



# Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA

Rayra Assunção Barbosa Magalhães<sup>1</sup>, Ronaldo Furtado de Assunção<sup>2</sup>, Luzilene Souza Silva<sup>3</sup>, Márcio Santos Ferreira<sup>4</sup>, Welton Raiol de Assunção<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – Universidade Federal do Pará (UFPA)  
- Belém - PA- Brasil

rayrabmagalhaes@hotmail.com, assucaoronaldo@yahoo.com.br,  
eng.luzilene@gmail.com, márcio.pereira@hotmail.com,  
wra\_engenharia@yahoo.com.br

**Resumo.** Os problemas dentro da construção civil causados por umidade podem estar relacionados a até 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de uso e operação. A presente pesquisa de cunho descritivo e também explicativo, buscou destacar os fatores geradores de patologias decorrentes falta de impermeabilização nas áreas destinadas às garagens do 1º e 2º subsolos de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos localizado em Belém-PA, expondo soluções para o problema apresentado, inclusive demonstrando medidas antecipatórias que devem ser adotadas quando da concepção de todos os projetos de escopo de empreendimentos, a fim de prevenir patologias e assegurar a vida útil das edificações.

**Palavras Chave:** Sistema de impermeabilização. Projeto de impermeabilização. Patologias em Edificações.

**Abstract.** Moisture problems within construction may be related to up to 60% of pathological manifestations found in buildings in use and operation phase. The present descriptive and explanatory research aimed to highlight the factors that generate pathologies resulting from the lack of waterproofing in the areas destined to the 1st and 2nd basement garages of a multi-storey residential building located in Belém-PA, exposing solutions to the problem. presented, including demonstrating anticipatory measures that should be taken when designing all project scope projects, in order to prevent pathologies and ensure the useful life of buildings.

**Key words:** Waterproofing system. Project of waterproofing. Pathologies in Buildings.

## 1. Introdução

Considerando o tema sobre o qual se apresenta este artigo, torna-se importante ressaltar três aspectos de grande relevância quando se trata de patologias decorrentes da ação deletéria da água: o primeiro, segundo Souza (2008) é que as construções sofrem mutações de diversas ordens, valendo destacar as climáticas, estando sujeitas à umidade relativa, temperatura, vento, chuva e calor, o que traduz a necessidade de que as mesmas sejam protegidas, principalmente de infiltrações e do calor.

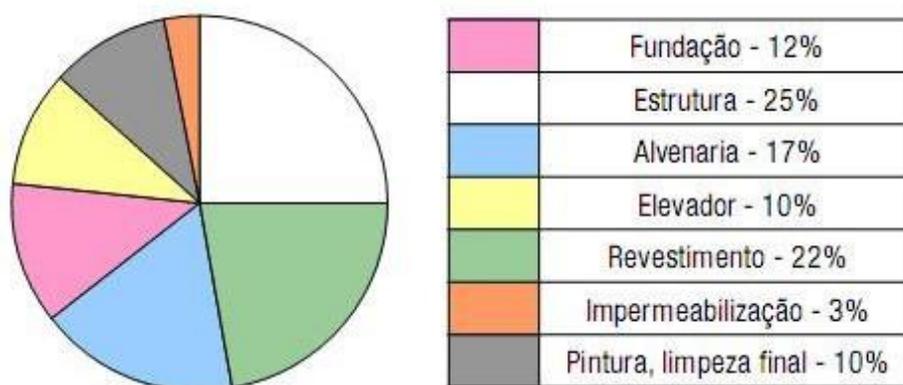
O segundo aspecto é que os problemas dentro da construção civil, causados por umidade podem estar relacionados a até 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de uso e operação e podem levar a prejuízos de caráter econômico,

funcional, de desempenho, estéticos e estruturais, podendo representar risco à segurança e à saúde dos usuários, demandando assim recursos monetários consideráveis para recuperação destas (SOUZA, 2008).

Seguindo com Souza (2008), o terceiro aspecto é a falta do projeto executivo de impermeabilização que deve ser desenvolvido conjuntamente com todos os projetos que compõem o escopo da construção, tais como: arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, paisagismo e ar-condicionado; como também a observação do clima e o local a ser protegido, pois a escolha certa do sistema impermeabilizante que estará descrito nas especificações técnicas e no memorial descritivo integrando o projeto, dependerá desses fatores.

Pieper (1992) afirma que é na concepção de um projeto arquitetônico que se deve analisar qual o sistema impermeabilizante mais adequado e então elaborar o projeto executivo que melhor se aplica a realidade da obra, pois as dificuldades de se tratar disso durante as fases finais da execução são condutas sem fundamentos.

As três questões levantadas anteriormente contribuíram para o desenvolvimento do presente trabalho, uma vez que o procedimento de impermeabilizar as construções dentro dos padrões e requisitos de normas regulamentadoras, não é tratado com o mérito que deveria receber por parte de construtores, projetistas e executores, por estar fora do alcance visual após a conclusão da obra, dado que o custo da implantação de um sistema de impermeabilização na edificação representa, em média, de 1 a 3% do custo total da obra, conforme mostrado na Figura 1 (RIGHI, 2009). Se os serviços forem executados apenas depois de constatar problemas com infiltrações na edificação concluída, o custo com impermeabilização ultrapassará em muito este percentual. Isto porque refazer o processo pode gerar acréscimo de 10 a 15% do valor do serviço, incluindo os transtornos que não são poucos (RIGHI, 2009).



**Figura 1. Porcentagem de investimentos nas edificações**

Segundo Silva e Sales (2013), um dos problemas mais difíceis de se resolver dentro das construções é a umidade, e isto, deve-se à falta de aprofundamento teórico sobre o tema. Estas patologias, além de danificarem e diminuírem a vida útil das estruturas, propiciam a proliferação de fungos e bactérias, ocasionando mal-estar (doenças respiratórias, alergias, etc.), tornando o ambiente insalubre.

As patologias, em sua grande parte, surgem de projetos mal elaborados e construções mal executadas, erros corriqueiros aliados à mão de obras deficientes, fazendo necessário assim, a restauração da estrutura danificada (MARTINS, 2016).



Assim, este trabalho em primeiro lugar, propôs-se a definir os tipos de impermeabilização e seus principais sistemas, através de pesquisa bibliográfica. Em seguida, serão apontadas as maneiras pelas quais a água se infiltra nas edificações e as patologias decorrentes da permeabilidade da água; e para substanciar a pesquisa, o estudo de caso demonstrando a análise das questões levantadas, medidas adotadas para correção destas e a melhor solução para saneamento do problema, com o fim de apontar métodos viáveis e esclarecer as origens para os pontos iniciais que motivaram este trabalho.

## **2. O processo de impermeabilização: conceitos e características**

### **2.1. Conceituando a impermeabilização**

A impermeabilização consiste em uma técnica de tratar áreas sujeitas às infiltrações com a aplicação de produtos impermeabilizantes, com a finalidade de torná-las estanques protegendo suas características físicas contra as degradações causadas pela água. Sua finalidade consiste em proporcionar conforto, preservação e a consequente garantia. A impermeabilização trata de proteger as partes mais vulneráveis da edificação (RIGHI, 2009).

De acordo com Castro (2014), é de conhecimento comum que grande parte dos componentes de uma construção civil não resiste ao intemperismo, sofrendo ação conjugada e cíclica de água, oxigênio, vapores agressivos, gases poluentes, maresia, ozônio, chuvas ácidas, lençol freático, etc.

A NBR 9575 (ABNT 2010) define a impermeabilização como "um conjunto de camadas e serviços aplicados à execução do preparo das superfícies, como camadas separadoras, amortecedoras e proteção primária e mecânica, conferindo impermeabilidade às partes construtivas". É importante salientar também, que os procedimentos de impermeabilização são destinados para aumentar a vida útil das estruturas, impedir a corrosão das armaduras de estruturas de concreto armado, proteger as superfícies de umidades, manchas, fungos e etc., preservar o patrimônio contra o intemperismo (MORAES, 2002).

Ainda segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010) a impermeabilização apresenta-se como um 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, vapores e da umidade. É preciso verificar que o sistema de impermeabilização adotado no projeto da edificação, deve reunir os produtos e serviços adequados para garantir estanqueidade de partes específicas da construção, tais como: lajes expostas, calhas, lajes molháveis internas, muros e pisos em contato com o solo, reservatórios e piscinas.

### **2.2. Tipos de impermeabilização**

Os sistemas impermeabilizantes dividem-se em rígidos (aqueles que utilizam materiais como argamassa impermeável e argamassa polimérica) e flexíveis (utilizam membranas acrílicas, termoplásticas, asfálticas, de poliuretano, poliuretano com asfalto etc., aplicadas no local da obra, bem como mantas pré-fabricadas, que podem ser asfálticas, de PVC ou EPDM) (MORAES, 2002).

#### **2.2.1. Impermeabilização rígida**

De acordo a NBR 9575 (ABNT, 2010) a impermeabilização rígida é o "conjunto de materiais ou produtos que não apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas a movimentação do elemento construtivo".

A norma citada informa ainda que, os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura, o que leva a exclusão de áreas expostas a grandes variações de temperatura e partes construtivas não sujeitas às fissurações. Podem ter a aparência de cimento para serem utilizados como pintura ou vir na forma de líquidos para serem adicionados às argamassas ou



concretos ou ainda, serem utilizados de forma pura a serem injetados em alvenarias com problemas de umidade.

Há diferentes tipos de impermeabilizantes rígidos. Os mais utilizados são:

- Aditivos hidrófugos
- Cimentícios modificados com polímeros acrílicos
- Aditivados com substâncias cristalizantes, que reagem com o cimento formando cristais de silicatos que tamponam a estrutura porosa do concreto.

### 2.2.2. Impermeabilização flexível

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010) em seu item 3.41 “a impermeabilização flexível é o conjunto de materiais ou produtos que apresentam características de flexibilidade compatíveis e aplicáveis às partes construtivas sujeitas à movimentação do elemento construtivo. Para ser caracterizada como flexível, a camada impermeável deve ser submetida a ensaio específico”.

As impermeabilizações flexíveis possuem em suas formulações polímeros e elastômeros entre outros materiais, principalmente os asfaltos, que conferindo aos produtos propriedades impermeabilizantes e elásticas lhes permitem trabalhar com a estrutura, uma vez que possuem a capacidade de absorver significativas movimentações.

Há dois tipos básicos de sistemas flexíveis:

- Sistema flexível pré-fabricado (mantas asfálticas),
- Sistema flexível moldado no local (membranas asfálticas e acrílicas e argamassas poliméricas), sendo que existem materiais auxiliares, sob forma de telas, tecidos, filmes ou feltros, que podem ser utilizados em ambos os processos.

## 3. Mecanismos de atuação da água nas edificações

Para Lersch (2003) a compreensão dos fenômenos de degradações oriundas da umidade passa pelo entendimento da forma como ocorre o seu transporte pelos elementos que compõem a edificação.

As causas da presença de umidade nas edificações, segundo Lersch (2003) são:

- Umidade de infiltração;
- Umidade ascensional;
- Umidade por condensação;
- Umidade de obra;
- Umidade acidental,
- Umidade por pressão.

### 3.1. Umidade de infiltração

Originadas, geralmente, por falhas no seu estado de conservação ou por falhas construtivas, a umidade passa das áreas externas às internas por pequenas trincas, pela alta higroscopicidade ou mesmo por falhas na interface entre elementos construtivos, como planos de parede e portas ou janelas, ou entre calhas e platibandas. Em geral, são oriundas da água da chuva e, excetuando-se as paredes, a própria cobertura também pode ser considerada um ponto de



insurgência de umidade na edificação, sendo então percebida nas lajes, forros e, principalmente, nas paredes (CRUZ, 2003).

### **3.2. Umidade ascensional**

A umidade ascensional ocorre devido ao fluxo ascendente da água, através do fenômeno da capilaridade, os vasos capilares são pequenos canais vazios existentes em materiais diversos, como os cerâmicos e lenhosos, que permitem a água subir até o momento em que entra em equilíbrio com a força da gravidade, o fluxo ocorre por pequenos canais na microestrutura dos materiais, canais esses inversamente proporcionais ao diâmetro dos vasos capilares, sendo esses relacionados aos vazios presentes (SOUZA, 2008).

### **3.3. Umidade por condensação**

A umidade condensada é consequência da presença de grande umidade no ar e da existência de superfícies que estejam com temperatura abaixo da correspondente ao ponto de orvalho. O fenômeno ocorre pela redução de capacidade de absorção de umidade pelo ar quando é resfriado, na interface da parede, precipitando-se (QUERUZ, 2007).

### **3.4. Umidade de obra**

Esta terminologia é utilizada para caracterizar a umidade que ficou interna aos materiais, por ocasião, em geral, de sua execução, e que acaba por se exteriorizar em decorrência do equilíbrio que se estabelece entre material e ambiente. O exemplo mais comum desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco que, logo após executadas, transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente em que está situada (LERSCH, 2003).

### **3.5. Umidade acidental**

Caracteriza-se por ser oriunda de falhas nos sistemas de tubulações, como águas pluviais, esgoto e água potável, e acaba por gerar infiltrações. A existência de umidade com esse tipo de origem adquire importância especial quando se trata de edificações que já possuem um longo período de existência. Tal fato decorre da presença de materiais que podem ter seu tempo de vida já excedido, como sistemas de impermeabilizações e tubulações (dutos de ferro fundido para água potável ou manilhas cerâmicas para águas servidas), que não costumam ser contempladas em planos de manutenção predial (LERSCH, 2003).

### **3.6. Umidade por pressão**

Ocorre em estruturas que estão sob o nível de água ou ainda em reservatórios ou piscinas. Este tipo de pressão de água pode ser bilateral ou unilateral, neste caso, positiva ou negativa.

Define-se como água sob pressão positiva, a água que, confinada ou não, exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa de forma direta a impermeabilização, de acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010).

A pressão negativa, assim como a positiva, é que a água que, confinada ou não, exerce pressão hidrostática superior a 1 kPa, mas de forma inversa a impermeabilização, em que a pressão atuante é inversa a impermeabilização NBR 9575 (ABNT, 2010). Já a pressão bilateral ocorre em estruturas que sofrem tanto a pressão positiva quanto a negativa. A esse caso são submetidos os reservatórios enterrados (cisternas, piscinas, etc.)

## 4. Patologias decorrentes de infiltrações

Expunham-se os efeitos da infiltração ou defeitos de impermeabilização, conhecer estes é o conhecimento base para a seleção do sistema empregado e assim elaboração do projeto básico e executivo das edificações com o fim de garantir a eficiência dos serviços e desempenho correto dos materiais a que se destinam.

### 4.1. Goteiras e manchas

Quando a água atravessa uma barreira, ela pode, no outro lado, ficar aderente e dará uma mancha (conforme mostra a Figura 2); ou, se a quantidade é maior, pingar, ou até fluir. A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra. Goteiras e manchas são defeitos mais comuns das infiltrações e que se procura sustar com a impermeabilização.



Figura 2. Manchas no teto provocadas por goteira

### 4.2. Mofo e apodrecimento

O apodrecimento da madeira é devido ao mofo e bolor. O mofo e bolor são fungos vegetais cujas raízes, penetrando na madeira, destilam enzimas ácidas que a corroem. Até mesmo nas alvenarias eles causam danos, porque eles também ali aderem (conforme mostra a Figura 3), escurecendo as superfícies e com o tempo, desagregando-as. Sendo vegetais, esses fungos precisam de ar e água. Não proliferam em ambientes absolutamente secos. Logo, o mofo e apodrecimento também são decorrentes da umidade (LERSCH, 2003).



Figura 3. Presença de mofo em parede interna

### 4.3. Ferrugem

A ferrugem é um sal de pouca aderência (cai facilmente sob fricção), de mau aspecto e de volume maior que o do ferro que lhe deu origem. O processo de formação da ferrugem é complexo e não cabe aqui descrevê-lo, mas o essencial é saber que a umidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento da ferrugem. Por isto deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece ferrugem; que ao aumentar de volume, rebenta o recobrimento do concreto armado, exemplificado na Figura 4 (SOUZA, 2008).



Figura 4. Corrosão na armadura do pilar

### 4.4. Eflorescência

Eflorescência são formações de sais nas superfícies das paredes, trazidos do seu interior pela umidade (Figura 5). As eflorescências aparecem quando a água atravessa uma parede que contenha sais solúveis. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamassa, etc. Dissolvendo-se em água eles são trazidos por ela para a superfície, onde a água evapora e os sais se depositam sólidos ou em forma de pó. Eliminando-se a água, elimina-se a eflorescência (SOUZA, 2008).



Figura 5. Eflorescência na superfície de paredes com pintura

#### 4.5. Criptoflorescências

Criptoflorescências (Figura 6) também são formações salinas, de mesma causa e mecanismo que as eflorescências, mas agora os sais formam grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura. Ao crescerem, eles podem pressionar a massa, formando rachaduras, e até a queda da parede. O maior causador de eflorescências é o sulfato (SOUZA, 2008).



Figura 6. Criptoflorescência em parede

#### 4.6. Deterioração

Todos os defeitos citados antes são causados pela água, ou por ela conduzidos, ou afetados. Esses defeitos vão aos poucos deteriorando os materiais e a obra construída. Logo, a impermeabilidade é também uma exigência de duração, e não somente de aparência ou acabamento.

### 5. Estudo de caso

#### 5.1. Localização e descrição do objeto de estudo

A obra em análise são as áreas destinadas as garagens dos subsolos 1 e 2 do Edifício Rio Mondego, localizado no bairro do Marco, na Tv. Vileta N° 2198, entre as Avenidas Duque de Caxias e Rômulo Maiorana, no município de Belém, Pará (Figura 7).

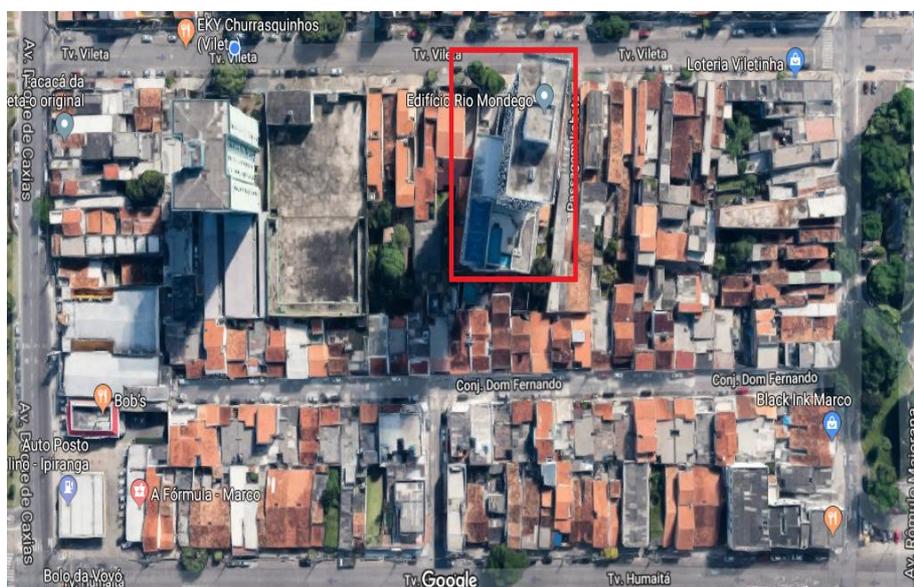


Figura 7. Localização do edifício



O edifício da área objeto de estudo foi entregue para habitação em março do ano de 2013. A garagem G1 construída a 3,50 m abaixo do nível da rua principal e a G2 a 7,00 m do mesmo nível que G1, com o total de 192 espaços destinados a guarda de automóveis.

Através de entrevista com a síndica do condomínio, que reside no mesmo desde sua data de entrega, foi constatado que durante o período de chuvas intensas, afloravam diversas patologias causadas pela umidade nas garagens do 1º e do 2º subsolo com o aparecimento de infiltração nas paredes dessas áreas.

A situação ficou agravada com o alagamento no 2º subsolo quando o nível de água chegou a uma altura de 6 cm da laje do piso, implicando na passagem de água para os poços dos elevadores deste andar, o que impossibilitava seu uso, fazendo com que os moradores por inúmeras vezes tivessem de estacionar seus veículos fora do prédio, causando assim transtornos aos usuários.

## **5.2. Análise dos problemas**

### **5.2.1. Levantamento de informações**

No ano de 2015, quando a síndica assumiu a administração do condomínio, decidiu, em conjunto com os demais membros da gestão, entrar com pedido de resolução dos problemas apresentados junto à construtora responsável pela execução da obra, já que o empreendimento estava ainda assegurado pelo contrato de solidez e segurança previsto no artigo 618 do Código Civil, que trata da responsabilidade do construtor pelos imóveis por ele construídos.

### **5.2.2. Diagnóstico**

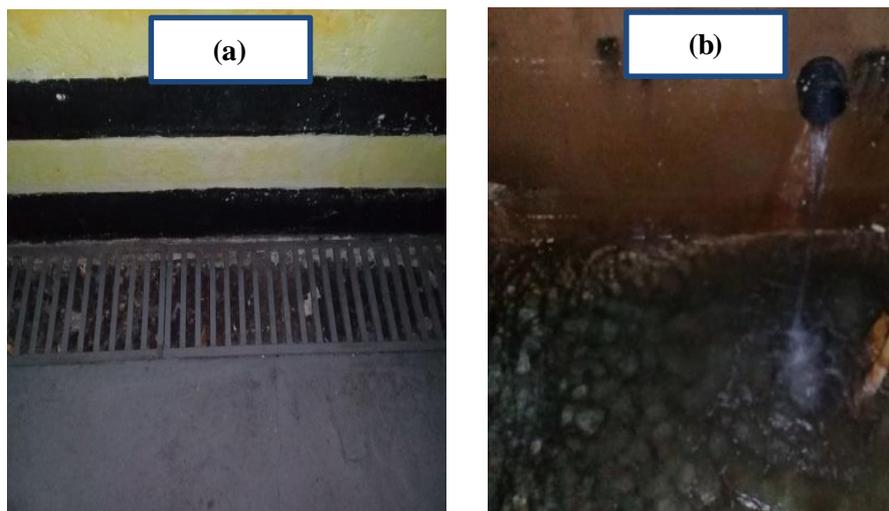
A comissão técnica da empresa executora, durante a fase de estudo das causas para tais inconformidades verificadas nas garagens em questão, constatou que no período de inverno amazônico o volume do lençol freático aumentava substancialmente naquela área, causando saturação no solo, o que propiciou a infiltração da água nas paredes da cortina através da pressão negativa e umidade ascendente na laje de piso do subsolo, ocasionando os problemas descritos anteriormente.

### **5.2.3. Solução adotada**

Para solucionar esses problemas, a construtora elaborou o projeto e realizou a execução de um sistema de drenagem, feito por meio da construção de: base regularizadora com caimentos adequados previstos em projeto, implantação em todo o perímetro da garagem de canaletas de drenagem com brita (Figura 8a), instalação de tubos condutores enterrados no 2º subsolo (Figura 8b) que recebem as águas provenientes do aumento no volume do nível do lençol freático e a criação de uma cisterna no ponto mais baixo onde essa água se acumula (Figura 9), nesta também ficam armazenados os equipamentos (bombas).

Dentro da cisterna construída foram instaladas duas bombas submersas de sucção, demonstradas na Figura 10, com o mecanismo de atuar bombeando a água acumulada para as galerias de águas pluviais externas.

As duas bombas submersas possuem um sistema automático que aciona o seu funcionamento de acordo com a presença de água, programadas para trabalharem alternadamente através do quadro de comando da Figura 11a; o líquido é drenado e expelido, por meio de tubulações estas chamadas de “saída”, a condução acontece pelas canalizações da Figura 11b.



**Figura 8. (a) Canaletas de drenagem do 2º Subsolo; (b) Tubulação chegando à cisterna**



**Figura 9. Cisterna para acúmulo de água vinda do sistema de drenagem**



**Figura 10. Bombas submersas de sucção do edifício Rio Mondego**

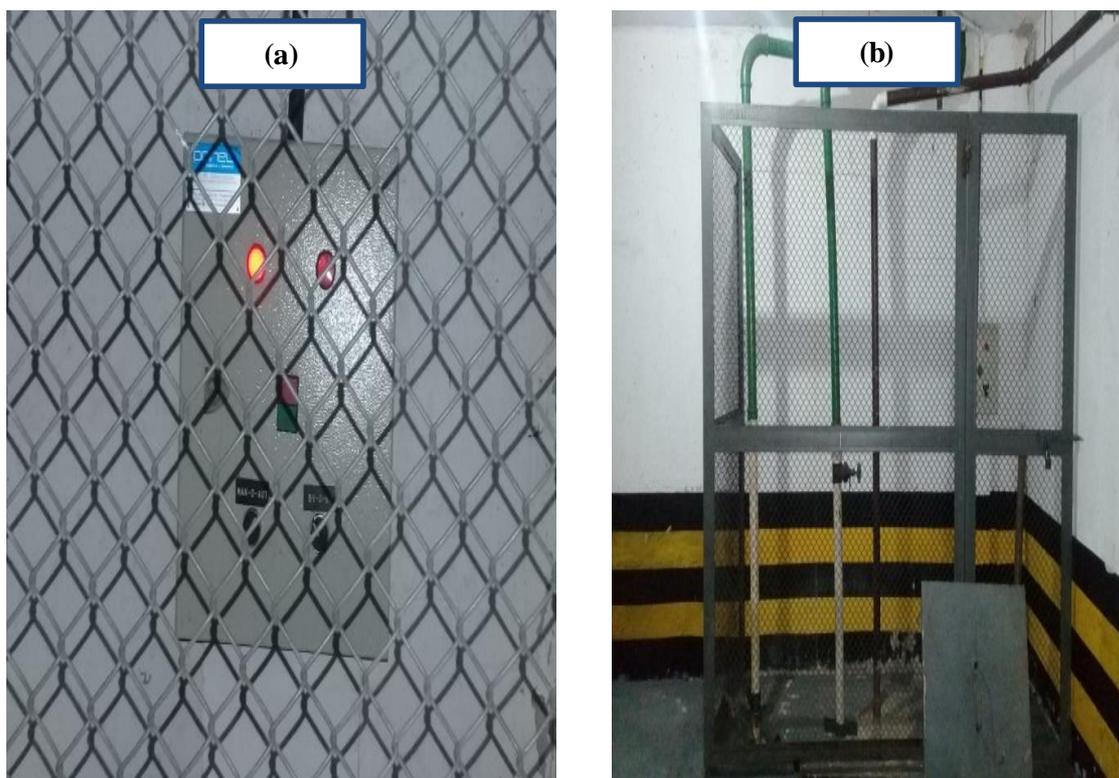


Figura 11. (a) Quadro de comando (b) Tubulações de saída

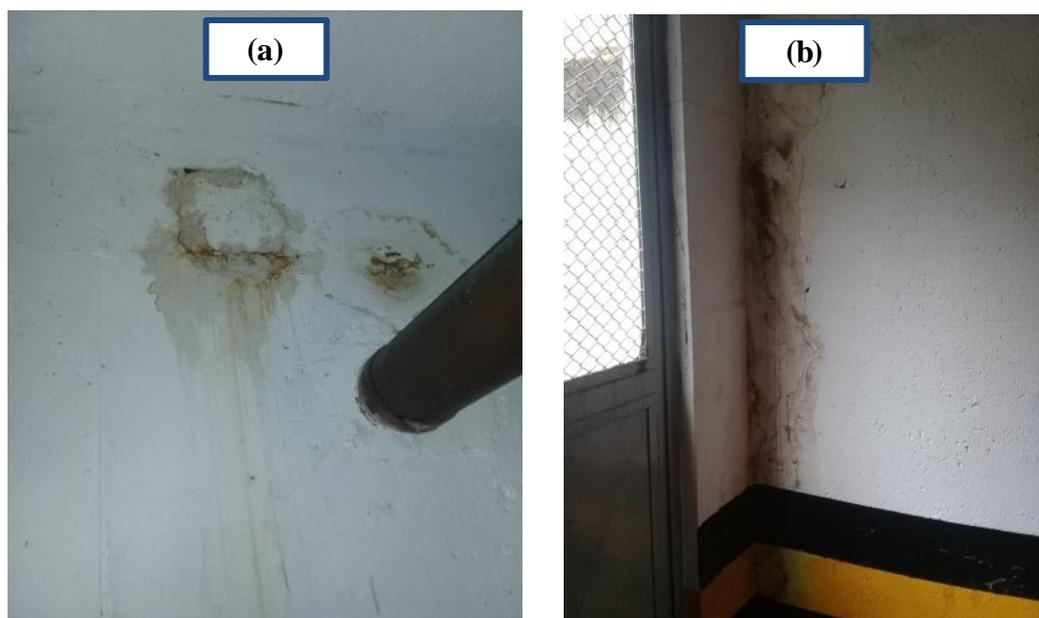
Contudo, a solução adotada não foi totalmente eficaz, pois ao longo dos anos seguintes até os dias atuais, as infiltrações persistem, todavia em menor grau, mas ainda assim, ocasionando diversas patologias que geram transtornos, insegurança e custos constantes com medidas paliativas como: tamponamento de vazamentos, pinturas impermeabilizantes, manutenção mensal do sistema de drenagem, além da conta de energia elétrica muito onerada devido ao acionamento ininterrupto das bombas de sucção.

#### 5.2.4 Patologias pós-solução adotada

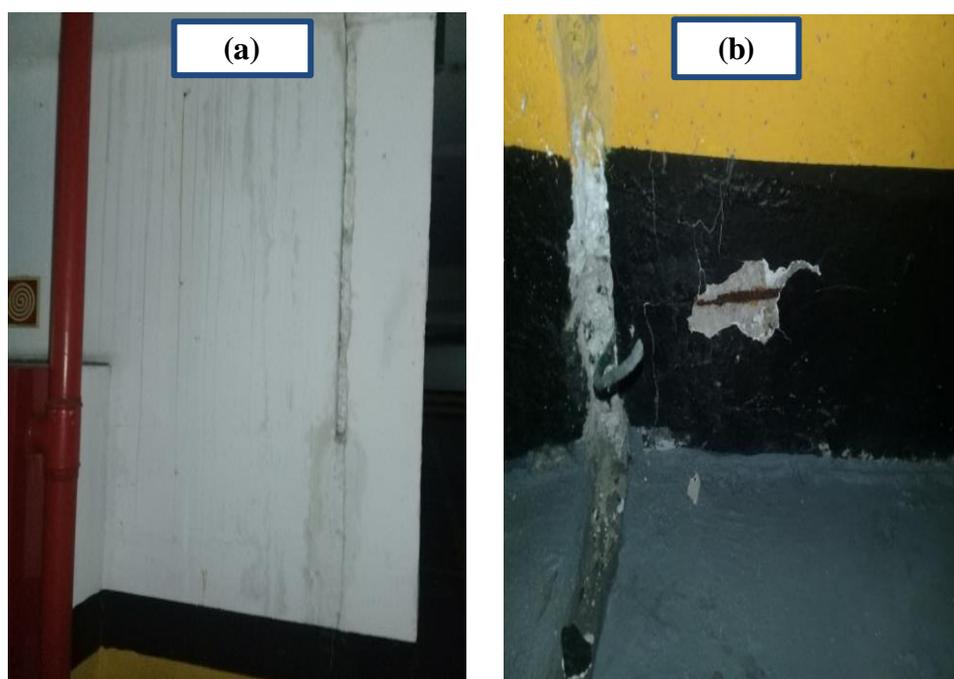
A seguir são apresentadas, através de levantamento fotográfico realizado *in loco*, em um dia de chuva no período do inverno amazônico, as diversas manifestações patológicas encontradas nos subsolos estudados, após a instalação do sistema de drenagem descrito no tópico anterior.

- 1º SUBSOLO (G1)

São encontrados diferentes tipos de manchas nas paredes (Figuras 12a e 12b) em um dos pilares da garagem (Figura 13a), afetando a aparência da superfície, comprometendo sua estética e segurança, fatores proporcionados pelo sistema de impermeabilização. A Figura 13b mostra a exposição da armadura de um dos pilares. Nota-se que há o aparecimento de ferrugem na armadura.



**Figura 12. (a) Umidade e manchas circulares na parede; (b) Mancha no canto da parede**



**Figura 13. (a) Manchas no Pilar; (b) Corrosão da armadura do pilar**

As Figuras 14a e 14b mostram, respectivamente, goteiras presentes em uma das vigas de sustentação do subsolo e o acúmulo de água proveniente da mesma, que escorrega pela rampa que dá acesso ao 2º subsolo.



**Figura 14. (a) Goteiras no interior da viga; (b) Acúmulo de água no nível mais alto da rampa de acesso ao G2**

Na Figura 15, é possível notar a presença de uma pequena poça de água que se forma em um dos cantos da garagem, como também a presença de eflorescências que surgiram sobre a pintura.



**Figura 15: Poça de água**

É possível perceber que no decorrer dos anos, com a continuidade do surgimento de patologias, devido à ineficácia do sistema adotado como solução, tentou-se corrigir de forma paliativa as infiltrações geradas como mostra a Figura 16.



**Figura 16. Tamponamento de infiltrações com massa forte e aditivo impermeabilizante no teto da garagem**

- 2º SUBSOLO (G2)

Neste pavimento, nota-se a presença de patologias de forma mais agressivas em comparação ao 1º subsolo, causando eflorescências e desagregação das camadas de alvenaria e pintura da garagem, conforme mostra a Figura 17.



**Figura 17. Eflorescências na parede do 2º subsolo (G2)**

Observou-se a presença de manchas nas paredes e no teto (Figura 18a), há o surgimento de mofo no local conforme mostra a Figura 18b, o que interfere não somente na estética, mas também pode afetar a saúde, conforto e segurança dos moradores que transitam diariamente no local.



**Figura 18. (a) Manchas no teto; (b) Mofo encontrado na parede**

Assim como no 1º subsolo, foram encontrados locais onde a armadura encontra-se exposta, notando-se a oxidação da mesma, devido à presença de água, demonstradas nas Figuras 19a e 19b.



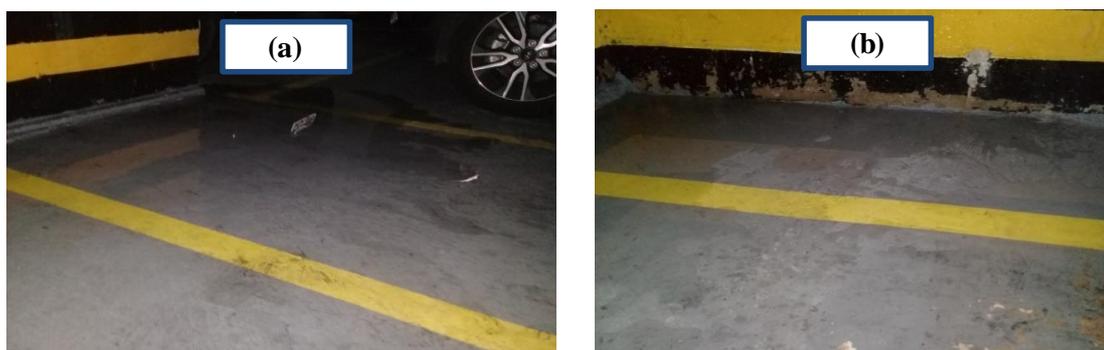
**Figura 19. (a) Corrosão da armadura do pilar; (b) Oxidação da armadura**

Como no pavimento anterior, há presença de vazamentos constantes proveniente da estrutura interna em uma das vigas deste subsolo (mostrada na Figura 20a), causando acúmulo de água no piso da garagem (Figura 20b).



**Figura 20. (a) Goteiras em uma das vigas no G2; (b) Acúmulo de água decorrente de goteiras**

É possível encontrar também poças de água em diversos locais da garagem, oriundas de umidade ascensional, que infiltram por capilaridade as paredes do subsolo, conforme mostram as Figuras 21a e 21b.



**Figura 21. (a) Poça de água no piso da garagem; (b) Água acumulada no piso do 2º subsolo**

### 5.3 Proposta

Através da pesquisa apresentada, é possível chegar à conclusão que a solução adotada não foi totalmente eficaz no que tange a estanqueidade da estrutura da área do estudo de caso, haja vista a persistência dos problemas apresentados e o surgimento de outras patologias decorrentes da umidade.

Em acordo com as fontes de pesquisa do trabalho, assim como a consulta técnica realizada com o Eng<sup>o</sup> Civil Consultor Técnico das regiões Norte e Nordeste da Penetron do Brasil (José Roberto Guimarães) e com o Eng. Civil Diretor Técnico Cláudio Ourives e a consulta das informações prestadas pelos profissionais no Site da Penetron (Empresa do Grupo Penetron International Ltda, com sede em Nova York, EUA. No Brasil, está localizada na cidade de Lorena, em SP. Foi criada para desenvolver o mercado nacional através de produção local e fornecimento de produtos inovadores e de última geração para proteção e impermeabilização de estrutura de concreto, dentre eles os sistemas de cristalização integral).

Acerca da impermeabilização em estruturas enterradas; foi possível constatar que na fase inicial quando da elaboração dos projetos de escopo da construção do edifício Rio Mondego, não foi previsto o desenvolvimento do projeto de impermeabilização que



contemplasse o sistema adequado capaz de proteger as áreas das garagens do 1º e 2º subsolo, contra a ação deletéria da água.

Segundo José Roberto Guimarães existem duas maneiras de impermeabilizar pavimentos enterrados como o do caso apresentado, um deles é com os sistemas de drenagem permanente, em que bombas coletam e descartam a água na rede pluvial, o mesmo explica que este método permite que as paredes do subsolo sejam mais finas, pois não terão de suportar a pressão de empuxo.

A segunda é o preparo de um concreto estanque à água, classificado como impermeabilização rígida à base de cimentos cristalizantes. “Esta segunda opção é a mais viável, pois consiste no uso de aditivo cristalizante integrado ao concreto do pavimento enterrado, garantindo estanqueidade de toda a estrutura, abrangendo cortina e laje de subpressão – aquela que recebe carregamento proveniente do empuxo ascendente da água em repouso” esclarece o profissional, destacando que a alternativa depende de um projeto detalhado para evitar que o empuxo gere fissuras ou deformações.

O concreto estanque à água é composto de cimento Portland, areia de sílica e materiais químicos. O componente reage com elementos da hidratação do cimento e da água, formando cristais que fecham os poros do concreto e reduzem a sua permeabilidade. O aditivo também maximiza a durabilidade das estruturas, já que fecha a porosidade e impede a entrada de agentes agressivos.

O engenheiro José Roberto destaca que “Ensaio em laboratório comprovam que o produto tem capacidade de, em média, dobrar a vida útil da estrutura. A solução é atóxica para quem fabrica ou a utiliza, e, por ser isenta de composto orgânico volátil (VOC), é ideal para edificações candidatas a certificações ambientais”, indicando que, mesmo em contato com a água, o aditivo do concreto estanque não altera sua potabilidade.

Graças à praticidade na utilização, à durabilidade e à adequação ao meio ambiente, o aditivo cristalizante integral é indicado para todas as situações de subsolos estanques. Em alguns casos, a existência de ninhos de concretagem ou trincas de espessuras elevadas na estrutura podem prejudicar o desempenho da solução, entretanto ambos os problemas tem resolução.

O Engenheiro também frisa que os sistemas só são realmente eficientes quando previstos todos os detalhes executivos em projeto, muito bem especificados na fase da elaboração de todos os projetos da obra.

Cláudio Ourives, diretor Executivo da Penetron no Brasil, explica que os sistemas de drenagem necessitam de investimentos, por exemplo, nos geradores e nas bombas à combustão que mantêm o seu funcionamento mesmo em caso de queda de energia. Já a impermeabilização rígida para a obtenção de um concreto que estanque a água, precisará que toda a estrutura seja mais robusta, com aumento na espessura da parede e maior consumo de armaduras, o que resulta em um custo maior de implantação. “No entanto, o investimento inicial é diluído em um período que varia de três a cinco anos, devido à ausência de gastos com energia elétrica e manutenções, entre outros fatores”.

A vida útil dos sistemas de drenagem é menor do que aquela proporcionada pelo concreto com aditivo de cristalização integral. “Existem casos de edificações que precisaram revitalizar o sistema após três anos de funcionamento, devido à colmatação dos equipamentos. Essa manutenção costuma ser onerosa e traumática, necessitando de demolição de piso e movimentação de terra”. Já o cimento cristalizante reage com a água. “Por isso, qualquer fissura que venha a surgir futuramente na estrutura será naturalmente selada, ou seja, possíveis passagens de líquidos melhoram o desempenho da impermeabilização com o passar do tempo”, acrescenta Ourives.



O detalhamento do projeto de impermeabilização de lajes e cortinas é o primeiro momento em que a etapa de impermeabilização deve ser pensada, por se tratar do marco de construções em função do tamanho dos terrenos, pressão do lençol freático e contaminação do solo, a falta de projetos detalhados que preveem: diretrizes normativas a serem seguidas e dificuldades de execução, desencadeiam problemas de reversão bastante frustrantes aos usuários, afirma o Diretor da Penetron no Brasil.

Claúdio Ourives se prolonga ao afirmar que um dos maiores problemas enfrentados seja a falta de capacitação e desconhecimento por parte de projetistas, fiscalização técnica e executores em relação a métodos para enfrentar essas situações.

## 6. Conclusão

A busca por conhecimento das causas que geram 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de habitação ocasionadas pela umidade, acarretando prejuízos de caráter econômico, funcional, de desempenho, estéticos e estruturais, representando risco à saúde e segurança dos usuários é que se desenvolveu esta pesquisa, chegando a conclusão que a falta de importância dada ao processo de impermeabilização, é a resposta para as questões levantadas, com foco mais específico para a primeira fase deste processo, no caso, o desenvolvimento do projeto e seleção do sistema de impermeabilização.

Apesar dos diversos benefícios proporcionados por este processo percebidos ao longo da pesquisa, foi possível verificar que esta etapa executiva é amplamente negligenciada por parte dos construtores, estes responsáveis pela garantia de construir obras estanques à ação da água.

Nota-se uma distância grande entre as práticas aconselhadas e o emprego de condutas realizadas nos canteiros. Devido aos mais diversos motivos, dentre os quais: estudos prévios para seleção do sistema em conformidade com as diretrizes de normas técnicas, tradução dos estudos prévios na elaboração dos detalhamentos de projetos, a falta de qualificação e treinamento da mão de obra e a carência de difusão dessas práticas.

No estudo de caso foi possível depreender que mesmo empresas de grande porte como a que construiu a edificação objeto de estudo, não têm dedicado mérito necessário a esta etapa construtiva e ao desenvolvimento do projeto na fase de concepção dos projetos de escopo das construções, vindo a confirmar as estatísticas apresentadas na dissertação quanto à comparação dos custos de implantação de um sistema de impermeabilização quando este está previsto em projeto na fase de previsão de custos, em detrimento aos valores que estes podem representar se os serviços forem executados apenas depois de constatar problemas com infiltrações na edificação em fase de habitação, além de todos os transtornos causados aos usuários em virtude das operações para execução dos serviços, resultado de medidas corretivas.

Ainda sobre análise das áreas das garagens do 1º e 2º subsolo, percebe-se que em virtude da posição em que estes espaços se encontram geologicamente, como também pela persistência das patologias apresentadas no acervo fotográfico dos autores, conclui-se que a opção mais viável para todas as inconformidades presentes resultantes da umidade, seria a aplicação de impermeabilização rígida das estruturas, através do uso de aditivos cristalizantes adicionados ao concreto, abrangendo cortina e laje de subpressão, preparando a estrutura para suportar as cargas provenientes do empuxo d'água, garantindo a estanqueidade de toda a estrutura, desde a fase inicial de construção da edificação, como consequência resultando em média, dobrar a vida útil da estrutura.

Observou-se também que existe verdadeira necessidade de serem ensinados nos cursos de graduação das grades universidades dos cursos de engenharia e arquitetura, e em programas de pós-graduação, disciplinas que abordem a impermeabilização como etapa



construtiva que merece importante atenção, expondo aos futuros profissionais do ramo, as causas e efeitos em se adotar as diretrizes normativas quando projetarem e fiscalizarem esses serviços, assim como a promoção de cursos a aplicadores muitíssimo restritos em âmbito nacional, traduzidos na falta de qualidade dos serviços prestados.

## 7. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575 (2010) "Impermeabilização – Seleção e Projeto", Rio de Janeiro.
- Castro, M. D. e Martins, R. M. (2014) "Análise e soluções terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício de mais de 20 anos – Estudo de caso", Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
- Cruz, J.H.P. (2003) "Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Righi, G. V. (2009) "Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos", Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- Lersch, I. M. (2003) "Contribuição para a identificação dos principais fatores de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Martins, J.G. (2006) "Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução", Dissertação e Mestrado em Engenharia Civil - Universidade de Fernando Pessoa, Paraíba.
- Moraes, C.R.K. (2002) "Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Pieper, R. (1992) "Só se nota a impermeabilização quando ela não existe", Revista Impermeabilizar, São Paulo.
- Queruz, F. (2007) "Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga", Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- Silva, I. S; Sales. J. C. (2013) "Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações" Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA. João Pessoa - Paraíba.
- Souza, M. F. (2008) "Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações", Monografia de Especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.