



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JOÃO PAULO PHILIPPI RODRIGUES

MURILO MACHADO MENDES

**PATOLOGIAS OCORRIDAS POR INFILTRAÇÕES RELACIONADAS COM A
IMPERMEABILIZAÇÃO E MÉTODOS DE CORREÇÕES**

Tubarão

2017

JOÃO PAULO PHILIPPI RODRIGUES

MURILO MACHADO MENDES

**PATOLOGIAS OCORRIDAS POR INFILTRAÇÕES RELACIONADAS COM A
IMPERMEABILIZAÇÃO E MÉTODOS DE CORREÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof.^a Lucimara Aparecida S. Andrade, Msc.

Tubarão

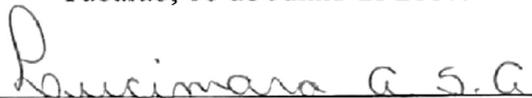
2017

JOÃO PAULO PHILIPPI RODRIGUES
MURILO MACHADO MENDES

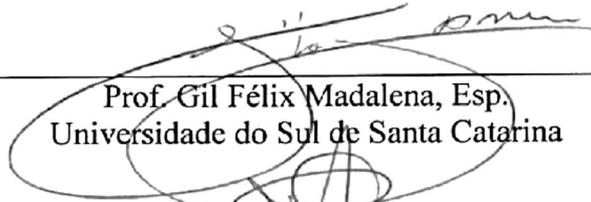
**PATOLOGIAS OCORRIDAS POR INFILTRAÇÕES RELACIONADAS COM A
IMPERMEABILIZAÇÃO E MÉTODOS DE CORREÇÕES**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

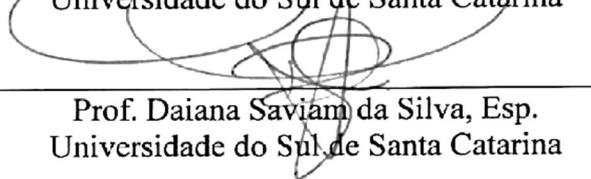
Tubarão, 10 de Junho de 2017.



Professora e orientadora Lucimara Aparecida S. Andrade, Msc.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Gil Félix Madalena, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Prof. Daiana Saviani da Silva, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedicamos este trabalho a Deus e a nossa família que nos capacitaram e nos deram força para completar nossos estudos.

AGRADECIMENTOS

Nossos votos de agradecimento primeiramente vão a Deus, pois sem ele nós não teríamos forças nesta longa caminhada.

A todos os nossos familiares e namoradas que sempre nos motivaram nesta jornada e não permitindo que nós desistíssemos diante das dificuldades encontradas em nossos caminhos e não mediram esforços para que chegássemos nesta etapa das nossas vidas.

Agradecemos a nossa professora e orientadora Lucimara A. S. Andrade que teve toda a paciência e que nos ajudou bastante a concluir este trabalho, agradecemos também aos nossos professores que durante muito tempo nos ensinaram e que nos mostraram o quanto estudar é bom para nossas vidas.

Somos agradecidos também aos proprietários das residências que nos receberam em suas casas para a aplicação do questionário e contribuindo para a elaboração deste trabalho.

Nosso muito obrigado a todas essas pessoas que contribuíram de alguma forma no nosso crescimento no período da nossa graduação.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino” (DA VINCI, Leonardo).

RESUMO

A presença de umidade está muito presente hoje nas casas e edifícios. Apesar da construção civil estar sempre em avanço na questão tecnológica em que se diz respeito a ferramentas e produtos, a mão de obra especializada muitas vezes não acompanha o desenvolvimento destas tecnologias. Com a falta de conhecimento de produtos e formas incorretas de aplicação, a presença de manifestações patológicas na obra, acaba ficando evidente com o decorrer do tempo, causando um transtorno ao proprietário da residência. Este trabalho tem como função demonstrar algumas patologias ocorridas por falha na execução da impermeabilização e mostrar forma a correta como deve ser aplicado os produtos e para qual área certo produto deve ser aplicado. Embasando nas pesquisas realizadas em três casas, sendo uma localizada na cidade de Armazém onde a residência possui 50 m², a outra se localiza na cidade de Jaguaruna possuindo 220 m² e pôr fim a última residência situada na cidade de Tubarão, contendo 80 m². Nos três casos foram aplicados um questionário contendo 12 perguntas aos proprietários das residências, logo após a aplicação do questionário foi diagnosticado o problema de cada residência, de forma que após a descoberta do problema fosse apresentado uma forma de correção para a manifestação patológica apresentada. Após as observações executadas, foi chegado ao consenso a falta de impermeabilização correta e falta de projeto específico, para que fosse evitado estas patologias.

Palavras-chave: Impermeabilização. Patologias. Correção.

ABSTRACT

The presence of humidity is very present today in houses and buildings. Although civil construction is always on the rise of the technological issue in which tools and products are concerned, specialized labor often does not accompany the development of these technologies. With the lack of knowledge of products and incorrect forms of application, the presence of pathological manifestations in the work, ends up becoming evident with the passage of time, causing a disturbance to the owner of the residence. This work is designed to demonstrate some pathologies that occur through the lack of correct waterproofing. And it was shown correctly how the products should be applied and to which area a certain product should be applied. Based on research carried out in three houses, one located in the city of Armazém where the residence has 50m², the other is located in the city of Jaguaruna having 220m² and the last residence is located in the city of Tubarão- SC, containing 80m². In all three cases, a questionnaire containing 12 questions was applied to the owners of the residences. Right after the application of the questionnaire, the problem of each residence was diagnosed, so that after the discovery of the problem a solution for the presented pathological manifestation was presented. After the observations were carried out, a lack of waterproofing and a lack of specific design were reached, in order to avoid these pathologies.

Keywords: Water proofing. Pathologies. Correction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Custo da impermeabilização em cada etapa da obra..... | 17 |
| Figura 1 - Diferença dos sistemas rígidos e flexíveis na construção..... | 18 |
| Figura 2 - Presença de umidade em peças sem aditivos..... | 19 |
| Figura 3 - EPI utilizados..... | 25 |
| Figura 4 - Ferramentas utilizadas..... | 26 |
| Figura 5 - Carbonatação das armaduras do concreto..... | 30 |
| Figura 6 - Exemplo de trincas em construções..... | 31 |
| Figura 7 - Trinca horizontal na base da alvenaria..... | 31 |
| Figura 8 - Exemplo de fissuras em fachadas..... | 32 |
| Figura 9 - Fissuração nos revestimentos com maior contato com água..... | 33 |
| Figura 10 - Destacamento dos revestimentos..... | 34 |
| Figura 11 - Destacamento nas alvenarias..... | 34 |
| Figura 12 - Eflorescência nas piscinas..... | 35 |
| Figura 13 - Eflorescência em pisos..... | 35 |
| Figura 14 - Corte da superfície de concreto..... | 36 |
| Figura 15 - Aplicação do selante acrílico nas aberturas..... | 38 |
| Figura 16 - Aplicação da tela de poliéster..... | 38 |
| Gráfico 2 - Manutenção preventiva x Manutenção Corretiva..... | 39 |
| Figura 17 - Parede em contato com o aterro..... | 42 |
| Figura 18 - Patologia de infiltração na parede interna..... | 42 |
| Figura 19 - Infiltração na laje de cobertura..... | 44 |
| Figura 20 - Detalhes de trincas nas infiltrações da laje..... | 44 |
| Figura 21 - Umidade nas paredes geradas por infiltração de condensação..... | 45 |
| Figura 22 - Detalhe de pouco espaço externo..... | 46 |
| Figura 23 - Infiltração gerada por pouca ventilação e iluminação no ambiente..... | 46 |
| Figura 24 - Retirada do aterro para aplicação da impermeabilização..... | 48 |
| Figura 25 - Detalhes das camadas para impermeabilizar a laje..... | 49 |
| Figura 26 - Opções de aberturas para fachada..... | 50 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Produto Carga-Deformação..... | 20 |
| Tabela 2 - Origem das falhas das infiltrações..... | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA | 12 |
| 1.2 JUSTIFICATIVA | 13 |
| 1.3 OBJETIVOS | 14 |
| 1.3.1 Objetivo geral..... | 14 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 14 |
| 1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA | 14 |
| 1.5 SISTEMATIZAÇÃO DA PESQUISA | 15 |
| 2 IMPERMEABILIZANTES | 16 |
| 2.1 DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO | 16 |
| 2.1.1 Projetos de impermeabilizações | 16 |
| 2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPERMEABILIZANTES | 18 |
| 2.2.1 Classificação quanto ao tipo de impermeabilizantes..... | 18 |
| 2.2.1.1 Rígidas..... | 18 |
| 2.2.1.2 Flexível ou elásticas | 19 |
| 2.2.2 Classificação de acordo com as circunstâncias que serão usadas | 20 |
| 2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS..... | 21 |
| 2.3.1 Vantagens e desvantagens da impermeabilização | 21 |
| 2.3.1.1 Vantagens | 21 |
| 2.3.1.2 Desvantagens..... | 21 |
| 2.3.2 Comparativo de cobertura impermeabilizada x telhado | 22 |
| 2.3.2.1 Cobertura impermeabilizada..... | 22 |
| 2.3.2.2 Telhado | 23 |
| 2.4 INDÚSTRIAS QUE PRODUZEM IMPERMEABILIZANTES NO BRASIL | 23 |
| 2.5 CONTROLE TECNOLÓGICO DOS IMPERMEABILIZANTES | 24 |
| 2.6 UTILIZAÇÃO DA MÃO DE OBRA E TEMPO..... | 24 |
| 2.6.1 Mão de obra | 24 |
| 2.6.2 Tempo para aplicação | 26 |
| 3 PRINCIPAIS CAUSAS DE INFILTRAÇÕES E MÉTODOS DE CORREÇÃO..... | 27 |
| 3.1 INFILTRAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 27 |
| 3.1.1 Ausência de ventilação no ambiente | 27 |
| 3.1.2 Falhas de projeto | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.1.3 Erros de execução | 28 |
| 3.1.4 Vazamento nas tubulações e captações..... | 28 |
| 3.1.5 Aberturas no concreto..... | 29 |
| 3.2 PATOLOGIAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES PELA FALTA OU MÁ APLICAÇÃO DE IMPERMEABILIZANTES | 29 |
| 3.2.1 Infiltração nas armaduras | 29 |
| 3.2.2 Trincas | 30 |
| 3.2.3 Fissuras | 31 |
| 3.2.4 Umedecimento e secagem dos revestimentos | 33 |
| 3.2.5 Eflorescência | 34 |
| 3.3 MÉTODOS DE CORREÇÃO | 36 |
| 3.3.1 Recuperações das armaduras nas estruturas de concreto | 36 |
| 3.3.2 Trincas e fissuras | 37 |
| 3.3.3 Recuperações de umidade na alvenaria..... | 38 |
| 3.4 VIABILIDADE DA RECUPERAÇÃO..... | 39 |
| 4 ESTUDO DE CASO | 41 |
| 4.1 DIAGNÓSTICOS DOS CASOS | 41 |
| 4.1.1 Obra 1 | 41 |
| 4.1.2 Obra 2 | 43 |
| 4.1.3 Obra 3 | 45 |
| 4.2 PROPOSTAS DE MÉTODOS CORRETIVOS | 47 |
| 4.2.1 Obra 1 | 47 |
| 4.2.2 Obra 2 | 48 |
| 4.2.3 Obra 3 | 49 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 51 |
| 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 51 |
| REFERÊNCIAS | 52 |
| APÊNDICE | 54 |
| APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO ELABORADO PARA O ESTUDO DE CASO..... | 55 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 IMPORTÂNCIA DO TEMA

A impermeabilização é um tema abordado na humanidade a muito tempo. De acordo com a Vedacit (2010) desde os tempos dos romanos e incas utilizavam claras de ovos, óleos e até sangue, para impermeabilizar as saunas e aquedutos. No Brasil era utilizado óleo de baleia nas argamassas de assentamento, para tornar os componentes menos permeáveis.

Com o passar dos anos foram desenvolvidos produtos próprios para a estanqueidade da água na construção civil. No entanto, faltava a impermeabilização ser normatizada e segundo o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), as normas começaram a ser criadas devido as construções dos metrô em São Paulo em 1968.

A patologia na construção civil, pode se dizer que são anomalias ou problemas causados pela má execução da obra, sendo na parte de projeto, execução ou falha do produto utilizado.

Devido a tantas patologias ocorridas nas construções como umidade, infiltrações e fissuras, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu a NBR 9574, que estabelece exigências na execução de impermeabilização (ABNT, 2008).

De fato, nada é rígido e imutável na construção. A impermeabilização carrega o estigma de um certo mistério provocado pela grande variedade de produtos e sistemas que são oferecidos, com características e custos disparem ou pela sofisticação da argumentação técnica, para compelir os que não tem conhecimento, a terem a imagem de uma solução difícil que confunde os leigos e motiva as pessoas a fugirem da impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 15).

A falta da impermeabilização na obra, pode ocasionar várias patologias que danificam as estruturas, como infiltrações, umidade, corrosão das armaduras além disso pode ser prejudicial à saúde do ser humano, desencadeando doenças respiratórias entre outras.

Cabe-nos sempre e cada vez mais conscientizar os responsáveis da importância da impermeabilização, principalmente no caso de obras públicas (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 12).

Deste modo realizamos este trabalho com intuito de colaborar nos estudos sobre patologias ocorridas pela falta de impermeabilização na construção civil e os métodos de correção destas patologias ocorridas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A elaboração do seguinte trabalho foi fundamentada devido ao grande número de patologias vistas na construção civil atual.

Não é admissível que a impermeabilização seja considerada como um serviço adicional, de função meramente secundária em relação as demais etapas da construção, e de custo adicional quase supérfluo (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 12).

O custo da impermeabilização na construção civil é baixo que não vale a pena correr o risco de ocorrer uma patologia por falta de impermeabilização ou má aplicação do mesmo.

O termo patologia, teve origem na medicina onde tem como um dos significados, estudo das doenças, e na construção civil não é diferente. Assim como o esqueleto é para a medicina, uma estrutura de uma casa ou edifício é para a construção civil, mesma comparação se vale para a alvenaria ou revestimento onde na construção civil é considerada a pele humana para a medicina.

As pessoas investem tanto na construção do seu próprio lar que seria decepcionante ao fim da obra, sofrerem com infiltrações, umidades etc. Por isso, elas devem ficar atentas na etapa da impermeabilização durante a construção.

A estanqueidade é sempre um dos objetivos do proprietário, do construtor e do empreiteiro especializado, mas para que este objetivo seja alcançado é necessário um rígido controle de execução e que o proprietário e o construtor estejam conscientes da importância desta fase da obra [...] (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 12).

Muitas vezes a execução na obra não é feita de maneira correta, assim como um projeto falho. Por isso um projeto bem elaborado e um bom profissional aplicando os produtos impermeabilizantes, evitam danos futuros.

Como foi aqui indagado o trabalho a seguir foi aplicado através de um questionário em três obras na região da AMUREL (Associação dos municípios da região de Laguna) onde foi apresentado manifestações patológicas diversas, logo após a aplicação do questionário foi apresentado aos três casos, formas de correção destes problemas patológicos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Fazer um estudo patológico dos problemas de umidades e infiltrações, relacionados principalmente com a utilização de impermeabilizantes em casas de Armazém-SC, Jaguaruna-SC e Tubarão-SC, apresentando uma proposta de correção do problema apresentado em cada residência, relacionados com infiltrações, de acordo com o que foi visto na fundamentação teórica.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Realizar um estudo específico sobre impermeabilizações que são empregadas na construção civil;
- b) Identificar as formas de infiltração, as patologias geradas por elas, e os métodos corretivos para solucioná-las de forma geral;
- c) Aplicar um estudo com auxílio de questionário e relatos sobre casos de infiltrações e umidades em construções da região;
- d) Propor soluções práticas para corrigir os problemas estudados, com os conhecimentos obtidos na fundamentação teórica.

1.4 METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo será uma revisão bibliográfica sobre as patologias relacionadas a umidades e infiltrações, mostrando os métodos corretivos para solucionar os casos, dando ênfase aos tipos de impermeabilizantes que são utilizados em cada caso específico.

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos, busca-se conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado sobre determinado assunto, tema ou problema (CERVO; BERVIAN, 2005, p. 60).

Já o estudo de caso, será mostrado os métodos utilizados para coletar os dados e analisar corretamente os problemas existentes nas residências. Será proposto uma ou mais soluções práticas para os casos específicos.

Segundo Cervo e Bervian (2005, p. 67), o estudo de caso “é a pesquisa sobre um determinado indivíduo, família, grupo ou comunidade que seja representativo do seu universo, para examinar aspectos variados de sua vida”.

1.5 SISTEMATIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa terá cinco capítulos, que estão sistematizados pelos itens a seguir:

- a) o primeiro capítulo será a introdução, que apresentará a importância do tema escolhido, a justificativa, os objetivos, a metodologia e a sistematização da pesquisa;
- b) o segundo capítulo descreverá a impermeabilização;
- c) o terceiro capítulo relata as patologias de infiltrações de forma geral e as correções para estes casos;
- d) o quarto capítulo será o estudo de caso e as propostas de métodos corretivos;
- e) o quinto capítulo será a conclusão dos autores em relação as pesquisas bibliográficas e o estudo de caso.

2 IMPERMEABILIZANTES

A impermeabilização é um processo que aumentou com o decorrer do tempo, devido a sua importância na obra e também pelos problemas que são gerados na sua ausência. A técnica de impermeabilizar também evoluiu muito ao longo do tempo, com novas tecnologias sempre atendendo as necessidades de determinado local.

2.1 DEFINIÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO

No dicionário Aurélio, impermeabilizar é definida como “tornar impermeável” (FERREIRA, 2011, p. 495). Ou seja, é a ação de impossibilitar a passagem de fluidos por uma superfície ou material.

Segundo a ABNT (2010, p. 5) na NBR 9575, impermeabilização é “o conjunto de operações e técnicas construtivas (serviços), composto por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, de vapores e da umidade”.

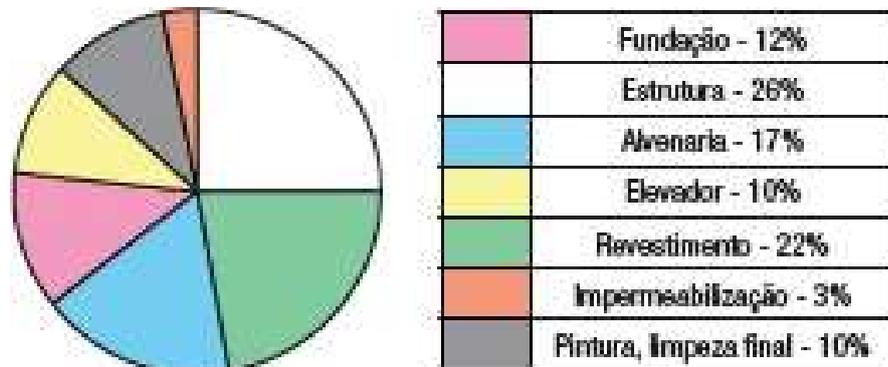
2.1.1 Projetos de impermeabilizações

Por ser um processo importante da obra, considerando que problemas pela sua não utilização são difíceis de serem reparados, torna-se fundamental fazer o projeto de impermeabilizações, mostrando o tipo de produto a ser usado, o lugar a ser aplicado, a forma de se executar, etc.

O projetista tem que considerar que a impermeabilização pode alterar a forma de execução de muitas partes da obra, para ter o resultado esperado. Impermeabilizar é um custo baixo em relação a toda a obra, porém a falta do mesmo pode acarretar em grandes problemas, que esses por sua vez, terão um gasto considerável no orçamento.

O gráfico a seguir mostra o custo da impermeabilização de modo geral, em relação a toda a obra, ressaltando a importância de fazer corretamente para não ter o gasto com reparos.

Gráfico 1 - Custo da impermeabilização em cada etapa da obra



Fonte: Vedacit (2010, p. 8).

A NBR 9575 separa o projeto de impermeabilização em três etapas: estudo preliminar, projeto básico de impermeabilizações e projeto executivo de impermeabilizações (ABNT, 2010).

1-Estudo preliminar:

- a) Relatório contendo a qualificação das áreas;
- b) Planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis ao empreendimento, de acordo com os conceitos do projetista e incorporará contratante.

2-Projeto básico de impermeabilização:

- a) Definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;
- b) Definição dos sistemas de impermeabilização;
- c) Planilha de levantamento quantitativo;
- d) Estudo de desempenho;
- e) Estimativa de custos.

3-Projeto executivo de impermeabilização:

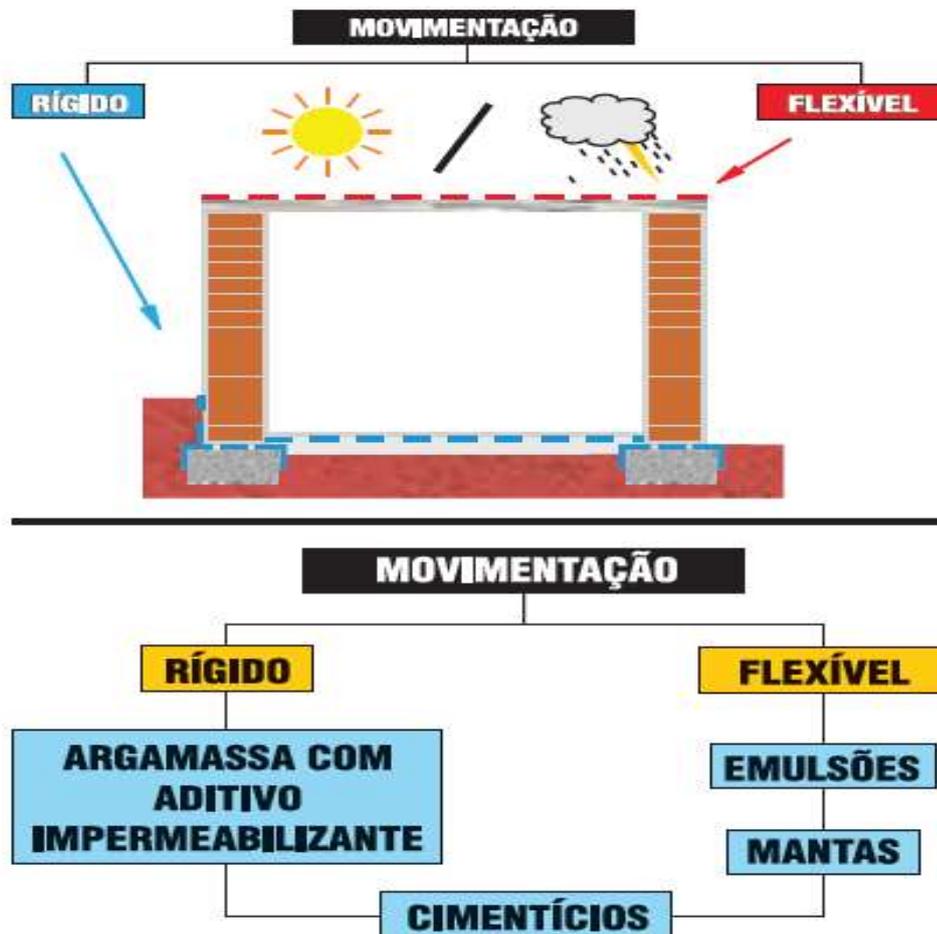
- a) Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
- b) Detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;
- c) Detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- d) Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- e) Memorial descritivo de procedimentos de execução;
- f) Planilha de quantitativos de materiais e serviços (ABNT, 2010, p. 11).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS IMPERMEABILIZANTES

2.2.1 Classificação quanto ao tipo de impermeabilizantes

Os tipos de impermeabilizantes utilizados na construção civil, são separados de maneira geral em dois tipos: rígidos e flexível ou elásticos.

Figura 1 - Diferença dos sistemas rígidos e flexíveis na construção



Fonte: Vedacit (2010, p. 17).

2.2.1.1 Rígidas

Para Cunha e Neumann (1979, p. 18) “as impermeabilizações rígidas são os concretos que se tornam impermeáveis pela inclusão de um aditivo, e os revestimentos com argamassas, tratados da mesma forma”.

A figura a seguir, mostra ensaios feitos com concreto, no primeiro caso sem a utilização de aditivos a umidade atinge toda peça, no segundo caso já com aditivo, a peça fica protegida, evitando danos futuro a peça.

Figura 2 - Presença de umidade em peças sem aditivos



Fonte: Vedacit (2010, p. 11).

2.2.1.2 Flexível ou elásticas

“São impermeabilizações feitas com mantas pré-fabricadas ou com elastômeros dissolvidos e aplicados no local, em forma de pintura ou melação em várias camadas e que, ao se evaporar o solvente, deixam uma membrana hipoteticamente elástica” (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 18).

Para lugares onde a impermeabilização fique exposta, ou cobertas por algum lastro, é indicado a utilização de mantas pré-fabricadas, que na sua composição são feitas de borracha butílica, de PVC plastificado e de asfalto com armadura (CUNHA; NEUMANN, 1979).

Manta asfáltica é um tipo de impermeabilização flexível cada vez mais utilizado, pois garante excelente tratamento, principalmente sobre lajes e coberturas. Ela é fornecida em rolos, com variada espessura, uma para cada tipo de finalidade ou solicitação. O

fornecedor desse tipo de material deve ser sempre consultado e sua aplicação é normalmente feita por profissionais treinados (SALGADO, 2009, p. 174).

Cunha e Neumann (1979) afirmam que a escolha pelo tipo de manta, é feito por meio da sua resistência à tração, do alongamento e do Produto Carga-Deformação, apresentado na tabela a seguir.

Tabela 1 - Produto Carga-Deformação

| Material da armadura | Carga de ruptura N/50mm de largura | | Alongamento na ruptura % | | Produto N x % |
|---|------------------------------------|-------------|--------------------------|-------------|---------------|
| | Longitudinal | Transversal | Longitudinal | Transversal | |
| Filme de polietileno esp. 0,10mm | >100 | >100 | >300 | >300 | >30.000 |
| Filme de poliéster* sp. 0,036mm | >300 | >300 | >60 | >60 | >18.000 |
| Feltro de poliéster 150g/m ² | >500 | >400 | >60 | >60 | >24.000 |
| Véu de fibra de vidro 100g/m ² | >150 | >180 | >30 | >30 | >4.500 |
| Filme de PVC | 170 | 230 | 70 | 110 | 11.900 |

Fonte: Cunha e Neumann (1979, p. 20, adaptação dos autores).

2.2.2 Classificação de acordo com as circunstâncias que serão usadas

A escolha pelo tipo de impermeabilização, utilizadas na construção civil, é feita devido a cada circunstâncias, pois cada produto tem sua função específica.

Salgado (2009, p. 171) separa os problemas mais comuns encontrados com a presença indesejável da água, e que tem a necessidade de ser solucionado, como:

- Presença de umidade nas estruturas executadas ao nível do solo;
- Presença de umidade nas paredes perto do piso;

- Vazamento de água em lajes;
- Vazamento de água em caixas-d'água;
- Vazamento de água em piscinas;
- Umidade em pisos (SALGADO, 2009, p. 170).

De acordo com Cunha e Neumann (1979, p. 14) os principais pontos que precisam de algum tipo de impermeabilização são:

Telhados e coberturas planas.
 Terraços e áreas descobertas.
 Calhas de escoamento das águas pluviais.
 Caixas d'água, piscinas e tubulações hidráulicas.
 Pisos molhados, como banheiros e áreas de serviço.
 Paredes pelas quais a água escorre e recebem chuva de vento, jardineira e jardineira de fachadas.
 Esquadrias e peitoris das janelas.
 Soleiras de portas que abrem para fora.
 Água contida no terreno, que sobe por capilaridade, ou infiltra em subsolos, abaixo do nível freático.

2.3 VANTAGENS E DESVANTAGENS

2.3.1 Vantagens e desvantagens da impermeabilização

2.3.1.1 Vantagens

Para ser uma vantagem a utilização de impermeabilizantes, é necessário fazer corretamente e por completa sua impermeabilização, além do produto escolhido ser o certo para aquele tipo de situação. Para Salgado (2009, p. 170) “não existe meia impermeabilização, ou ela é bem executada ou simplesmente não existe”.

Cada vez mais, vem crescendo o número de produtos impermeabilizantes no mercado, isso traz mais alternativas, e também melhores soluções para cada caso específico, isso faz com que a impermeabilização apareça em mais etapas de uma obra. As vantagens de uma construção corretamente impermeabilizada à torna melhor esteticamente, e pelo fato de não haver problemas de infiltração nas estruturas, mais segura também.

2.3.1.2 Desvantagens

A impermeabilização mesmo no que for desfavorável no comparativo com outros métodos de execução, ainda assim não se deve esquecer da importância do mesmo.

Suas principais desvantagens é a necessidade de uma mão de obra especializada e experiente na área para aplicá-la.

Um dos casos mais específicos e muito utilizados de impermeabilização, são as mantas asfálticas, sua aplicação tem a necessidade da utilização de equipamentos próprios para a execução e também de segurança. Salgado (2009) afirma que para o tipo de manta que for utilizar é necessário consultar o fornecedor desse material, pois tem um tipo específico para cada situação, além da necessidade de profissionais treinados para executar esses serviços.

Nas camadas de impermeabilizações aplicadas na cobertura, deve-se ter um cuidado especial, evitando danificá-las.

Os cuidados para não danificar as camadas de impermeabilizações depois de aplicadas, também são muito grandes, pelo fato de ter que garantir a estanqueidade, isso traz uma atenção ainda maior para uma aplicação que já é específica.

Nos terraços e coberturas é necessário estudar com toda atenção qualquer implantação de antenas, grades, tubos de ventilação, etc. Se houver necessidade de executar estas instalações depois de feita a impermeabilização, deve-se construir blocos de concreto para servir de base, acima do piso, evitando assim a perfuração da membrana. Não havendo outra solução, o serviço precisa ser bem estudado com o empreiteiro da impermeabilização (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 14).

2.3.2 Comparativo de cobertura impermeabilizada x telhado

2.3.2.1 Cobertura impermeabilizada

Quando bem executada, uma cobertura impermeabilizada é mais eficiente com a estanqueidade, mas para isso os serviços anteriores a esse também tem de ser bem feitos. Antes da aplicação da impermeabilização, a laje deve ser construída corretamente, respeitando o que é determinado na norma, inclinação conforme manda o projeto, que é normalmente para laje impermeabilizada 1% de inclinação, etc.

Após sua aplicação, também tem cuidados que precisam ser tomados, com as camadas que vem depois, até seu piso final. As impermeabilizações precisam de um acabamento de proteção para não fiquem expostas ao sol, às intempéries e ao mau trato. Além de alguma camada de isolante térmico que também pode ter, se faz a argamassa de proteção, sempre no mesmo dia em que a manta asfáltica, no caso, é colocada. Para essa argamassa é recomendado o traço de 1:6, cimento e areia, com 1,5 cm de espessura como mestras (CUNHA; NEUMANN, 1979).

Uma Impermeabilização custa aproximadamente a metade do preço de um telhado, além disso deve ser levado em conta que, ao custo da cobertura com telhado, tem que ser acrescido o custo da construção das calhas.

A impermeabilização traz ainda o grande benefício de permitir que se use a espuma-cimento para substituir a argamassa de caimento, incorporando assim o isolamento térmico sem acréscimo de custo, o que então faz disparar a vantagem econômica, pois o isolamento térmico em separado aumenta pelo menos 30% o custo do telhado (CUNHA; NEUMANN, 1979, p. 53).

2.3.2.2 Telhado

Uma das principais vantagens de executar uma cobertura de telhado convencional, é o fato de ser o sistema mais utilizado, sendo assim, gerando uma facilidade e agilidade maior dos construtores. Outra grande vantagem é o maior conhecimento sobre os tipos de materiais que devem ser usados para a execução, também facilitando o acesso da compra do mesmo.

Entende-se ainda que a cobertura de uma obra é composta basicamente de dois elementos, que são a estrutura, constituída de vigas e peças, metálicas ou de madeira, chamadas de tesouras, destinadas a suportar os elementos de cobertura, e a cobertura, que cobre a estrutura (telhas), dando proteção à obra. Pode-se ainda acrescentar à cobertura outros elementos destinados à captação das águas pluviais, tais como calhas e condutores (SALGADO, 2009, p. 146).

Outra fator determinante para a escolha do uso deste método, é o fato dessa captação de água gerada dos telhados, através de suas calhas ser aproveitado em maior quantidade. Obras sustentáveis então cada vez mais se tornando necessário, fazendo o reaproveitamento das águas das chuvas algo interessante, além de economias futuras.

2.4 INDÚSTRIAS QUE PRODUZEM IMPERMEABILIZANTES NO BRASIL

Algumas das principais empresas que fabricam impermeabilizantes atualmente no Brasil são:

- a) Viapol: fundada em 1990, está a 27 anos no mercado e é considerada uma das referências na América Latina quando o assunto se diz referente a indústrias de soluções químicas;

- b) Vedacit: fundada em 1936, a vedacit está presente em grandes obras no cenário brasileiro, como na Usina de Itaipu e na Ponte Estaiada Octavio Frias de Oliveira. A vedacit desenvolve diversos produtos químicos para a construção civil, tendo como mais importante os produtos direcionados a impermeabilização;
- c) Sika: com os trabalhos iniciados em 1906 a Sika só pode ter seus produtos vendidos só depois de alguns anos, devido as burocracias vividas na época da 2ª Guerra Mundial. A Sika produz diversos materiais para a construção civil, entre eles os impermeabilizantes, que foi o primeiro produto desenvolvido por Kaspar Winkler, usado especialmente nas redes ferroviárias na Suíça;
- d) Inkor: fundada em 2004 a Inkor é uma empresa jovem no mercado mas com muita experiência e qualidade nos seus produtos desenvolvidos, respeitando sempre as normas da ABNT.

2.5 CONTROLE TECNOLÓGICO DOS IMPERMEABILIZANTES

A fabricação dos produtos de impermeabilizantes necessita que sejam respeitadas todas as normas de fabricação, pois as normas foram feitas para dar um padrão aos produtos e uma garantia ao consumidor final, de que o produto comprado seja eficiente.

As normas são elaboradas por Comissões de Estudos (CE) e supervisionadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (VEDACIT, 2010).

As principais normas técnicas referentes a impermeabilização são:

NBR 9574/1986: Execução de impermeabilização.

NBR 9575/2003: Impermeabilização – Seleção de projeto.

NBR 9686/1986: Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização.

NBR 9952/1998: Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e Métodos de Ensaio.

NBR 11905/1995: Sistema de impermeabilização composto por cimento impermeabilizante e polímeros.

NBR 13321/1995: Membrana acrílica com armadura para impermeabilização.

NBR 13532/1995: Elaboração de projetos de edificação – Arquitetura.

NBR 13724/1996: Membrana asfáltica para impermeabilização com estruturante, aplicada à quente (VEDACIT, 2010, p. 12).

2.6 UTILIZAÇÃO DA MÃO DE OBRA E TEMPO

2.6.1 Mão de obra

Para a aplicação dos produtos na obra é necessário que haja o uso de EPI (Equipamento de Proteção Individual) e também o uso das ferramentas corretas para aplicação, como por exemplo a manta asfáltica. Se não for usado um maçarico para a queima da manta, ela não terá a aderência necessária que o produto exige para sua utilização adequada.

Os EPI's e as ferramentas utilizadas na mão-de-obra desses serviços serão listados a seguir.

Os EPI's utilizados são esses:

Luvas de PVC.
Capacete.
Óculos para segurança.
Roupas adequadas com mangas e calças compridas.
Botas (VEDACIT, 2010, p. 13).

Figura 3 - EPI utilizados



Fonte: Vedacit (2010, p. 13).

E essas são as ferramentas utilizadas:

Trinchas.
Desempenadeiras.
Maçarico.
Rolo para pintura.
Vassoura.
Colher de pedreiro (VEDACIT, 2010, p. 13).

Figura 4 - Ferramentas utilizadas



Fonte: Vedacit (2010, p. 13).

2.6.2 Tempo para aplicação

O tempo exato para aplicação dos produtos varia de acordo com o produto aplicado e informações dos fabricantes, pois há produtos que levam dois dias para aplicação total pois é necessário o uso de 4 demãos com espera para secagem. Existem produtos no mercado também que são aplicados em 1 demão, e há produtos que são misturados nas argamassas. De acordo com as informações estabelecidas pelas embalagens dos produtos das empresas.

3 PRINCIPAIS CAUSAS DE INFILTRAÇÕES E MÉTODOS DE CORREÇÃO

3.1 INFILTRAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Um problema muito comum em uma obra, tanto no seu decorrer quanto depois de pronta, são as infiltrações, gerando transtornos para o proprietário e para o construtor. Na NBR 9575, “infiltração é a penetração indesejável de fluidos nas construções” (ABNT, 2010, p. 5).

Dados estatísticos, mostram as principais origens de falhas causadoras de infiltrações, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Origem das falhas das infiltrações

| Origem das Falhas (%) | | | | |
|-----------------------|----------|-----------|----------------------|----------|
| Projeto | Execução | Materiais | | Diversos |
| | | Defeito | Utilização Incorreta | |
| 40 | 25 | 18 | 10 | 7 |

Fonte: Vedacit ([200-?], p. 11, adaptação dos autores).

Para entender as patologias de infiltração que ocorrem, é preciso saber os motivos que levam à esses problemas. Além do que já foi descrito no capítulo anterior, a seguir será listada as principais causas que ocasionam infiltrações.

3.1.1 Ausência de ventilação no ambiente

Um caso de infiltração onde não é resolvido com sistemas de impermeabilização é o por condensação, causado pela falta de entrada de ar no ambiente. “A impermeabilização confina a infiltração de água, mas é a circulação de ar que torna os ambientes salubres, não deixando proliferar o mofo. A presença de umidade nas casas provoca doenças respiratórias” (VEDACIT, 2010, p. 11).

3.1.2 Falhas de projeto

Os projetos de impermeabilização como mencionados no capítulo anterior, tem uma grande importância no planejamento de uma boa execução. As falhas causadas pela falta de um

projeto específico, ou um projeto incompleto para as necessidades de determinada obra, geram problemas difíceis e caros de serem reparados.

Impermeabilização é preciso um processo muito mais planejado, que começa pelo estudo do terreno e suas características geomorfológicas e químicas, bem como o entorno, além de estudos de drenagens. Também é preciso ter a compreensão do projeto de arquitetura e de todos os outros envolvidos numa obra, compatibilizando sempre as indicações dos sistemas de impermeabilização e os sistemas construtivos adotados (PORCIÚNCULA, 2013, p. 1).

A Falta de estudos feitos corretamente, levam à vários problemas, como a escolha da impermeabilização errada para determinado local, poucas especificações para aplicação, falta de detalhes que antecedem essas execuções, não seguir as normas de impermeabilizações corretamente, etc.

3.1.3 Erros de execução

Um dos casos mais recorrentes causadores de problemas de infiltrações são as execuções empregadas de forma errada. O motivo na maioria das vezes é causada pela falta de fiscalização de quem está executando, e também pela falta de mão de obra especializada para esses serviços.

Outro caso que ocorre muito na execução desses serviços, é o projeto especificar algo, e por algum problema que não estava previsto em projeto, ser alterado dentro da obra sem consultar o projetista.

A falta de um controle de qualidade também se enquadra a este processo, como um fator agravante de um processo que deve ser extremamente rigoroso.

3.1.4 Vazamento nas tubulações e captações

Vazamentos nas edificações são difíceis de solucionar, principalmente quando essas infiltrações acontecem dentro das paredes. Ocorrem com maior frequência nas paredes de banheiros ou cozinhas, por terem muita passagem de tubulação de água fria nesses ambientes, podendo acontecer esses vazamentos devido à alguma perfuração externa, ou até algum encaixe ou uma cola nos tubos que foram mal aplicados.

Ocorrem também muitos problemas nos sistemas de captação de água. A causa desses problemas é relacionado aos tipos de calhas e os produtos que são aplicados para veda-

las. Os tubos de quedas também podem gerar problemas, quando seus arremates são executados de forma errada.

Os pisos que levam as águas provenientes das chuvas, também tem um fator determinante para não acontecer infiltrações, pois precisam ter uma inclinação mínima para não haver acúmulo de água indevida.

3.1.5 Aberturas no concreto

As estruturas de concreto geram sérios problemas com infiltrações, pois corroem suas armaduras, trazendo assim preocupações com a segurança por serem danos estruturais. De acordo com Vedacit ([200-?]) as principais causas de problemas de infiltrações no concreto é a falta de cobertura mínimo das armaduras e falhas de concretagem como fôrma, lançamento, adensamento e cura.

No caso das estruturas, vários problemas patológicos podem surgir. Uma fiscalização deficiente e um fraco comando de equipes, normalmente relacionados a uma baixa capacitação profissional do engenheiro e do mestre de obras, podem, com facilidade, levar a graves erros em determinadas atividades, como a implantação da obra, escoramento, fôrmas, posicionamento e qualidade de armaduras e a qualidade do concreto, desde o seu fabrico até a cura (SOUZA; RIPPER, 1998, p. 25).

3.2 PATOLOGIAS CAUSADAS POR INFILTRAÇÕES PELA FALTA OU MÁ APLICAÇÃO DE IMPERMEABILIZANTES

Muitas são as causas que geram infiltrações, a maioria relacionada a problemas com impermeabilizantes que por diversos motivos não garantem a estanqueidade. A seguir será mostrado os casos mais recorrentes de patologias com esta situação.

3.2.1 Infiltração nas armaduras

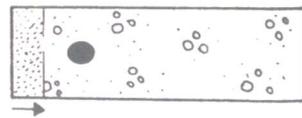
No Brasil uma estrutura de concreto armado de uma edificação, com raras exceções, dificilmente com mais de 30 anos exposto à umidade ambiental, não tenha iniciado algum processo de deterioração das suas armaduras (CUNHA; NEUMANN, 1979).

Souza e Ripper (1998) falam que a corrosão nas armaduras de aço é um processo eletroquímico, já o do concreto é puramente química e ocorre por causa da reação da pasta de

cimento com determinados elementos químicos, causando a dissolução do ligante ou formação de compostos expansivos, isso deteriora o concreto.

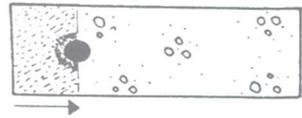
Um fator agravante na deterioração do concreto, é a carbonatação, que para Souza e Ripper (1998, p. 74) “resulta diretamente da ação dissolvente do anidrido carbônico (CO₂), presente no ar atmosférico, sobre o cimento hidratado, com a formação do carbonato de cálcio e a conseqüente redução do pH do concreto até valores inferiores a 9”.

Figura 5 - Carbonatação das armaduras do concreto



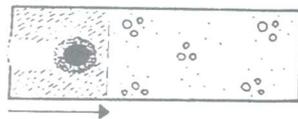
a) Alcalinidade (pH 12,5)

Neste nível de alcalinidade o ferro está em situação passiva e não há perigo de oxidação.



b) Penetração de CO₂ = carbonatação, alcalinidade inferior a pH 9.

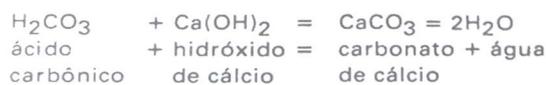
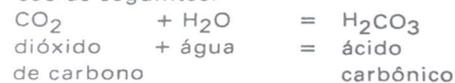
Com o passar do tempo vai diminuindo a alcalinidade, pela presença da umidade.



Com a diminuição do pH o concreto não protege a ferragem.

No processo da oxidação das ferragens há expansão e, em seguida, o desprendimento do concreto.

c) As reações químicas que se processam na carbonatação são as seguintes:



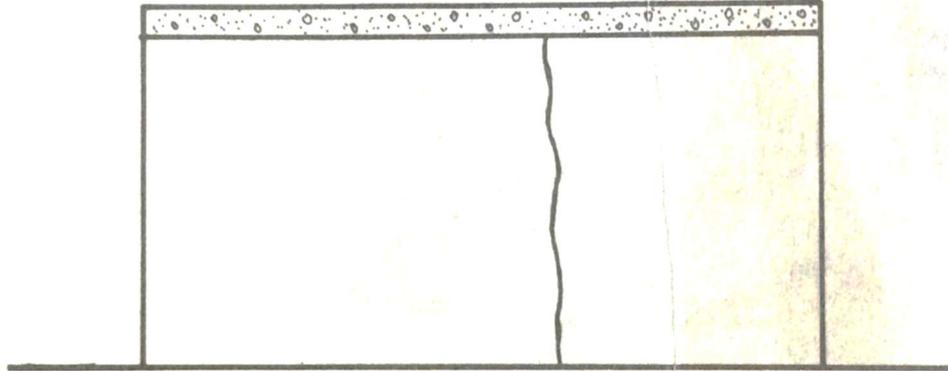
Fonte: Cunha e Neumann (1979, p. 115).

3.2.2 Trincas

Para a ABNT (2010) na NBR 9575 as aberturas entre 0,5 mm até 1,0 mm são denominadas trincas, o que diferencia de fissuras.

Tanto trincas como fissuras, ocorrem devido a atuações de tensões nos materiais, quanto maior for a restrição imposta ao movimento dos materiais, e quanto mais frágil ele for, maiores serão a magnitude e a intensidade de suas aberturas (CORSINI, 2010).

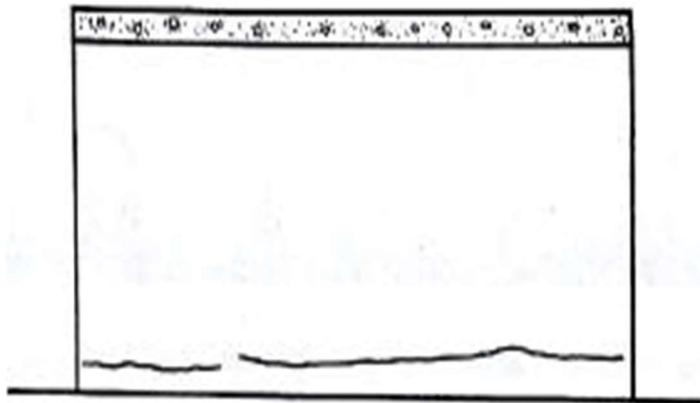
Figura 6 - Exemplo de trincas em construções



Fonte: Thomaz (1989, p. 39).

Segundo Thomaz (1989), podem aparecer trincas horizontais nas partes inferiores das paredes, quando a impermeabilização nos alicerces são mal executadas. O contato direto com o solo faz com que seja absorvido umidades para essas paredes. A figura a seguir, mostra esse caso.

Figura 7 - Trinca horizontal na base da alvenaria



Fonte: Thomaz (1989, p. 42).

3.2.3 Fissuras

Segundo a ABNT (2010) na NBR 9575 as aberturas com até 0,5 mm são chamadas de fissuras. As inferiores a 0,05 mm são denominadas como microfissuras.

As fissuras nas alvenarias são divididas de acordo com sua forma de manifestação, seu desenho, que pode ser geométrico ou mapeado. Essas duas classes são subdivididas, cada uma, entre fissuras ativas e passivas. As ativas ainda admitem uma nova subdivisão, em que podem ser sazonais ou progressivas. As geométricas (ou isoladas) podem ocorrer tanto nos elementos da alvenaria - blocos e tijolos - quanto em suas juntas de assentamento. As mapeadas (também chamadas de disseminadas) podem ser formadas por retração das argamassas, por excesso de finos no traço ou por excesso de desempenamento. No geral, elas têm forma de "mapa" e, com frequência, são aberturas superficiais (CORSINI, 2010, p. 1).

Figura 8 - Exemplo de fissuras em fachadas



Fonte: Corsini (2010, p. 1).

Thomaz (1989, p. 33) diz que:

As mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto que a diminuição desse teor provoca uma contração.

Se algo restringir esses movimentos, gera fissurações. Ainda para Thomaz (1989), lugares onde há maior incidência de água, será mais acentuada as fissurações nas argamassas, como mostra a figura a seguir.

Figura 9 - Fissuração nos revestimentos com maior contato com água



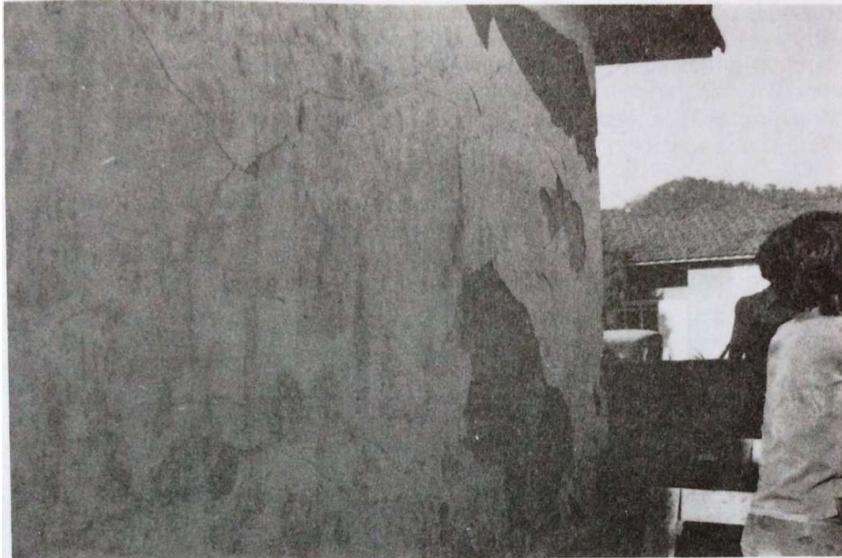
Fonte: Thomaz (1989, p. 43).

3.2.4 Umedecimento e secagem dos revestimentos

O processo de umedecimento, e logo após secagem dos materiais, principalmente os revestimentos, gera o destacamento do mesmo, e logo após sua degradação.

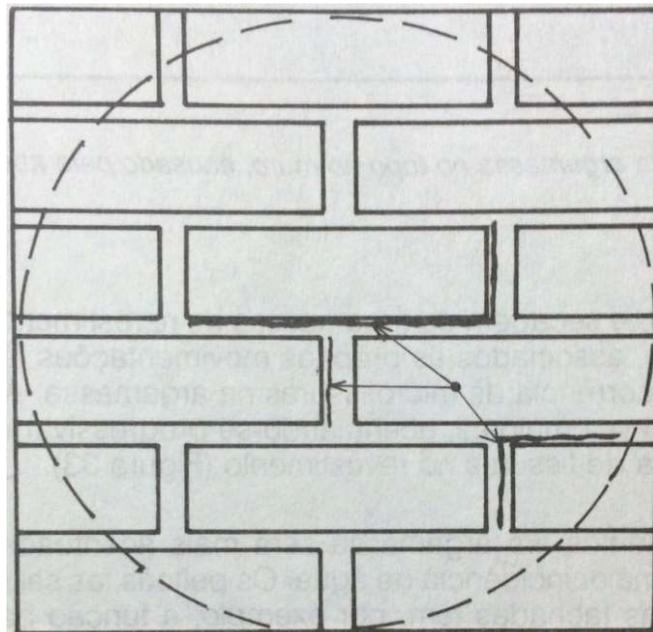
Movimentações reversíveis ou irreversíveis podem originar também destacamentos entre componentes de alvenaria e argamassa de assentamento. Esses destacamentos ocorrem em função de inúmeros fatores, sendo os mais importantes: aderência entre argamassa em contato, propriedades higroscópicas desses materiais e intensidade da variação da umidade (THOMAZ, 1989, p. 41).

Figura 10 - Destacamento dos revestimentos



Fonte: Thomaz (1989, p. 41).

Figura 11 - Destacamento nas alvenarias



Fonte: Thomaz (1989, p. 41).

3.2.5 Eflorescência

“Ela ocorre em alvenarias, cerâmicas, concreto, argamassas e outros materiais porosos, pois possuem sais solúveis que, quando entram em contato com a água, dissolvem-se. Então, quando a água evapora ocorre a cristalização dos sais na superfície” (JOFFILY; OLIVEIRA, 2013, p. 3).

Joffily e Oliveira (2013) também afirmam que por conta da eflorescência, formam-se manchas esbranquiçadas, ficando muito aparente e afetando esteticamente os ambientes. As figuras a seguir mostram casos com esse problema.

Figura 12 - Eflorescência nas piscinas



Fonte: Joffily e Oliveira (2013, p. 2).

Figura 13 - Eflorescência em pisos



Fonte: Joffily e Oliveira (2013, p. 6)

3.3 MÉTODOS DE CORREÇÃO

Segundo IBAPE/SP (2009) para que seja executado a correção causada por uma infiltração, trincas, umidade e eflorescência, deve ser contratado um profissional especializado na área, pois deve se ter o conhecimento de toda a edificação, para apontar o que ocasionou as patologias e qual melhor método de correção.

Tendo conhecimento das patologias ocorridas em uma edificação, foi descrito abaixo alguns métodos de correção.

3.3.1 Recuperações das armaduras nas estruturas de concreto

O tratamento de uma estrutura, assim como o de qualquer sistema construtivo, segue uma sequência de etapas que vai desde a delimitação da área de reparo, até a proteção da superfície (VEDACIT, [200-?], p. 12).

A Vedacit ([200-?], p. 13) diz que segundo os especialistas a forma de reparo das infiltrações nas armaduras são:

- Delimitação da área de reparo com disco de corte;
- Remoção do concreto no entorno das barras;
- Tratamento das armaduras com corrosão;
- Recomposição da seção de concreto removido.

A figura a seguir representa o corte da superfície de concreto.

Figura 14 - Corte da superfície de concreto



Fonte: Vedacit ([200-?], p.13).

3.3.2 Trincas e fissuras

Os métodos corretivos para trincas e fissuras são na grande maioria dos casos os mesmos adotados. Corsini (2010, p. 1) fala que “tecnicamente, e de forma geral, o termo fissura é preferível ao termo trinca. Algumas normas e alguns peritos podem classificar as fissuras com diferentes nomes, conforme a sua espessura”.

As fissuras ou trincas podem ter origem estrutural e para esses casos, Thomaz (1989) diz, que para se fazer a correção de componentes trincados deve ser feito um diagnóstico de todo edifício, para não ter o risco de ter ocorrido danos as instalações do edifício. O mesmo autor ainda diz que para que seja feita a correção definitiva, deve-se conhecer a origem da patologia. Tendo conhecimento da origem da patologia a correção só deverá ser executada quando o movimento se estabilizar. Em casos em que o dono da obra queira realizar a recuperação dos recalques antes do movimento se estabilizar é empregado algumas técnicas de consolidação do terreno, ou reforço nas fundações.

Para casos de fissuras e trincas causadas pela má aplicação dos revestimentos, uma das soluções segundo Corsini (2010, p. 1), seria fazer uma abertura com aproximadamente 1 centímetro de largura por 1 centímetro de profundidade, utilizando o disco de corte, remover a pintura ou cerâmica em torno de 20 centímetro em volta da trinca, após o corte feito fazer a limpeza da trinca tirando toda poeira do local, em seguida começar a aplicação do selante acrílico utilizando o aplicador e uma espátula para pressionar o selante até o fundo da trinca, a aplicação deve conter 2 demãos com intervalos de 48 horas para secagem entre a primeira e a segunda demão, após a segunda demão o intervalo é de 24 horas. Feito a aplicação do selante acrílico é aplicado um impermeabilizante acrílico com espaçamento de aproximadamente 20 centímetro e duas demãos com intervalo de 6 horas de uma demão a outra, mas antes da aplicação da última demão é aplicado uma tela de poliéster de aproximadamente 20 centímetro sobre a trinca, após esse processo, é só aplicar uma massa niveladora e fazer o revestimento desejado.

Figura 15 - Aplicação do selante acrílico nas aberturas



Fonte: Corsini (2010, p. 1).

Figura 16 - Aplicação da tela de poliéster



Fonte: Corsini (2010, p. 1).

3.3.3 Recuperações de umidade na alvenaria

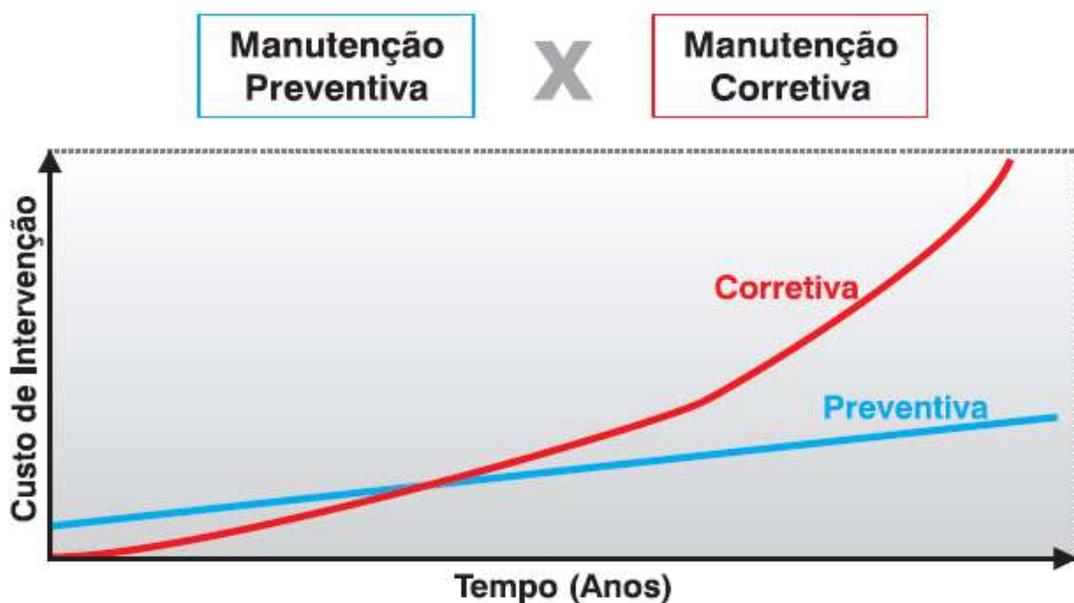
Para Ripper (1996) a substituição de uma alvenaria úmida por um novo revestimento com aditivo impermeabilizante, é apenas uma solução de curta duração, pois a umidade voltaria. O processo mais adequado devido a falha do impermeabilizante já aplicado ou pela falta do mesmo, seria:

- a) Executar rasgos em toda profundidade da alvenaria, acima da impermeabilização a ser substituída, com aproximadamente 15 cm de altura e 1 m de comprimento, alternados com distância de 0,8 m entre eles.
- b) Retirar a impermeabilização existente, limpar e regularizar os alicerces (como alicerces entende-se viga baldrame, fundações ou qualquer base de alvenaria).
- c) Aplicar duas camadas de feltro asfáltico, colados com asfalto oxidado a quente ou uma camada de butil ou similar, em toda a extensão do rasgo.
- d) Aplicar uma camada de proteção de argamassa de cimento e areia 1:4 e reconstruir a alvenaria com tijolos recozidos ou prensados em um comprimento de 0,8 m, cuidando que seja bem cunhada a alvenaria acima. Deixar nas extremidades-dentes.
- e) Executar o rasgo nos 0,8 m alternados entre os vãos já reparados, repetindo o procedimento anterior, ficando a impermeabilização com um transpasse de 10 cm em cada lado sobre a impermeabilização já executada.
- f) Repetir o procedimento como nos outros rasgos completando assim o fechamento total da parede.
- g) Demolir o revestimento úmido existente acima da faixa reconstruída e deixar secar a alvenaria descoberta.
- h) Revestir com um emboço internamente sem aditivo impermeabilizante, para deixar que a alvenaria respire. Externamente é recomendável usar no emboço aditivo impermeabilizante para uma melhor proteção da alvenaria (RIPPER, 1996, p. 73).

3.4 VIABILIDADE DA RECUPERAÇÃO

Existem dois tipos de viabilidade que podem ser executados. Segundo o IBAPE/SP (2009) pode ser de manutenção preventiva, onde logo em que detectado o problema ele seja corrigido imediatamente por um profissional antes que passe para manutenção corretiva, onde o custo é mais elevado.

Gráfico 2 - Manutenção Preventiva x Manutenção Corretiva



Fonte: Vedacit ([200-?], p. 11).

Segundo o IBI (2017, p. 1) quando se impermeabiliza uma obra desde o seu início ela pode ter um custo de aproximadamente 3% de todo o valor da obra. E quando não é feita a aplicação de impermeabilizantes o custo da obra, pode elevar em até 10%.

O tempo que leva até começar a corrigir os problemas nas construções após elas aparecerem, também é um fator importante. É viável economicamente começar as correções o quanto antes. Adiar esses problemas além de agravarem os problemas, ainda encarecem esses serviços.

É importante também prolongar a vida útil das construções. Conforme Vedacit ([200-?], p.7) “a manutenção regular e adequada evita soluções radicais, de custo bastante elevado que em caso extremo pode se tornar economicamente inviável”.

4 ESTUDO DE CASO

Os estudos de casos foram de problemas de infiltrações, analisados através de visitas aos locais e a aplicação de um questionário, que por sua vez, analisa os métodos dos proprietários de repararem essas deficiências. Após essa análise, será apresentada uma proposta corretiva para solucionar essas patologias.

Foram feitos 3 estudos, sendo dois deles problemas relacionados a utilização de impermeabilizantes, seja pelo seu mau uso ou falta do mesmo, e um caso de infiltração por condensação, que é a falta de ventilação no ambiente.

Para todos os casos de infiltrações foi notado principalmente a falta de um responsável técnico para analisar esses problemas, e solucionar de maneira correta, evitando apenas o auxílio do construtor prático.

Para um melhor aproveitamento deste estudo, foi evitado repetir casos e assim fazer um diagnóstico mais elaborado.

4.1 DIAGNÓSTICOS DOS CASOS

O questionário aplicado foi feito por meio de 12 perguntas, que tentam analisar os métodos utilizados na época da construção, e o métodos para tentar solucionar os problemas de umidade no local.

Além da aplicação do questionário, foi realizada uma análise da situação e fotos, para tentar ter um diagnóstico completo dos casos. A seguir será apresentado os estudos.

4.1.1 Obra 1

O primeiro caso estudado, é uma obra de 50 m², separada da parte da frente da casa, localizada na cidade Armazém-SC, construída a 14 anos. De acordo com o questionário e com relatos do morador, uma das paredes gerou umidade, com tentativas de reparo, mas sem sucesso.

A principal patologia encontrada foi em uma parede da garagem, na extrema do terreno. Após 5 anos da construção, foi aterrado 1 metro de altura pelo lado de fora dessa parede, para construção de uma casa vizinha. Único sistema de impermeabilização utilizado foi a aplicação de piche nos baldrames, sem ter sido previsto alguma vedação para essa parede em contato com o aterro.

Figura 17 - Parede em contato com o aterro



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

O contato com aterro, umedeceu a parede pelo lado de fora, gerando patologias no lado interno desta parede, gerando bolhas no revestimento da parede e descascamento da pintura.

Figura 18 - Patologia de infiltração na parede interna



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Após as primeiras patologias ocorrerem, houve tentativas de reparo. Foi limpada apenas a área degradada pelo lado interno, e refeito o reboco e a pintura. O problema não foi

solucionado. Pelo fato do causador da infiltração ser a umidade gerada na parede externa, voltando a gerar as mesmas patologias e defeitos na parede interna.

Com a construção de outra residência no terreno ao lado, nota-se que a parte onde gerou problemas na parede interna, é onde pelo lado de fora o solo está exposto as condições do tempo e se tem mais contato com água.

4.1.2 Obra 2

O segundo estudo é uma casa de 220 m², localizada em Jaguaruna-SC, construída a 15 anos. De acordo com os relatos do morador e da aplicação do questionário, houve vazamentos na laje da cobertura, com muita infiltração de água, com tentativas de reparo sem êxito.

Na época que a obra foi construída, não houve nenhum sistema de impermeabilização aplicado e nenhuma inclinação nesta laje, ainda assim só após 3 anos da sua construção começou a surgir problemas de infiltrações no local.

Após as primeiras patologias de infiltrações aparecerem, foi aplicado um contra piso por cima laje, e depois a aplicação de uma manta líquida, para tentar gerar a estanqueidade, apenas com auxílio de construtores práticos.

Durante alguns meses o reparo evitou a infiltração, mas logo voltou a aparecer os problemas de vazamentos, em dias de chuvas inundando a edificação de forma prejudicial a estrutura.

Figura 19 - Infiltração na laje de cobertura



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Pode-se notar patologias de fissuras e trincas na laje, devido à falta de impermeabilização correta, podendo se tornar um problema ainda mais sério, pois a infiltração envelhece a estrutura de concreto. Outro fator que agrava o problema da laje, é a exposição aos raios solares, que agrava a durabilidade da sua estrutura.

Figura 20 - Detalhes de trincas nas infiltrações da laje



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

4.1.3 Obra 3

Esse estudo, é de uma obra residencial de 80 m², localizada em Tubarão-SC, construída a 3 anos. De acordo com o questionário aplicado e com relatos do morador, houve presença de umidade, devido à falta de luz e de ventilação em um ambiente.

Durante a obra, não houve presença de umidade no ambiente, mas após o término, começou a gerar umidade nas paredes internas da garagem, uma área fechada sem entrada de ar diária, e nem iluminação para manter o ambiente salubre.

Figura 21 - Umidade nas paredes geradas por infiltração de condensação



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Após aparecer as patologias de infiltração, houve a tentativa de reparo aplicando pinturas nas paredes internas, com tintas impermeáveis. Com esse reparo o problema continuou sem ser solucionado, devido ao fato de ainda faltar a ventilação no ambiente e a entrada de luz, voltando as patologias mesmo com essas pinturas impermeáveis aplicadas nas paredes internas. A indicação dessa pintura foi aconselhada e executada por pintores práticos, que são acostumados a situações de infiltrações, mas sem experiência e qualificação técnica para casos como estes.

Figura 22 - Detalhe de pouco espaço externo



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Por meio da figura 22, pode-se observar a dificuldade de conseguir ventilar esse ambiente no pavimento inferior, pela falta de espaço para se construir alguma abertura.

Figura 23 - Infiltração gerada por pouca ventilação e iluminação no ambiente



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

Como já foi comentado no capítulo 3, problemas de infiltração por condensação, não é só um problema estético, é um problema para a saúde dos moradores. A falta de ventilação além das patologias geradas nas paredes, também podem trazer problemas respiratórios, devido ao mofo que se instala no ambiente, sendo importante o seu reparo imediato.

4.2 PROPOSTAS DE MÉTODOS CORRETIVOS

Analisando as obras apresentadas anteriormente, e com os conhecimentos apresentados nos capítulos 2 e 3, nota-se primeiro que são problemas mais recorrentes em obras, e que tanto na construção, quando na tentativa de reparo, faltou um responsável técnico adequado para analisar corretamente esses problemas, por isso, os casos não foram solucionados nas tentativas corretivas dos proprietários. Sabendo disso, e entendendo melhor cada caso, será apresentado soluções práticas, para esses problemas, analisando suas patologias e procurando corrigi-las da forma mais correta possível.

A seguir será apresentado, para cada caso, uma ou mais proposta de reparo.

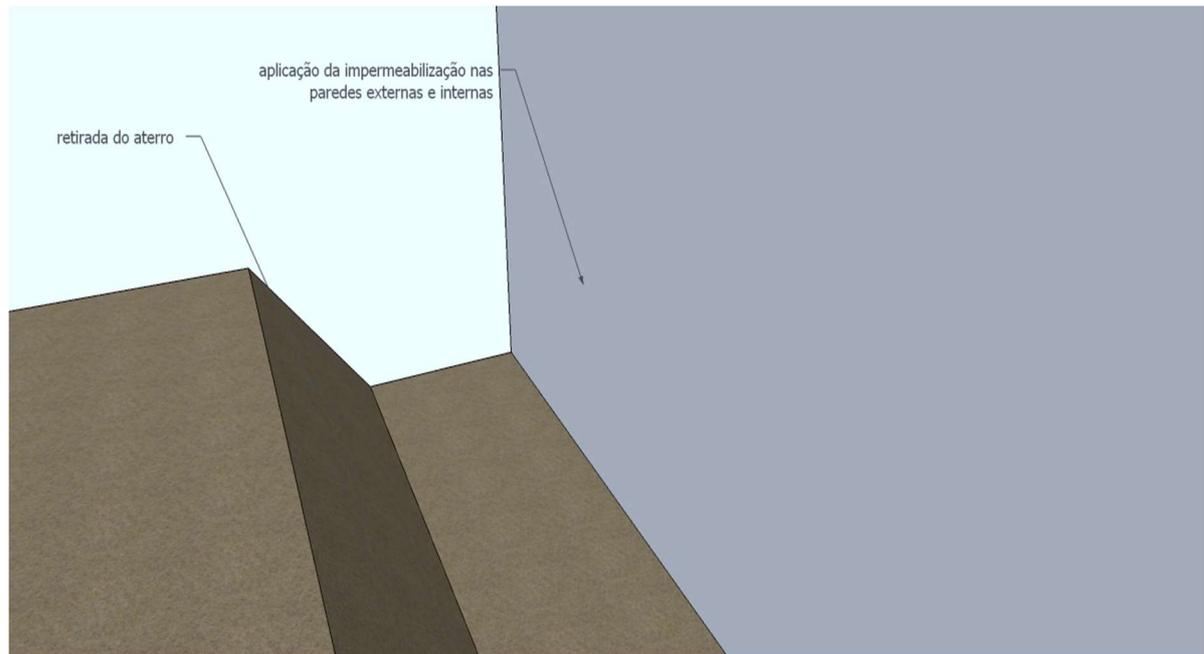
4.2.1 Obra 1

Na primeira obra, o método para solucionar essa infiltração, é a aplicação de impermeabilização na parte externa dessa parede. Para conseguir aplicar a impermeabilização externa, é necessário retirar o aterro, analisando cuidadosamente as estruturas da residência vizinha. Após a retirada do aterro, tirar toda a parte deteriorada da parede, depois aplica-se o revestimento, que para esse caso, o ideal é uma argamassa impermeabilizada, com auxílio de aditivos. Na parte interna também pode ser aplicada uma impermeabilização para ajudar a combater essa infiltração.

Depois das impermeabilizações devidamente aplicadas, coloca-se o aterro novamente na altura até onde a parede foi impermeabilizada. Para este caso o aterro fica na altura de 1 metro acima do piso da garagem.

A figura a seguir mostra o processo de retirada do aterro, e onde deve-se aplicar a impermeabilização.

Figura 24 - Retirada do aterro para aplicação da impermeabilização



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

4.2.2 Obra 2

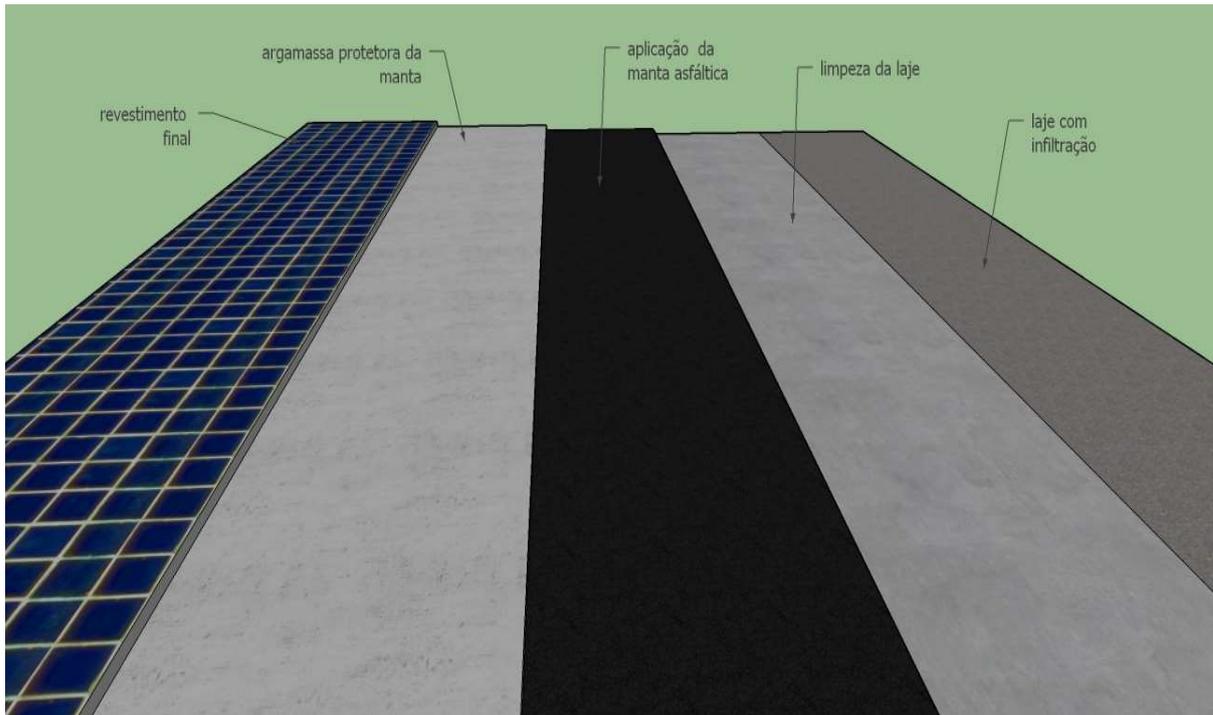
Para esta obra, com problemas de infiltração na laje, o método escolhido para solucionar essa infiltração, seria primeiro aplicar uma argamassa sobre o piso, com intuito de dar inclinação na laje, para as águas oriundas de chuvas terem para onde escorrer.

Segundo passo a aplicação de uma impermeabilização elástica, para este caso, uma manta asfáltica, que sua fabricação já é específica para esse tipo de situação.

Após a aplicação da manta, deve-se revestir com uma argamassa nova por cima, com intuito de proteger essa manta. O acabamento final, fica a critério do morador, escolhendo o revestimento de sua preferência.

A seguir será mostrado as camadas aplicadas na laje, com o revestimento final escolhido para exemplo, um piso cerâmico.

Figura 25 - Detalhes das camadas para impermeabilizar a laje



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

4.2.3 Obra 3

No caso 3, a solução escolhida é um método para acabar com umidade gerada pela falta de luz e ventilação, para isso será apresentada mais de uma forma de reparo.

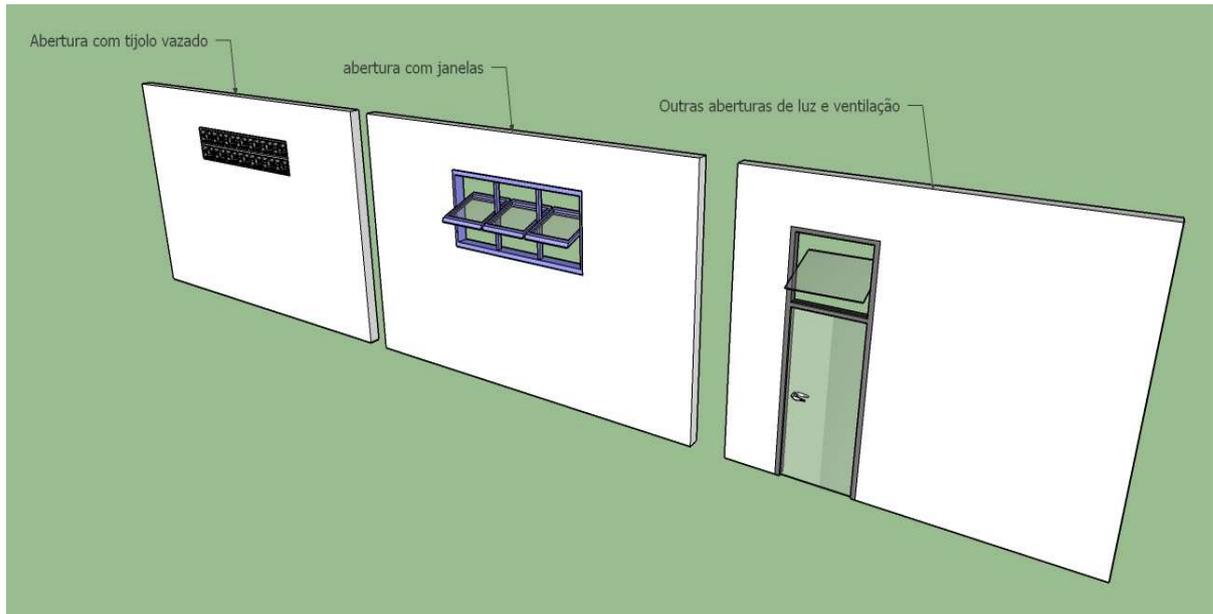
A primeira seria utilizar algum sistema de ventilação por dutos. Este sistema só é aconselhável se não houver nenhuma chance de ventilações naturais. Ainda assim, é importante tentar iluminar frequentemente esse ambiente, para ajudar esse sistema de ventilação a manter o ambiente salubre.

A segunda opção é a ventilação natural, procurando fazer alguma abertura de fora para esse ambiente. Para esse caso, podem ser usadas janelas, tijolos vazados, algum tipo de abertura especial, etc. As aberturas feitas, já solucionam o problema de iluminação no ambiente, trazendo luz natural para local.

Após solucionar o problema, deve-se remover as partes deterioradas pelas infiltrações das paredes, e aplicar um novo reboco se precisar, e pintar novamente todo o ambiente.

A seguir, será mostrado exemplos de aberturas para realizar na fachada frontal, onde há possibilidades de fazer entradas de luz e ventilação. O tipo deve ser a melhor opção estética ou financeira para o morador.

Figura 26 - Opções de aberturas para fachada



Fonte: Elaboração dos autores, 2017.

5 CONCLUSÃO

Fica evidente a importância de que todas as obras devem ser bem planejadas e gerenciadas, visando um melhor resultado final e evitando transtornos futuros para os moradores. Para os casos de sistemas de impermeabilizações e combates às infiltrações não é diferente.

Um projeto de impermeabilização, na maioria dos casos, os proprietários optam por não fazerem, de forma equivocada, imaginando que vai apenas encarecer a obra. A falta desse projeto, pode acarretar em problemas futuros, gerando problemas de infiltrações de diversos casos. O gasto para corrigir essas patologias, é sempre mais caro do que a prevenção, além dos problemas de ter que fazer essas correções com as residências já habitadas.

Infiltrações são problemas que devem ser levados a sério pelos moradores. Além da parte estética, que incomoda muito os residentes, tem os problemas que podem trazer para a saúde, ou até os casos de infiltrações que danificam as estruturas, neste caso, sendo um problema de segurança.

No estudo de caso, um problema que ficou evidente, é a falta de costume de se procurar um responsável técnico adequado tanto para prevenir, quanto para corrigir casos de umidades e infiltrações. Devido a essa falta de escolha pelo profissional certo, notou-se que dessa maneira os problemas não foram solucionados corretamente.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, um caso interessante seria algo aprofundado relacionado com infiltrações por condensações, pelo fato da necessidade de um maior conhecimento sobre esse tema, sabendo que tem poucos estudos desse assunto.

Outro caso interessante sugerido para futuros trabalhos é relacionado a parte de custos, como um comparativo dos custos a serem desempenhados pelos métodos preventivos e corretivos.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: impermeabilização: execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: 2008.
- _____. **NBR 9575**: impermeabilização: seleção e projeto. Rio de Janeiro: 2010.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.
- CORSINI, R. **Trinca ou fissura?** 2010. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>>. Acesso em: 29 maio 2017.
- CUNHA, A. G.; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico**: como projetar e executar. 5. ed. Rio de Janeiro: Texsa Brasileira Ltda, 1979.
- FERREIRA, A. B. H. **Aurélio século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Inspeção predial**: check-up predial, guia da boa manutenção. 2. ed. São Paulo: LEUD, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Saiba mais**: o que é impermeabilização. 2017. Disponível em: <<HTTP://www.ibibrasil.org.br/saiba-mais/o-que-e-impermeabilizacao>>. Acesso em: 26 maio 2017.
- JOFFILY, I. A. L.; OLIVEIRA, A. L. A. **A ocorrência de eflorescência em locais impermeabilizados com mata asfáltica**. 2013. Disponível em: <<http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PAP-034-SS02.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2017.
- PORCIÚNCULA, E. **Combate às patologias começa na impermeabilização**. 2013. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/combate-as-patologias-comeca-na-impermeabilizacao/>>. Acesso em: 26 maio 2017.
- RIPPER, E. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.
- SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2. ed. rev. São Paulo: Érica, 2009.
- SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.
- THOMAZ, E. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Pini, 1989.

VEDACIT. **Manual técnico:** impermeabilização de estruturas. 6. ed. São Paulo, 2010.
Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/manual-sobre-impermeabilizacao>>. Acesso em: 15 maio 2017.

VEDACIT. **Manual técnico:** recuperação das estruturas. 3. ed. São Paulo, [200-?].
Disponível em: <<https://vedanews.com.br/uploads/biblioteca/manual-tecnico-recuperacao-de-estruturas-8.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2017.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Questionário elaborado para o estudo de caso



**QUESTIONÁRIO- CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS NAS CIDADES DE
JAGUARUNA, ARMAZÉM E TUBARÃO – SC**

Título do TCC: Patologias ocorridas por infiltrações relacionadas com a impermeabilização e métodos de correção.

Este questionário foi elaborado pelas Engenheiras Ana Cláudia Rigone Fernandes e Bruna Vieira Citadin. Onde elas elaboraram para seus respectivos trabalhos de conclusões de curso, e achamos ele muito capacitado e bem elaborado, sendo bem direto aos questionamentos que devem ser feitos em casos de patologias por infiltrações. Ele também nos foi muito útil para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL).

As respostas dadas a este questionário são de suma importância para elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

- Características da Obra:

Nome da Obra:

Tamanho da Obra:

1- Há quanto tempo foi concluída a construção?

2- Houve aplicação de sistemas impermeabilizantes durante a construção?

3- Se foi aplicado, teve elaboração de projeto de impermeabilização ou somente foi feita a aplicação por conhecimento de construtor prático?

4- Se houve impermeabilização, quais os produtos impermeabilizantes foram aplicados?

5- Se houve impermeabilização, quais as áreas de aplicação na obra?

6- Durante a construção da edificação houve presença de umidade?

7- Se houve umidade durante a construção, foi adotado algum procedimento para solucionar o problema?

8- Quanto tempo após a construção começou a surgir as primeiras manifestações patológicas advindas de infiltração?

9- Houve alguma tentativa de reparo das manifestações patológicas?

10- Se houve reparo, qual o procedimento adotado?

11- Após o reparo, o problema foi solucionado?

12- O reparo foi executado por empresa especializada em impermeabilização ou foi feito pelos proprietários ou construtores práticos?
