fôrmas, atentando-se às dimensões de cada ambiente e às placas da fôrma, a posição das escoras de nivelamento de lajes e demais acessórios de instalação e travamento das fôrmas. Após a aplicação do desmoldante nos painéis, se a montagem é iniciada no canto externo, e a partir dele compõem-se com os painéis seguintes montando o restante das

paredes. Vale ressaltar que os desmoldantes em geral são à base de água, álcool ou óleo. Para a junção dos painéis que compõem as fôrmas são utilizados pinos e cunhas, e os espaçadores (faquetas) são utilizados para definir a espessura da parede, fazendo o travamento de uma fôrma na outra. As faquetas devem obrigatoriamente ser envolvidas por uma proteção plástica para facilitar sua desforma.

A figura 2.9 apresenta os processos de aplicação do desmoldante, de posicionamento dos painéis e também os elementos de travamento.

Figura 2.9 – (a) Aplicação do desmoldante; (b) Elementos de travamento (faquetas, pinos e cunhas) e (c) Posicionamento dos painéis .



Fontes:

- (a) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>, acessado em 08/04/2022.
- (b) Elaborado pelo autor..
- (c) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>, acessado em 08/04/2022.

Somente após a montagem de todas as fôrmas das paredes dos cômodos é que serão montadas as fôrmas das lajes, que são apoiados em vigas de alumínio travadas nas paredes facilitando a montagem dos painéis horizontais. Após a montagem das paredes e lajes é feito o escoramento desses elementos, e na sequência os alinhadores, os esquadros e a calafetação de frestas garantem a qualidade da concretagem. Por fim, são montados os fechamentos dos vãos de portas e janelas para garantir o vão determinado em projeto.

Após a montagem das fôrmas é realizada a conferência, medindo-se todos os cômodos e vãos, bem como a verificação do prumo e do alinhamento, a fim de evitar retrabalho após a concretagem. Também é fundamental a instalação de alinhadores externos, superiores e inferiores, a fim de evitar que as fôrmas se abram durante o processo de concretagem e para manter seu alinhamento. A figura 2.10 mostra a utilização dos alinhadores.

Figura 2.10 – Alinhadores.



Fonte: [https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/formaplan/catalogo\\_forma.pdf](https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/formaplan/catalogo_forma.pdf), acessado em 08/04/2022.

## 2.5 CONCRETAGEM

Na parede de concreto é utilizado o concreto autoadensável ou superfluido. Segundo Calado *et al.* (2015), o concreto autoadensável pode ser escolhido em casos onde existem elementos estruturais com grande densidade de armadura, quando o acesso dos vibradores para adensamento é difícil ou há a necessidade de lançamento do concreto de maiores alturas livres, e também quando são necessários menores prazos de execução. Para o concreto superfluido pode-se utilizar o vibrador.

Na chegada do concreto autoadensável realiza-se o *slump test* e/ou *slump flow test*. Após a verificação do abatimento e, caso esteja dentro dos limites estabelecidos em projeto, passa-se para o lançamento de concreto, ou caso contrário adiciona-se o aditivo e é realizado o processo de mistura a fim de atingir o abatimento desejado.

O início da concretagem deve acontecer no encontro de 4 paredes (centro do bloco entre os apartamentos), deixando o concreto preencher toda parte inferior da fôrma e somente depois iniciar a concretagem dos painéis de periferia. A figura 2.11 mostra o processo de lançamento do concreto.

Figura 2.11 – (a) Lançamento do concreto com bomba lança e (b) Lançamento do concreto nas paredes.



Fontes:

- (a) <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/sistema-paredes-de-concreto/>, acessado em 08/04/2022.
- (b) <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>, acessado em 08/04/2022.

Seguida do término da concretagem é feita a limpeza do local, e dos equipamentos, principalmente do exterior das fôrmas metálicas, buscando prolongar a vida útil da mesma.

Após a concretagem, faz-se a cura do concreto, que consiste em garantir a umidade adequada para hidratação do cimento, responsável pelo endurecimento do concreto. Podendo ser realizada com a aplicação de água sobre as peças recém desformadas ou por agente químico conforme especificações de projeto.

## 2.6 DESFORMA

A retirada do escoramento permanente deve ocorrer somente após o concreto atingir a resistência especificada no projeto. A desforma é iniciada por peças localizadas nos cantos dos cômodos, conhecidas como painéis de saque e assim por diante. Após a desforma, as paredes devem apresentar uma superfície uniforme, sem armaduras expostas e concreto desagregado, sendo conferidas todas as medidas internas e externas, conforme o projeto arquitetônico. Caso existam imperfeições na concretagem, como ferragem exposta, devem ser tratadas e corrigidas.

Em seguida é realizada a calafetação de buracos deixados pelo travamento das fôrmas, devendo-se limpar a área a ser realizado o tratamento das ondulações e aplicar-se argamassa ACIII para que sejam tamponadas essas aberturas.

Ainda com a utilização de desmoldantes, ficam resíduos de concreto fixados nas fôrmas. Assim, antes de iniciar uma nova montagem, deverá ser utilizado espátulas em todas as fôrmas para a retirada do concreto. A não retirada dos resíduos acarreta no aumento das dimensões da fôrma.

Por final é feita a lavagem com uma lavadora de alta pressão, tanto nas fôrmas quanto nas paredes, para que sejam removidos ao máximo o desmoldante e outros resíduos para aumentar a aderência na superfície das paredes, em concordância com Oliveira (2018), mostra a figura 2.12.

Figura 2.12 – Limpeza das fôrmas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Vale destacar que esta lavagem é realizada sempre na ordem do pavimento mais inferior para o pavimento mais superior, ou seja, de baixo para cima.

## 2.7 INSTALAÇÕES

O projeto deve dar atenção especial às instalações elétricas e hidráulicas. No caso das instalações hidráulicas, não se pode colocá-las simplesmente dentro da parede, pois isto não garantiria a sua manutenção, prevista na NBR 15575:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. Não são admitidas tubulações horizontais, exceto em trechos de até um terço do comprimento da parede, não ultrapassando 1 m, desde que este trecho seja considerado não estrutural. Também são proibidas tubulações (verticais ou horizontais) nos encontros de paredes. (IBRACON, 2018, Revista 90).

No empreendimento em questão a operação acontecia utilizando-se kits para cada tipo de instalação pré-montados no próprio canteiro, onde o kit de elétrica continha todas as caixinhas já interligadas com os conduítes corrugados e a fiação dos ramais prediais já passadas seguindo o seu respectivo projeto elétrico. Já o kit hidráulico era composto por conduítes corrugados interpassados por tubos PEX, que é fabricado a partir de polietileno reticulado, sendo indicado para condução de água quente ou fria, ar-condicionado e gás GN ou GLP. Todo o sub-ramal da hidráulica é feito com os tubos PEX. A instalação de esgoto e de gás não estão no escopo da parede de concreto por serem executadas de forma externa à parede, com uso de *shaft's* muitas vezes. A figura 2.13 apresenta o tubo PEX e o arranjo das instalações nas paredes.

Figura 2.13 – (a) Tubos PEX e (c) Instalações das paredes executadas.



Fontes:

- (a) <https://www.astra-sa.com/destaques/tubos-plex-vantagens-em-relacao-aos-tubos-de-pvc-e-cobre/>, acessado em 08/04/2022.
- (b) [http://www.bps.com.br/ibts/news/paredes\\_concreto.pdf](http://www.bps.com.br/ibts/news/paredes_concreto.pdf), acessado em 08/04/2022.

## 2.8 CUIDADOS COM O SISTEMA

O sistema construtivo de paredes de concreto possui elevada complexidade em seus projetos e processos executivos, com isso existem diversos fatores associados, direta e indiretamente, ao seu bom desempenho.

Entre esses aspectos está o planejamento, devido à escala de produção desse método são necessárias análises e delineamentos relativos a capacitação da mão de obra, logística, cadeia de suprimentos e controle de qualidade. Tudo isso a fim de elaborar de forma personalizada para a respectiva obra um planejamento de produção ideal de acordo com todos os seus projetos. Também devendo ser definido os procedimentos de execução de serviço a serem adotados como padrões na obra.

Como os elementos de armado do sistema são estruturais, na sua operação e manutenção é vedada qualquer demolição. Todas as restrições devem estar descritas no manual do proprietário, bem como qualquer intervenção deve ser realizada por um responsável técnico especializado. O quadro 2.1 elenca alguns cuidados relacionados aos procedimentos executivos de paredes de concreto moldadas “*in loco*”.

Quadro 2.1: Cuidados relacionados aos procedimentos executivos

Cuidados relacionados aos procedimentos executivos
Seguir fielmente todas as diretrizes do projeto estrutural
Utilizar sistemas de fôrmas específicos para o sistema e não fazer adaptações.
Seguir as diretrizes do projeto de montagem/desmontagem das fôrmas, garantindo a montagem de todas as peças do sistema de fôrmas.
Utilizar espaçadores plásticos em número suficiente na armadura e nos eletrodutos.
Nunca posicionar duas caixas elétricas uma “de costas” para a outra.
Nunca encostar dois ou mais eletrodutos dentro das paredes.
Tomar providências para que não ocorram interrupções durante a concretagem.
Não provocar impactos nas paredes durante a desforma.
Não permitir vibrações próximas às paredes de concreto.
Fazer cura adequada por pelo menos 3 dias.



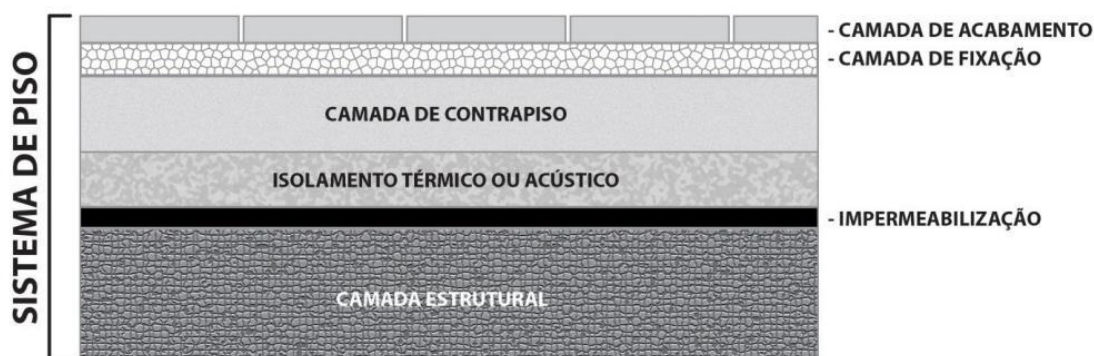
Fonte: (adaptado de <https://blogdaliga.com.br/11-mandamentos-para-evitar-patologias-em-paredes-de-concreto/> , acessado em 08/04/2022)

### 3 REVESTIMENTOS CERÂMICOS E SUAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS AO PROCESSO EXECUTIVO

Um sistema de revestimento cerâmico é o conjunto formado pelo assentamento de uma placa cerâmica sobre uma base ou um substrato, com a utilização de argamassa colante e argamassa de rejunte, resultando em um conjunto aderido e contínuo.

Encontram-se descritos pela ABNT NBR 15.575-3 (2013) os componentes do sistema de piso, representados na figura 3.1.

Figura 3.1 – Componentes do sistema piso.



Fonte: ABNT NBR Desempenho 15.575-3 (2013).

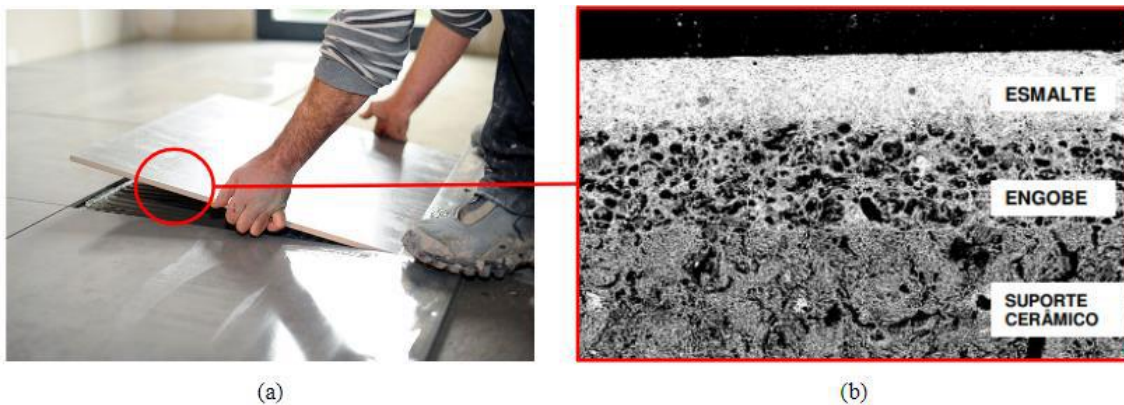
- Impermeabilização do sistema de piso: conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas com o objetivo de proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, vapores e da umidade.
- Isolamento térmico do sistema de piso: conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas. Tem por finalidade proteger as construções contra a ação dos efeitos de variações de temperatura.
- Isolamento acústico do sistema de piso: conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas com a função de atenuar a passagem de ruídos.
- Camada de contrapiso: estrato com a função de regularizar o substrato, proporcionando uma superfície uniforme (e coesa) de apoio - aderido ou não - e adequada à camada de acabamento. Pode eventualmente servir como camada de embutimento, caimento ou declividade.
- Camada de acabamento do sistema de piso: composta por um ou mais componentes (por exemplo, laminados, placas cerâmicas, vinílicos, revestimentos

têxteis, rochas ornamentais, madeiras, etc.). É destinada a revestir a superfície do sistema de piso e cumprir funções de proteção e acabamento estético e funcional.

- Camada estrutural do sistema de piso: constitui o elemento resistente às diversas cargas do sistema de pisos.

A ABNT NBR 13.816 (1997) define placa cerâmica para revestimento como um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas normalmente utilizadas no revestimento de pisos e paredes. São formadas por extrusão ou por prensagem. Seguidamente, são secadas e queimadas a elevada temperatura. Podem ser esmaltadas ou não. Não são afetadas pela luz e o material não é combustível. A figura 3.2 mostra as camadas que constituem os revestimentos cerâmicos esmaltados.

Figura 3.2 – Camadas dos revestimentos cerâmicos esmaltados.



Fontes:

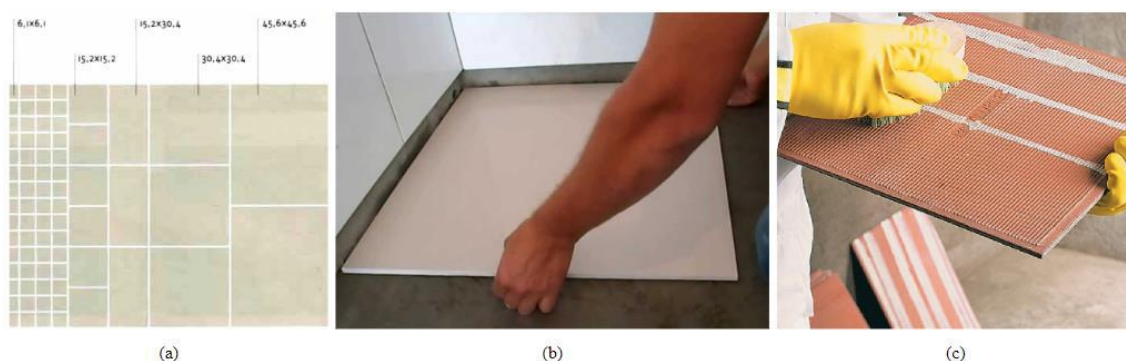
- (a) <https://info.casadoconstrutor.com.br/almanaque/dicas/4-dicas-importantes-sobre-assentamento-de-piso/>, acessado em 08/04/2022.
- (b) MONTE (2008).

Ao se analisar em detalhes uma placa cerâmica, observa-se que elas são constituídas, em geral, por três camadas:

- O suporte cerâmico, ou “biscoito”, (que na placa esmaltada, é a face inferior) é formado por argila e outras matérias-primas. Recebe o esmalte;
- O engobe, com função impermeabilizante, garante a aderência da terceira camada;
- O esmalte é a camada vítrea que impermeabiliza e decora uma das faces da placa.

Em sua maioria, as cerâmicas para revestimento são de formato quadrado ou retangular de variadas dimensões. Onde, as costas das placas possuem garras (tardoz), que proporcionam uma facilidade na aderência com a superfície a ser assentada, como mostra a figura 3.3.

Figura 3.3 – Tipos e formas dos revestimentos cerâmicos esmaltados.



Fontes:

- (a) <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/revestimento-ceramico-medidas/>, acessado em 08/04/2022.
- (b) <https://plantasdecasas.com/9-razoes-para-usar-pisos-ceramicos-de-tamanhos-maiores/>, acessado em 08/04/2022.
- (c) <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>, acessado em 08/04/2022

Segundo Moreno Junior e Selmo (2007) aderência é um termo usado para descrever tanto a resistência mecânica como a extensão do espalhamento ou contato resultante entre a argamassa endurecida e uma base porosa. Sendo a aderência uma propriedade básica que se processa ao longo do intervalo de tempo em que se desenvolvem as reações de hidratação das partículas dos aglomerantes, ou seja, com o endurecimento da argamassa.

De acordo com Campante e Baía (2003), as principais funções do revestimento cerâmico são:

- Proteger os elementos de vedações;
- Isolamento térmico;
- Isolamento acústico;
- Estanteidade à água e aos gases;
- Segurança contra fogo;
- Regularizar a superfície dos elementos de vedação;
- Facilidade de limpeza e higiene; e
- Proporcionar acabamento final aos revestimentos de piso e paredes.

Por último cabe destacar que a aplicação de revestimentos cerâmicos pode ser executada em locais com ação direta da água, locais úmidos e locais sem ação da água. Naturalmente, em locais com ação direta da água e úmidos, denominados na prática da engenharia civil de áreas molhadas, existe a necessidade de cuidados especiais que garantam a estanqueidade associada à ação da água. Já nos locais sem ação direta da água, chamados de áreas secas, essa preocupação é bem menor.

### 3.1 PROCEDIMENTO EXECUTIVO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

O procedimento executivo descrito a seguir tem como objetivo padronizar e garantir o bom desempenho do revestimento cerâmico. É muito importante ressaltar que para áreas molhadas o processo de impermeabilização tenha sido realizado de acordo com os critérios de projeto.

#### 3.1.1 Preparo da argamassa

O preparo da argamassa deve ser realizado com um misturador mecânico, utilizando-se a quantidade de água recomendada pelo fabricante, fazendo-se o uso de recipiente (estanque), como mostra a figura 3.4.

Figura 3.4 – Preparo da argamassa.



Fonte: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>, acessado em 08/04/2022.

### 3.1.2 Preparo das peças e base

Esta parte é imprescindível para a boa performance. A limpeza da camada sob as peças do revestimento cerâmico (substrato, camada de isolamento térmico ou acústico ou camada de contra-piso) deve ser realizada com lavadora de alta pressão (tipo VAP), até remover todo o resíduo, como apresenta a figura 3.5.

Figura 3.5 – Lavagem com lavadora de alta pressão.



Fonte: <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/preparo-da-base-e-diagnosticos-em-pisos>, acessado em 08/04/2022.

Após o processo é recomendável uma verificação, seja ela visual ou não, para garantir que não restam resíduos. Caso possua, deve-se realizar nova limpeza.

Posteriormente o tardo das placas também deve ser limpo com os mesmos cuidados citados anteriormente. Normalmente nessa limpeza não se utiliza lavadora de alta pressão e sim uma esponja umedecida.

### 3.1.3 Assentamento

Para assentar as placas cerâmicas deve ser aplicada a argamassa colante nas peças e na base, como mostra a figura 3.6. Ressalta-se que hoje em dia, com a tecnologia existente, não é mais necessário deixar as peças de revestimento cerâmico embebidas em água.

Figura 3.6 – Aplicação de argamassa na peça.



Fonte: <https://www.portokollpremium.com.br/blog/conheca-o-passo-a-passo-para-fazer-um-bom-assentamento-de-ceramica/>

Em seguida realiza-se a aplicação da placa de revestimento com esmagamento completo em movimentos de vai e vem, bem como o uso do martelo de borracha para garantir a qualidade da aplicação, como mostrado na figura 3.7.

Figura 3.7 – (a) Assentamento do piso e (b) Piso assentado.

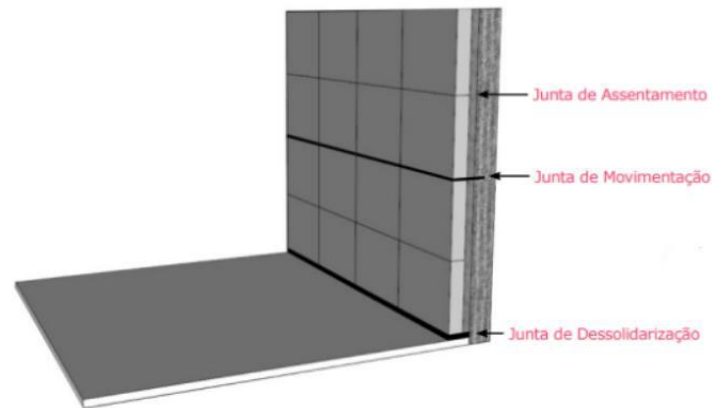


Fontes:

- (a) <https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento#>, acessado em 08/04/2022.
- (b) <https://santoriniconstrucaocivil.com.br/servicos/assentamento-e-revestimento-ceramico>, acessado em 08/04/2022.

Concomitantemente faz-se a instalação do elemento flexível (Tarucel) nas juntas de dessolidarização, como mostra a figura 3.8. A junta de dessolidarização é o espaço que possui a função de subdividir o revestimento do piso para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base e/ou do próprio revestimento. Sendo localizada em mudanças de planos (quinas de paredes, tanto internas quanto externas).

Figura 3.8 – Tipos de juntas (junta de dessolidarização).

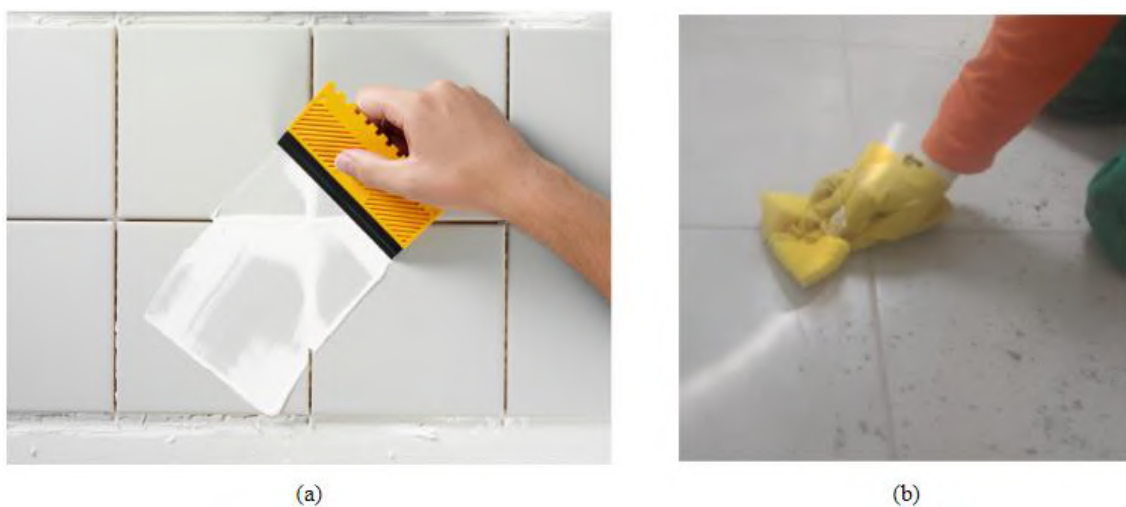


Fonte: <https://ldacabamentos.com.br/blog/manual-de-instrucoes-tecnicas-5h-castelatto/>, acessado em 08/04/2022.

#### 3.1.4 Rejuntamento

Deve-se esperar, no mínimo, 3 dias, após o término da instalação do revestimento cerâmico para aplicação do rejunte. Esse rejunte deve ser flexível e a espessura das camadas deve seguir os critérios do fabricante. Sendo aplicado com material apropriado, emborrachado e flexível (desempenadeira de borracha ou material similar), como mostrado na figura 3.9a. Então, é realizado o acabamento liso com material capaz de conferir arremate sem danificar as peças, como mostra a figura 3.9b.

Figura 3.9 – (a) Aplicação do rejunte e (b) Acabamento rejunte.



Fontes:

- (a) <https://www.saint-gobain.com.br/experiencias/blog/por-que-um-rejunte-de-qualidade-e-importante-para-sua-obra>, acessado em 08/04/2022.
- (b) Acervo da obra.



### 3.2 Critérios de conformidades dos pisos cerâmicos

De acordo com a NBR 13.753 (1996) somente após três dias do assentamento do revestimento cerâmico, e antes do rejuntamento, deve ser verificada a aderência dos pisos cerâmicos à argamassa de assentamento. Esta verificação, normalmente, é feita através do teste de percussão. Esse teste consiste na utilização de um instrumento, não contundente, como se fosse um bastão, onde são aplicados golpes em todos os revestimentos. O operador identifica por meio do ruído sonoro gerado com a percussão do aparelho se o azulejo está bem aderido ou não no substrato. De forma prática, caso o ruído seja como de um som tipo cavo (peça oca) o revestimento é rejeitado, sendo removido e imediatamente reassentado. A figura 3.10 mostra o teste de percussão sendo executado.

Figura 3.10 – Teste de percussão em revestimento.



Fonte: FERNANDES e MACIEL, (2016).

### 3.3 Manifestações patológicas de revestimentos cerâmicos

Ao analisar um sistema, deve-se levar em consideração todas as camadas que o compõem, pois somente através da inter-relação entre as partes constituintes pode-se fazer uma completa investigação. O estudo do comportamento dos materiais e do seu

processo produtivo, o conhecimento da tecnologia da construção, as solicitações aplicadas sobre o edifício e as condições de utilização do mesmo também fazem parte dos elementos da análise (PEZZATO e SICHIERI, 2008).

As manifestações patológicas nos revestimentos cerâmicos acontecem eventualmente de forma isolada ou de forma crônica, podendo ter origem na fabricação do produto, na etapa de projeto, na seleção de materiais incompatíveis quanto às interações dinâmicas entre eles, no transporte e armazenamento, ou na fase de execução.

Com isso, tem-se que as manifestações patológicas mais corriqueiras são: deslocamento; trincas, gretamento e fissuras; eflorescências e deterioração das juntas.

### 3.3.1 Deslocamento

Os deslocamentos ocorrem pela falta de aderência das placas cerâmicas do substrato, diminuindo sua capacidade de resistir a esforços e tensões. O primeiro sinal dessa manifestação patológica é a ocorrência de um som cavo (oco) nas placas cerâmicas (quando percutidas), ou ainda nas áreas em que se observa o estofamento da camada de acabamento (placas cerâmicas e rejuntas) seguido do deslocamento destas áreas, o qual pode ser imediato ou não. Devido à probabilidade de acidentes envolvendo os usuários e os custos para seu reparo, esta manifestação patológica é considerada a mais séria (VALENTINI; KAZMIERCZAK, 2016).

Em geral, essas manifestações patológicas ocorrem nos primeiros e nos últimos andares do edifício, por ser o local onde estão os maiores níveis de tensões observados. De acordo com Bauer (1997), as causas destes problemas são:

- Instabilidade do suporte, devido à acomodação do edifício como um todo;
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado;
- Oxidação da armadura de pilares e vigas;
- Excessiva dilatação higroscópica do revestimento cerâmico;
- Variações higrotérmicas e de temperatura;
- Características pouco resilientes dos rejuntas;
- Ausência de detalhes construtivos (contra-vergas, juntas de dessolidarização, movimentação, assentamento e estrutural);

- Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido, mal espalhamento da argamassa colante, ou ausência de dupla colagem, no caso de peças com superfície maior que 400 cm<sup>2</sup>;
- Assentamento sobre superfície contaminada;
- Especificação incorreta de revestimento cerâmico, especialmente no que se refere a: configuração do tardez (que pode apresentar superfície lisa, sem reentrâncias ou garras); EPU maior do que 0,6 mm/m; e absorção de água superior a 6%;
- Imperícia ou negligência da mão-de-obra na execução e/ou controle dos serviços (assentadores, mestres e engenheiros).

A intervenção para recuperação dessa manifestação patológica costuma ser muito trabalhosa, bem onerosa, ao ponto de ser mais viável a retirada de todo o revestimento, e também muito complexa devido às eventuais indisponibilidades de revestimento cerâmico do mesmo modelo no mercado. A figura 3.11 mostra exemplos de deslocamento com estufamento de placas e de placas cerâmicas sem aderência.

Figura 3.11 – (a) Desplacamento com estufamento de placas e (b) Desplacamento de cerâmicas sem aderência.



(a)



(b)

Fontes:

- <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2034>, acessado em 08/04/2022.
- <https://g1.globo.com/sp/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2018/08/11/casas-de-programa-social-apresentam-problemas-dois-anos-apos-entrega.ghtml>, acessado em 08/04/2022.

### 3.3.2 Trincas, Gretamentos e Fissuras

Estas manifestações patológicas aparecem por causa da perda de integridade da superfície da placa cerâmica, que pode ficar limitada a um defeito estético (no caso de gretamento), ou pode evoluir para um deslocamento (no caso de trincas). As trincas são

rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, que causam a separação das placas em partes, com aberturas superiores a 1 mm. As fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, com aberturas inferiores a 1 mm e que não causam a ruptura total das placas. O gretamento é uma série de aberturas inferiores a 1 mm e que ocorrem na superfície esmaltada das placas, dando a ela uma aparência de teia de aranha (OLIVEIRA, 2009). A figura 3.12 apresenta exemplos de trincas, fissuras e gretamento de revestimentos cerâmicos.

Figura 3.12 – Trincas, fissuras e gretamento.



Fonte: <https://www.inovacivil.com.br/as-principais-patologias-de-revestimento-ceramico-aderido-a-fachada/>, acessado em 08/04/2022.

### 3.3.3 Eflorescência

Este problema é evidenciado pelo surgimento na superfície no revestimento, de depósitos cristalinos de cor esbranquiçada, comprometendo a aparência do revestimento. Estes depósitos surgem quando os sais solúveis nas placas de cerâmicas, nos componentes na alvenaria, nas argamassas de emboço, de fixação ou de rejuntamento, são transportados pela água utilizada na construção, ou vinda de infiltrações, através dos poros dos componentes de revestimento (placas cerâmicas não esmaltadas, rejuntas). Estes sais em contato com o ar solidificam, causando depósitos. Em algumas situações (ambientes constantemente molhados) e com alguns tipos de sais (de difícil secagem), estes depósitos apresentam-se como uma exsudação na superfície (FONTENELLE; MOURA, 2004).

A eflorescência pode ser facilmente retirada mediante solução diluída de ácido muriático em concentrações baixas e em pequena quantidade, enxaguando muito bem a superfície após seu uso (VALENTINI; KAZMIERCZAK, 2016). A figura 3.13 traz um exemplo de eflorescência em piso cerâmico.

Figura 3.13 – Eflorescência em piso cerâmico.



Fonte: <https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>, acessado em 08/04/2022.

#### 3.3.4 Deterioração das Juntas

A deterioração das juntas de assentamento afeta o desempenho dos revestimentos cerâmicos, pois, estes componentes são responsáveis pela estanqueidade do revestimento cerâmico e pela capacidade de absorver deformações. E esse impacto no desempenho pode ser observado através da perda de estanqueidade da junta e o envelhecimento do material de preenchimento.

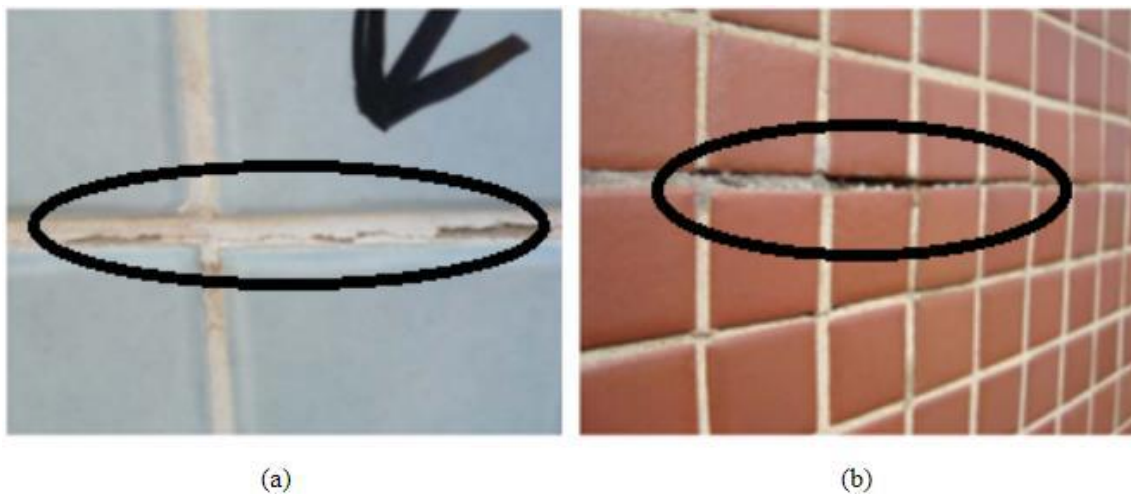
A perda da estanqueidade pode ocorrer logo após a sua execução, devido a procedimentos de limpeza inadequados que podem causar deterioração no material aplicado (uso de ácidos e bases concentrados), bem como provocar o surgimento de fissuras, ou trincas, e também infiltração de água.

O envelhecimento das juntas entre componentes, por serem preenchidas com materiais à base de cimento, normalmente não representa grandes problemas, já que o cimento é um material de excelente durabilidade, desde que bem executado. Sua deterioração é observada quando na presença de agentes agressivos, como a chuva ácida ou aparecimento de fissuras. Quando estes rejuntas possuem uma quantidade grande de resinas, deve -se considerar que estas são de origem orgânica e podem envelhecer, além

de perder a cor (caso sejam responsáveis pela coloração das juntas de assentamento) (FONTENELLE; MOURA, 2004).

Para evitar a ocorrência dessa manifestação patológica, devemos ter controle da execução do rejuntamento, do preenchimento das juntas, bem como da escolha de matérias de preenchimento adequados (BENTO, 2010). A figura 3.14 traz exemplos de deterioração das juntas de revestimentos cerâmicos.

Figura 3.14 – Deterioração de juntas de revestimentos cerâmicos.



Fonte: GALLETO e ANDRELLO, (2013)

## **4 ESTUDO DE CASO: PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS “IN LOCO” E ASSENTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO EM EDIFICAÇÕES DE BAIXA RENDA EM MACAÉ-RJ**

### **4.1 PONTOS DE INTERESSE**

O autor deste trabalho estagiou em uma construtora por cerca de 1 ano na obra de execução de edifícios multifamiliares em Macaé/RJ.

A vedação da estrutura da obra foi planejada e executada em paredes de concreto moldadas “in loco”. Sobre o piso e as paredes foram instaladas placas de revestimento cerâmico nas áreas “molhadas” de cada unidade.

Para analisar o caso proposto são apresentadas as características do empreendimento. Além disso, os sistemas executivos das paredes de concreto moldadas “in loco” e a instalação das placas de revestimento cerâmicas também são detalhados.

Destaca-se que desde o início da execução destes revestimentos cerâmicos começou a ser observado um problema no assentamento das placas cerâmicas. Esse fato fez com que uma possível manifestação patológica associada aos casos “vivididos” pudesse ser investigada e analisada sob ponto de vista técnico.

### **4.2 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO**

O estudo de caso apresentado nesta pesquisa está associado a uma obra que contou com a construção de 18 edifícios de 4 pavimentos. Cada pavimento era composto por 4 unidades. Assim, foram um total de 288 unidades, sendo que cada apartamento possui cerca de 40 m<sup>2</sup>.

A obra com caráter popular foi executada no bairro da Ajuda em Macaé. A localização exata pode ser observada na figura 4.1a. Cabe destacar que o local ainda não possui muitos empreendimentos. A figura 4.1b apresenta um panorama de parte dos blocos executados no respectivo condomínio. A arquitetura geral do condomínio previa

a urbanização da região com a construção de diversos blocos de edifícios, cercados por espaços de convivência em comum com jardins e estacionamentos para veículos.

Figura 4.1a e b – Localização e imagem do empreendimento.



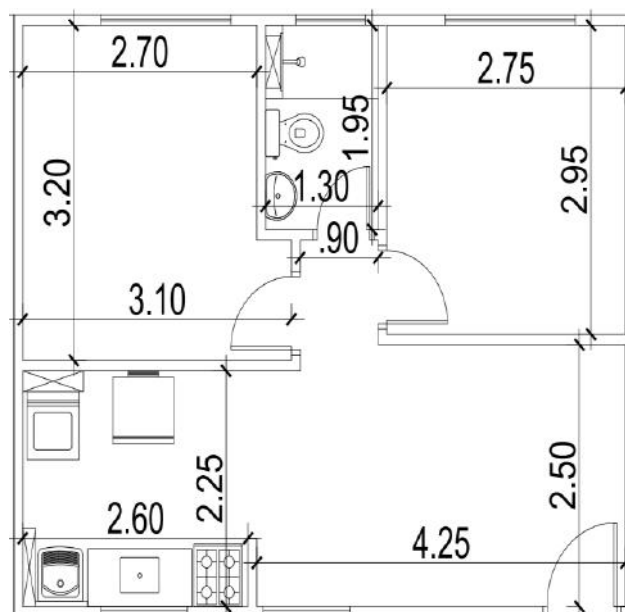
Fontes:

(a) Google Maps (<https://www.google.com.br/maps/@-22.3196575,-41.756071,242m/data=!3m1!1e3>), acessado em 08/04/2022.

(b) Elaborado pelo autor.

A figura 4.2 apresenta a planta típica de arquitetura de uma das unidades do empreendimento em Macaé. Cada unidade possui aproximadamente 38 m<sup>2</sup> de área de piso. As placas cerâmicas foram instaladas somente nos cômodos da cozinha e do banheiro, representando 9,7 m<sup>2</sup> ou 25,5 % de cada unidade.

Figura 4.2 – Planta de arquitetura de uma das unidades.



Fonte: Acervo da obra.



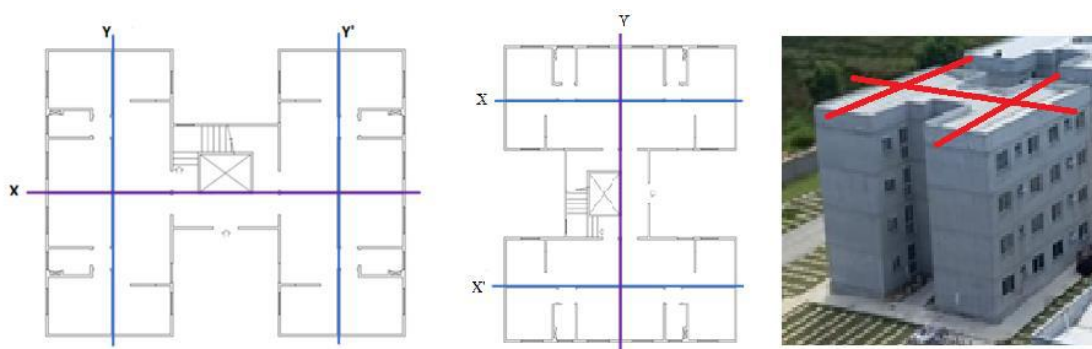
### 4.3 EXECUÇÃO DAS PAREDES DE CONCRETO *IN LOCO*

As paredes de concreto foram projetadas com espessuras de 10 cm. A resistência característica à compressão do concreto ( $F_{ck}$ ) no projeto foi de 20 MPa. Os maiores vãos, em geral, foram da ordem de 3,2 metros. As alturas máximas das paredes atingiram cerca de 2,6 metros.

#### 4.3.1 Marcação

A primeira tarefa é marcar, em planta, as paredes na área onde será executada a obra. No caso deste empreendimento, para auxiliar essa marcação, primeiro definiram-se eixos de referência (X, X', Y e Y'), sendo, pelo menos, um em cada direção dos blocos. A figura 4.3 apresenta exemplos de blocos com a localização dos respectivos eixos.

Figura 4.3 – Blocos com eixos de referência.



Fonte: Acervo da obra.

Após a marcação no local desses eixos com auxílio da topografia foi criado um projeto auxiliar, indicando as cotas acumuladas para ter a referência inicial das marcações das paredes. Assim, utilizando a trena metálica foi possível materializar as projeções das paredes no piso da obra.

Na prática deste empreendimento a marcação partiu da junta de dilatação (onde havia), identificando as faces internas e externas de cada parede com as cotas acumuladas. Através de um giz de linha e pigmento em pó tipo Xadrez (cor vermelho) foram realizadas as marcações.

Com as linhas de marcações no piso, colocou-se pinos e distanciadores para fôrma das paredes, faceando a marcação riscada anteriormente no piso. Os pinos e distanciadores foram instalados com espaçamento médio de 60 cm entre eles. A escolha do modelo de pino ou distanciadores deve estar de acordo com a medida da parede e auxiliam a montagem das fôrmas das paredes. A figura 4.4 apresenta alguns dos equipamentos e materiais utilizados para marcação das paredes na obra, além disso são mostradas fases do processo de marcação.

Figura 4.4 – Giz de linha, pó xadrez, pistola finca pino, pinos, distanciador, espaçadores e distanciadores no eixo da fôrma e a marcação completa no piso.



Fonte: Acervo da obra.

Vale destacar que, para o pavimento térreo, as marcações dos painéis externos referentes às paredes externas têm que ter folga suficiente para a instalação dos painéis das fôrmas das paredes (esse valor, normalmente gira em torno de 5 cm).

#### 4.3.2 Armação e Instalações Prediais

Neste empreendimento foram utilizadas telas de aço soldadas de armação das paredes de concreto. As telas tinham ferros com espessuras variando de 5 mm a 6,3 mm e as distâncias entre as barras entre 10 cm e 15 cm em ambas as direções. As taxas de armação em relação ao volume de concreto das paredes do empreendimento variaram entre  $60 \text{ kgf/m}^3$  e  $90 \text{ kgf/m}^3$ .

As armações das paredes de concreto foram posicionadas nos pinos que servem de pontos de arranques nas lajes inferiores para que seja feita a amarração das telas de aço, sempre respeitando as distâncias impostas pelos distanciadores.

Os distanciadores têm a finalidade de manter a armadura no eixo da parede após a concretagem. Recomenda-se que seja utilizado, por metro linear, pelo menos, um distanciador no eixo horizontal e três no eixo vertical das paredes.

A figura 4.5 mostra os distanciadores instalados na laje inferior para posicionamento da armadura. Além disso, a figura 4.5 também apresenta os distanciadores instalados nas telas de aço das paredes.

Figura 4.5 – Pinos de arranque, distanciadores fixados junto ao piso e armação das paredes.



Fonte: Acervo da obra.

Existem ocasiões em que são recomendados reforços nas armações dessas estruturas.

Nos encontros das paredes com paredes e paredes com lajes, devem ser executados reforços de tela no formato em “L” para evitar o aparecimento de fissuras.

Já no caso das janelas e portas é extremamente importante executar os reforços de armações em seus cantos. Esses reforços, normalmente estão localizados na verga e/ou contraverga

A figura 4.6a mostra o reforço em barras com forma de “L” e a figura 4.6b apresenta um detalhe de reforço de canto de janela no empreendimento desta pesquisa.

Figura 4.6a – Reforço no encontro das paredes e Figura 4.6b – Reforço no canto de janela.



(a)

(b)

Fonte: Acervo da obra.

Por último, vale lembrar que a instalação das telas deve ser feita sem recortes, preferencialmente. Após o fechamento interno das placas, é feito os cortes dos vãos de portas e janelas, pois as placas acabam servindo de gabarito.

A figura 4.7 mostra toda a armação das paredes completas e já com as instalações executadas.

Figura 4.7 – Armação completa das paredes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe destacar que na prática executiva de paredes de concreto moldadas “in loco” é muito comum realizar a execução das instalações prediais (contidas internamente nas paredes) concomitantemente com a armação de forma sequencial.

#### 4.3.3 Montagem de fôrmas

As placas das fôrmas utilizadas na obra em questão eram de alumínio e com dimensões variadas. São elementos reutilizáveis, ou seja, vão sendo utilizados de acordo com a necessidade ao longo de diversos empreendimentos.

Cabe destacar que para um melhor aproveitamento das placas das fôrmas deve-se atentar para seu preparo antes da concretagem.

Neste sentido, antes da montagem de cada ciclo de concretagem das paredes é necessária a aplicação de uma camada de desmoldante em todas as faces das placas da fôrma que fazem contato com a parede. O desmoldante utilizado era à base de óleo vegetal e sempre aplicado de forma bem uniforme. O uso do desmoldante nas fôrmas metálicas, junto ao uso do concreto autoadensável, conferem um acabamento extremamente liso, tal que o processo de lavagem com lavadora de alta pressão (tipo VAP) torna a superfície também mais porosa a fim de contribuir para aderência de revestimentos.

A figura 4.8 mostra a aplicação, com rolo de espuma, de desmoldante em uma das placas da fôrma.

Figura 4.8 – Aplicação de desmoldante nas placas da fôrma.



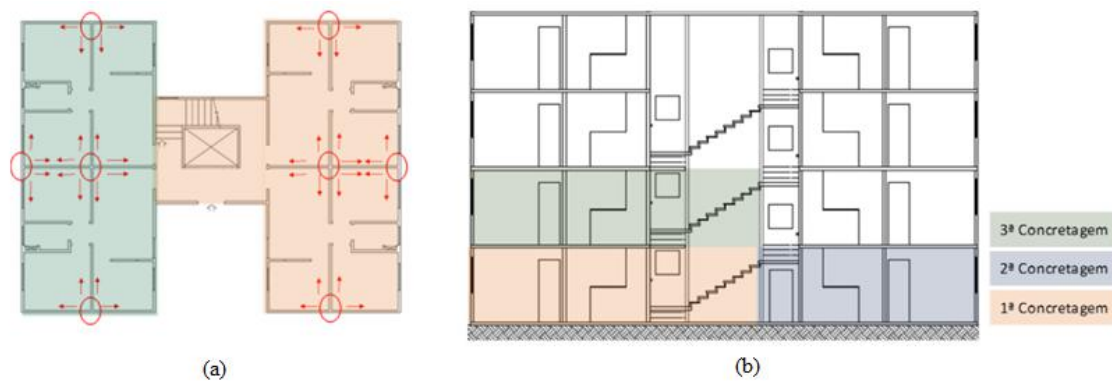
Fonte: Acervo da obra.

Para iniciar a montagem da fôrma é necessário ter o projeto de modulação de fôrmas em mãos e atentar-se às dimensões de cada ambiente, além, é claro, das dimensões das placas da fôrma. Naturalmente, detalhes associados à posição das escoras de nivelamento de lajes e demais acessórios de instalação, além do travamento das fôrmas, também vão influenciar a melhor maneira de montar as fôrmas.

Para facilitar o processo a montagem das fôrmas é realizada em “x”, realizando a concretagem do pavimento em duas etapas.

A figura 4.9a traz as posições e sentido de início de montagem das fôrmas das paredes. A figura 4.9b apresenta a metodologia de montagem das fôrmas.

Figura 4.9a – Processo para montagem das paredes (fôrmas) e Figura 4.9b – metodologia de montagem das fôrmas.



Fonte: Acervo da obra.

Alguns destaques no processo de montagem das fôrmas merecem destaque. A numeração sequencial para identificação dos painéis das fôrmas facilitando futuras montagens. Os alinhadores para melhor desempenho das fôrmas na hora da concretagem. Esquadros e tensionadores para manter a arquitetura desejada. Utilização de argamassa de concreto (baixa resistência) para “vedação” em pequenas frestas das fôrmas das paredes. A figura 4.10 apresenta detalhes importantes na montagem das fôrmas das paredes de concreto moldadas “in loco”.

Figura 4.10 – Detalhes de travamentos e escoramentos dos painéis.



Fonte: Acervo da obra.

O anexo I apresenta em detalhes diversos passos importantes da execução das fôrmas para paredes de concreto moldadas “in loco”.

#### 4.3.4 Concretagem

Vale destacar que deve ser utilizado o concreto autoadensável ou superfluido. Para concreto autoadensável, não existe a necessidade de vibrador. Para o concreto superfluido, caso necessário, poderá ser utilizado vibrador. A figura 4.11 apresenta um dos modelos dos aditivos que foram utilizados.

Figura 4.11 – Modelo de aditivo superplastificante utilizado



Fonte: <https://www.impermarket.com.br/aditivo-superplastificante-mc-powerflow-3100-tambor-210kg-2631/p?idsku=2631>, acessado em 10/06/2022.

A concretagem foi iniciada no encontro de 4 paredes (centro do bloco entre os apartamentos), deixando o concreto preencher toda parte inferior da forma e somente depois iniciar a concretagem dos painéis de periferia, finalizando na laje do pavimento. A figura 4.12 mostra detalhes do processo de concretagem em andamento.

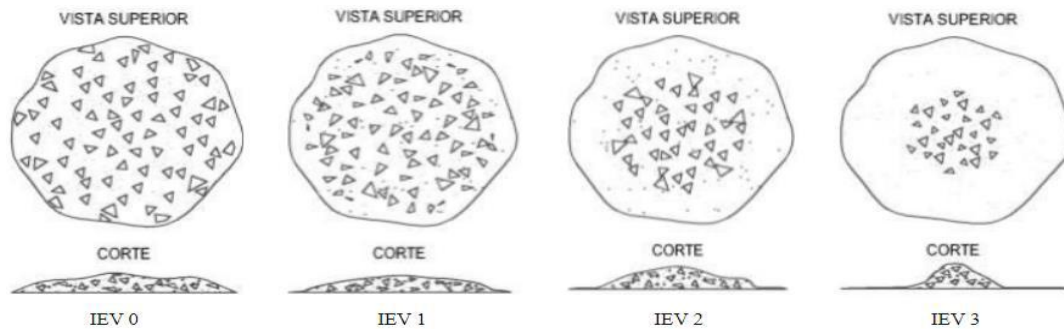
Figura 4.12 – Lançamento de concreto.



Fonte: Acervo da obra.

É importante lembrar que estes tipos de concreto têm que obedecer a índices específicos, como por exemplo o Índice de Estabilidade Visual (IEV), obtido durante a concretagem. De acordo com a NBR 15823-1:2017, o IEV é determinado visualmente, após abertura do *Flow*, sendo ideal que o índice fique entre 0 e 1 (figura 4.13).

Figura 4.13 – Índice de Estabilidade Visual (IEV).



Fonte: Adaptado NBR 15823-1:2017

- IEV 0 – Sem evidência de segregação ou exsudação
- IEV 1 – Sem evidência de segregação e leve exsudação
- IEV 2 – Uma pequena auréola de argamassa e/ou empilhamento de agregados no centro do concreto
- IEV 3 – Segregação claramente evidenciada pela concentração de agregados no centro do concreto ou pela dispersão de argamassa nas extremidades

O anexo I apresenta em detalhes diversos passos importantes da concretagem de paredes de concreto moldadas “in loco”. Além disso, características mecânicas e índices importantes do concreto também são apresentadas.

#### 4.3.5 Desforma

A desforma das paredes moldadas “in situ” é o momento em que imperfeições realizadas em processos anteriores começam a aparecer.

O procedimento deve ser iniciado por peças localizadas nos cantos dos cômodos, conhecidas como painéis de saque que, muitas vezes, possuem um rebaixo para isso.

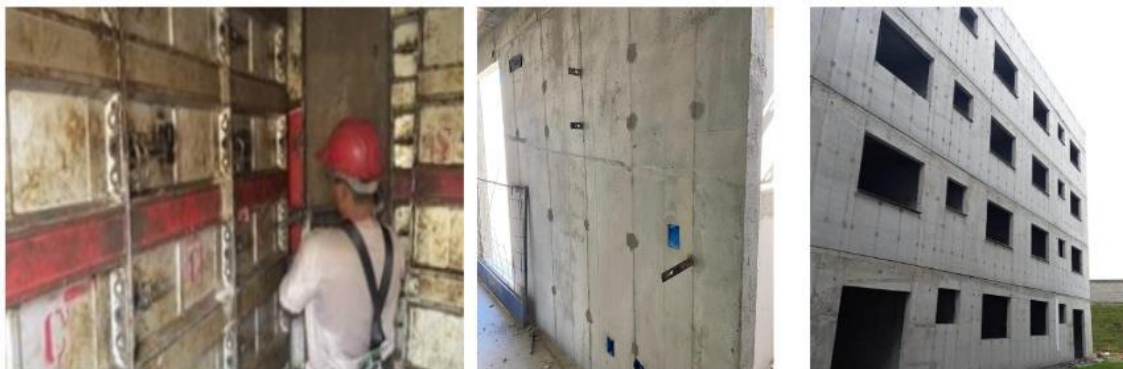
Após a desforma devem ser conferidas todas as medidas internas e hall, conforme projeto arquitetônico. Também é essencial o processo de lavagem das fôrmas e



paredes/lajes com lavadora de alta pressão (tipo VAP) com a finalidade de eliminar todos os resíduos provenientes do procedimento.

A figura 4.14 apresenta detalhes do procedimento de desforma das paredes, além de imagens de algumas paredes após o processo de execução completo.

Figura 4.14 – Processo de desforma e aspecto das paredes após a desforma.



Fonte: Acervo da obra.

Um aspecto que merece destaque está associado à questão da segurança durante o processo de execução das paredes de concreto moldadas “in situ”, principalmente no que tange a estruturas com mais de um pavimento (caso analisado neste trabalho).

Durante o processo de desforma, por exemplo, é necessária a circulação externamente ao edifício. Assim, para o sistema parede de concreto moldado “in situ”, é necessária a utilização de jogos de bandejas específicos para circulação externa durante a desforma dos pavimentos subsequentes ao térreo, como mostrado na figura 4.15.

Figura 4.15 – (a) Circulação externa e (b) Circulação interna.



(a)

(b)

Fonte: Acervo da obra.

#### 4.4 EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO DOS BANHEIROS, ÁREA DE SERVIÇO, COZINHA E PAVIMENTO TÉRREO

Nas áreas molhadas, antes do assentamento das placas cerâmicas, foi aplicado uma camada de impermeabilização. O processo utilizado foi executado com revestimento impermeabilizante, semiflexível, bicomponente (A+B), à base de cimentos especiais, aditivos minerais e polímeros de excelentes características impermeabilizantes.

Com as superfícies limpas, calafetadas e desimpedidas, a aplicação do impermeabilizante foi feita com trincha ou brocha em 3 demãos cruzadas reforçadas com tela de poliéster nos encontros de paredes e piso (junta fria). Destaca-se que a impermeabilização foi estendida por cerca de 20 cm nas paredes. Nos locais onde se encontravam os ralos (esgoto) foi utilizado um reforço com tela de poliéster. A figura 4.16 apresenta detalhes do processo de impermeabilização.

Figura 4.16 – Detalhes da impermeabilização em um dos banheiros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A fim de garantir o desempenho adequado da impermeabilização foram realizados testes de estanqueidade com lâmina d'água durante 72 horas, como apresenta a figura 4.17.

Figura 4.17 – Teste de estanqueidade.



Fonte: Acervo da obra.

O anexo II apresenta em detalhes diversos passos importantes da execução da impermeabilização.

#### 4.5 PROCESSO EXECUTIVO DE ASSENTAMENTO DAS CERÂMICAS

Este processo executivo trata sobre o assentamento das placas cerâmicas de piso. São descritos os processos associados às áreas molhadas onde as placas foram instaladas (cozinha e banheiro). Destaca-se que nas outras áreas dos apartamentos o revestimento utilizado foi piso laminado.

##### 4.5.1 Preparo da Argamassa

O preparo da argamassa era realizado obrigatoriamente em um recipiente graduado fazendo-se o uso de um misturador mecânico, onde a quantidade de água utilizada e o tempo de “descanso” da mesma seguiam de acordo com as orientações do fabricante.

##### 4.5.2 Preparo da Base e das Placas Cerâmicas

A etapa de limpeza da base foi efetuada com água pressurizada utilizando uma lavadora de alta pressão (tipo VAP), como apresenta a figura 4.18.

Figura 4.18 – Lavadora de alta pressão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente efetuava-se a limpeza do verso das placas cerâmicas, de modo a garantir que o mesmo estaria isento de poeiras, materiais pulverulentos, nível acentuado de engobe ou outras substâncias que poderiam comprometer a aderência. Uma rigorosa verificação, em ambos os processos, era realizada para garantir que não restavam resíduos.

#### 4.5.3 Assentamento das Cerâmicas de Piso

Na execução do piso cerâmico foi aplicada, com desempenadeira metálica, argamassa colante tipo ACII nas peças e no piso, como mostra a figura 4.19.

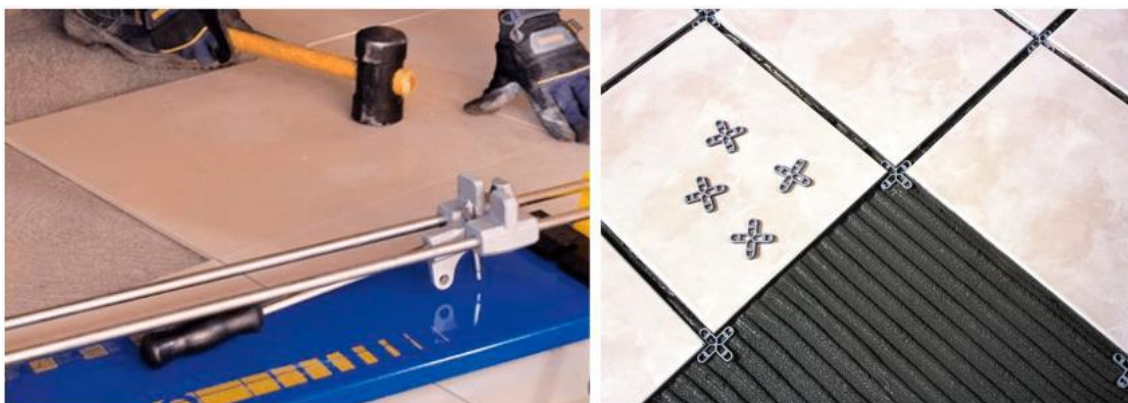
Figura 4.19 – Aplicação de argamassa e detalhe do encontro das cerâmicas com um ralo no banheiro



Fonte: Acervo da obra.

Logo depois as placas cerâmicas eram instaladas com aplicação de pressão através de movimentos de vai e vem com auxílio manual. Posteriormente, utilizando um martelo de borracha a instalação era finalizada. Desta forma garantia-se o bom desempenho do processo. A figura 4.20a mostra a utilização do martelo de borracha e a figura 4.20b mostra a instalação dos espaçadores (gabaritos) entre azulejos sendo instalados.

Figura 4.20 – (a) Assentamento do piso e (b) espaçadores/gabaritos.

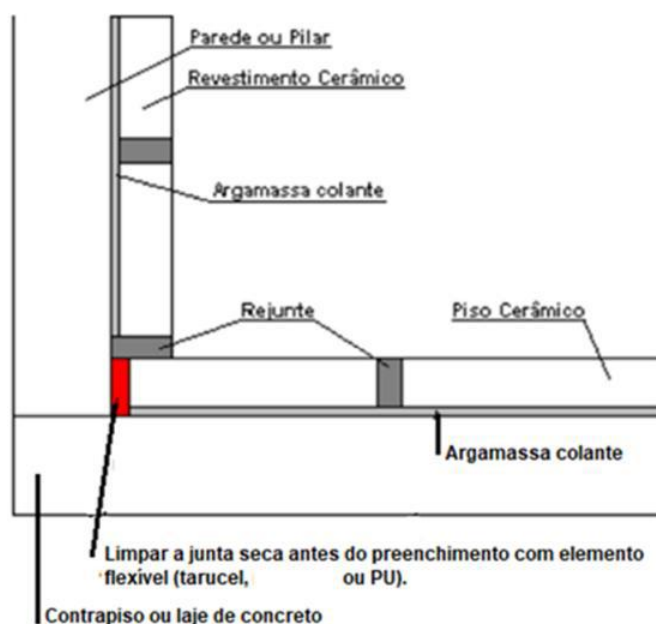


Fontes:

- (a) <https://pedreiro.com.br/como-assentar-ceramicas-de-piso-passo-a-passo/>, acessado em 08/04/2022.  
 (b) <https://decorandocasas.com.br/2016/03/31/como-colocar-piso-passo-passo/>, acessado em 08/04/2022.

Ao longo do processo de aplicação das placas era realizada a instalação do elemento flexível (Tarucel) nas juntas de dessolidarização, como mostra o esquema apresentado na figura 4.21.

Figura 4.21 – Esquema de junta de dessolidarização e uso do Tarucel.



Fonte: Acervo da obra.

#### 4.5.4 Rejuntamento e Arremate

Por fim, 3 dias após o término do assentamento das placas cerâmicas, o rejunte era aplicado. Utilizou-se rejunte flexível tipo II, aplicado com a desempenadeira de borracha. Em seguida, o acabamento do rejunte era realizado com esponja de camurça ou sisal, garantindo um arremate liso e sem danificar as peças, como mostra a figura 4.22.

Figura 4.22 – Aplicação rejunte.



Fonte: Acervo da obra.

#### 4.6 VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA

Foi realizado o ensaio de percussão para verificação da aderência em todas as placas cerâmicas das áreas molhadas no banheiro e cozinha. O ensaio foi executado aplicando golpes com um instrumento próprio em quatro pontos da extremidade das placas cerâmicas e um ponto central, conforme figura 4.23.

Figura 4.23 – Ensaio de percussão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Durante os ensaios, uma grande quantidade de placas cerâmicas apresentaram um som cavo, porém não muito agudo e estridente como de costume em casos de pisos mal assentados. O som observado tinha características de um som cavo mais “abafado”, como se estivesse suprimido. O anexo III apresenta em detalhes diversos passos importantes da execução do assentamento da cerâmica, bem como da etapa de conferência da mesma.

#### 4.7 AÇÃO MITIGADORA

Naturalmente, uma ação mitigadora foi realizada naqueles azulejos onde foram identificados problemas associados ao deslocamento. Assim, como de costume, todas as placas cerâmicas que apresentaram a manifestação patológica foram retiradas. Posteriormente, a argamassa da base foi removida e novas placas cerâmicas foram assentadas conforme procedimento já descrito anteriormente.

## **5 INVESTIGAÇÃO DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA OBSERVADA NO ASSENTAMENTO DOS REVESTIMENTOS CERÂMICOS**

### **5.1 PARTICULARIDADES OBSERVADAS**

Percebeu-se que o caso da manifestação patológica de deslocamento no revestimento cerâmico foi identificado de forma crônica, apresentando o mesmo comportamento típico, mostrando que não era algo pontual e isolado. A partir da detecção desta manifestação patológica na execução dos 2 primeiros edifícios as equipes envolvidas no empreendimento propuseram um levantamento de dados para entender melhor o que estava acontecendo.

Destaca-se que, concomitantemente, todos os procedimentos de execução das paredes de concreto e de assentamento das placas cerâmicas foram minuciosamente revisados, a fim de encontrar uma possível falha de execução. Porém, felizmente, nenhuma falha foi detectada.

Cabe lembrar ainda que a mão de obra que executou os referidos serviços no empreendimento em questão era previamente treinada e constantemente passava por cursos de atualização.

### **5.2 LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS**

O processo de levantamento de dados buscou analisar de forma quantitativa e qualitativa o problema encontrado. Assim, junto foi realizada a coleta de dados, através da elaboração de relatórios registrando os locais e a quantidade de pisos ociosos presentes. Cabe destacar que neste momento a equipe possuía dados associados a 2 edifícios com 4 pavimentos com 4 unidades habitacionais cada. Em cada um dos apartamentos foram analisadas 47 placas cerâmicas que se encontravam instaladas nas áreas molhadas (cozinha e banheiro), totalizando 1504 azulejos. Assim, foram elaborados relatórios registrando os locais e a quantidade de placas cerâmicas consideradas com assentamento defeituoso.



A tabela 5.1 apresenta o relatório final contendo a denominação dos apartamentos (e.g.: 401; 302; 203; 104), além do local (cozinha ou banheiro) e a quantidade de placas que exibiram a manifestação patológica durante a construção do primeiro bloco.

Tabela 5.1: Relatório do Bloco 1, elaborado em 24/02/2021.

Local	Cozinha	Banheiro
Apto. 401	<b>10</b>	3
Apto. 402	<b>12</b>	0
Apto. 403	<b>16</b>	0
Apto. 404	<b>12</b>	5
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>8</b>
Apto. 301	<b>13</b>	5
Apto. 302	<b>15</b>	0
Apto. 303	<b>17</b>	4
Apto. 304	<b>16</b>	3
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>12</b>
Apto. 201	<b>9</b>	0
Apto. 202	<b>20</b>	3
Apto. 203	<b>19</b>	1
Apto. 204	<b>13</b>	0
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>4</b>
Apto. 101	0	0
Apto. 102	0	0
Apto. 103	0	0
Apto. 104	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

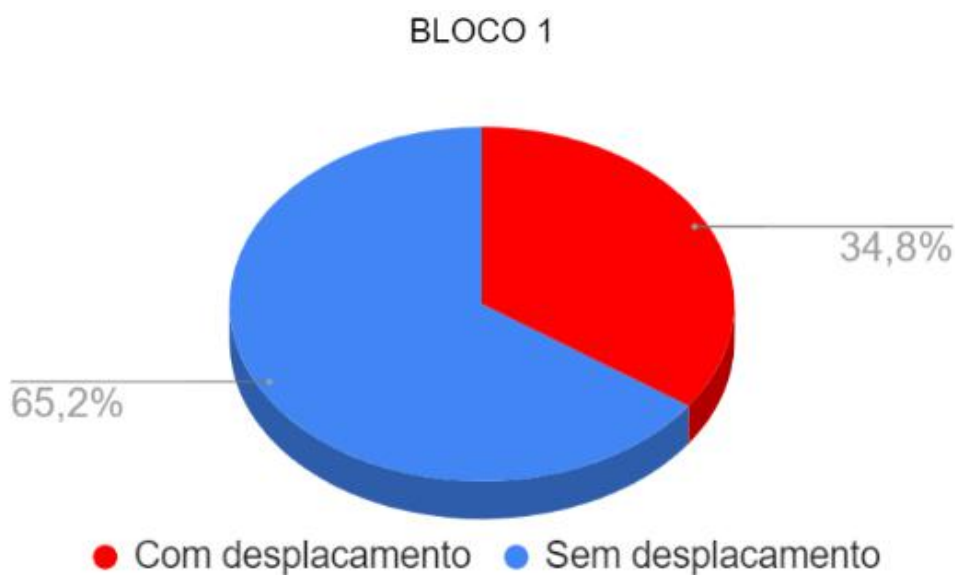
Fonte: Elaborado pelo autor.

Em linhas gerais, as placas cerâmicas instaladas na cozinha apresentaram um desempenho bem pior que as placas dos banheiros. Ainda sobre os azulejos da cozinha, o terceiro e o segundo pavimento apresentaram igual desempenho. No caso dos azulejos dos banheiros, o terceiro pavimento apresentou o pior desempenho. Por fim, considerando que no bloco 1 foram instalados 752 azulejos e que, no total, 202 apresentaram problemas,

a taxa média de placas cerâmicas com a manifestação patológica foi de aproximadamente 27%.

Vale destacar que o primeiro pavimento apresentou um desempenho, no geral, bem melhor que os outros três pavimentos. Assim, ponderou-se fazer uma análise desconsiderando as placas cerâmicas daquele pavimento. Dessa forma a taxa média de placas cerâmicas com a manifestação patológica aumentaria para cerca de 35%. como mostrado no gráfico 5.1.

Gráfico 5.1: Relatório do Bloco 1, elaborado em 24/02/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 5.2 apresenta o relatório final contendo as mesmas informações, mas para a construção do segundo bloco.

Tabela 5.2: Relatório do Bloco 2, elaborado em 25/02/2021.

Local	Cozinha	Banheiro
Apto. 401	2	7
Apto. 402	16	8
Apto. 403	6	0
Apto. 404	15	10
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>25</b>
Apto. 301	3	0
Apto. 302	5	5
Apto. 303	3	6
Apto. 304	8	2
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>	<b>13</b>
Apto. 201	11	0
Apto. 202	15	2
Apto. 203	6	1
Apto. 204	21	0
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>3</b>
Apto. 101	0	0
Apto. 102	2	2
Apto. 103	0	0
Apto. 104	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

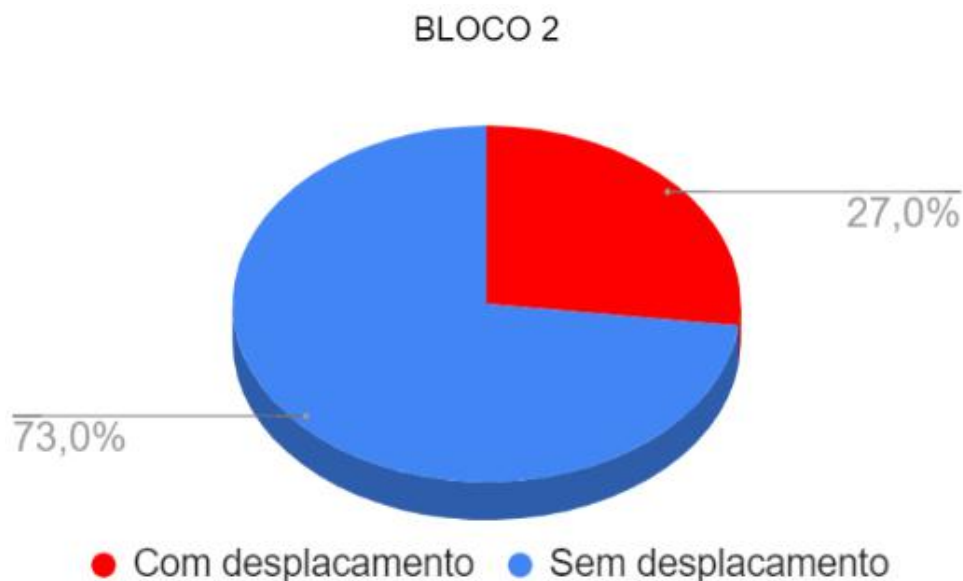
Fonte: Elaborado pelo autor.

As placas cerâmicas instaladas na cozinha apresentaram um desempenho pior que as placas dos banheiros. Ainda sobre os azulejos da cozinha, o segundo pavimento apresentou o pior desempenho, seguido do quarto, terceiro e primeiro pavimento, respectivamente. Já no caso dos azulejos dos banheiros a ordem crescente de pior desempenho foi: quarto, terceiro, segundo e primeiro pavimento, respectivamente. Também foi possível concluir que, de uma forma geral, o primeiro pavimento apresentou um desempenho melhor que os outros três pavimentos. Por fim, considerando que no bloco 2 também foram instalados 752 azulejos e que, no total, 155 apresentaram

problemas, a taxa média de placas cerâmicas com a manifestação patológica foi de aproximadamente 21%.

Da mesma forma que no primeiro bloco, ou seja, desconsiderando os azulejos do primeiro pavimento, a taxa média de placas cerâmicas com a manifestação patológica aumentaria para cerca de 27%, como mostra o gráfico 5.2.

Gráfico 5.2: Relatório do Bloco 2, elaborado em 25/02/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desse modo, a análise preliminar dos dados levantados, sobre a manifestação patológica observada, aponta que a taxa média geral, considerando todos os pavimentos dos dois blocos, seria de cerca de 24%. Analogamente, a taxa média desconsiderando o primeiro pavimento seria de 31%.

A análise visual, durante o processo de conferência das placas cerâmicas, também fez parte do processo de investigação. A figura 5. 1 mostra algumas das placas cerâmicas que apresentaram a manifestação patológica de deslocamento, além disso destaca-se em uma das imagens parte da impermeabilização aderida a argamassa de assentamento de uma das placas cerâmicas.

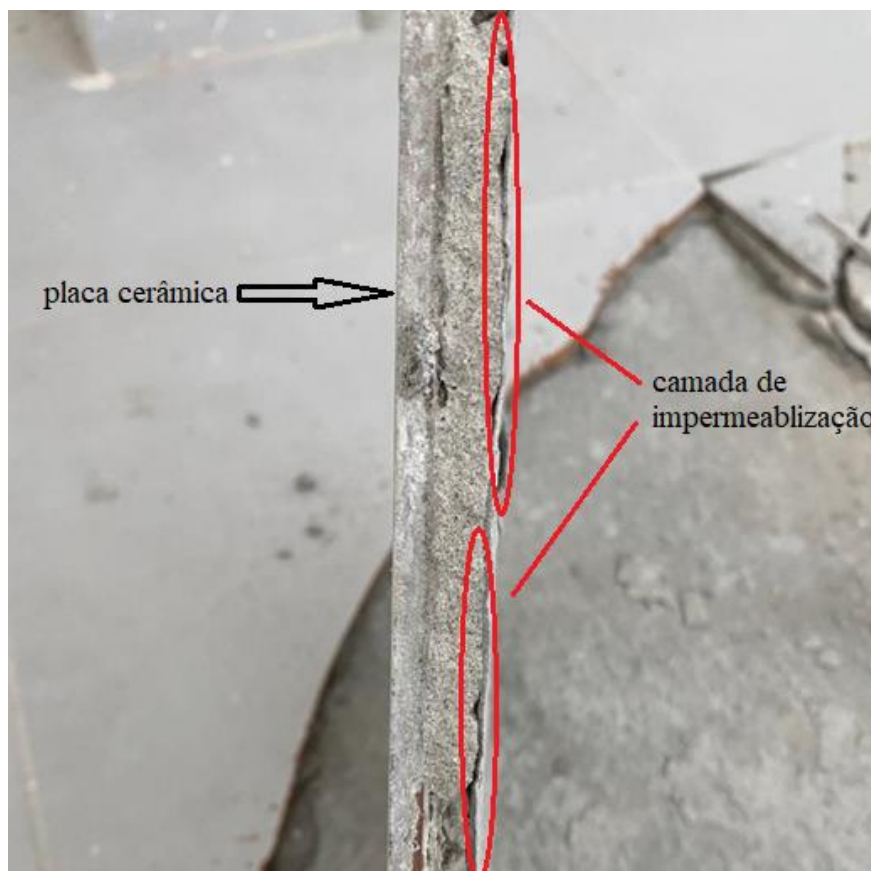
Figura 5.1 – Exemplo de placas que apresentaram deslocamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste ponto, é extremamente importante salientar que a análise visual teve caráter decisivo nas hipóteses levantadas durante a investigação sobre as possíveis causas da manifestação patológica observada. A figura 5.2 apresenta um detalhe ampliado da placa cerâmica e a camada de impermeabilização aderida a ela. Destaca-se que era esperado que a impermeabilização estivesse aderida junto a superfície das estruturas que foram aplicadas, como por exemplo, o substrato de concreto. Observa-se também que a argamassa de assentamento está bem distribuída, corroborando para a suposição que os serviços de assentamento dos azulejos foram realizados a contento.

Figura 5.2 – Detalhe de um piso com manifestação patológica com a camada de impermeabilização aderida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.3 HIPÓTESE ADOTADA SOBRE A CAUSA DA MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA

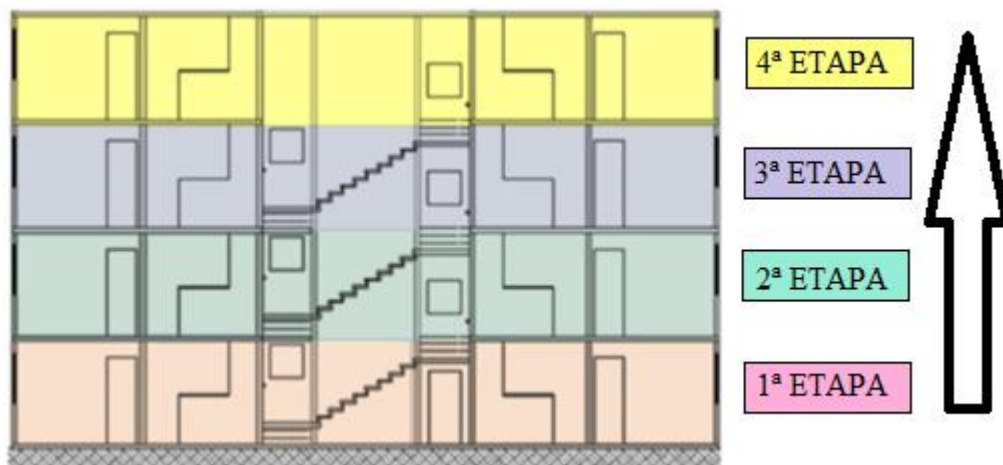
Conforme mencionado anteriormente todos os procedimentos executivos com relação a construção das paredes, impermeabilização e assentamento das placas cerâmicas foram seguidos rigorosamente. Além disso as equipes foram bem treinadas e os materiais, equipamentos e ferramentas utilizados seguiam os padrões para cada atividade. Assim, surgiu a necessidade de uma investigação com um olhar crítico visando possíveis falhas nos procedimentos que haviam sido seguidos até então.

Com base na investigação, entendeu-se que a manifestação patológica se dava na aderência da impermeabilização com o piso de concreto, onde o fator preponderante para esse mal desempenho seria a contaminação do concreto pelos resíduos da execução da estrutura.

Logo, o único resíduo proveniente da execução das paredes de concreto seria o desmoldante, que é a base de óleo, e que de fato atrapalha o processo de aderência do impermeabilizante polimérico.

Entretanto, o processo de lavagem era feito após a desforma, o que deixaria a superfície isenta dos resíduos da execução da estrutura. Porém, ao se atentar para o caminho que a água da lavagem das fôrmas das paredes de concreto percorria, percebeu-se que, com a ordem que essa lavagem ocorria (primeiro pavimento rumo ao quarto pavimento), acabava por fazer com que a própria água escoasse por gravidade. Com isso, a água contaminada com óleo proveniente dos pavimentos superiores deslocava-se através de passagens na laje e pelo hall de escada para os pavimentos inferiores, e assim podendo ser o vetor de contaminação. Destaca-se que com a inspeção visual não foi possível notar hidrorrepelência no concreto.

Figura 5.4 – Sequência da primeira lavagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fator conclusivo para a hipótese de que o desmoldante influenciou na aderência dos azulejos nos pisos dos apartamentos foi a questão associada aos casos analisados das placas com a manifestação patológica no primeiro pavimento das unidades habitacionais. Nestes casos o percentual de placas defeituosas foi muito pequeno. Com efeito, no pavimento térreo era aplicada uma camada de contrapiso em concreto antes da impermeabilização. Dessa maneira o impermeabilizante foi aplicado em um concreto limpo, isento de qualquer resíduo, inclusive do óleo proveniente do desmoldante. Assim, quando os azulejos foram assentados não ocorreu o mesmo problema quando o ensaio de percussão foi realizado.

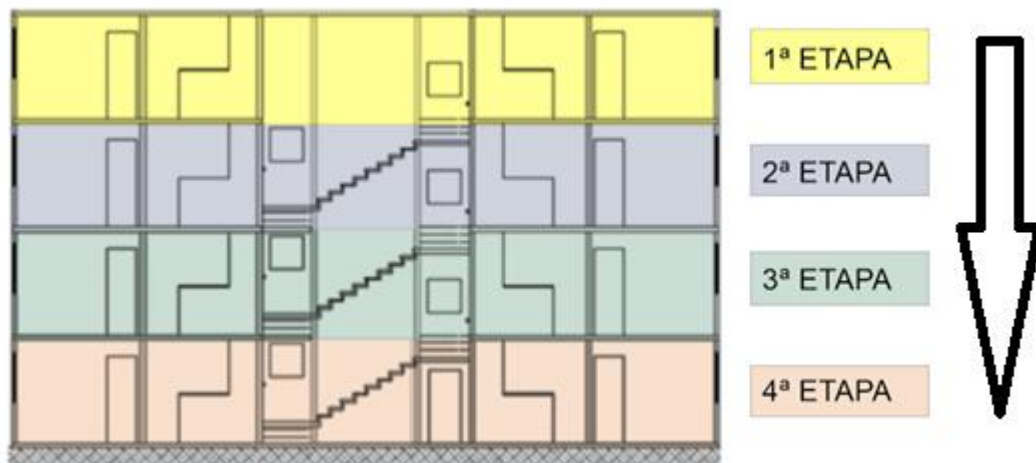
Logo, por correspondência dos processos envolvidos ficou claro que o problema ocorreu na aderência da impermeabilização com o concreto resultante do processo de lavagem.

#### 5.4 PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

Nesse contexto foi proposta uma intervenção para sanar a causa da manifestação patológica nas novas instalações. Essa intervenção consistiu de uma nova lavagem da estrutura - (re)lavagem - antes da impermeabilização e, conseqüentemente, do assentamento das cerâmicas. A (re)lavagem foi iniciada do último pavimento, seguindo rumo ao pavimento térreo, ordem exatamente inversa ao que os procedimentos executivos originais recomendam para a primeira lavagem.

Assim, adotou-se como medida extra uma segunda lavagem - (re)lavagem - antes do início da impermeabilização seguindo o caminho da gravidade (primeiro no último pavimento, seguindo em direção ao pavimento térreo), como mostra a figura 5.4.

Figura 5.4 – Sequência da (re)lavagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 5.5 RESULTADOS DA (RE)LAVAGEM



O procedimento da (re)lavagem foi incorporado na metodologia executiva e foi aplicada em mais três blocos (#17, #16 e #4), sendo adotado como regra antes da aplicação da impermeabilização. Naturalmente, após a impermeabilização as placas cerâmicas foram assentadas. Destaca-se que a (re)lavagem do piso também utilizou uma lavadora de alta pressão (tipo VAP), como mostra a figura 5.5.

Figura 5.5 – (Re)lavagem



Fonte: Elaborado pelo autor.

Passados 3 dias da instalação da cerâmica foi realizada a conferência por meio do ensaio de percussão. A tabela 5.3 apresenta o relatório final contendo as mesmas informações dos relatórios anteriores, mas para a construção do 17º bloco, onde foi aplicada a intervenção da (re)lavagem.

Tabela 5.3: Relatório do Bloco 17, elaborado em 23/05/2021.

Local	Cozinha	Banheiro
Apto. 401	0	0
Apto. 402	0	0
Apto. 403	0	0
Apto. 404	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Apto. 301	0	0
Apto. 302	0	0
Apto. 303	0	2
Apto. 304	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Apto. 201	0	0
Apto. 202	0	0
Apto. 203	0	0
Apto. 204	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Apto. 101	0	0
Apto. 102	1	0
Apto. 103	1	1
Apto. 104	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desconsiderando-se o primeiro pavimento, pois não apresenta comportamento crônico da manifestação patológica, tem-se para o Bloco 17 uma taxa média de somente 1,4% de placas cerâmicas defeituosas, como mostra o gráfico 5.3.

Gráfico 5.3: Relatório do Bloco 17, elaborado em 23/05/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 5.4 apresenta o relatório final contendo as informações para a construção do 16º bloco, onde também foi aplicada a (re)lavagem.

Tabela 5.4: Relatório do Bloco 16, elaborado em 18/05/2021.

Local	Cozinha	Banheiro
Apto. 401	0	0
Apto. 402	1	0
Apto. 403	0	0
Apto. 404	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Apto. 301	1	0
Apto. 302	0	0
Apto. 303	0	0
Apto. 304	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Apto. 201	0	0
Apto. 202	2	0
Apto. 203	0	0
Apto. 204	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
Apto. 101	0	0
Apto. 102	1	0
Apto. 103	0	0
Apto. 104	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Da mesma forma, ou seja, desconsiderando-se o primeiro pavimento tem-se para o Bloco 16 uma taxa média de 0,9% das placas cerâmicas com som cavo quando submetidas à percussão, como mostra o gráfico 5.4.

Gráfico 5.4: Relatório do Bloco 16, elaborado em 18/05/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A tabela 5.5 apresenta o relatório final contendo as informações para a construção do 4º bloco, onde também foi aplicada a segunda lavagem - (re)lavagem.

Tabela 5.5: Relatório do Bloco 4, elaborado em 25/05/2021.

Local	Cozinha	Banheiro
Apto. 401	0	0
Apto. 402	0	0
Apto. 403	1	0
Apto. 404	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Apto. 301	0	0
Apto. 302	0	0
Apto. 303	0	1
Apto. 304	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
Apto. 201	0	1
Apto. 202	0	2
Apto. 203	0	1
Apto. 204	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
Apto. 101	0	0
Apto. 102	1	0
Apto. 103	0	0
Apto. 104	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Desconsiderando-se o primeiro pavimento, a taxa média do Bloco 4 é de 1,6% para placas cerâmicas com manifestação patológica de deslocamento, como mostra o gráfico 5.5.

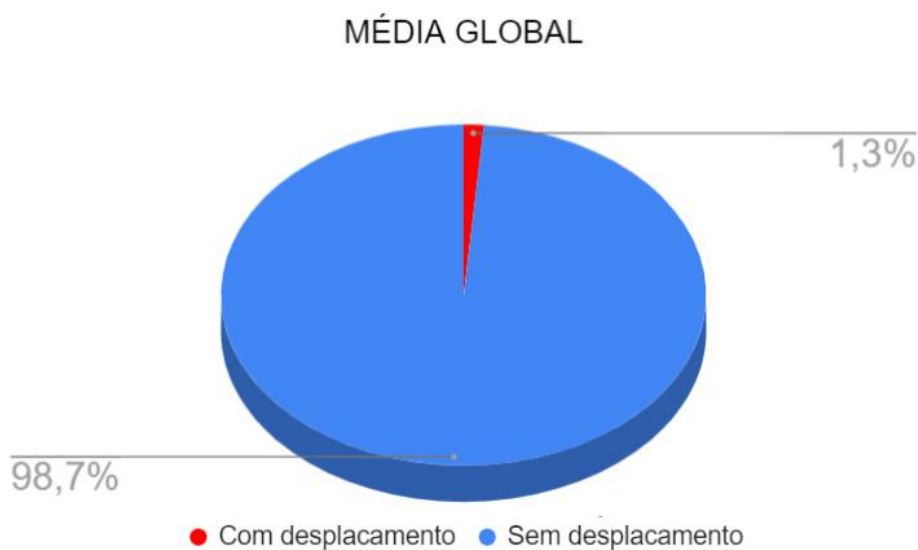
Gráfico 5.5: Relatório do Bloco 4, elaborado em 25/05/2021.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Desse modo, os dados apontam que a taxa média global de placas cerâmicas que apresentaram a manifestação patológica associada ao deslocamento para esses os blocos 17, 16 e 4 é de apenas 1,5%, como mostra o gráfico 5.6.

Gráfico 5.6: Média global de deslocamento após a relavagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, acredita-se que o acréscimo do processo de (re)lavagem ao processo executivo original resultou em uma redução muito expressiva do número de placas cerâmicas com a manifestação patológica. Com efeito, os valores encontrados após a intervenção atendem os critérios normalmente utilizados em obras como base para atestar que as cerâmicas foram assentadas de maneira correta.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A crescente demanda por moradia de baixo custo no Brasil fez com que o governo federal, em 2009, lançasse o programa *Minha Casa, Minha Vida*. As tecnologias empregadas nessas construções devem ser compatíveis com a renda média das famílias que ali vão residir. Assim, diversas empresas começaram a investir em metodologias, até então, não tão tradicionais no mercado imobiliário brasileiro (e.g.: paredes de concreto moldadas *in loco* com revestimento cerâmico). Naturalmente, associado a um método de construção diferente do usual, surgem alguns problemas que não são conhecidos.

Particularmente, neste trabalho, o autor teve a oportunidade de estagiar em um empreendimento na cidade de Macaé-RJ composto por 18 edifícios multifamiliares subsidiados pelo governo federal, cujo modelo estrutural era de paredes de concreto moldadas *in loco* com acabamento em revestimento cerâmico. O cronograma de execução do empreendimento propunha que, primeiramente, dois blocos de edifícios fossem construídos. Desta forma, foi possível observar se os métodos executivos, equipamentos, materiais e ferramentas aplicadas estavam funcionando a contento.

Durante a fase de testes de aderência dos revestimentos cerâmicos (teste de percussão) notou-se a presença de uma manifestação patológica referente ao deslocamento de diversas placas cerâmicas dos pisos das áreas molhadas destes dois primeiros blocos de edifícios. Assim, para estas placas foram adotados procedimentos tradicionais de tratamento, ou seja, foram removidas, a argamassa raspada e as cerâmicas substituídas.

Antes da segunda fase do empreendimento - construção de mais 16 edifícios - um estudo de caso foi realizado verificando em detalhes a realização de todos os procedimentos executivos das paredes de concreto moldadas *in loco*, bem como os procedimentos associados à instalação das placas de revestimento cerâmico.

Ao realizar um levantamento de dados associado ao deslocamento das cerâmicas verificou-se que a manifestação patológica se manifestava de forma frequente em locais análogos. Observou-se que os problemas ocorriam sempre no piso de áreas molhadas, onde havia sido executada impermeabilização previamente, caracterizando um



comportamento crônico. Como os procedimentos de execução das paredes, bem como os procedimentos de assentamento das cerâmicas haviam sido seguidos corretamente, percebeu-se a necessidade de uma investigação com um olhar crítico visando possíveis falhas naqueles procedimentos.

Com a realização da investigação, notou-se que a causa da manifestação patológica estava relacionada à contaminação do concreto pelo desmoldante à base de óleo. Este desmoldante afetava o desempenho quanto a aderência da camada de impermeabilização onde as placas de cerâmicas eram assentadas diretamente.

Desta forma, foi proposta uma intervenção para sanar a causa da manifestação patológica nas novas instalações. Essa intervenção consistiu de uma nova lavagem da estrutura - (re)lavagem - antes da impermeabilização e, conseqüentemente, do assentamento das cerâmicas. A (re)lavagem foi iniciada do último pavimento, seguindo rumo ao pavimento térreo, ordem exatamente inversa ao que os procedimentos executivos originais recomendam para a primeira lavagem. Com efeito, a primeira lavagem acabou tendo, somente, a função de limpar as formas da parede de concreto.

Após a construção de mais três edifícios, onde foi aplicada a (re)lavagem foi possível perceber, através dos testes de percussão, que houve uma redução de cerca de 95% da incidência do deslocamento das cerâmicas. Assim, a taxa média global da manifestação patológica passou a representar apenas 1,5% do total anterior.

Conclui-se, portanto, que o desaparecimento do som cavo mediante o teste de percussão somado à redução das manifestações patológicas nas placas cerâmicas corrobora sobre a eficiência da intervenção adotada, bem como confirmam a hipótese de que havia contaminação pelo desmoldante à base de óleo.

Destaca-se que, realmente, a contaminação era proveniente da ordem em que o processo de lavagem era realizado de acordo com os procedimentos recomendados originalmente. Percebeu-se que a lavagem após a desforma, antes da impermeabilização, na ordem que era realizada, fazia com que a água contaminada com óleo proveniente dos pavimentos superiores escoasse (através passagens na laje e pelo hall de escada) para os andares inferiores que já haviam sido lavados previamente.

Assim, sugere-se que, além da primeira lavagem (formas paredes) também seja realizada uma segunda lavagem, antes da impermeabilização. Esta (re)lavagem deve seguir a seguinte ordem: lavagem do último pavimento, lavagem do pavimento imediatamente inferior, e assim por diante até chegar no pavimento térreo.

No presente trabalho alguns aspectos que se mostraram interessantes podem ser investigados melhor. Assim, sugere-se que futuros trabalhos abordem alguns dos seguintes temas a seguir:

- Estudo e realização de ensaios de resistência ao arrancamento da impermeabilização polimérica aplicada diretamente sobre a estrutura proveniente do processo de paredes de concreto moldadas *in loco*;
- Análise a longo prazo do desempenho das cerâmicas aplicadas diretamente sobre a estrutura proveniente do processo de paredes de concreto moldadas *in loco*;
- Comparação do comportamento de outros tipos de impermeabilização sob condições análogas ao presente trabalho;
- Estudo de uma demão de nata de argamassa ACIII com Bianco no substrato antes da impermeabilização polimérica em situação análoga ao presente trabalho, visando uma possível melhora da aderência da mesma;
- Análise da aderência de aplicação da cerâmica diretamente na estrutura, no caso das áreas secas (sem impermeabilização);
- Tratamento da água contaminada pelos resíduos provenientes das lavagens;
- Reaproveitamento da água contaminada pelos resíduos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. L. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). COLETÂNEA DE ATIVOS: PAREDE DE CONCRETO, 2007/2008. Disponível em: <[https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Coletanea\\_PC2007-2008.pdf](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2016/02/Coletanea_PC2007-2008.pdf)>. Acesso em: 08 de abril de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: especificação. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. ABNT. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755**: revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13816:1997** – Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 15575-3**, Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16055** (2012) – Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 5738:2003** Concreto - Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos-de-Prova - Método de Ensaio. ABNT/MB 2. Rio de Janeiro. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 5739/2007** - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Método de Ensaio. ABNT/MB 3. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 6118/2007** - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Método de Ensaio. ABNT/MB 3. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 7211:2009**. Agregados para Concreto – Especificação. ABNT/EB 4. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 7217:1987**. Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 9574**: Execução de impermeabilização, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 9817**: Execução de piso com revestimento cerâmico – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). Guia de assentamento de revestimento cerâmico. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br>> . Acesso em: 18 jan. 2022.

BAUER, R. J. F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. II, Salvador, 1997. Anais... p.321-33.

BENTO, J.J.J Patologias em revestimentos cerâmicos colados em paredes interiores de edifícios. Dissertação de Mestrado (Especialização em Construção Civil) - Universidade do Porto, Portugal, 2010.

CALADO, Carlos et al. Estudo de viabilidade e durabilidade de concreto auto-adensável em canteiro de obra. Caso da Arena Pernambuco. 2015.

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

CORRÊA, J. M. Considerações sobre projeto e execução de edifícios em paredes de concreto moldadas in loco. São Carlos, 2012. Trabalho de conclusão de curso. UFSC – Universidade Federal de São Carlos.

FERNANDES, E. S. Avaliação de manifestações patológicas em revestimento de piso cerâmico com deslocamento generalizado: estudo de caso. 2016. 40f. Artigo (Engenharia civil), Universidade Católica de Brasília.

FONTENELLE, M. A. M.; MOURA, Y. M. Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004.

FORSA. Catálogo de fôrmas de paredes de concreto moldadas in loco. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/formaplan/catalogo\\_forma.pdf](https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/formaplan/catalogo_forma.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2022.

GALLETTO, Adriana; ANDRELLO, José Mario. Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos. In: CINPAR–IX Congresso Internacional sobre Patología y Recuperación de Estructuras, João Pessoa (Brasil). 2013.

GIL, Antonio Carlos et al. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

- MISURELLI, H ; MASSUDA, C. Como construir Paredes de Concreto. Revista Técnica, São Paulo, n. 147, 2009.
- MISURELLI, Hugo; MASSUDA, Clovis. Paredes de Concreto. 2013. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/1653308-Como-construir-paredes-de-concreto.html>> . Acesso em: 08 abril 2022.
- MONTE, MARCIA VR da C. Avaliação de engobes no aparecimento da mancha d'água em revestimentos cerâmicos. 2008.
- MORENO JUNIOR, Rafael e SELMO, Sílvia Maria de Souza. **Aderência de argamassas de reparo de estruturas de concreto**. . São Paulo: EPUSP. . Acesso em: 15 jun. 2022. , 2007
- OLIVEIRA, Patrícia Vasconcelos de et al. Deslocamento cerâmico em revestimento interno no sistema construtivo parede de concreto moldado in loco. 2018.
- OLIVEIRA, Wenderson Eustaquio Araujo. Patologias das construções-revestimentos cerâmicos: revestimentos cerâmicos. 2010.
- PEZZATO, Leila Maria; SICHIERI, Eduvaldo Paulo. Patologias no sistema revestimento cerâmico: análise sobre o atendimento ao consumidor realizado pelo Centro Cerâmico do Brasil. In: **52o Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis, SC**. 2008. p. 1-11.
- SGOBBI, Vinicius Gabriel; MIRANDA, Lucas Rodrigo. UM ESTUDO SOBRE O MÉTODO CONSTRUTIVO PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS IN LOCO—SUA EXECUÇÃO, VANTAGENS E DESVANTAGENS. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218, v. 1, n. 1, p. e210915-e210915, 2021.
- SILVESTRE, J.; BRITO, J. Inspeção e diagnóstico de revestimentos cerâmicos aderentes. Revista Engenharia Civil, Universidade do Minho, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://www.researchgate.net/publication/281242192>>. Acesso em: 19 jan. 2022.
- VALENTINI, P.; KAZMIERCZAK, C. S. Avaliação da aderência de placas cerâmicas aplicadas como revestimento de fachada. **Revista ALCONPAT**, v. 6, n. 2, p. 116-128, 2016.
- ASTRA. Tubos PEX. Disponível em: <<https://www.astra-sa.com/destaques/tubos-pex-vantagens-em-relacao-aos-tubos-de-pvc-e-cobre/>> Acesso em: 08 abr. 2022.
- BLOG DA LIGA. Desempenho das paredes de concreto. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/desempenho-das-paredes-de-concreto/>> Acesso em: 08 abr. 2022.
- BLOG DA LIGA. Patologias das paredes de concreto. Disponível em: <<https://blogdaliga.com.br/11-mandamentos-para-evitar-patologias-em-paredes-de-concreto>> Acesso em: 08 abr. 2022.
- BLOG PEDREIRÃO. Assentamento de cerâmica. Disponível em: <<https://pedreira.com.br/como-assentar-ceramicas-de-piso-passo-a-passo/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

BLOK BLOG. Eflorescência. Disponível em:

<<https://www.blok.com.br/blog/eflorescencia>> Acesso em: 08 abr. 2022.

CASA DO CONSTRUTOR. Dicas para assentamento de piso. Disponível em:

<<https://info.casadoconstrutor.com.br/almanaque/dicas/4-dicas-importantes-sobre-assentamento-de-piso/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

CIMENTO ITAMBÉ. Sistema de paredes de concreto moldadas in loco. Disponível em:

<<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/sistema-paredes-de-concreto/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Armação Parede de Concreto. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/armacao/execucao/32/armacao.html>> Acesso em: 08 abr. 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Controle Parede de Concreto. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/controle/qualidade/27/controle.html>> Acesso em: 08 abr. 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Fôrmas Parede de Concreto. Disponível em:

<<https://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>> Acesso em: 08 abr. 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Fundações Parede de Concreto. Disponível em:

<<https://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/fundacoes/execucao/30/fundacoes.html>> Acesso em: 08 abr. 2022.

COMUNIDADE DA CONSTRUÇÃO. Instalações Parede de Concreto. Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/instalacoes/execucao/34/instalacoes.html>> Acesso em: 08 abr. 2022.

DECORANDO CASAS. Passo a passo do assentamento de piso. Disponível em:

<<https://decorandocasas.com.br/2016/03/31/como-colocar-piso-passo-passo/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

DICIONÁRIO HOUAISS. Patologia. Disponível em:

<[https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol\\_www/v6-0/html/index.php#1](https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v6-0/html/index.php#1)> Acesso em: 08 abr. 2022.

DICIONÁRIO MICHAELIS. Patologia. Disponível em:

<<https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=patologia>> Acesso em: 08 abr. 2022.

FAZ FÁCIL. Medidas revestimento cerâmico. Disponível em:

<<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/revestimento-ceramico-medidas/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. Patologia cerâmica. Disponível em:

<<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=2034>> Acesso em: 10 abr. 2022.

G1. Casas de programa social apresentam problemas dois anos após entrega. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-jose-do-rio-preto-aracatuba/noticia/2018/08/11/casas-de-programa-social-apresentam-problemas-dois-anos-apos-entrega.ghtml>> Acesso em: 08 abr. 2022.

GOOGLE MAPS. Localização. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-22.3196575,-41.756071,242m/data=!3m1!1e3>> Acesso em: 08 abr. 2022.

IBRACON, REVISTA 90. Sistemas construtivos paredes de concreto, alvenaria estrutural e pré-fabricados de concreto. Disponível em: <[https://ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/pdfs/revista90.pdf](https://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista90.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2022.

IBTS. Melhores práticas de paredes de concreto. Disponível em: <[http://www.bps.com.br/ibts/news/paredes\\_concreto.pdf](http://www.bps.com.br/ibts/news/paredes_concreto.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2022.

IMPERMARKET. Aditivo Superplastificante. Disponível em: <<https://www.impermarket.com.br/aditivo-superplastificante-mc-powerflow-3100-tambor-210kg-2631/p?idsku=2631>> Acesso em: 10 abr. 2022.

IMS CONSTRUTORA. Parede de concreto cresce entre opções de sistema construtivo para habitação popular. Disponível em: <<http://www.imsconstrutora.com.br/?p=6616>> Acesso em: 08 abr. 2022.

INOVA CIVIL. Patologia cerâmica. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/as-principais-patologias-de-revestimento-ceramico-aderido-a-fachada/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

LD ACABAMENTOS. Manual de instruções técnicas. Disponível em: <<https://ldacabamentos.com.br/blog/manual-de-instrucoes-tecnicas-5h-castelatto/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

NEOFORMAS. Montagem de fôrmas de paredes de concreto. Disponível em: <<https://www.neoformas.com.br/passa-a-passo-paredes-de-concreto-montagem-das-formas>> Acesso em: 08 abr. 2022.

NÚCLEO PAREDE DE CONCRETO. Requisitos e procedimentos de paredes de concreto moldadas in loco. Disponível em: <<https://nucleoparededeconcreto.com.br/nbr16055-parede-de-concreto-moldada-no-local-para-a-construcao-de-edificacoes-requisitos-e-procedimentos/>> Acesso em: 10 abr. 2022.

PLANTASDECASAS.COM. Pisos cerâmicos. Disponível em: <<https://plantasdecasas.com/9-raoes-para-usar-pisos-ceramicos-de-tamanhos-maiores/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

PORTAL VIRTUAHAB. Paredes de concreto. Disponível em: <<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/paredes-de-concreto/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

PORTOKOLL. Passo a passo assentamento de cerâmica. Disponível em: <<https://www.portokollpremium.com.br/blog/conheca-o-passo-a-passo-para-fazer-um-bom-assentamento-de-ceramica/>> Acesso em: 08 abr. 2022.

QUARTZOLIT. Assentamento de Revestimento. Disponível em:  
<<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/etapas-do-assentamento-de-revestimento>> Acesso em: 08 abr. 2022.

QUARTZOLIT. Preparo de base e diagnóstico em pisos. Disponível em:  
<<https://www.quartzolit.weber/ajuda-e-dicas-para-construir/preparo-da-base-e-diagnosticos-em-pisos>> Acesso em: 08 abr. 2022.

SAINT GOBAIN. Rejunte. Disponível em: <<https://www.saint-gobain.com.br/experiencias/blog/por-que-um-rejunte-de-qualidade-e-importante-para-sua-obra>> Acesso em: 10 abr. 2022.

SANTORINI CONSTRUÇÃO CIVIL. Assentamento de revestimento cerâmico. Disponível em: <<https://santoriniconstrucao civil.com.br/servicos/assentamento-e-revestimento-ceramico>> Acesso em: 08 abr. 2022.

STARRET. Giz de linha. Disponível em:  
<<https://www.starrett.com.br/produtodetalhe.asp?prodnome=Giz-de-Linha--Prumo-de-Linha-giz-de-linha-starrett&cat=5&linha=97&codprod=440>> Acesso em: 08 abr. 2022.



## ANEXO I - PROCESSO EXECUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO

### A) LOCAÇÃO DE PAREDES

Para locação das paredes de concreto moldadas in loco deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realizar a locação. A tabela I.1 apresenta os documentos utilizados e os materiais, equipamentos e ferramentas.

Tabela I.1 - Documentos de referência e materiais, equipamentos e ferramentas necessários para locação das paredes de concreto.

Documentos de referência	Materiais, equipamentos e ferramentas
Projeto de arquitetônico	Sistema de segurança - Conforme projeto de fôrma
Projeto de estrutural;	Pó xadrez;
Projeto de instalações elétricas;	Cal hidratada (para o primeiro tratamento caso a fôrma não venha tratada de fábrica);
Projeto de instalações hidráulicas;	Linha – Preferencialmente de algodão;
Projeto de modulação de fôrmas;	Distanciadores tipo gabarito – Marcação das paredes;
Projeto de implantação da obra;	Esquadro;
Projeto Aprovado pelo Bombeiro	Trena metálica
	Finca pino para fixação dos distanciadores de pé de parede.

Fonte: Acervo da obra

A locação da obra deverá estar concluída e conferida de acordo com o projeto estrutural, devendo as fundações estarem niveladas com uma folga nas medidas de todo o perímetro do lajão (radier) de 5 cm.

No piso do pavimento térreo, deve-se ter as instalações posicionadas e conferidas, a fiada zero impermeabilizada contendo as instalações térreas embutidas, e o concreto (contrapiso), tendo este uma espessura mínima de 5 cm, os arranques posicionados e conferidos.

### A.1) MARCAÇÃO

Executar as marcações das linhas que auxiliam na montagem das fôrmas de parede. Para auxiliar essa marcação, primeiro define-se dois eixos de referência (X e Y), sendo um em cada direção. Se necessário criar eixos auxiliares no centro de blocos geminados (X' e Y').

Definidos esses dois eixos, criar preferencialmente um projeto auxiliar, indicando as cotas acumuladas para ter a referência inicial das marcações das paredes, utilizando a trena metálica.

Para realizar a marcação das lajes, é necessário ter em mãos o projeto com todas as medidas internas, giz de linha (preferencialmente de algodão) para marcação, pó xadrez com cores de destaque (é indicado usar vermelho ou azul) e trena.

A marcação inicia-se partindo da junta de dilatação, marcando-se as faces internas e externas de cada parede com as cotas acumuladas (pode-se marcar somente uma das faces, não necessariamente ambas as faces das paredes). Para paredes internas fazer uso de distanciadores ou pinos.

Através das marcações dos eixos de referência, transferidas desde a locação do lajão, espelha-se para o lado direito e lado esquerdo a medida da marcação do eixo conforme especificado no projeto, delimitando a espessura da parede, utilizando trena e pó xadrez nas marcações.

Para blocos geminados, considera-se o eixo da junta de dilatação e espelha-se para cada lado a medida solicitada em projeto para encontrar a face da parede, com isso, delimita-se a espessura da parede conforme projeto. Após a marcação, conferir, o esquadro do bloco, cômodo.

Com as linhas de marcações riscadas no piso, colocar pinos ou distanciadores para fôrma, faceando a marcação riscada anteriormente no piso, com espaçamento médio de 60cm entre eles. Esses pinos ou distanciadores auxiliarão na montagem das fôrmas. A escolha do modelo de pino ou distanciadores deve estar de acordo com a medida da parede.

### A.2) ARMAÇÃO (PAREDES E LAJES)

- É utilizado tela de aço soldada, conforme especificações do projeto.

- É necessário deixar pontos de arranques nas lajes inferiores para que seja feita a amarração das telas de aço, conforme projeto.
- Deve-se centralizar as telas nas paredes utilizando distanciadores.
- Após a montagem das telas, colocar distanciadores plásticos, com a finalidade de manter a armadura no eixo da parede após a concretagem. é necessário que se utilize 1 distanciador a cada metro linear no eixo x (eixo horizontal) e no eixo y (eixo vertical) utilizando no mínimo 3 distanciadores.
- Nos encontros de paredes/paredes e paredes/lajes, devem ser executados reforços de tela no formato em “L” para evitar o aparecimento de fissuras.
- Os reforços de verga e contraverga deverão seguir o projeto.
- É extremamente importante executar as medidas e os reforços de armações nos cantos de portas e janelas conforme especificação do projeto estrutural, pois são eles que irão evitar o aparecimento de futuras manifestações patológicas (fissurações).
- Para as lajes, também é necessário garantir a posição correta das armaduras com a aplicação de distanciadores plásticos. Utilizar um distanciador a cada 1 m linear dos eixos x e y
- A instalação das telas deve ser feita sem recortes, preferencialmente. Após o fechamento interno das placas, é feito os cortes dos vãos de portas e janelas, pois as placas servirão de gabarito.

## **B) MONTAGEM DE FÔRMAS**

Para execução da montagem das fôrmas de concreto moldadas in loco deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realizar a locação, bem como acessórios para fixação e desmontagem das fôrmas. A tabela I.2 apresenta os itens supracitados.

Tabela I.2 - Documentos de referência; materiais, equipamentos e ferramentas; e acessórios para fixação e desmontagem das fôrmas necessários para execução do serviço.

Documentos de referência	Materiais, equipamentos e ferramentas	Acessórios para fixação e desmontagem das fôrmas
--------------------------	---------------------------------------	--

Projeto de modulação de fôrma	Painel de parede	Martelo reforçado
	Peça de união de paredes e lajes (canto laje)	Sacador de gravatas
	Painel de laje	Sacador de Painel
	Fechamento de portas e janelas	Sacador de União entre Paredes e Lajes
	Gravatas (faquetas) e distanciador	Espátula metálica
	Pinos	Pulverizador costal (aplicação de desmoldante a base água)
	Cunhas	Rolo antigota (aplicação de desmoldante a base de óleo vegetal)
	Alinhadores	Espátulas para raspagem (lateral e face de contato)
	Porta alinhador	Lavadora de alta pressão (quantidade:2)
	Distanciadores plásticos	Régua de alumínio
	Desmoldante a base de óleo vegetal (face de contato e lateral);	Tesoura para corte da tela
	Desmoldante a base de óleo com emulsão de água (parte externa da fôrma)	
	Tesoura para corte de aço	
	Pó xadrez	
	Escoras	
	Conjunto de guarda corpo/ Proteção de periferia	
	Sistema de segurança conforme projeto da fôrma	
	Chavetas	
	Tensores para vão de portas	
	Aprumadores	
	Sacos de EPE para proteção das faquetas	
	Nível a Laser	
	Prumo de Face	

	Armação executada	
	Esquadro – Verificar projeto de esquadro	
	Palha de aço	
	Trena	

Fonte: Acervo da obra

#### B.1) CONDIÇÕES DE INÍCIO DE SERVIÇO

- A Reunião de apresentação técnica, definições de canteiro, formação de equipe de montadores e análise de projetos com departamentos de engenharia, equipamentos e segurança do trabalho deve ser realizada antes do início do serviço.
- O traço deve estar validado antes da primeira concretagem.
- A central de ensaios (laboratório) deve estar montada no canteiro, prensa, tanques de armazenamento e os materiais básicos (fôrmas p/ corpo de prova, slump test e flow test).
- O concreto e a bomba deverão estar programados com a concreteira e os ensaios com o laboratório.
- As armações devem estar finalizadas e conferidas.
- As instalações elétricas e complementares das paredes devem estar finalizadas e conferidas. Não esquecer dos tubos de drenos do ar condicionado.

#### B.2) APLICAÇÃO DO DESMOLDANTE

Antes da montagem de cada ciclo de concretagem é necessária a aplicação de uma camada de desmoldante em todas as placas da fôrma, na face de contato e na lateral, com base em óleo vegetal.

Na parte externa da fôrma (costelas), é opcional a utilização, neste caso usar desmoldante a base de água, o objetivo é facilitar a desforma e garantir a integridade e durabilidade dos painéis. Atentar-se para não aplicar desmoldante em excesso, pois irá dificultar a aderência do acabamento no concreto.

#### B.3) MONTAGEM DAS FÔRMAS

- Para iniciar a montagem da fôrma é necessário ter o projeto de modulação de fôrmas em mãos e atentar-se às dimensões de cada ambiente e às placas da fôrma,

a posição das escoras de nivelamento de lajes e demais acessórios de instalação e travamento das fôrmas.

- A montagem da fôrma é realizada em “x”, realizando a concretagem do pavimento em duas etapas e assim por diante de forma sequencial.
- Fixe um painel de cada lado do canto formando um “L”. Assim não será necessário ter um funcionário a mais segurando os painéis. Verifique o esquadro antes de prosseguir a montagem.
- Para a junção das peças que compõem as fôrmas, serão utilizados elementos chamados faquetas/gravatas fixados com pinos e cunhas ao longo de toda a fôrma. Para facilitar a retirada dessas faquetas/gravatas após cada concretagem, as mesmas serão envoltas por “camisinhas”, material de polietileno expandido (embalagens de EPE).
- Somente após a montagem de todas as fôrmas das paredes dos cômodos é que serão montadas as fôrmas das lajes.
- As lajes serão escoradas conforme projeto e devem ser conferidas com nível à laser. Atentar para as escoras que permaneceram fixas (Painel de escoramento permanente).
- Para que as paredes fiquem sempre alinhadas, serão utilizadas cantoneiras de alinhamento (alinhadores).
- A retirada do escoramento permanente deve ocorrer somente após o concreto atingir a resistência especificada em projeto (atentar se o módulo de elasticidade atingiu a especificação de projeto). É necessário a instalação de alinhadores externos, superiores e inferiores, a fim de evitar que a fôrma se abra durante o processo de concretagem e para manter seu alinhamento. Para retirar o alinhador, deve-se utilizar uma ferramenta apropriada para não danificar as peças.
- Para que o concreto não vaze por baixo das fôrmas da parede onde houver rebaixo de laje e onde forem observadas pequenas frestas, sempre fazer uso de uma “calafetação” que pode ser feita com “massa pobre” no pé da fôrma nesses lugares. No caso de utilização de laje nível zero, é possível substituir o uso da massa pobre por tiras de madeira (sarrafo), que podem ser reutilizadas, ou mesmo gesso lento, papelão ou saco de cimento lavado.

- Após a conclusão da primeira montagem, deve-se fazer a identificação dos painéis da fôrma através de cores e números. Esta identificação deve ser feita por apartamento, facilitando assim as próximas montagens.

#### B.4) JUNTAS DE DILATAÇÃO

- Para as paredes de juntas de dilatação (paredes de divisa entre as duas “asas” do bloco) são utilizadas faquetas duplas, as quais são colocadas na concretagem da primeira parede e retiradas somente após concretagem da segunda. Quando a fôrma é para dois apartamentos, é necessário o uso do dobro de faquetas para a parede dupla.
- Na parede de junta de dilatação é necessário fixar as placas de isopor de alta densidade (T5) para sua composição, as faquetas servirão de apoio para essa fixação.

#### B.5) NIVELAMENTO DA LAJE

- Após a finalização da montagem das fôrmas, é necessário realizar o nivelamento da laje com o auxílio do nível à laser.
- Caso em um mesmo pavimento haja mais de uma concretagem, iniciar a montagem das fôrmas pelo trecho onde estiver localizado o hall de escadas. Dessa maneira, após a concretagem desse trecho já poderemos utilizar a escada para subir as fôrmas para o pavimento superior, se necessário.
- Nos pavimentos superiores, as fôrmas das paredes externas serão apoiadas em cantoneiras, ou painel de ciclo ou ângulo de arraste (dependendo do fornecedor), fixadas nas paredes de baixo ou plataforma de trabalho.
- Verificar procedimento de montagem do fabricante.

#### B.6) PRUMO, NIVELAMENTO E ESQUADRO DA FÔRMA

- Conferir prumo, esquadro e alinhamento das fôrmas em todos os cômodos.
- Na parte externa da fôrma, conferir o prumo de todas as quinas das fôrmas.
- Após a conclusão da montagem da fôrma, é obrigatório a conferência da instalação dos alinhadores, esquadros, tensores, escoras, e a conferência do prumo

da fôrma com um prumo de face em todos os cômodos. Este prumo deverá aferir a parede que será concretada com o primeiro pavimento.

- Concretar somente quando estiver aprumado e alinhado.
- Para a montagem das fôrmas dos próximos pavimentos tipos, é necessária a instalação da plataforma de trabalho ao redor de todo o prédio.

#### B.7) DESMOLDANTE

- Para proteção e durabilidade da fôrma é obrigatório a aplicação de desmoldante a base de óleo puro (base vegetal) nas faces de contato com o concreto e laterais através de rolos de espuma anti gotas. Na face externa pulverizar, 30 minutos antes do início da concretagem o desmoldante a base de água. Esta pulverização é opcional se as lavagens das fôrmas forem satisfatórias.

#### B.8) LAVAGEM DA FÔRMA DURANTE A CONCRETAGEM

Durante todo o período de concretagem deve-se lavar a fôrma com, no mínimo, duas lavadoras de alta pressão para evitar o acúmulo de nata de concreto, facilitando a limpeza futura e a conservação das peças. Além destas, é necessário possuir mais uma máquina reserva no local.

Após a concretagem, deve-se retirar com palha de aço e espátula os resíduos de concreto que permanecem nas faces de contato e lateral da fôrma.

#### C) CONCRETAGEM

Para concretagem das paredes de concreto moldadas in loco deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realizar a locação. A tabela I.3 apresenta os documentos utilizados e os materiais, equipamentos e ferramentas.

Tabela I.3 - Documentos de referência e materiais, equipamentos e ferramentas necessários para concretagem das paredes de concreto.

<b>Documentos de referência</b>	<b>Materiais, equipamentos e ferramentas</b>
Projeto de instalações elétricas	Concreto dosado em central com traço especial definido em projeto
Laudos de validação de concreto (curva de crescimento)	Bomba para concreto
Projeto de instalações hidráulicas	Central de ensaios (laboratório) especializada, montada no canteiro com prensa, tanques de



	armazenamento e os materiais básicos (fôrmas para corpo de prova, slump test e flow)
	Sistema de iluminação para concretagem noturna, quando for o caso
	Acessórios para fixação e desmontagem das fôrmas

Fonte: Acervo da obra

#### C.1) CONDIÇÕES PARA INÍCIO DO SERVIÇO

- A montagem e travamento das fôrmas e devem estar finalizados;
- As instalações elétricas e hidráulicas devem estar concluídas;
- As fôrmas das lajes devem estar niveladas e conferidas;
- Conferência do prumo das fôrmas em todos os cômodos;
- As escoras devem estar dispostas conforme projeto;
- As fôrmas devem estar numeradas e conferidas;
- As cantoneiras, alinhadores devem estar instalados corretamente;
- Laboratorista no canteiro de obras;
- As lavadoras de alta pressão devem estar instaladas e posicionadas;
- Todo o sistema de segurança deve ter passado por conferência.

#### C.2) METODOLOGIA

- Na Parede de Concreto é utilizado o concreto auto adensável ou superfluido. Para concreto auto adensável, não existe a necessidade de vibrador. Para o concreto superfluido, caso necessário, poderá utilizar o vibrador.
- O início da concretagem deve acontecer no encontro de 4 paredes (centro do bloco entre os apartamentos), deixando o concreto preencher toda parte inferior da forma e somente depois iniciar a concretagem dos painéis de periferia.
- Na chegada do concreto auto-adensável, deve-se realizar o Slump Test, sendo aceitável um abatimento de aprox. 5 cm  $\pm$  1 cm (atenção!!! concreto fluído possui outras características)
- Após o teste de Slump, adicionar o aditivo e realizar o processo de mistura por 1 minuto/m<sup>3</sup>, apenas para o concreto auto-adensável (concreto fluído não é aditivado em obra);

- Realiza-se o Slump Flow Test para verificação do espalhamento, sendo aceitável o resultado de 70 cm  $\pm$  5 cm. Recomendável para parede (68 a 70 cm) e de laje (70 a 72 cm).
- Após o processo dos ensaios, iniciar a concretagem pelo centro do bloco entre os apartamentos e nunca direcionar o mangote para as extremidades.
- Havendo vazamento da nata de concreto para o andar de baixo ou entorno do bloco, é necessário realizar a limpeza imediatamente.
- Como o ciclo entre uma concretagem e outra é curto, é recomendado ter um laboratório tecnológico na obra para realizar o rompimento de corpos de prova de concreto (o CP não pode ser movimentado durante 24 horas).
- Se a obra optar por laje nível zero é importante lembrar que o concreto para este sistema construtivo tem o início de pega muito rápido. Sempre considerar o tempo especificado na nota fiscal da concreteira, da saída da usina até a obra.

### C.3) ÍNDICE DE ESTABILIDADE VISUAL (IEV) – PARA CONCRETOS DE PAREDE

Conforme a NBR 15823-1:2017, o Índice de Estabilidade Visual (IEV), é determinado visualmente. É fundamental que o concreto, após abertura do Flow, fique com o IEV entre 0 e 1. Com isso se garante um concreto fluido e coeso, que dificilmente vai segregar e/ou exsudar após sua utilização.

### D) DESFORMA

Para a desforma das paredes de concreto moldadas in loco deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realizar a locação. A tabela I.4 apresenta os documentos utilizados e os materiais, equipamentos e ferramentas.

Tabela I.4 - Documentos de referência e materiais, equipamentos e ferramentas necessários para desforma das paredes de concreto.

Documentos de referência	Materiais, equipamentos e ferramentas
Projeto de instalações elétricas	Martelo reforçado
Projeto de instalações hidráulicas	Sacador de gravatas
Laudo de rompimento do corpo de prova	Sacador de Painel
Projeto de modulação de fôrmas	Barra niveladora
	Palha de aço

	Sacador de União entre Paredes e Lajes
	Espátula metálica
	Régua de alumínio
	Tesoura para corte da tela

Fonte: Acervo da obra

Para realizar a desforma, é necessário que o concreto tenha atingido uma resistência mínima de 3 MPa.

#### D.1) METODOLOGIA

- A desforma deverá iniciar por peças localizadas nos cantos dos cômodos, conhecidas como painéis de saque.
- Mesmo com a utilização de desmoldantes, sempre ficam resíduos de concreto fixados nas fôrmas. Dessa maneira, sempre, antes de iniciar a nova montagem, deverá ser utilizado espátulas em todas as fôrmas para a retirada do concreto. A não retirada dos resíduos acarreta no aumento das dimensões das paredes. Quanto mais cedo for retirado o resíduo, mais fácil será sua remoção.
- A desforma deve iniciar pelos painéis especiais das paredes, que possuem um rebaixo para facilitar este trabalho.
- A superfície das paredes deve ser lisa e sem bolhas. Ocorrendo bolhas, deve ser chamada a concreteira para ajustar o traço.
- Após a desforma, as paredes devem apresentar uma superfície uniforme, sem armaduras expostas e concreto desagregado.
- Após a desforma conferir todas as medidas internas e hall, conforme projeto arquitetônico.
- Havendo pequenas imperfeições na concretagem, como ferragem exposta, devemos tratá-la com tinta anticorrosiva e preencher com graute estrutural industrializado.
- Para áreas com grandes falhas na concretagem consultar o projetista.
- Sacar todas as facas e "camisinhas" antes do tamponamento com ACIII.
- No caso de ondulações ou imperfeições nas paredes, buracos deixados pelo travamento das fôrmas (gravatas), devemos limpar a área a ser tratada e aplicar argamassa ACIII.

- Circulação externa durante a desforma - Para o sistema parede de concreto, é necessária a utilização de jogos de bandejas específicos para circulação externa durante a desforma dos pavimentos subsequentes ao térreo.

#### D.2) CONFERÊNCIA APÓS A DESFORMA

Neste item, constam todos os aspectos necessários e estabelecidos para a conferência após a desforma das paredes de concreto.

Onde, para paredes internas deve-se conferir todas as medidas internas de todos os cômodos, conferir o prumo de todas as paredes internas e esquadros.

Já para paredes externas deve-se conferir o prumo (com no mínimo duas medidas por pano), realizar a conferência com um prumo de face (para o térreo) e utilizar-se um prumo de linha lançando da laje a ser conferida até o térreo (para os demais andares). Esta conferência deve ser realizada após a retirada da fôrma externa e a não retirada das plataformas de circulação.

## ANEXO II - PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para o processo de impermeabilização deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realizar o serviço. A tabela II.1 apresenta os documentos utilizados e os materiais, equipamentos e ferramentas.

Tabela II.1 - Documentos de referência e materiais, equipamentos e ferramentas necessários para impermeabilização.

Documentos de referência	Materiais, equipamentos e ferramentas
Projeto de arquitetônico	Manta para impermeabilização de 3 ou 4 mm ou impermeabilizante cristalizante ou similar
Projeto de estrutural;	Argamassa polimérica
Projeto de instalações elétricas	Carrinhos padiola
Projeto de instalações hidráulicas;	Vassoura de piaçava
Projeto de impermeabilização (quando houver)	Régua de alumínio de 2 m
	Desempenadeira
	Nível de bolha
	Primer
	PU, Tarucel e isopor
	Membrana impermeável, cristalizante
	Adesivo líquido para argamassas
	Placas de poliestireno expandido com 20 mm (isopor) – T5
	Tela de poliéster para reforço das impermeabilizações
	Tela galvanizada tipo “pinteiro” ou “galinheiro”

Fonte: Acervo da obra

### A) CONDIÇÕES PARA INÍCIO DE SERVIÇO

- O local deve estar limpo;

- Para impermeabilização de contrapiso aguardar o tempo de cura de 7 dias para realizar a impermeabilização;
- O corte de pontas de ferro, o preenchimento de áreas afundadas e correção de outras eventuais falhas devem estar concluídos;
- Tubulações e passagens para instalações elétricas, telefônicas e hidrossanitárias devem estar concluídos e liberados;
- Verificar tubulações elétricas. Prever chegada da tubulação sempre por cima das caixas esmaltadas elétricas “2x4” ou “4x4” em áreas externas;
- Platibandas e quaisquer outras estruturas devem estar totalmente concluídas em coberturas e estacionamentos;
- Juntas de dilatação de paredes e platibandas devem estar concluídas com aplicação de PU em todo o perímetro da junta;
- Reboco de paredes, quando for o caso, devem estar concluídos e liberados;
- A regularização com o arredondamento dos cantos deve estar concluída antes da aplicação da manta (coberturas e reservatórios superiores) ou da aplicação de membrana impermeável líquida (argamassa polimérica/cristalizantes) para os pisos úmidos (box de banheiro e reservatórios inferiores);
- Sugestão: Fazer os caimentos para os ralos na execução da concretagem da laje, com alisamento mecânico do concreto (bailarina), com o intuito de eliminar a necessidade de uma camada regularizadora.

#### **B) IMPERMEABILIZAÇÃO COM ARGAMASSA POLIMÉRICA**

- As superfícies (substrato) a serem revestidas devem estar limpas e ásperas, isentas de partículas soltas, materiais estranhos, nata de cimento, óleos ou desmoldantes, bem como pontas de ferro e pedaço de madeira. Nichos e falhas de concretagem deverão estar devidamente tratados.
- Os Shafts e fechamentos em placas de drywall, cimentícias ou similares, deverão estar vedadas e tratadas com tela de polietileno ou nylon e PU ou massa de acabamento (ex: gesso), em todos os recortes e encontros entre paredes e lajes. Todas as passagens de tubulações devem estar tratadas e vedadas com PU antes de iniciar o processo de impermeabilização.
- Preparo do impermeabilizante (argamassa polimérica): Conforme as recomendações do fornecedor.

- Com o auxílio de uma trincha ou brocha aplique a 1ª camada do impermeabilizante (argamassa polimérica) em toda a laje e mínimo 20 cm da parede.
  - Aplicar a tela de poliéster na primeira demão (já cortada) com medida de 20 cm, em todo o encontro entre parede e laje de banheiro, cozinha, sacadas e área de serviço.
  - Deve haver no mínimo 10 cm de tela na laje (piso) e subir no mínimo 10 cm de tela na parede, (cortar tela com largura de 20 cm).
  - Após aplicação da tela de poliéster, executar novamente mais uma camada cruzada de impermeabilizante (em toda a laje e mínimo 20 cm da parede);
  - Por último aplicar a 3ª camada, cruzada com a 2ª, de forma a cobrir qualquer falha sobre a laje e parede, principalmente sobre as telas de poliéster.
  - A aplicação da argamassa polimérica impermeabilizante deve ser feita em todo o banheiro, área de serviço, na cozinha, varanda/sacada.
  - **IMPORTANTE:** Todos os pavimentos devem ser impermeabilizados (inclusive o Térreo)
  - No pavimento térreo devem ser impermeabilizados todos os cômodos que receberem o piso laminado.
  - Seguir as recomendações dos fabricantes para tempo de cura entre demãos e número de demãos.
  - Para garantir a cobertura deve-se aplicar no mínimo 3 demãos.
- C) IMPERMEABILIZAÇÃO DOS PONTOS DE ESGOTO DO RALO**
- O ponto do ralo do box deve se o ponto mais baixo do piso do banheiro
  - Retirar o caps ou pedaço de tubo que protege o ponto de esgoto do ralo (é importante que este tubo seja retirado e não cortado, pois quando cortado o porta grelha pode não encaixar no ralo).
  - Não retirar o tampão bloqueador para evitar entupimentos no ralo.
  - Passar a 1ª demão de argamassa polimérica no piso, entrando no máximo 5 cm dentro dos pontos de ralo.
  - Aplicar a tela, que deve ser cortada em formato de margarida, entrando também 5 cm no ralo (a impermeabilização deve descer até encostar na luva).

- Tamanho da tela: para diâmetro de 100 mm, utilizar faixa de 35 cm x 20 cm. Para diâmetro 150 mm, utilizar faixa de 50 cm x 20 cm.
- Cuidado. O colaborador que estiver fazendo a impermeabilização deve sempre levar um porta grelha para servir de gabarito.
- Passar a segunda e terceira demãos da argamassa polimérica.
- A cura das demãos deve respeitar as orientações do fabricante
- Depois do teste com lâmina d'água, retirar a água. Para facilitar pode fazer um furo no bloqueador do box usando furadeira e broca de 6 mm. Não retirar o tampão bloqueador.
- No ralo do box será utilizado apenas o tampão bloqueador como proteção para entulhos.

#### **D) TESTE DE ESTANQUEIDADE**

- Após a impermeabilização concluída é realizado o teste de estanqueidade com lâmina d'água de aproximadamente 1 cm (10 mm) de altura durante 72 horas em 100% das áreas molhadas dos apartamentos (banheiro completo e sacada aberta).
- Teste de estanqueidade opcional para cozinha e área de serviço.

#### **E) LIBERAÇÃO PARA OS SERVIÇOS DE CERÂMICA**

Evitar o trânsito de pessoas e equipamentos por, pelo menos, 24 horas após o término dos serviços de impermeabilização e somente executar os serviços de assentamento cerâmica após este prazo.



### ANEXO III - PROCEDIMENTO EXECUTIVO DE PISO CERÂMICO

Para execução do piso cerâmico deve-se observar todos os aspectos necessários e estabelecidos nos documentos do projeto. Além disso, são necessários materiais, equipamentos e ferramentas para realização do serviço. A tabela III.1 apresenta os documentos utilizados e os materiais, equipamentos e ferramentas.

Tabela III.1 - Documentos de referência e materiais, equipamentos e ferramentas necessários para execução do piso cerâmico.

Documentos de referência	Materiais, equipamentos e ferramentas
Recomendações dos fabricantes: cerâmica, argamassa e rejunte	Peças cerâmicas ou porcelanato
Projeto arquitetônico	Argamassa ACII e ACIII
Projeto executivo	Rejunte flexível Tipo II
Especificação ou memorial descritivo	Espaçadores e niveladores plásticos
Ensaio de expansão por umidade – EPU	Recipiente estanque para mistura
	Martelo de borracha
	Brocha
	Esquadro de alumínio
	Lápis de carpinteiro
	Trena metálica
	Misturador mecânico
	Régua de alumínio 2m
	Desempenadeira de aço 10 mm
	Serra mármore
	Colher de pedreiro
	Torquês
	Riscador com vídea
	Andaime
	Recipiente graduado
	Nível de bolha

	Espátula
	Vassoura
	Cantoneira
	Lavadora de alta pressão (tipo VAP)
	Tarucel ou PU

Fonte: Acervo da obra

#### **A) CONDIÇÕES PARA INÍCIO DE SERVIÇO**

- Verificação da planicidade de piso e parede;
- Conferência do esquadro dos cantos;
- A impermeabilização e o teste de estanqueidade do piso devem estar concluídos;
- Conferência da sondagem dos eletrodutos;
- Verificação de obstrução de tubulação elétrica e hidráulica;
- Shafts hidráulicos e elétricos conferidos;
- As tubulações devem estar tamponadas;
- Os ralos devem estar com bloqueadores (tamponados);
- Teste de Pressão hidráulico com bomba concluído;
- Verificação de tipo de soleiras e/ou filetes nas portas;
- O local deve estar limpo, sem presença de restos de gesso, massa ou materiais soltos;
- Checar ensaio de EPU Autoclave, se possui resultado inferior a 0,3mm/m;
- Mapeamento das cerâmicas (consultar projeto executivo);
- Verificação das dimensões e tonalidades das peças cerâmicas;
- Verificação da especificação da cerâmica.

#### **B) CURA DA BASE (LOCAL ONDE SERÁ ASSENTADO A CERÂMICA)**

- Antes de assentar a cerâmica, deve ser verificado o tempo de cura da base.
- Assentamento do piso direto na laje (nível zero) deverá respeitar o prazo de 14 dias de cura do piso de concreto e 48 horas da cura da impermeabilização (testada por 72 horas com lâmina d'água em área molhada - banheiro completo e sacada aberta).

- Assentamento do piso sobre o contra piso deverá respeitar o prazo de 14 dias da cura do concreto, 7 dias de cura do contrapiso e 48 horas da cura da impermeabilização (estada por 72 horas com lâmina d'água em área molhada - banheiro completo e sacada aberta).

#### **C) TIPOS DE ARGAMASSAS UTILIZADAS**

- Deverá ser utilizada argamassa ACII ou ACIII em cerâmicas
- Não é permitido alterar o tipo de argamassa/ aditivo sem liberação documentada da diretoria executiva de produção.
- Atenção: Alguns fornecedores de argamassa não permitem adição de aditivo no preparo do produto. Verificar antes de utilizar, para não haver perda de garantia.
- Verificar a validade da argamassa antes de usar, descrita na embalagem do produto.
- Verificar o laudo de ensaio da cerâmica a EPU por autoclave deve ser inferior a 0,3mm/m, este resultado confere o uso da argamassa sem a necessidade do aditivo, sendo ela via seca ou via úmida.

#### **D) PREPARO DA ARGAMASSA**

- Obrigatório a utilização de misturador mecânico, utilizando a quantidade de água recomendada pelo fabricante na embalagem do produto, e uso de recipiente (estanque).
- Utilizar balde graduado ou recipiente graduado para medir a quantidade de água
- “Tempo de Repouso” da argamassa colante: após a mistura, aguardar, pelo menos, 10 minutos ou o tempo especificado na embalagem do produto, antes de utilizá-lo.
- Tempo de utilização da argamassa colante: argamassa preparada deverá ser utilizada em um intervalo máximo de 2 horas, não sendo permitido acrescentar água neste intervalo e devendo o material ser descartado após este período.
- Respeitar o tempo de abertura da argamassa: ACII e ACIII – inferior a 20 minutos ou conforme orientação técnica descrita na embalagem do produto.
- Quando o tempo em aberto ultrapassar o definido pelo fabricante a argamassa deverá ser retirada e descartada. Fatores externos como variações das condições ambientais e alta absorção pelo substrato (piso/ parede) podem interferir na

capacidade de aderência, pois ocorrerá formação de película e perda de plasticidade e adesividade da argamassa.

#### **E) VERIFICAÇÃO DO DESNÍVEL DO PISO**

Realizar levantamento de desníveis do piso utilizando uma régua de 2 metros, posicionando a régua sobre o piso, sem pressionar suas extremidades sobre a base, com o auxílio de uma trena medir o desnível entre a base e a régua. Para desníveis de até 2 cm, regularizar com a própria argamassa de assentamento da peça (verificar tempo de cura de acordo com fornecedor) para assentar a cerâmica posteriormente. E para desníveis acima de 2 cm, regularizar com contrapiso.

#### **F) PREPARO DAS PEÇAS E BASE**

Para limpeza da parede e do piso:

- Para paredes de concreto é obrigatório lavar a parede e o piso com lavadora de alta pressão (tipo VAP), até retirar todo o resíduo (tamponar as tubulações para evitar a entrada de água).
- Ao final da lavagem fazer uma verificação para garantir que não restam poeira, detergente ou desmoldante, caso possua, realizar nova limpeza.
- Verificar absorção de água pela base, só liberar execução caso não seja constatado hidro repelência.

Para limpeza das Peças:

- Realizar limpeza no verso das placas cerâmicas.
- As placas devem estar com o verso isento de poeiras, materiais pulverulentos, nível acentuado de engobe ou outras substâncias que possam comprometer a aderência.

#### **G) ASSENTAMENTO**

- Aplicar aproximadamente 0,5 m<sup>2</sup> de argamassa no piso com desempenadeira dentada de 10 mm x 10 mm, mantendo a regularidade dos cordões.
- Somente no caso de porcelanato 90 cm x 90 cm, a abertura do pano da argamassa será de 0,80 m.
- A abertura da argamassa no piso da área do box pode ser feita em todo o perímetro em uma única etapa, devido a execução do caimento do ralo.

- Aplicar a argamassa colante na placa cerâmica utilizando o lado liso da desempenadeira.
- Realizar o assentamento em dupla face nas placas cerâmicas no piso/parede.
- Assentar a placa de revestimento com esmagamento completo dos filetes da argamassa colante através de movimentos de vai e vem. Com o martelo de borracha bater cuidadosamente a peça.
- Peças cortadas (arremates) devem ser preparadas antes da aplicação da argamassa colante na base, para que o tempo da massa em aberto, descrito na embalagem do produto não venha a ser desrespeitado.
- Atentar para a tonalidade das peças. Não pode haver diferença de tonalidade.
- Trocar a desempenadeira sempre que os dentes estiverem desgastados. Não é permitido abrir os dentes da desempenadeira, alterando suas dimensões. A desempenadeira deve ser de 10 mm.
- Juntas de movimentação (dessolidarização) – Limpar e desobstruir com espaçamento mínimo de 5 mm nos cantos da parede (parede x parede) e nos encontros de parede e piso (parede x piso); é obrigatório a utilização do elemento flexível (Tarucel ou PU) no encontro piso x parede e nos encontros verticais (entre as paredes) vedar as juntas com rejunte flexível.
- Limpar as juntas para facilitar um eventual rejuntamento posterior.
- Atenção: O Tarucel ou PU somente deverá ser instalado posteriormente à execução do piso e limpeza do local com raspador (unha de gato), e antes da realização do rodapé.
- Retirar o excesso de argamassa entre as peças para garantir o correto rejuntamento.
- Para pisos externos deixar uma junta de movimentação ou dilatação (preenchida com PU ou Tarucel a cada 20 m<sup>2</sup>. (Ex: pisos das coberturas). Pisos internos a cada 32 m<sup>2</sup>, exceto salão de festa com cerâmica de 90 cm x 90 cm.
- Nos banheiros, evitar cortes menores que 10 cm, assentar as peças preferencialmente cortadas no sentido da parede do vaso sanitário e lavatório.
- A execução do caimento do box deve ser feita a critério da obra, deve possuir caimento em direção ao ralo. Os pisos fora do box não terão caimento.
- Nas cozinhas o piso será nivelado (sem caimento para o ralo).

- Não deixar nenhum arremate nem “dentes” no piso.
- Para garantir o correto alinhamento e planicidade, conferir o acabamento do piso com régua e nível.
- Retirar o excesso de argamassa entre as peças para garantir um correto rejuntamento.
- Recomenda-se, que ao realizar o corte na cerâmica ou porcelanato com serra copo, o corte seja por trás da peça (tardoz) para melhor acabamento.
- Recomenda-se instalar a última peça de rodapé próximo aos vãos após a instalação das portas, a fim de evitar a quebra do mesmo.
- Incerta (amostragem): solicitar a retirada de uma peça cerâmica por local verificado, conferindo se foi realizada a dupla colagem de argamassa em toda área da peça.
- No caso dos porcelanatos, deve-se utilizar o nivelador em todo o porcelanato para garantir o alinhamento. O nivelador pode ser manual, cunha ou “robozinho”.
- Revestimento cerâmico/porcelanato: Usar junta plástica de acordo com o fabricante.

#### **H) REJUNTAMENTO**

- Retirar a proteção dos pisos.
- Realizar o rejuntamento entre as placas cerâmicas/porcelanato com rejunte flexível tipo II.
- O rejuntamento deverá ser executado no mínimo 3 dias após o término da execução do piso.
- O rejunte deve ser da mesma cor da cerâmica (conferir especificações do projeto executivo) ou o mais semelhante possível.
- Varrer bem antes de rejuntar, o local deve estar completamente limpo e desimpedido.
- Apenas o rejuntador deverá circular no local durante a execução.
- Deverá ser aplicado com material apropriado, emborrachado e flexível (desempeneadeira de borracha ou material similar).
- Para preparo do rejunte, consulte as especificações na embalagem/ fornecedor.

- Após misturado, o rejunte deve ficar em descanso por 15 minutos ou conforme orientação do fabricante, depois misturar novamente.
- Tempo de utilização do rejunte de aproximadamente 2 horas ou conforme orientações do fabricante.
- Dar acabamento liso com material capaz de conferir arremate sem danificar as peças.
- Deixar secar por 15 a 30 minutos e limpar com esponja limpa e úmida. Não utilizar muita água nessa limpeza, para não retirar pigmento do rejunte. Se isso acontecer, irá manchar.
- Tomar cuidado com a aplicação, pois se demorar a limpar, o rejunte pode se fixar nas peças, dificultando a limpeza final.
- Proteger ralos para evitar entupimento.

#### **I) CONFERÊNCIA DA ADERÊNCIA**

Após a finalização do rejunte deve ser conferido a aderência das peças cerâmicas e é obrigatória a substituição de todas as peças que apresentarem som cavo/oco nas torres e blocos, a tolerância para som cavo/oco será conforme descrito a seguir (respeitando o critério acima):

- Parede: conferir todas as cerâmicas, batendo em 5 pontos (extremidades e centro) se 1 ponto está oco é aceitável, sendo no máximo 5 peças por parede; 2 pontos ocos/cavo na mesma cerâmica não são aceitáveis e o serviço deve ser refeito.
- Piso: conferir todas as cerâmicas, batendo em 5 pontos (extremidades e centro), se 1 ponto está oco é aceitável, sendo no máximo 2 peças por cômodo por apartamento; 2 pontos ocos/cavo na mesma cerâmica não são aceitáveis e o serviço deve ser refeito.
- Para Hall de 4 apartamentos conferir todas as cerâmicas, batendo em 5 pontos (extremidades e centro), se 1 ponto está oco é aceitável, sendo no máximo 2 peças por pavimento, 2 pontos ocos/cavo na mesma cerâmica não são aceitáveis e o serviço deve ser refeito.

**J) PROTEÇÕES DOS SERVIÇOS CONCLUÍDOS**

A proteção deve ocorrer sempre que alguma atividade for desenvolvida, ou armazenamento de materiais, equipamentos, ferramentas, e produtos abrasivos sejam utilizados sobre o piso ou no ambiente que o mesmo foi executado. Exemplo de serviços: arremates de revestimentos cerâmicos, acabamento com massa corrida/gesso, tubulação de gás, entre outras atividades que danifiquem o piso aplicado.