

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Júlio César Maciel Rodrigues**

**UMIDADE ASCENDENTE EM PAREDES INTERNAS:  
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE  
BLOQUEADORES QUÍMICOS**

Porto Alegre  
dezembro 2014

**JÚLIO CÉSAR MACIEL RODRIGUES**

**UMIDADE ASCENDENTE EM PAREDES INTERNAS:  
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE  
BLOQUEADORES QUÍMICOS**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira**

Porto Alegre  
dezembro 2014

**JÚLIO CÉSAR MACIEL RODRIGUES**

**UMIDADE ASCENDENTE EM PAREDES INTERNAS:  
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE  
BLOQUEADORES QUÍMICOS**

Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Professora Orientadora e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 10 de dezembro de 2014

Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira  
Dra. pelo PPGEC/UFRGS  
Orientadora

Profa. Carin Maria Schmitt  
Dra. pelo PPGA/UFRGS  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Ruy Alberto Cremonini (UFRGS)**  
Dr. pela Escola Politécnica da USP

**Profa. Cristiane Sadin Padilla de Oliveira (UFRGS)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Arq. Rafaela Falcão Socoloski**  
Arq. pela Universidade Federal de Santa Maria

Dedico este trabalho a minha esposa Andréa, minha filha Paola e ao meu filho Lucca, que sempre me apoiaram e me inspiraram, especialmente durante o período do meu Curso de Graduação estiveram ao meu lado.

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, pela paciência e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Profa. Carin Maira Schmitt, coordenadora deste trabalho, pelas dicas e esclarecimentos.

À Profa. Angela Borges Masuero, pelo espaço e pessoal cedido no Laboratório do Norie/UFRGS.

À Arq. Rafaela Falcão Socoloski, pela ajuda nos momentos em que tive dúvidas sobre o ensaio e pelas referências fornecidas.

À minha esposa, Andrea, por todo o apoio durante a o curso, principalmente na etapa final.

Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

Diversas manifestações patológicas nas edificações são devidas às umidades, entre elas está umidade ascensional, que ocorre por falta ou má impermeabilização das fundações. Este trabalho caracterizou os vários tipos de ocorrência a fim de fazer as suas diferenciações. Além de mostrar técnicas de prevenção da ocorrência de umidade ascendente por meio de uma correta impermeabilização das fundações, e para os casos em que isso não foi possível, apresenta uma técnica de correção, na qual foram analisados produtos que visam estancar a umidade na base da alvenaria de tijolos maciços. Descreve o método de aplicação e execução para os diferentes produtos analisados. Por fim, através de ensaio em laboratório com oito prismas de tijolos maciços com juntas de 2 cm assentados sobre uma base de argamassa de 3 cm de espessura, foi observado que, após a introdução destes corpos de prova em uma bacia estanque com lâmina de água de 1 cm na sua base, o sistema levou entre 24 a 36 horas para a saturação. Após furação dos prismas a 5 cm da base e aplicação de três bloqueadores químicos, seis prismas foram mantidos na bacia com água (dois para cada produto) e dois em uma bacia sem água. Após, foram realizadas leituras semanais para a verificação da perda de massa dos prismas em função da evaporação da água através do bloqueio químico. Foi observado que, após seis semanas de ensaio, cerca de 70% da umidade contida nos prismas evaporou que estavam na bacia com água evaporou e quase 100% da umidade contida nos prismas que ficaram na bacia sem água foi evaporada. Com isso, foi possível comprovar que estes produtos promoveram o bloqueio nos tubos capilares dos prismas. Porém, em função do curto prazo em que se desenvolveu este ensaio, não foi possível concluir se os produtos possuem bom desempenho em uma parede com umidade ascendente. Foi verificado também que a aplicação com uso de funil, especificado pelos fabricantes, se mostrou inadequada quando se realizam grandes reparos, além de promoverem desperdício de material.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas. Capilaridade. Impermeabilização de Fundações. Umidade Ascendente. Bloqueadores Químicos.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa .....                                     | 16 |
| Figura 2 – Chuva defletida pela ação do vento .....                                  | 20 |
| Figura 3 – Altura das ascensão capilar da água entre duas superfícies.....           | 23 |
| Figura 4 – Ascensão da água pelas juntas da argamassa .....                          | 24 |
| Figura 5 – Formação do menisco .....   | 27 |
| Figura 6 – Impermeabilização dos baldrame com argamassa polimérica .....             | 34 |
| Figura 7 – Impermeabilização dos baldrame com emulsão asfáltica .....                | 34 |
| Figura 8 – Esquema de furação .....  | 36 |
| Figura 9 – Introdução de produtos impermeabilizantes em uma parede por gravidade ... | 37 |
| Figura 10 – Sistema de aplicação de bloqueadores químicos em uma parede.....         | 37 |
| Figura 11 – Introdução de produtos impermeabilizantes em uma parede por injeção..... | 38 |
| Figura 12 – Retirada do revestimento da parede .....                                 | 39 |
| Figura 13 – Execução dos furos .....   | 40 |
| Figura 14 – Aplicação do bloqueador químico .....                                    | 40 |
| Figura 15 – Aplicação de argamassa impermeabilizante .....                           | 41 |
| Figura 16 – Parede já revestida após aplicação do produto .....                      | 41 |
| Figura 17 – Detalhamento prisma .....  | 43 |
| Figura 18 – Prisma moldado .....   | 44 |
| Figura 19 – Saturação dos prismas em bacia estanque.....                             | 45 |
| Figura 20 – Evolução da saturação.....   | 46 |
| Figura 21 – Furação dos prismas .....  | 47 |
| Figura 22 – Aplicação com funil .....  | 47 |
| Figura 23 – Aplicação com seringa .....  | 48 |
| Figura 24 – Evaporação da umidade .....  | 49 |
| Figura 25 – Comparação entre os prismas ao final do experimento.....                 | 49 |



## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Métodos para tratamento de umidade ascensional ..... | 35 |
| Quadro 2 – Custo dos produtos .....                             | 43 |
| Quadro 3 – Massa inicial dos prismas .....                      | 44 |
| Quadro 4 – Saturação .....                                      | 45 |
| Quadro 5 – Parâmetros de furação .....                          | 46 |
| Quadro 6 – Leitura das massas.....                              | 48 |

## **LISTA DE SIGLAS**

LAMTAC: Laboratório de Materiais e Tecnologia do Ambiente Construído

NORIE: Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....                                    | 12 |
| <b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....                        | 14 |
| 2.1 QUESTÃO DA PESQUISA .....                                | 14 |
| 2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....                              | 14 |
| <b>2.2.1 Objetivo principal</b> .....                        | 14 |
| <b>2.2.2 Objetivo secundário</b> .....                       | 14 |
| 2.3 HIPÓTESE .....   | 14 |
| 2.4 DELIMITAÇÃO .....  | 15 |
| 2.5 LIMITAÇÃO .....  | 15 |
| 2.6 DELINEAMENTO .....                                       | 15 |
| <b>3 UMIDADE NA CONSTRUÇÃO</b> .....                         | 18 |
| 3.1 CLASSIFICAÇÃO DAS UMIDADES .....                         | 18 |
| <b>3.1.1 Umidade de construção</b> .....                     | 19 |
| <b>3.1.2 Umidade de infiltração</b> .....                    | 19 |
| <b>3.1.3 Umidade de condensação</b> .....                    | 20 |
| <b>3.1.4 Umidade acidental</b> .....                         | 21 |
| <b>3.1.5 Umidade ascensional</b> .....                       | 22 |
| 3.2 MECANISMOS DE TRANSPORTE DA UMIDADE .....                | 24 |
| <b>3.2.1 Higroscopicidade</b> .....                          | 24 |
| <b>3.2.2 Porosidade</b> .....                                | 25 |
| <b>3.2.3 Capilaridade</b> .....                              | 25 |
| 3.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA UMIDADE .....    | 27 |
| <b>3.3.1 Manchas e mofos</b> .....                           | 28 |
| <b>3.3.3 Eflorescência e criptoflorescência</b> .....        | 29 |
| <b>4 IMPERMEABILIZAÇÃO</b> .....                             | 31 |
| 4.1 TÉCNICAS DE PREVENÇÃO .....                              | 33 |
| 4.2 TÉCNICAS DE CORREÇÃO .....                               | 35 |
| <b>4.2.1 Aplicação por gravidade</b> .....                   | 36 |
| <b>4.2.2 Aplicação por injeção</b> .....                     | 37 |
| 4.3 APLICAÇÃO DO BLOQUEADOR QUÍMICO.....                     | 39 |
| <b>5 PROGRAMA EXPERIMENTAL</b> .....                         | 42 |
| 5.1 ESCOLHA DOS BLOQUEADORES.....                            | 42 |
| 5.2 MOLDAGEM DOS PRISMAS E VERIFICAÇÃO DA MASSA INICIAL..... | 43 |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3 SATURAÇÃO.....                           | 44        |
| 5.4 FURAÇÃO.....                             | 46        |
| 5.5 APLICAÇÃO DOS BLOQUEADORES QUÍMICOS..... | 47        |
| 5.6 LEITURA DAS MASSAS.....                  | 48        |
| <b>6 CONCLUSÕES</b> .....                    | <b>50</b> |
| REFERÊNCIAS .....                            | 51        |



## 1 INTRODUÇÃO

A umidade em paredes é frequente e gera graves problemas para as edificações. É ocasionada, por exemplo, por falta ou má execução de impermeabilizações nas fundações e paredes, infiltrando através de fissuras no revestimento ou por condensação, quando o vapor de água presente no ambiente entra em contato com uma superfície mais fria formando pequenas gotas de água. A presença de umidade gera grande impacto estético ao imóvel e, conseqüentemente, uma depreciação no seu valor. Porém, o que deve causar maior preocupação com os efeitos da umidade é a degradação de estruturas e revestimentos, no qual podem surgir bolhas, desagregação do revestimento, etc. Existem ainda, problemas relacionados à saúde dos ocupantes desses ambientes, cuja pouca ventilação possibilita o crescimento de fungos e bactérias, que são altamente prejudiciais à saúde respiratória, principalmente em crianças, idosos e mulheres grávidas. Assim, eliminar este tipo de incômodo não diz respeito somente à beleza do ambiente, mas também a própria saúde e segurança de seus habitantes.

Para evitar os problemas relativos à umidade em novas construções, se faz necessário prever em projeto os locais que receberão impermeabilização, bem como os produtos a serem utilizados pode ser uma das formas de se evitar as manifestações patológicas causadas por umidade nas edificações (MUNARETTOM, 2012). Segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) o processo de impermeabilização é uma forma de proteger a estrutura contra a ação danosa de fluidos, de vapores e da umidade através de produtos que conferem estanqueidade à construção. Porém, se os problemas de umidade já estão ocorrendo em uma edificação que não foi prevista impermeabilização, uma precisa avaliação de como a umidade se faz presente é fundamental para a correta solução do problema, pois somente desta forma podem ser utilizados os métodos e os materiais adequados para cada caso. Entre as formas de surgimento da umidade as quais as paredes estão sujeitas, está a umidade ascensional (ou capilar), que é caracterizada pela ascensão da água por capilaridade através dos poros dos materiais.

O presente trabalho tem por objetivo mostrar os fatores que desencadeiam a umidade ascensional, as características da sua ocorrência e seu funcionamento, além de avaliar, em

laboratório, alguns produtos comerciais que prometem uma solução definitiva para a umidade ascensional. Estes produtos são cristalizante que provoca entupimento nos poros dos materiais

Este trabalho está estruturado em 6 capítulos. O presente capítulo faz uma breve introdução ao tema e justificativas sobre a importância de manter uma edificação livre de umidade.

No segundo capítulo, **diretrizes de pesquisa**, são apresentados a questão da pesquisa, os objetivos do trabalho, assim como a hipótese, limitações e delimitações. Também é exposto o delineamento com cada etapa realizada para a elaboração deste trabalho.

No terceiro capítulo, **umidade na construção**, são apontados os tipos de umidade que ocorrem em uma construção, bem como suas principais características. Após, comenta-se sobre os mecanismos de transporte de umidade e suas manifestações patológicas.

No quarto capítulo, **impermeabilização**, versa sobre as técnicas e materiais utilizados para prevenir a umidade ascendente em uma edificação, além de expor dois métodos de aplicação da técnica de correção por barreira química. Por fim, foram mostradas as etapas do processo de recuperação com três tipos de impermeabilizantes cristalizantes.

No quinto capítulo, **programa experimental**, são expostas as etapas realizadas para a execução do ensaio e suas dificuldades. Após, são apresentados os resultados obtidos nos ensaios.

Por fim, no sexto capítulo, **conclusão**, são apresentadas as conclusões e comentários relativos aos resultados do ensaio, bem como as dificuldades encontradas para a sua realização.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: a utilização do método de impermeabilização de paredes com umidade ascensional pelo método de barreira química tem desempenho adequado?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundário e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal do trabalho é a análise do desempenho de produtos bloqueadores de umidade ascendente em paredes, por meio de ensaio em laboratório, através da evaporação da água adquirida por capilaridade nos corpos de prova.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

O objetivo secundário do trabalho é: a caracterização dos produtos ensaiados e descrição dos cuidados a serem tomados para sua aplicação.

### **2.3 HIPÓTESE**

Tem-se como hipótese do trabalho que todos os produtos indicados para impermeabilização de paredes pelo método de barreira química efetivamente bloqueiam a umidade ascendente



## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a avaliar o desempenho dos impermeabilizantes bloqueadores de umidade ascendente em paredes internas de tijolos maciços.

## 2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho apresenta as seguintes limitações:

- a) por falta de espaço físico no laboratório, foram analisadas apenas três (3) marcas de produtos de cristalizantes e os corpos de prova foram executados com dimensões reduzidas, principalmente em altura, procurando-se evitar o tombamento;
- b) curto espaço de tempo impediu um melhor acompanhamento do desempenho, em longo prazo, dos materiais analisados.

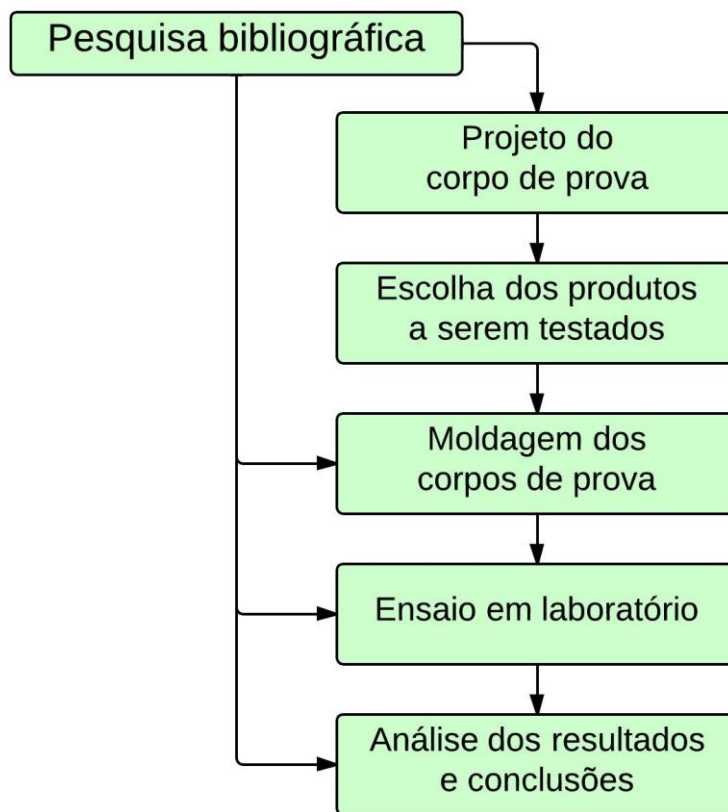
## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho foi realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) elaboração do programa experimental;
- c) escolha dos cristalizantes;
- d) moldagem dos corpos de prova;
- e) ensaio em laboratório com os corpos de prova;
- f) análise dos resultados e conclusões.

A **pesquisa bibliográfica** foi a primeira etapa do projeto de pesquisa e se estendeu por todo o período de trabalho. Inicialmente foi feito levantamento bibliográfico da origem da umidade que possa ocorrer em uma construção e as manifestações patológicas causadas pela presença de umidade, dando especial atenção à umidade ascensional. Também foram coletados tipos de soluções empregadas a fim de solucionar problemas gerados pela umidade. Fez parte também desta etapa, a busca de métodos e materiais de impermeabilização de fundações mais utilizados.

Figura 1 – Diagrama das etapas de pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

Na etapa **elaboração do programa experimental** foi idealizado como o ensaio foi desenvolvido, as dimensões do corpo de prova, o tipo de tijolo e traço da argamassa, bem como a quantidade e localização dos furos que serão necessários para a aplicação do cristalizante. Foi determinado o método de exposição do corpo de prova à umidade e a forma de quantificar a água absorvida por ele.

Na etapa **escolha dos produtos a serem testados foram** avaliados os produtos cristalizantes disponibilizados pelo mercado de materiais de construção possíveis de serem utilizados nos ensaios desta pesquisa. Destes produtos foram escolhidos apenas três (3) conforme limitações do projeto. Foram escolhidos também os tijolos e o traço para o assentamento dos tijolos.

Na etapa **moldagem do corpo de prova** foram construídos 8 prismas com três (3) tijolos maciços cada sobre uma base de 5 cm e juntas horizontais de 2 cm. Ainda foi realizado emboço de 2 cm nas suas laterais que tiveram a função de juntas verticais. Os prismas foram

separados aos pares, sendo que um par foi utilizado como controle e os outros três pares para a aplicação do cristalizante.

Na etapa **ensaio em laboratório**, foram verificadas as massas dos prismas e, posteriormente, eles foram expostos à umidade em uma bacia estanque. Após a estabilização de suas massas, foram realizados os furos nos prismas e aplicados os cristalizantes. Após, foi verificado a variação das massas.

Finalmente, na etapa **análise dos resultados e conclusões**, com os resultados obtidos nos ensaios, foi possível comparar o desempenho dos diferentes cristalizantes entre si, tendo como referência o corpo de prova de controle. Também foi possível determinar se e têm desempenho adequado para bloquear a umidade ascensional.

### 3 UMIDADE NA CONSTRUÇÃO

Para Peres, as manifestações patológicas devidas à umidade são as mais difíceis de solucionar dentro das ciências da construção civil. Isso se deve ao fato de que a ênfase aos estudos relativos a esse assunto começou a ser realizado há pouco tempo. Além disso, esses problemas, muitas vezes, aparecem de forma combinada, isto é, mais de uma manifestação ao mesmo tempo.

Para compreender como é caracterizada a umidade ascendente, é necessário saber diferenciá-las das demais formas de ocorrência, o seu mecanismo de funcionamento e como ela se manifesta.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE UMIDADE

Perez (1995) cita que a umidade quando está presente em uma edificação além de causar desconforto aos seus usuários, degrada o ambiente e é dispendioso para solucionar o problema. A umidade nas construções gera problemas de difíceis soluções, pois a manifestação da umidade está associada a um conjunto de causas, sendo uma delas preponderante.

Ainda conforme Perez, existe uma classificação internacionalmente aceita que procura a origem do fenômeno e como ela se manifesta. Desta forma a umidade fica classificada com sendo:

- a) construção;
- b) infiltração;
- c) condensação;
- d) acidental;
- e) ascensional.

### 3.1.1 Umidade de Construção

Segundo Freitas et al. (2008), durante o período de construção das edificações são utilizadas grandes quantidades de água. Assim, a umidade pode vir por este processo ou, até mesmo, água proveniente de chuvas. A evaporação dessas águas se dará em três fases. A primeira fase, a evaporação da água superficial, se dará de forma mais rápida. Na segunda fase, a evaporação da água presente nos poros maiores, ocorrerá de forma mais lenta e por fim, na terceira fase, a mais lenta de todas, se dará a evaporação da água que está contida nos poros menores. Já Verçosa (1991), menciona que a própria construção gera umidade ao utilizar água para a execução dos concretos, argamassas e pinturas, mas ela logo desaparece. Algumas vezes essa umidade pode permanecer na construção até seis meses ou mais. Conforme Henriques (2007), essa umidade poderá gerar anomalias generalizadas ou localizadas. No primeiro caso, os materiais poderão se expandir ou serem destacados em função dessa anomalia ou até mesmo ocorrerão condensações pela diminuição da temperatura superficial dos materiais. No segundo caso, manchas de umidade poderão ocorrer.

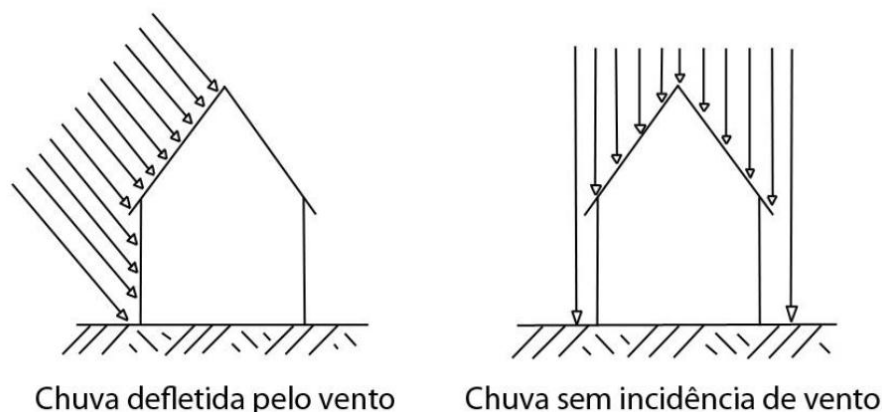
### 3.1.2 Umidade de Infiltração

Segundo Perez (1995), a umidade de infiltração é proveniente da água da chuva que penetra na edificação através das fachadas (janelas, portas e paredes), sendo o tipo de umidade que está mais presente nas edificações com frequência entre 60% a 70% dos casos de umidade. Para Alucci et al. (1995), a umidade de infiltração além de ser aquela que entra pela fachada também é aquela que penetra nas paredes internas pelas áreas molháveis.

Para Henriques (2007), uma edificação não está sujeita ao fenômeno de infiltração da água da chuva se medidas preventivas tenham sido executadas a fim de impedir que a água atinja o interior da construção. Porém, anomalias devido a esse fenômeno são bastante frequentes e vão desde problemas construtivos ou de projeto, além da possibilidade de existências de fissuras nas paredes.

Perez (1995) afirma que existem dois fatores climáticos que favorecem a penetração da água da chuva nas fachadas das edificações: chuva e vento. Sem a incidência do vento a chuva cairia verticalmente e pouca parte dela atingiria as fachadas (figura 2).

Figura 2 – Chuva defletida pela ação do vento



(fonte: BAUER, E., 1987, p. 32)

### 3.1.3 Umidade de Condensação

A temperatura interna na edificação tende a ser mais elevada que a temperatura da superfície dos revestimentos. Grandes quantidades de vapor de água gerados na cozinha, no banho e pela respiração dos usuários das edificações, quando entram em contato com uma superfície mais fria, ocorre o fenômeno da condensação (ALUCCI et al.; 1995).

Ainda conforme Alucci et. al. (1995), a ventilação deficiente e grande número de pessoas que ocupam o ambiente dão grande contribuição para a condensação. Isso é mais frequente em períodos frios e durante a noite, quando os usuários mantêm as janelas fechadas não permitindo a circulação de ar. Para Torres<sup>1</sup> (1988 apud DAMER, 2008), quando a temperatura no interior da construção for menor que a temperatura de saturação, haverá a condensação.

Para Verçoza (1991), a umidade de condensação é bem diferente das demais. Tal afirmação se deve ao fato de que a umidade depositada nas superfícies do ambiente não é proveniente de água infiltrada. Entre os locais que esta umidade é encontrada estão as paredes e os pisos. Somente aumentando a ventilação no ambiente, a área de janelas ou a utilização de exaustores pode-se solucionar esse problema.

<sup>1</sup> TORRES, M. I. M. **Humidade ascensional em paredes**. 1998. 139 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra. 1998.

Henriques (2007) afirma que, para que haja menor risco de condensações, se deve fazer um isolamento térmico nas paredes e quanto maior for esse isolamento, menor será o risco de sua ocorrência.

### 3.1.4 Umidade Acidental

Resende (2000) afirma que a umidade acidental é caracterizada pelo vazamento do sistema de distribuição e/ou coleta da água na construção. Cabrita et al.<sup>2</sup> (1993 apud GEWEHR, 2004) citam que essas anomalias ocorrem, muitas vezes, por falhas no projeto e deficiência nas ligações entre calhas e tubos de queda, corrosão nas chapas de zinco ou má execução das algerosas. Falta de manutenção do sistema de coleta da água da chuva também pode gerar fuga das canalizações.

Para Klüppel e Santana<sup>3</sup> (2006 apud QUERUZ, 2007), o surgimento de manchas isoladas caracteriza a umidade acidental. Geralmente, aparecem com formato circular e com o centro mais úmido.

Verçoza (1991) explica que são muito comuns os vazamentos no sistema de coleta de água da chuva. A localização desse defeito é realizada por inspeção visual, preferencialmente em dias de chuva, no qual podem ser observados os vazamentos. Caso contrário, testes simples são suficientes para a localização do defeito.

Torres<sup>4</sup> (1998 apud HATTGE, 2004) salienta que é muito difícil a sistematização das possíveis causas desse tipo de umidade em função da alta frequência de ocorrência. No entanto, o problema é pontual, sendo de fácil localização e decorre de falhas de equipamentos ou defeitos de construção por falha de execução ou mau dimensionamento.

Para Henriques (2007), os sintomas associados a esse fenômeno são muito variáveis, apresentando, muitas vezes, características típicas das quais se destacam as seguintes:

- a) natureza localizada das anomalias;

---

<sup>2</sup> CABRITA, A. R.; AGUIAR J.; APPLETON J. **Manual de apoio à reabilitação dos edifícios do Bairro Alto**. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1993.

<sup>3</sup> KLÜPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. **Manual de conservação preventiva de edificações**. Minc, IPHAN, UCG/Projeto Monumenta. 2006. Versão Preliminar.

<sup>4</sup> TORRES, M. I. M. **Humidade ascensional em paredes**. 1998. 139 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade de Coimbra, Coimbra. 1998.

- b) associação com os períodos de precipitação em situações relacionadas com infiltrações de água das chuvas e maior gravidade dos fenômenos em relação aos que resultariam normalmente daquelas infiltrações;
- c) caráter permanente e de grande gravidade em situações de ruptura de canalizações, eventualmente sazonais se estas forem de águas pluviais;
- d) migração da umidade para locais afastados da origem das anomalias.

### **3.1.5 Umidade Ascensional**

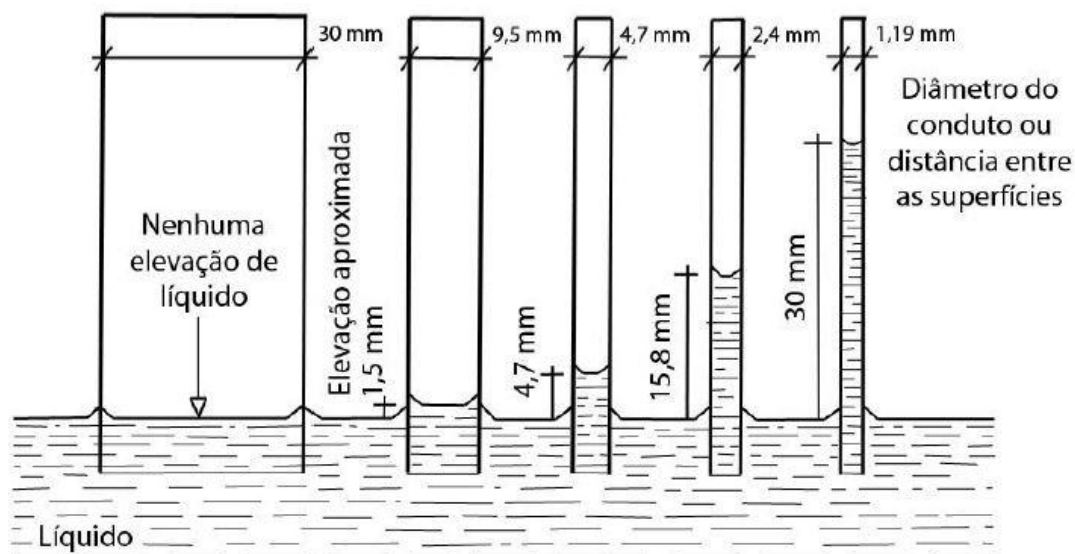
Magalhães (2008) define que a umidade ascendente é a aquela na qual há um fluxo vertical de água que ascende do solo por uma estrutura permeável, podendo alcançar alturas significativas. Ainda segundo Magalhães, tudo isso depende da porosidade e permeabilidade do material, quantidade de água que está em contato com a parede e das condições de evaporação da água que nela se encontra.

Para Gewehr (2004), a maioria dos materiais de construção possui elevada capilaridade pela qual a umidade do solo pode subir. Freitas et al. (2008) indicam que esses materiais possuem estrutura porosa fazendo a água migrar, por capilaridade, quando este material não tiver nenhuma barreira que impeça o seu deslocamento.

Para Nappi (1996), a ascensão da água nas paredes é inversamente proporcional ao diâmetro dos poros dos materiais. Assim, quanto menor é o diâmetro, maior será o nível que a água atingirá (figura 3). Outros fatores que influenciam essa altura é a quantidade de água que está em contato com a própria parede e as condições de evaporação da água. Deste modo, pode-se dizer que o nível que a água atingirá na parede está relacionado com o equilíbrio entre a evaporação e a absorção de água pela parede.



Figura 3 – Altura da ascensão capilar da água entre duas superfícies



(fonte: GRATWICK, 1971)

Ulsamer (1995) cita que a força capilar pode elevar a água a alturas superiores a 20 centímetros do nível freático e que quanto mais finos são seus poros, maior será a elevação. Muito próximo à superfície do terreno há pouca água em função da evaporação.

Para Verçoza (1991), a altura da umidade raramente ultrapassa os 80 cm. De acordo com Merino (1993<sup>5</sup> apud GEWEHR, 2004) as alturas que a água pode atingir nos elementos construtivos por ascensão capilar são as seguintes:

- a) a altura varia entre 0,50m e 1,50m para muros de tijolos, ao passo que a altura pode duplicar para muros de pedras;
- b) nos pilares isolados é da ordem da sua espessura;
- c) entre uma vez e meia e quatro vezes a largura da parede em fachadas;
- d) entre duas e cinco vezes a espessura da parede localizada nos cantos.

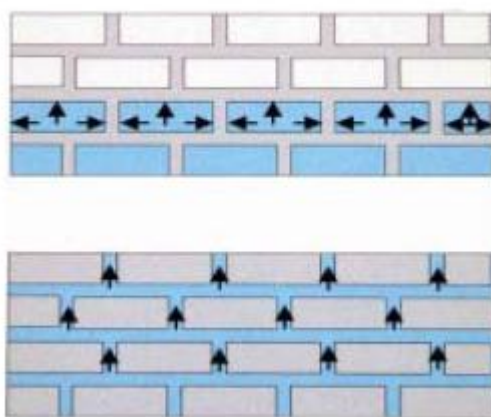
Para Cabaça (2002), primeiramente a água ascenderá pelas juntas, que são os caminhos mais fáceis, para depois ela ascender pelos tijolos, conforme figura 4. Caso os tijolos estejam impermeabilizados e a argamassa for comum, a água ascenderá do mesmo jeito. No entanto,

<sup>5</sup> MERINO, F. L. Humedades y eflorescencias em obras de fábrica. In: **Comisión de asuntos tecnológicos. Curso de conservación y restauración de edificios**. 2 ed. Madrid: Servicio de Publicaciones Del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1993.

se os tijolos são permeáveis e na argamassa for utilizado algum produto impermeabilizante, não haverá a ascensão.

Conforme o mesmo autor, estes sintomas são identificáveis através de uma diferença de tonalidade na parede, na qual é perceptível uma zona mais escura (quando há a presença de umidade) e uma zona mais clara formando uma linha horizontal na parede. Esta linha é o ponto de equilíbrio entre a evaporação e a capacidade de absorção de água pela parede.

Figura 4 – Ascensão da água pelas juntas da argamassa



(fonte: CABAÇA, 2002)

Henriques (2007), afirma que, quando a água é oriunda do lençol freático, a linha horizontal apresenta pequenas variações, pois a fonte de alimentação de água se mantém constante. Quando a variação da linha horizontal apresentar grandes amplitudes indica que a umidade provém de águas superficiais, na qual há grande variação, principalmente no Inverno.

### 3.2 MECANISMO DE TRANSPORTE DA UMIDADE

Os mecanismos que transportam a umidade podem ser divididos em higroscopicidade, porosidade do material e capilaridade.

#### 3.2.1 Higroscopicidade

Conforme Teixeira (2007) a higroscopicidade é caracterizada pela capacidade de um material de fixar moléculas de água por adsorção. Segundo Freitas et al. (2008, p. 15), a maioria dos materiais utilizados na construção civil são higroscópicos, ou seja, quando expostos a um

local no qual a temperatura ambiente varia, o seu teor de umidade também varia. Ainda conforme os autores, esses materiais possuem diferentes graus de higroscopia e são classificados em dois grupos:

- a) materiais **higroscópicos** – quando a quantidade de água fixada por adsorção é relativamente importante (por exemplo, o concreto celular e a madeira);
- b) materiais **não higroscópicos** – quando a massa é praticamente constante qualquer que seja a umidade relativa do ambiente onde se encontre (por exemplo, o barro vermelho).

### 3.2.2 Porosidade

Freitas et al. (2008) afirmam que a porosidade de um material é definida como a razão entre o volume total de vazios e o volume total do material. Quase todos os materiais de construção apresentam porosidade aberta, sendo que a possibilidade de absorver água está diretamente ligada à sua porosidade. Quando a porosidade do material é fechada, o material se torna impermeável, pois não há transferência de água para o seu interior.

Conforme os mesmos autores, os materiais com porosidade fechada são constituídos de uma barreira hídrica, tornando-se muito interessantes para a umidade ascensional. Já os materiais com porosidade aberta são bons condutores de água, sendo que quanto maior for o diâmetro dos poros, maior será a condução de água.

Uemoto (1995a) afirma que argamassas ou lançamento de concretos são preparados com excesso de água porque se deseja adquirir fluidez e plasticidade. A evaporação desta água em excesso provoca a formação de vazios capilares. A infiltração da água ou agentes agressivos nesses poros contribui para a dissolução da argamassa acelerando o processo de deterioração.

### 3.2.3 Capilaridade

Freitas et al. (2008), afirmam que quando um material poroso for colocado em contato com água em fase líquida pode-se verificar a capilaridade. Para Pinto (1998), a capilaridade é a propriedade de um material em promover a sucção de água quando em contato com ela e depende de vários fatores, como as forças de tensão superficial água/material, a dimensão dos raios capilares, o ângulo de contato capilar.

De acordo com Garden<sup>6</sup> (1963 apud BAUER, E., 1987, p. 25).

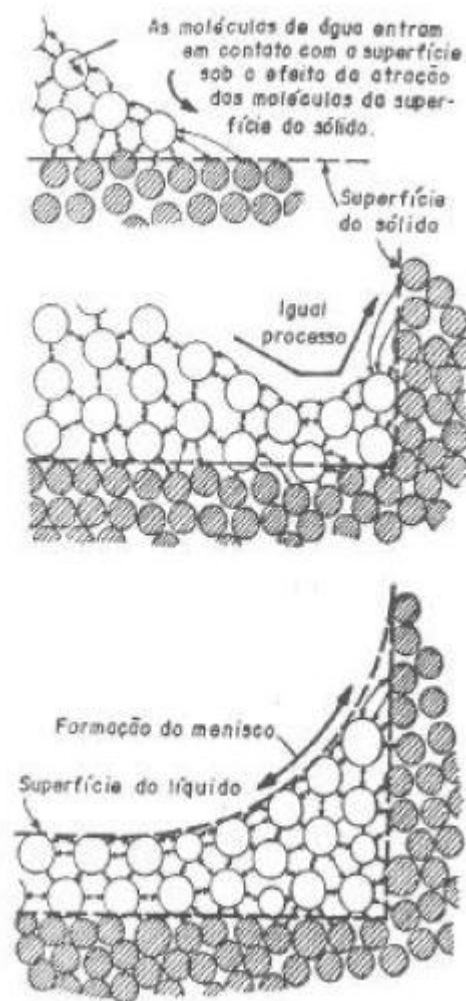
A absorção capilar age no sentido de succionar a água da superfície para o interior dos poros do material. Quando um material se aproxima do ponto de saturação, a absorção devido à capilaridade se aproxima do zero. A água absorvida dessa maneira não tem a tendência de se deslocar para dentro ou para fora, a menos que uma força diferencial externa seja introduzida (gravidade, pressão do vento)

Para Cabaça (2002), a capilaridade é claramente observada ao se colocar um tubo com diâmetro interno extremamente pequeno (tubo capilar) em um recipiente contendo água. Nota-se que a água, no interior do tubo, sobe imediatamente. Com isso, fica evidente que existe uma força suficientemente capaz de fazer a água subir pelo tubo. A esta força dá-se o nome de força capilar e, sua ação, de ação capilar. Este fenômeno é resultado da tensão superficial, que é outra propriedade dos fluidos. Porém, este fenômeno não acontece com todos os líquidos. Segundo Bauer E. (1987, p.26), a tensão superficial é um fenômeno físico, segundo o qual a superfície da água sob efeito de um desequilíbrio entre as interações moleculares, age como se fosse uma membrana tracionada. Para Gratwick (1971) entende-se como tensão superficial a tendência apresentada por um líquido de reduzir ao mínimo sua área superficial, tomando uma curvatura esférica. Esta curvatura se dá o nome de menisco, que é formada a partir das reações intermoleculares que ocorrem entre as interfaces das superfícies dos corpos. Quando uma gota que molha um sólido é depositada sobre uma superfície horizontal, ela se estenderá em todas as direções até que a ação da gravidade e a atração horizontal das moléculas do sólido sobre o líquido sejam equilibradas pela tensão superficial do líquido. Assim, dependendo tensão superficial e da massa do líquido, a gota se achatará mais ou menos. Porém, se o líquido encontrar uma superfície vertical antes deste estado de equilíbrio, as moléculas continuarão avançando. Isto ocorre uma vez que esta tensão vertical se apresenta como uma extensão da superfície horizontal (figura 5).

---

<sup>6</sup> GARDEN, G. K. **Rain penetration and its control**. Ottawa: Canadian Building Digest, 1963.

Figura 5 – Formação do menisco



(fonte: GRATWICK, 1971)

### 3.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA UMIDADE

Segundo Verçozza (1991) tanto na patologia médica quanto na patologia das edificações se faz necessária uma avaliação para a identificação das causas dos defeitos (diagnóstico) e sua correção (terapia). O conhecimento por parte de todos os profissionais da construção como as patologias se manifestam é de fundamental importância para que seja feito um diagnóstico correto.

Para Klüppel e Santana<sup>7</sup> (2005, p. 126 apud BELÉM, 2011, p. 14):

<sup>7</sup> KLÜPPEL, G. P.; SANTANA, M. C. de. **Manual de conservação preventiva para edificações**. 1 ed. Ministério da Cultura. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional / Programa Monumenta. 2005.

Descobrir a fonte de umidade é um trabalho de investigação minuciosa – “trabalho de médico”. É preciso ficar atento a uma série de “sintomas” [...] É preciso fazer à edificação uma série de “perguntas” antes de dar um “diagnóstico” e receitar o remédio certo. Em alguns casos, assim como acontece num diagnóstico médico, as perguntas não são suficientes e é preciso recorrer a exames e medicações mais especializados

Segundo Cabaça (2002), as principais manifestações patológicas encontradas no interior dos ambientes que têm como causa a umidade ascensional são:

- a) fungos, manchas e bolores;
- b) desagregação de pinturas e rebocos;
- c) eflorescências.

### **3.3.1 Manchas e mofos**

As manchas podem se apresentar com diversas cores, como marrom, verde e preta. A umidade nos revestimentos faz surgir micro-organismos, no qual existe a proliferação de algas e bolores, dando origem às manchas verdes e pretas. As manchas marrons são provenientes das ferrugens (BAUER, L. A. F., 2009). Para Verçoza (1991), o surgimento de manchas nos revestimentos de parede pode ter origem do próprio material de construção e para solucionar este problema se faz necessário eliminar a umidade.

Segundo Alucci et al. (1995), é muito comum o aparecimento de mofo ou bolor em regiões tropicais causando aos proprietários das edificações despesas, que poderiam ser evitadas para a sua eliminação. Seu surgimento se dá pelo alto teor de umidade no ambiente, causando, por vezes, condições impróprias de habitabilidade. No entanto, muitos usuários acabam por se acostumar a conviver, mesmo que seja esteticamente desagradável. Verçoza (1991) indica que esses organismos não se proliferam em locais secos, necessitando, desta forma, de água e ar.

Yazigi (2009) define que o mofo é uma alteração que se pode observar macroscopicamente nas superfícies das paredes e é resultado do desenvolvimento de micro-organismos pertencentes à família dos fungos e o seu crescimento está relacionado à presença de água no ambiente. O autor ainda cita que essa patologia nas construções está associada à existência de água oriunda de umidade ascensional, infiltração, condensação de vapor de água, umidade de obra, etc..

Alucci et al. (1995) afirmam que para a incidência do mofo ser eliminada ou minorada medidas devem ser tomadas na fase de projeto. Tais medidas devem garantir adequada ventilação, iluminação e insolação do ambiente. É parte importante do projeto, minimizar os riscos de infiltração através das paredes, pisos e/ou tetos. Caso não seja possível a prevenção, medidas curativas são necessárias e visam remediar as áreas afetadas pelo mofo que podem ser desde a simples limpeza das superfícies contaminadas com a utilização de produtos fungicidas ou, até mesmo, alteração no projeto.

### **3.3.3 Eflorescências e criptoflorescência**

Cabaça (2002) explica que quando a água ascende do solo traz consigo sais dissolvidos provenientes do próprio solo e dos materiais que compõem a parede. Após a evaporação da água os sais se cristalizam e ficam depositados no local dando origem às eflorescências e às criptoflorescências.

Para Verçoza (1983), as eflorescências são formações salinas localizadas nas superfícies das construções trazidas pela umidade. Elas provocam manchas, descolamento ou desbotamento da pintura. Podem fazer o revestimento descolar, caso ela se instale entre os tijolos e o reboco.

Ainda segundo Verçoza (1983), os sais que causam a eflorescências são: nitratos alcalinos, carbonato de cálcio, sulfatos, sais de ferro, e sulfoaluminato de cálcio. Eles se encontram nos cimentos, nas areias, nas argamassas, nos concretos e também podem estar presentes na atmosfera.

Uemoto (1995b) explica que a formação de depósito salino na superfície da parede é resultado de exposição à umidade, sendo denominada como eflorescência. Ela altera a aparência de onde se deposita, sendo apontado como danosa. Contudo, seus constituintes podem gerar graves problemas à estrutura.

Bauer (L. A. F., 2009) cita três fatores de igual importância e que devem existir concomitantemente para a formação da eflorescência: o teor de sais solúveis presentes nos materiais, a presença da água e a pressão hidrostática que proporciona a migração da solução até a superfície.

Verçoza (1991) afirma que, muitas vezes, as eflorescências não causam maiores problemas para a edificação, além do aspecto. No entanto, em alguns casos ela pode levar ao descolamento do revestimento e pinturas, desagregação do revestimento e até quedas da parede.

Segundo Uemoto (1995b), a eflorescência pode ser classificada em três tipos, I, II, e III. A do tipo I é mais comum e geralmente perturba o usuário pela parte estética. É caracterizada por um depósito de sal branco, pulverulento, solúvel em água. Ela normalmente aparece em superfícies de alvenaria aparente ou revestida de argamassa, em juntas de assentamento.

A eflorescência do tipo II é caracterizada por um depósito de sal branco com aspecto de escorrido com grande capacidade de fixação. Geralmente aparecem próximas aos elementos de concreto, mas podem aparecer sobre as superfícies das alvenarias.

A do tipo III, a menos frequente, se manifesta como um depósito de sal branco sobre as juntas da alvenaria, na qual se encontram com fissuras decorrentes da expansão da argamassa de assentamento.

Conforme Verçoza (1983), as criptoflorescências também são depósitos de sais como nas eflorescências, porém eles se fixam no interior das estruturas e tem como a principal fonte o sulfato. Quando em grandes quantidades podem pressionar o revestimento de parede, podendo causar a sua queda.



## 4 IMPERMEABILIZAÇÃO

Para Bauer (L. A. F., 2009), quando se deseja proteger a construção de infiltrações de água é necessário fazê-la com produtos impermeabilizantes. Para o sucesso deste serviço é necessário tomar o máximo de cuidado com os pequenos detalhes. É imprescindível que seja feita por profissionais especializados com conhecimento dos materiais. Antunes<sup>8</sup> (2004 apud RIGHI, 2009) afirma que para que seja minimizada a ocorrência de manifestações patológicas se faz necessário um projeto de impermeabilização, pois ele permite que sejam previstos detalhes construtivos e que se tenha um bom acompanhamento.

Segundo Abbate (2003), a umidade por ascensão capilar se apresenta em forma de manchas e bolor. Com a impermeabilização correta dos baldrames, pisos e paredes, é possível evitar essa manifestação patológica. Prevenir esses problemas é menos oneroso que corrigi-los.

Para Pirondi (1988), os baldrames quando expostos à umidade, geralmente, por capilaridade podem elevar esta umidade a alturas de até 1m acima do piso. No entanto, quando utilizadas impermeabilizações com argamassas rígidas impermeáveis, em longo prazo, não têm apresentado bom desempenho. É importante que o projetista apresente uma solução eficiente, sabendo que o custo com impermeabilização é muito baixo.

A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) estabelece exigências e recomendações relativas ao processo de impermeabilização para que o desempenho desejado seja atingido, determinando condições mínimas de proteção em relação à passagem de fluídos. Esta Norma se aplica a novas construções, ampliação e a pequenas reformas ou reparos.

Quanto ao tipo apropriado de impermeabilização que será utilizado na edificação, a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 10) indica que deve ser definido conforme a solicitação imposta às estruturas que necessitam de impermeabilização. Existem quatro formas diferentes de solicitações que são descritas a seguir:

---

<sup>8</sup> ANTUNES, B. Construção estanque. **Construção e Mercado**. São Paulo, n. 39, p. 183-188, out. 2004.

- a) imposta pela água de percolação;
- b) imposta pela água de condensação;
- c) imposta pela umidade do solo;
- d) imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

Conforme a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010, p. 11), a impermeabilização deve ser projetada de modo a:

- a) evitar a passagem indesejável de fluidos nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrado ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de impermeabilidade;
- b) proteger as estruturas, bem como componentes construtivos que por ventura estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de possíveis vazamentos ou contaminações por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível a realização de manutenções de impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos devido à passagem de fluidos e lixiviação de compostos solúveis do concreto, argamassas e revestimentos;
- e) proporcionar conforto aos usuários, sendo-lhes garantida a salubridade física.

Cunha e Neumann (1979, p. 14) classificam a impermeabilização conforme a atuação da água sob três aspectos:

- a) contra água de percolação;
- b) contra água de pressão
- c) contra umidade por capilaridade.

Quanto ao tipo de impermeabilização, Cunha e Neumann (1979, p. 15) também classificam em três tipos:

- a) rígidas;
- b) plásticas ou elásticas;
- c) laminares.

Nas impermeabilizações rígidas os concretos e argamassas são confeccionados com a utilização de aditivos impermeabilizantes. A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) afirma que se trata de produtos que são aplicados nas partes construtivas em que não são aceitas fissurações.

As impermeabilizações plásticas ou elásticas são feitas com mantas termoplásticas cuja composição pode agregar ou não asfalto e elastômeros.

Por fim, a laminar é confeccionada com a utilização de asfalto ou elastômeros em estruturas armadas alternando produtos flexíveis com feltros asfáltico, tecidos, e lâminas de alumínio.

#### 4.1 TÉCNICAS DE PREVENÇÃO

Para Marques (2005), a impermeabilização das fundações é um dos pontos críticos da obra. É de fácil execução e evita problemas posteriores. Caso não seja bem executada, poderá gerar grandes problemas aos construtores e, principalmente, aos usuários. Ainda conforme o Marques, um dos problemas mais comuns está relacionado à umidade procedente das fundações. A impermeabilização das fundações não exige grande investimento. Há grande variedade de materiais disponíveis no mercado e são acessíveis a todos os tipos de fundações. Existem dois tipos de materiais que podem ser utilizados: rígidos, à base de cimento (figura 6), e flexíveis, a base de asfalto (figura 7). É muito simples a escolha dos materiais, pois ambos podem ser utilizados nas fundações. No entanto, quando houver movimentação nas fundações a melhor opção é o flexível.

Marques (2005, p. 49) afirma que, para aplicação pelo método rígido, são necessárias as seguintes orientações:

- a) para que os produtos tenham o desempenho desejado, as superfícies de concreto ou argamassa devem estar completamente secas, de preferência ásperas e desempenadas. Importante remover traços de ferrugem com escova de aço. Para a regularização, utilizar argamassa de cimento e areia, traço 1:3 em volume;
- b) após a regularização da superfície e a cura da argamassa, umedecer a área com água antes da aplicação da argamassa polimérica;
- c) a argamassa polimérica é um produto impermeável, semi-flexível e bi-componente (polímeros acrílicos mais cimentos especiais com aditivos impermeabilizantes) que devem ser misturados na própria obra;

- d) aplica-se com trincha ou brocha, em demãos cruzadas a fim de preencher eventuais espaços vazios, com intervalo de 2 a 6 horas entre as camadas, dependendo da temperatura ambiente;
- e) ao final da última demão, em áreas abertas ou sob cura úmida por 72 horas;
- f) depois de aplicada a primeira demão de penetração, aguardar 24 horas. Após esse período, aplicar mais duas demãos, com intervalo de 24 h entre uma e outra, para garantir a proteção do alicerce;
- g) o prosseguimento da obra (no caso, elevação das paredes) pode ser realizado apenas após a secagem completa do produto.

Figura 6 – Impermeabilização dos baldrame com argamassa polimérica



(fonte: MARQUES, 2005)

Figura 7 – Impermeabilização dos baldrame com emulsão asfáltica



(fonte: MARQUES, 2005)

Vieira (2005, p. 76) cita que a aplicação de produtos hidrófugos em argamassas impermeáveis é de simples execução e baixo custo. No entanto, é necessário que seja aplicado durante o andamento da obra, pois a posterior execução ou correção, mesmo que possível, terá altos

custos. Desta forma, é importante prever no projeto a execução da impermeabilização. Conforme Vieira (2005), são descritos os quatro passos necessários para executar a impermeabilização das fundações:

- a) misturar areia, cimento, água e aditivo. O aditivo hidrófugo deve ser misturado à água de amassamento para que ocorra uma melhor distribuição na argamassa;
- b) cubra o alicerce com uma camada de massa impermeável, com 1,5 cm de espessura cobrindo as laterais;
- c) esperar secar e pintar duas demãos de emulsão asfáltica;
- d) use uma massa feita com impermeabilizante para levantar as paredes até a terceira fiada. A mesma massa deve ser usada para o revestimento interno e externo até a altura de 1 m.

## 4.2 TÉCNICAS DE CORREÇÃO

Conforme Freitas et al. (2008, p. 55), deve-se encontrar a solução mais adequada para solucionar problemas de umidade ascensional sempre que for apresentada uma edificação na qual não foram tomados os devidos cuidados com a impermeabilização das fundações. Os autores ainda mencionam que as manifestações patológicas em função da umidade ascensional podem ser tratadas utilizando os seguintes métodos:

- a) execução do corte hídrico;
- b) redução da seção absorvente;
- c) introdução de tubos de arejamento;
- d) eletro-osmose;
- e) ocultação das anomalias;
- f) ventilação da base da parede.

Neste trabalho foi abordado apenas o método de corte hídrico com a utilização de barreira química, pois este método apresenta bons resultados (quadro 1), desde que as paredes não tenham espessura elevada (FREITAS et. al., 2008).

Quadro1 – Métodos para tratamento de umidade ascensional

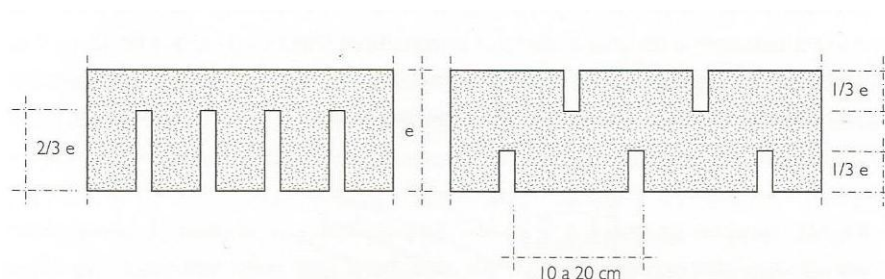
| Solução                           | Método  | Eficácia  | Polivalência | Aspecto | Limitações   |
|-----------------------------------|---|-----------|--------------|---------|--|
| Execução de corte hidrico         | Barreiras físicas                                   | Boa       | Boa          | Médio   | Vibrações. Instabilidade. Aplicável apenas em alvenarias resistentes com juntas regulares        |
|                                   | Barreiras químicas                                  | Muito boa | Muito boa    | Bom     | Espessura elevada e heterogeneidade da parede  |
| Eletro-osmose                     |   | Média/Má  | Boa          | Bom     | Inadequado quando a resistência da terra é elevada   |
| Redução da seção absorvente       |   | Má        | Média        | Médio   | Estruturais e arquitetônicas   |
| Introdução de tubos de arejamento |   | Má        | Média        | Médio   | Estéticas  |
| Ocultação das anomalias           | Revestimento com porosidade e porometria controlada | Média/Má  | Média        | Bom     | Aparecimento de eflorescências   |
|                                   | Parede interior sepada por um espaço de ar          | Boa       | Média        | Bom     | Diminui as áreas úteis. Se não for possível ventilar pode não apresentar os resultados esperados |
| Ventilação da base das paredes    |   | Muito boa | Boa          | Bom     | Instabilidade estrutural. Apenas executável acima do nível freático                              |

(fonte: FREITAS et al., 2008)

### 4.2.1 Aplicação por gravidade

Henriques (2007) afirma que o princípio de funcionamento para barreiras químicas está na execução de uma sucessão de furos ao longo da parede que receberá o tratamento, geralmente afastados de 10 a 20 cm com profundidade de  $2/3$  da espessura da parede. O processo de introdução dos produtos na parede está dividido em: por gravidade e sob pressão. Freitas et al. (2008) indicam a profundidade de  $1/3$  da espessura se o tratamento for realizado em ambos os lados da parede (figura 8).

Figura 8 – Esquema de furação (vista superior)

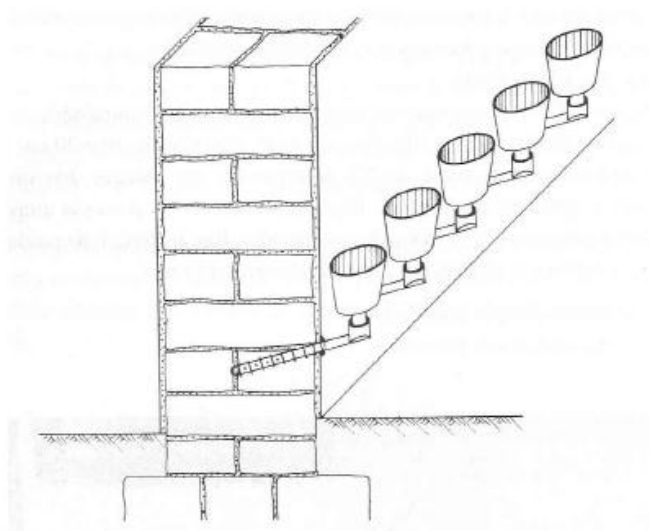


(fonte: FREITAS et al., 2008)

Para o sistema de introdução por gravidade, os furos executados na parede podem ser tanto inclinados (figura 9) ou horizontais (figura 10), nesses pontos são introduzidos frascos com o

produto impermeabilizante. O material espalha-se no interior da parede por ação capilar e ação da gravidade.

Figura 9 – Esquema de introdução de bloqueadores químicos em uma parede por gravidade



(fonte: HENRIQUES, 2007)

Figura10 – Sistema de aplicação de bloqueadores químicos em uma parede



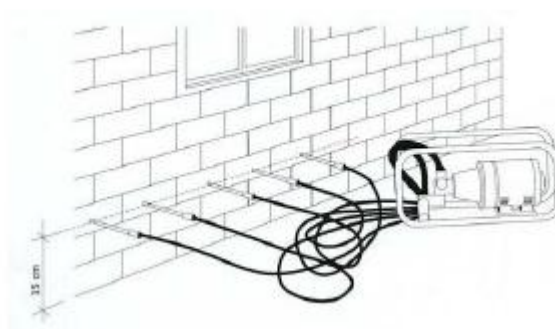
(fonte: KOSTER)

#### 4.2.2 Aplicação por injeção

O procedimento para a realização do tratamento pelo método injetável é bem semelhante ao procedimento por gravidade. Porém a introdução do produto é realizada por um equipamento de pressão que se liga diretamente a um conjunto de tubos inseridos nos furos (figura 11). A

pressão necessária para a injeção dos produtos pode variar em função dos materiais, não excedendo os 0,4 MPa. Esse método possui a vantagem em relação ao anterior, pois a pressão expulsa o ar contido nos poros do material, auxiliando a sua penetração e distribuição (FREITAS et al., 2008).

Figura 11 – Introdução de produtos impermeabilizantes em uma parede por injeção



(fonte: ABBATE, 2003)

Henriques (2007, p. 106) cita como os tipos produtos hidrófugos:

- a) siliconatos: trata-se de compostos solúveis em água que, por reação com o dióxido de carbono, dão origem à formação de produtos hidrófugos. Esta reação é difícil de ocorrer em paredes espessas, dada a ausência de dióxido de carbono, situação que pode ser ultrapassada através da prévia introdução de compostos suscetíveis de liberarem aquele gás;
- b) silicones: sob esta designação inclui-se um grande conjunto de produtos, dos quais os mais comuns são constituídos por compostos macromoleculares que se apresentam dissolvidos em solventes hidrófobos. Estes dois fatores conduzem a dificuldades de aplicação, que tenham a ser superadas através do acréscimo do número de furos;
- c) organo-metálicos: são produtos recentes, constituídos em geral por compostos orgânicos de titânio e de estearatos de alumínio, que têm a particularidade de polimerizarem na presença de água, após evaporação dos solventes.

O mesmo autor cita que o objetivo da aplicação dos produtos hidrófugos no interior das paredes é criar uma barreira horizontal contínua e impermeável, porém, muitas vezes, é difícil obter êxito com esses produtos quando são aplicados em paredes muito espessas ou com grandes dimensões.



### 4.3 APLICAÇÃO DO BLOQUEADOR QUÍMICO

Nesta seção, serão descritas as etapas do processo de aplicação do impermeabilizante e as diferenças entre os três produtos (produtos A, B e C)<sup>9</sup> que serão testados em laboratório.

Para solucionar o problema da umidade ascensional, se deve remover o revestimento da base da parede (figura 12). Para produto A, o fabricante indica que seja retirado o revestimento até uma altura de 1m, para o produto B, é necessário retirar 50 cm ou até a região que em que o emboço esteja danificado e, para o produto C, de 1 a 1,2 m.

Figura 12 – Retirada do revestimento da parede



(fonte: DAMER, 2008)

A aplicação do cristalizante deve ser feita com o auxílio de um funil ou com o uso de uma seringa (figura 14). Para os produtos A e C, deve-se introduzir água nos furos até a sua saturação. Após, aplicar o cristalizante até atingir a metade do consumo produto por furo. O processo deve ser repetido após 24 horas. Antes de aplicar a outra metade, deve-se utilizar uma furadeira para executar a desobstrução dos furos causada pelo cristalizante. Para o produto B, a aplicação não necessita repetição. Após, vedar os furos com argamassa de cimento e areia.

---

<sup>9</sup> Por motivos éticos, os produtos testados não foram identificados.

A próxima etapa o cimento polimérico é aplicado em duas demãos cruzadas (figura 15) e, após a secagem completa, a restauração do revestimento poderá ser realizada com argamassa com aditivo impermeabilizante (figura 16).

Figura 13 – Execução dos furos



(fonte: DAMER, 2008)

Figura 14 – Aplicação do impermeabilizante



(fonte: DAMER, 2008)

Figura 15 – Aplicação de argamassa impermeabilizante



(fonte: DAMER, 2008)

Figura 16 – Parede já revestida após aplicação do produto



(fonte: DAMER, 2008)

## 5 PROGRAMA EXPERIMENTAL

O programa experimental para a avaliação do desempenho dos bloqueadores químicos se baseia na perda de massa de água dos prismas (adquirida por capilaridade até a saturação em bacia estanque) por evaporação após o bloqueio.

A realização do experimento passou por seis etapas:

- a) escolha dos bloqueadores químicos;
- b) moldagem dos prismas e verificação da massa inicial;
- c) saturação;
- d) furação;
- e) aplicação dos bloqueadores químicos;
- f) verificação da massa.

### 5.1 ESCOLHA DOS BLOQUEADORES QUÍMICOS

Na primeira etapa, **escolha dos bloqueadores químicos**, foi realizada busca no mercado brasileiro de produtos impermeabilizantes cristalizantes para o bloqueio químico de umidade ascendente. Foram encontrados apenas os três produtos ensaiados. O produto A com está disponível em embalagens de 1 e 25 litros. Seu consumo é de 1 litro por metro e o custo para a embalagem de 1 litro é de R\$ 50,00 e para a embalagem de 25 litros é de R\$ 564,00. Já o produto B apresenta-se em embalagens de 5 e 25 litros e seu consumo é de 1,25 litros por metro com custo para a embalagem de 5 e 25 litros de R\$ 240,00 e R\$ 1237,50 respectivamente. O produto C está disponível em apenas embalagens de 4,3 litros e o seu consumo é de 1 litro por metro com custo de R\$ 54,70. O consumo apresentado foi indicado pelos fabricantes para uso em paredes simples de tijolos maciço (10 cm de espessura) (quadro 2). O produto B ainda é indicado para o uso em paredes de tijolos vazados.

Quadro 2 – Custo dos produtos

|               | Produtos   |              |           |
|---------------|------------|--------------|-----------|
|               | A          | B            | C         |
| Embalagem     | 25         | 25           | 4,3       |
| Consumo/m (l) | 1          | 1,25         | 1         |
| Preço         | R\$ 564,00 | R\$ 1.237,50 | R\$ 54,70 |
| R\$/m linear  | R\$ 22,56  | R\$ 61,88    | R\$ 12,72 |

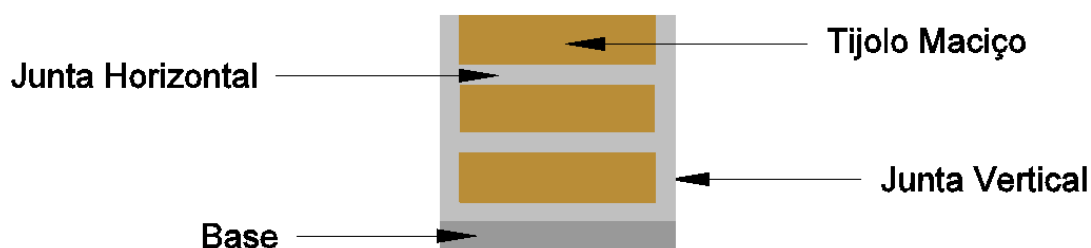
(fonte: elaborado pelo autor)

## 5.2 MOLDAGEM DOS PRISMAS E VERIFICAÇÃO DA MASSA INICIAL

Nesta etapa  **moldagem dos prismas e verificação da massa inicial**, foram moldados os prismas. Eles foram construídos no LAMTAC/NORIE da UFRGS com tijolos maciços cujas dimensões são 5x10x20 cm, sobre uma base de argamassa com 3 cm de espessura e com juntas horizontais e verticais de 2 cm de espessura (figura 17) e (figura 18). O tamanho não pode ser maior em função do pouco espaço disponível no laboratório.

A argamassa para a confecção das bases e para o assentamento dos tijolos foi feita *in loco* com o traço volumétrico 1:2:9 (cimento CP IV, cal hidratada CH-II e areia) por ser, segundo Hattge (2004) o traço mais utilizado na construção. A base ficou curando a temperatura ambiente por 7 dias e, após foi realizado o assentamento dos tijolos e construção da junta vertical. Os prismas ficaram curando por 14 dias também a temperatura ambiente. Nesse momento, foi verificada a massa inicial das duplicatas dos prismas (quadro 3) dos prismas A, B e C e do prisma de controle T.

Figura 17 – Detalhamento do prisma



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 18 – Prisma moldado



(fonte: foto do autor)

Quadro 3 – Massa inicial dos prismas

| Prisma       | Massa (kg) |
|--------------|------------|
| A1           | 9,02       |
| A2           | 9,22       |
| <b>Média</b> | 9,12       |
| B1           | 9,30       |
| B2           | 9,62       |
| <b>Média</b> | 9,46       |
| C1           | 9,62       |
| C2           | 9,24       |
| <b>Média</b> | 9,43       |
| T1           | 9,34       |
| T2           | 9,06       |
| <b>Média</b> | 9,20       |

(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.3 SATURAÇÃO

Na etapa **saturação**, os prismas foram colocados com sua base em contato com uma lâmina de água de 1 cm sobre um suporte vazado uma bacia estanque (figura 19). A suas massas foram verificadas em intervalos de tempo com base na NBR 9779 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012, p. 2). A Norma indica que, “Durante o ensaio, determinar a massa dos corpos de prova com 3h, 6h, 24h, 48h e 72h, contadas a partir da colocação destes em contato com a água. Estes devem ser previamente enxugados com pano úmido.” Neste experimento não foi possível fazer a leitura das massas na terceira hora.

A variação na massa do prisma em função do tempo de exposição à água corresponde a quantidade de água absorvida pelos prismas nesse intervalo. Os valores obtidos nas leituras estão disponibilizados no quadro 4 e representados graficamente através da figura 20.

Figura 19 – Saturação dos prismas em bacia estanque



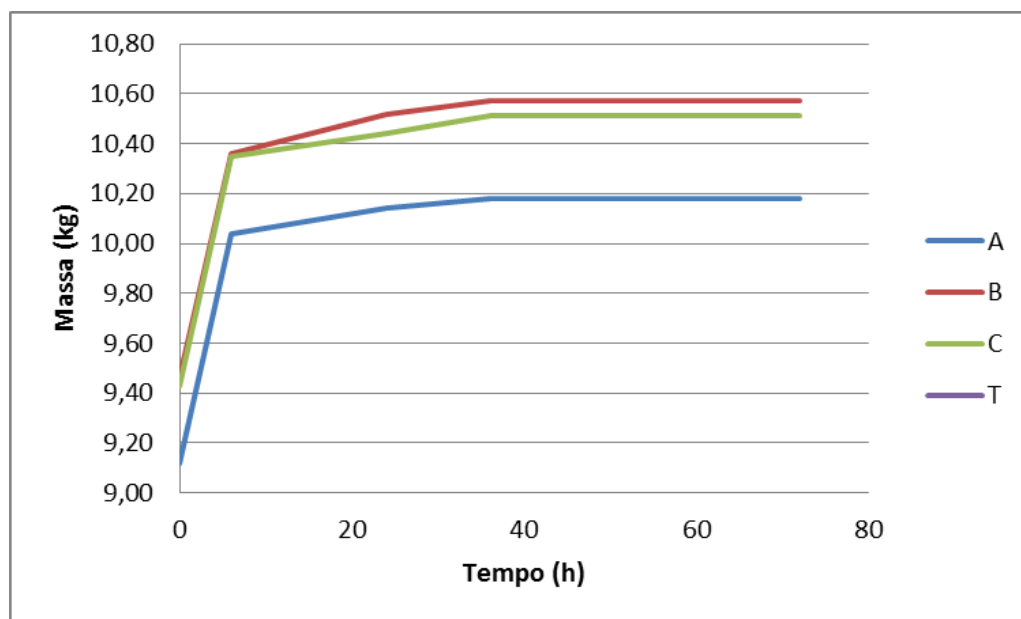
(fonte: foto do autor)

Quadro 4 – Saturação do prisma em kilograma

| Prisma\Tempo (h) | 0    | 6     | 24    | 36    | 72    | Massa Adquirida |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| A1               | 9,02 | 9,96  | 10,02 | 10,06 | 10,06 | 1,04            |
| A2               | 9,22 | 10,12 | 10,26 | 10,30 | 10,30 | 1,08            |
| <b>Média</b>     | 9,12 | 10,04 | 10,14 | 10,18 | 10,18 | 1,06            |
| B1               | 9,30 | 10,14 | 10,36 | 10,40 | 10,40 | 1,10            |
| B2               | 9,62 | 10,58 | 10,68 | 10,74 | 10,74 | 1,12            |
| <b>Média</b>     | 9,46 | 10,36 | 10,52 | 10,57 | 10,57 | 1,11            |
| C1               | 9,62 | 10,52 | 10,66 | 10,78 | 10,78 | 1,16            |
| C2               | 9,24 | 10,18 | 10,22 | 10,24 | 10,24 | 1,00            |
| <b>Média</b>     | 9,43 | 10,35 | 10,44 | 10,51 | 10,51 | 1,08            |
| T1               | 9,34 | 10,18 | 10,42 | 10,48 | 10,48 | 1,14            |
| T2               | 9,06 | 10,02 | 10,10 | 10,14 | 10,14 | 1,08            |
| <b>Média</b>     | 9,20 | 10,10 | 10,26 | 10,31 | 10,31 | 1,11            |

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 20 – Evolução média da saturação



(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.3 FURAÇÃO

Na etapa **furação**, foram executados os furos com inclinação de 45°, para a introdução dos bloqueadores químicos. Cada fabricante indica o diâmetro dos furos e a distância do piso que eles devem estar, o espaçamento entre furos e o número de linhas conforme quadro 5. Para este experimento, todos os prismas foram furados a 5 cm da base em função da sua altura não ser suficiente para todas estas variações (figura 21). A furação foi realizada inicialmente com brocas com brocas de pequenas bitolas até bitolas maiores, para evitar que os prismas se rompessem. Assim a bitola máxima da broca utilizada para todos os prismas foi de 1/2 polegada. Após a furação, seis prismas foram separados aos pares (um par para cada produto) e voltaram para a bacia com água para a aplicação dos produtos. O outro par (controle) voltou para a bacia, porém sem água. Os prismas de controle não foram furados.

Quadro 5 – Parâmetro de furação

| Produto | Diâmetro (pol) | Distância da base (cm) | Espaçamento (cm) | Número de linhas |
|---------|----------------|------------------------|------------------|------------------|
| A       | 1/2            | 20                     | 8                | 1                |
| B       | 1              | 5                      | 8                | 1                |
| C       | 1/2 ou 3/4     | 10 e 20                | 15               | 2                |

(fonte: elaborado pelo autor)



Figura 21 – Furação do prisma



(fonte: foto do autor)

## 5.5 APLICAÇÃO DOS BLOQUEADORES QUÍMICOS

Na etapa **aplicação dos bloqueadores químicos**, foram introduzidos os bloqueadores químicos nos prismas (produtos A, B e C) inicialmente com funil (figura 22). Com este método de aplicação, grande parte do impermeabilizante extravasou pelos furos, havendo algum desperdício. Passou-se então, a utilizar seringas de 20 ml (figura 23).

Porém se observou que cada furo estava absorvendo, em média, 6 ml a cada três horas. Então para atingir a quantidade mínima indicação por cada fabricante (para os produtos A e C foram utilizados 200 ml por prisma e para o produto B 250 ml) seriam necessários alguns dias de aplicação. Logo, foram realizados furos adicionais para que o procedimento fosse mais rápido. Os prismas de controle não receberam quaisquer produtos.

Figura 22 – Aplicação com funil



(fonte: foto do autor)

Figura 23 – Aplicação com seringa



(fonte: foto do autor)

## 5.6 LEITURA DAS MASSAS

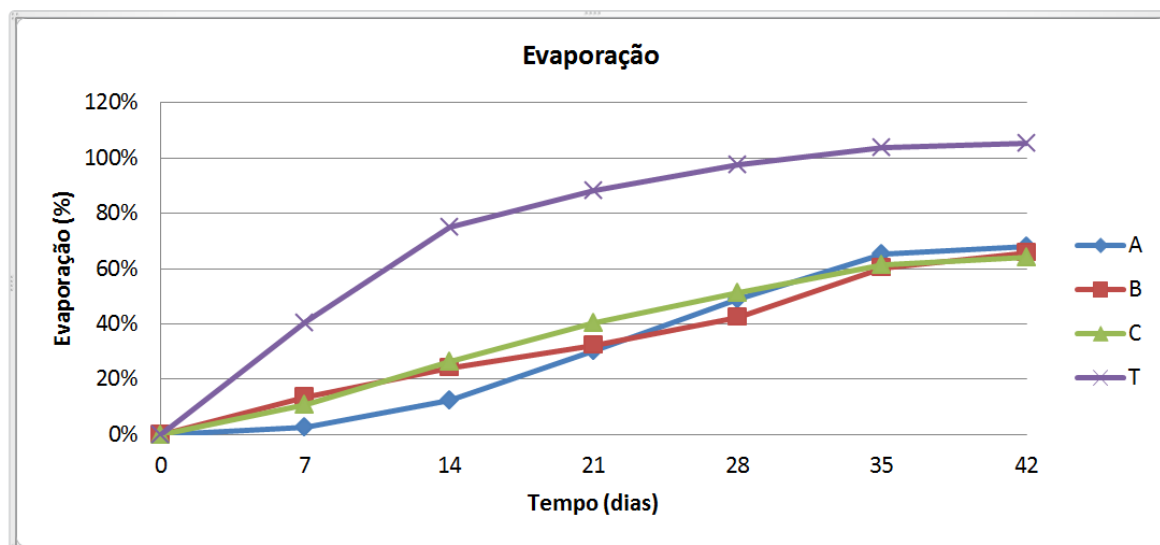
Na etapa **leitura das massas**, foram realizadas as leituras das massas dos prismas uma vez por semana por um período de 42 dias (quadro 6), tempo máximo disponível para o ensaio. O tempo 0 (zero) indica a massa após a saturação e aplicação dos produtos. Com estes dados foi gerado um gráfico com o percentual de perda de massa (figura 24). Os prismas foram mantidos em local sem controle de temperatura, umidade e sem exposição direta do sol.

Quadro 6 – Leitura das massas em quilograma

| Prisma       | Tempo (dias) |       |       |       |       |      |      |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|              | 0            | 7     | 14    | 21    | 28    | 35   | 42   |
| A1           | 10,06        | 10,06 | 9,92  | 9,74  | 9,54  | 9,38 | 9,36 |
| A2           | 10,30        | 10,24 | 10,18 | 9,98  | 9,78  | 9,60 | 9,56 |
| <b>Média</b> | 10,18        | 10,15 | 10,05 | 9,86  | 9,66  | 9,49 | 9,46 |
| B1           | 10,40        | 10,32 | 10,28 | 10,24 | 10,12 | 9,82 | 9,74 |
| B2           | 10,74        | 10,52 | 10,32 | 10,18 | 10,08 | 9,98 | 9,94 |
| <b>Média</b> | 10,57        | 10,42 | 10,30 | 10,21 | 10,10 | 9,90 | 9,84 |
| C1           | 10,78        | 10,60 | 10,40 | 10,24 | 10,10 | 9,98 | 9,94 |
| C2           | 10,24        | 10,18 | 10,04 | 9,90  | 9,80  | 9,70 | 9,68 |
| <b>Média</b> | 10,51        | 10,39 | 10,22 | 10,07 | 9,95  | 9,84 | 9,81 |
| T1           | 10,48        | 10,04 | 9,66  | 9,52  | 9,42  | 9,34 | 9,32 |
| T2           | 10,14        | 9,68  | 9,30  | 9,14  | 9,04  | 8,98 | 8,96 |
| <b>Média</b> | 10,31        | 9,86  | 9,48  | 9,33  | 9,23  | 9,16 | 9,14 |

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24 – Evaporação média da umidade



(fonte: elaborado pelo autor)

Ao final do experimento foi realizada uma comparação entre um prisma de cada um dos produtos com um prisma de controle (figura 25).

Figura 25 – Comparação entre os prismas ao final do experimento



(fonte: foto do autor)

## 6 Conclusão

Este trabalho concluiu através do ensaio que os bloqueadores químicos de fato promovem o entupimento dos tubos capilares impedindo a ascensão da umidade, confirmando a hipótese do trabalho.

Foi possível notar que os prismas de controle tiveram perda de massa superior à massa adquirida na saturação. Isso pode ser pelo fato de o prisma ter perdido massa de água adquirida no processo de construção.

Também foi verificado que os três produtos analisados tiveram similares, mesmo que a forma metodologia de aplicação dos prismas A e C tenham sido diferentes do recomendado pelos fabricantes. No entanto, não foi possível determinar se é adequado para a utilização em paredes com umidade ascendente, pois o ensaio não quantificou a massa de água contida na base (abaixo do bloqueio químico) e, se com o passar do tempo, toda a água acima da base seria evaporada. Assim, para melhor entendimento do desempenho é necessário a avaliação por períodos maiores juntamente com corpos de prova em maior escala. Além disso, é interessante executar o emboço a fim de verificar se haverá surgimento de manifestações patológicas no revestimento na região do rodapé.

Quanto à forma de aplicação, os fabricantes brasileiros ainda necessitam de um sistema mais eficiente para a realização do procedimento, visto que a utilização do funil gera grande desperdício de material além de ser pouco prático na aplicação em grandes extensões porque cada furo recebe aos poucos e repetidas vezes pequena quantidade de material, o que pode causar ao aplicador grande desconforto por postura inadequada. Diferente do sistema que é encontrado na Europa, no qual se introduz nos furos uma haste capilar conectada a um frasco contendo o bloqueador químico que, por gravidade, vai conduzindo o produto lentamente ao interior da parede (figura 9). Este sistema pode gerar um custo adicional. Porém, se ganha ao não gerar desperdício do produto e mão de obra, pois ele é aplicado de uma só vez.

Assim, a melhor forma de evitar problemas causados pela umidade ascensional ainda é a prevenção, pois o custo gerado na tentativa de reparação dos danos é muito grande se comparado com custo de uma impermeabilização bem executada nas fundações.



## REFERÊNCIAS

- ABBATE, V. Umidade na base das paredes. **Revista Técnica**. São Paulo: Pini, n. 72 p.52-53, mar. 2003.
- ALUCCI, M. P.; FLAUZINO, W. D.; MILANO, S. **Bolor em edifícios**: causas e recomendações. In: TECNOLOGIA da Edificação. São Paulo, Pini, IPT, 1995. p. 565-570 .
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779**: argamassas e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro, 2012.
- \_\_\_\_\_. **NBR 9575**: impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.
- BAUER, E. **Resistência à penetração da chuva em fachadas de alvenaria de materiais cerâmicos**: uma análise de desempenho. 1987. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987. Disponível em:  
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/2050/000225179.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 out. 2013.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5 ed. v. 2, Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- BELÉM, J. M. de F. **Umidade nas edificações**: causas, consequências e medidas preventivas. 2011. 39 f. Monografia (Tecnólogo em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil. Universidade do Regional do Cariri, Juazeiro do Norte, 2011. Disponível em:  
<[http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=tcc\\_de\\_jose\\_marcondes.pdf](http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=tcc_de_jose_marcondes.pdf)>. Acesso em: 20 dez. 2012.
- CABAÇA, S. C. **Humidade ascendente em paredes de edifícios antigos: processos de reabilitação e prevenção**. [S.l.], 2002. Disponível em:  
<[http://www.techitt.com/Homepage/2003\\_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/mn\\_9\\_nov\\_2002\\_humidade6.pdf](http://www.techitt.com/Homepage/2003_ConstrulinkPress/Ficheiros/MonografiasPrimeirasPaginas/mn_9_nov_2002_humidade6.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2013. Não Paginado.
- CUNHA, A. G. da; NEUMANN, W. **Manual de impermeabilização e isolamento técnico**. 2. ed. Rio de Janeiro: Argus, 1979.
- DAMER, S. C. **Umidade ascensional em uma edificação unifamiliar desprovida de impermeabilização**: análise do comportamento de um método injetável como tentativa de solução. 2008. 55 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- FREITAS, V. P.; TORRES, M. I.; GUIMARÃES, A. S. **Humidade ascensional**. 1. ed. Porto: FEUP Edições, 2008.
- GEWEHR, U. **Aplicabilidade e eficiência de métodos de saneamento de paredes degradadas por umidade e sais a partir de um estudo de caso**. 2004. 175 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 2004. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10162/000531725.pdf?...1>>. Acesso em 20 ago. 2013.

GRATWICK, R. T. **La humedad en la construcción: sus causas y sus remédios**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados, 1971.

HATTGE, A. F. **Estudo comparativo sobre a permeabilidade das alvenarias em blocos cerâmicos e alvenarias em blocos de concreto**. 2004. 136 f. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:

<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5610/000473072.pdf?sequence=1>>. Acesso em 20 ago. 2013.

HENRIQUES, F. M. A. **Humidade em paredes**. 4. ed. Lisboa: LNEC, 2007.

MAGALHÃES, D. T. **Inspeção, diagnóstico e controle da ascensão capilar de águas do terreno pelas alvenarias: aplicação na igreja Cidadelhe**. 2008. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, 2008. Disponível em:

<[http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/360/1/msc\\_dtmagalhaes.pdf](http://repositorio.utad.pt/bitstream/10348/360/1/msc_dtmagalhaes.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2013.

MARQUES, R. Proteção subterrânea. **Revista Técnica**. São Paulo: Pini, ano 13, n. 96, p. 48-49, mar. 2005.

MUNARETTON, L. W. **Patologias ocasionadas por água e umidade: estudo de caso por meio de entrevista aos moradores do Residencial Mato Grosso**. 2012. 121 p. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop, 2012. Disponível em:

<[http://sinop.unemat.br/site/monografia/fot\\_357tcc\\_2012\\_1\\_luiza\\_w\\_munauetto\\_-\\_patologias\\_gua\\_\\_\\_\\_pdf.pdf](http://sinop.unemat.br/site/monografia/fot_357tcc_2012_1_luiza_w_munauetto_-_patologias_gua____pdf.pdf)>. Acesso em: nov. 2013.

NAPPI, S. C. B. Umidade em paredes. Florianópolis, 1996. Disponível em:

<[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)><sup>10</sup>. Acesso em: 13 set. 2013.

PERES, R. M. **Levantamento e identificação de manifestações patológicas em prédio histórico: um estudo de caso**. 2001. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção da penetração de água pelas fachadas (1ª parte)**. In: TECNOLOGIA das Edificações. São Paulo, Pini, IPT, 1995. p. 571-574

PINTO, F. M. C. A. **Influência da pressão exterior na embebição de materiais de construção**. 1998. 98 f. Dissertação (Doutor em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 1998. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved>

---

<sup>10</sup> Necessita de cadastro.

=0CDIQFjAA&url=http%3A%2F%2Frepositorio-aberto.up.pt%2Fbitstream%2F10216%2F12878%2F2%2FTexto%2520integral.pdf&ei=YWC0Ur-6OY3gsASJuoKQDQ&usg=AFQjCNGH4pAmVUgb9vnOjSUAAlDAbgIJeg&sig2=8FuFLYvjaJtx1tT414KYog&bvm=bv.58187178,d.cWc>. Acesso em: 20 dez. 2013,

PIRONDI, Z. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1988.

QUERUZ, F. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. 2007. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil e Preservação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=1775](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=1775)>. Acesso em: 15 out. 2013.

RESENDE, Z. de S. **Processos preventivos e corretivos no tratamento da umidade em construções**. 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000215188>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

RIGHI, G. V. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane\\_Venturini\\_Righi\\_Disserta%C3%A7%C3%A3o\\_de\\_Mestrado.pdf](http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Geovane_Venturini_Righi_Disserta%C3%A7%C3%A3o_de_Mestrado.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2013.

TEIXEIRA, A. S. M dos S. G. **Caracterização experimental do funcionamento de ventilação da base das paredes para tratamento de humidade ascensional**. 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2007. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11811/2/Texto%20integral.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

UEMOTO, K. L. Aditivos impermeabilizantes para argamassas e concreto. In: TECNOLOGIA de Edificações. São Paulo, Pini, IPT, 1995a. p. 31–34.

ULSAMER, F. **Las humedades en la construcción**. Barcelona: Grupo Editorial Ceac, 1995.

\_\_\_\_\_. Patologia: danos causados por eflorescência. In: TECNOLOGIA de Edificações. São Paulo, Pini, IPT, 1995b. p. 561–564.

VERÇOZA, E. J. **Impermeabilização na construção**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Sagra, 1983.

\_\_\_\_\_. **Patologia das edificações**. 1. ed. Porto Alegre: Sagra, 1991.

VIEIRA, E. Impermeabilização com argamassa aditivada. **Revista Técnica**. São Paulo: Pini, ano13, n. 99, p. 76-78, jun. 2005.



YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10. ed. rev. e atual. São Paulo: Pini: Sinduscon, 2009.