

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA CIVIL

RODRIGO VINICIUS SOUZA DE DEUS

PATOLOGIAS GERADAS POR INFILTRAÇÕES EM EDIFICAÇÕES

**Varginha
2016**

RODRIGO VINICIUS SOUZA DE DEUS

PATOLOGIAS GERADAS POR INFILTRAÇÕES EM EDIFICAÇÕES

Trabalho apresentado ao curso de engenharia civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Leopoldo Freire Bueno.

**Varginha
2016**

RODRIGO VINICIUS SOUZA DE DEUS

PATOLOGIAS GERADAS POR INFILTRAÇÕES EM EDIFICAÇÕES

Monografia apresentada ao curso de engenharia civil do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em: / /

OBS.

Dedico este trabalho primeiramente a Deus,
pois sem ele nada é possível.

A minha família pelo apoio incondicional,
sempre presente em cada momento de minha
vida.

Aos meus amigos pelo companheirismo e
apoio em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar à frente de tudo que faço;

Aos meus pais, Inês e Márcio pelo apoio e incentivo diário. Obrigado por me ensinarem que não há nada tão valioso quanto o aprendizado e que tudo é possível com boa vontade. Obrigado também por acreditarem na minha vocação e proporcionarem que eu trilhasse este caminho de formação;

À minha irmã, Monique, minha grande amiga;

Aos meus avós, que assim como meus pais, sempre estiveram ao meu lado;

À minha querida namorada, Leidimara e meu filho Rafael, pela paciência e compreensão nos momentos em que não estive com eles;

Aos colegas de curso, que compartilharam dessa caminhada, contribuindo sempre para o meu conhecimento;

Agradeço ainda, ao meu orientador, Prof. Leopoldo Freire Bueno, que aceitou embarcar nesse projeto. Obrigado pelos ensinamentos, direcionamento e conselhos;

Aos meus amigos, pela lealdade e apoio em todos os momentos.

“Acredito que as coisas podem ser feitas de
outra maneira e que vale a pena tentar”.

Zaha Hadid

RESUMO

A impermeabilização é uma etapa de grande importância nas edificações, tendo em vista que a umidade provoca uma série de patologias prejudiciais, tanto aos elementos da construção, quanto à saúde e bem estar de seus ocupantes. É uma área, muitas vezes negligenciada ou mal executada, seja por erros de execução ou escolha incorreta de materiais impermeabilizantes. O presente trabalho tem por objetivo analisar os tipos de infiltração, suas formas de atuação nos elementos da edificação, realizar um levantamento dos principais materiais impermeabilizantes, bem como, as definições pertinentes a norma ABNT NBR 9575/2003 em relação à delimitação do projeto de impermeabilização. Com base nestes dados, avaliar soluções viáveis para elaboração de projetos e recuperação de estruturas com problemas relacionados a umidade, buscando garantir durabilidade às construções e segurança a seus usuários. Sendo observados nos estudos de caso os erros mais comuns em sua implementação ou não na obra, em destaque a escolha inadequada de materiais, execução incorreta e inexistência de um projeto executivo de impermeabilização.

Palavras-chave: Impermeabilizantes, Manta asfáltica, Estanqueidade.

ABSTRACT

The waterproofing is a step of great importance in buildings, given that moisture causes a lot of harmful diseases, both to construction elements, when the health and well being of its occupants. It is an area often neglected or poorly executed, either execution errors or incorrect choice of waterproofing materials. This study aims to analyze the types of infiltration, their ways of acting on the elements of the building, carry out a survey of the main waterproofing materials, as well as the relevant definitions to NBR 9575/2003 norm concerning the delimitation of the waterproofing project . Based on these data, to evaluate viable solutions for preparation of projects and recovery of structures with problems related to moisture, seeking to ensure durability to buildings and security to its users. As observed in the case studies the most common errors in its implementation or not in work, highlighted the inadequate choice of materials, incorrect execution and lack of an executive project waterproofing.

Keywords: Waterproofing, asphalt blanket, tightness

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Porcentagem de custos nas edificações	18
Figura 2 - Atuação dos fluidos em uma edificação	22
Figura 3 - Umidade ascendente ou por capilaridade.....	23
Figura 4 - Umidade por condensação	24
Figura 5 - Umidade por percolação.....	24
Figura 6 - Água sob pressão em reservatório.....	25
Figura 7 - Preparação da argamassa com aditivo hidrófugo.....	42
Figura 8 - Aplicação de cristalizantes na forma de pintura.....	43
Figura 9 - Injeção de cristalizantes em parede com umidade ascendente.....	43
Figura 10 - Aplicação do cimento impermeabilizante de pega ultra-rápida.....	44
Figura 11 - Aplicação de argamassa polimérica sob forma de pintura.....	46
Figura 12 - Aplicação de argamassa polimérica sob forma de revestimento.....	46
Figura 13 - Aplicação de membrana asfáltica a frio.....	49
Figura 14 - Aplicação de membrana asfáltica.....	49
Figura 15 - Aplicação de membrana asfáltica a quente.....	50
Figura 16 - Aplicação de membrana acrílica.....	51
Figura 17 - Aplicação de manta asfáltica 1.....	52
Figura 18 - Aplicação de manta asfáltica 2.....	52
Figura 19 - Aplicação de manta asfáltica 3.....	53
Figura 20 - Solda em manta de PVC com equipamento automático.....	53
Figura 21 - Solda em manta de PVC com equipamento manual.....	54
Figura 22 - Impermeabilização com manta asfáltica em muro de arrimo 1	58
Figura 23 - Impermeabilização com manta asfáltica em muro de arrimo 1	58
Figura 24 - Impermeabilização em muro de arrimo 2	59
Figura 25 - Impermeabilização em muro de arrimo 3	59
Figura 26 - Impermeabilização em fundação	61
Figura 27 - Impermeabilização em fundação	61
Figura 28 - Parede interna de muro de arrimo com manchas decorrentes de ascensão capilar 1	63

Figura 29 - Parede interna de muro de arrimo com manchas decorrentes de ascensão capilar 2	63
Figura 30 - Parede interna de muro de arrimo com manchas e descolamento da pintura decorrente de ascensão capilar	64
Figura 31 - Parede interna de residência com descolamento do substrato	64
Figura 32 - Parede interna de residência com início de bolor e degradação da pintura	65
Figura 33 – Área analisada obra Treviso	69
Figura 34 - Área analisada obra San Marino	69
Figura 35 - Área analisada obra Alameda do Café	70
Figura 36 – Planta de fundação	80
Figura 37 – Impermeabilização externa.....	81
Figura 38 – Impermeabilização interna	81
Figura 39 – Impermeabilização laje.....	82
Figura 40 – Detalhe 01	86
Figura 41 – Assentamento	88
Figura 42 – Detalhe 02.....	92
Figura 43 – Detalhe 03.....	92
Figura 44 – Detalhe 04.....	93
Figura 45 – Detalhe 05.....	93
Figura 46 – Detalhe 06.....	96
Figura 47 – Detalhe 08.....	96
Figura 48 – Detalhe 07.....	99
Figura 49 – Detalhe 08.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Origens das patologias na edificação	26
Tabela 2 - Locais de aplicação do sistema rígido.....	41
Tabela 3 - Locais de aplicação do sistema flexível.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação brasileira de normas técnicas

APP - Polipropileno Atático

CAP - Cimento asfáltico de petróleo

NBR - Norma Brasileira

PVA – Acetato de polivinila

PVC - Policloreto de vinila

Raios UV - Raios ultra violeta

SBS - Estireno-butadieno

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 Objetivos do trabalho	19
1.1.1 Objetivo geral.....	19
1.1.2 Objetivos específicos	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1 Patologias em edificações	20
2.1.1 Umidade provinda do solo	20
2.1.2 Umidade provinda da atmosfera	20
2.1.3 Umidade provinda da própria obra	21
2.2 Tipos de infiltrações.....	21
2.2.1 Absorção capilar de água.....	22
2.2.2 Umidade de infiltração.....	23
2.2.3 Umidade por condensação.....	23
2.2.4 Umidade por percolação.....	24
2.2.5 Água sobre pressão.....	25
2.3 Patologias promovidas pela umidade	25
2.3.1 Goteiras e manchas.....	26
2.3.2 Mofo e apodrecimento.....	26
2.3.3 Ferrugem.....	26
2.3.4 Eflorescência.....	27
2.3.5 Criptoflorescência.....	27
2.3.6 Degradação das pinturas e revestimentos.	27
2.3.6.1 Eflorescências.....	28
2.3.6.2 Desagregamento.....	28
2.3.6.3 Saponificação.....	28
2.3.6.4 Bolhas.....	28
2.3.6.5 Destacamento.....	29
2.3.6.6 Bolor.....	29
2.4 Patologias promovidas pelo processo construtivo.....	29
2.4.1 Trincas e fissuras em edificações.....	29
2.4.1.1 Variações térmicas.....	29
2.4.1.2 Teor de umidade dos materiais.....	30
2.4.1.3 Sobrecargas.....	30
2.4.1.4 Recalques Diferenciais.....	31
2.4.1.5 Retração hidráulica.....	31
2.4.1.6 Aderência.....	31
2.4.1.7 Ninhos e falhas de concretagem.....	32
2.4 Projeto de impermeabilização.....	32
2.4.1 Projeto básico de impermeabilização	33
2.4.2 Projeto executivo de impermeabilização	33
2.4.2.1 Desenhos	34
2.4.2.2 Textos	34
2.5.3 Características específicas.....	34
2.5.4 Detalhes construtivos.....	35
2.5 Desempenho da impermeabilização	37
2.6.1 Qualidade da execução.....	38

2.6.2 Durabilidade da impermeabilização.....	38
2.7 Impermeabilização de estruturas	39
2.7.1 Conceitos de impermeabilização	39
2.7.2 Sistemas de impermeabilização.....	39
2.7.2.1 Impermeabilização rígida.....	40
2.7.2.1.1 Argamassa impermeável com aditivo hidrófugo.....	41
2.7.2.1.2 Cristalizantes.....	42
2.7.2.1.3 Cimento impermeabilizante de pega ultra rápida.....	44
2.7.2.1.4 Argamassa polimérica.....	45
2.7.2.2 Impermeabilização flexível.....	46
2.7.2.2.1 Membrana de polímero modificado com cimento.....	47
2.7.2.2.2 Membrana asfáltica.....	48
2.7.2.2.3 Membrana acrílica.....	50
2.7.2.2.4 Manta asfáltica.....	51
2.7.2.2.5 Manta de PVC.....	53
2.8 Etapas posteriores à impermeabilização	54
2.8.1 Proteção térmica.....	54
2.8.2 Proteção mecânica	55
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
4 ESTUDOS DE CASO	57
4.1 Obra Bairro Treviso	57
4.2 Obra Bairro San Marino	60
4.3 Casa bairro Alameda do café	62
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
5.1 Importância da impermeabilização	66
5.2 Principais falhas na impermeabilização	66
5.3 Cuidados para evitar falhas	67
5.4 Indicativos de solução	68
6 CARACTERIZAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO	69
6.1 Análise dos elementos sujeitos a infiltrações nos estudos de caso analisados	69
6.1.1 Obra Treviso.....	69
6.1.2 Obra San Marino.....	69
6.1.3 Obra Alameda do Café	70
6.2 Propostas de soluções	70
6.2.1 Obra Treviso.....	70
6.2.1.1 Fundação	70
6.2.1.1.1 Preparação do substrato.....	71
6.2.1.1.2 Aplicação de membrana asfáltica	71
6.2.1.1.3 Ferramentas utilizadas.....	71
6.2.1.2 Muro de arrimo (Face em contato com o solo).....	71
6.2.1.2.1 Assentamento dos blocos	72
6.2.1.2.2 Preparação do substrato.....	72
6.2.1.2.3 Aplicação de membrana de emulsão asfáltica ou primer	72
6.2.1.2.4 Aplicação da manta asfáltica	72

6.2.1.2.5 Ferramentas utilizadas.....	73
6.2.1.3 Revestimento interno do muro.....	73
6.2.1.3.1 Reboco.....	73
6.2.1.3.2 Aplicação da argamassa polimérica (Face interna do muro).....	73
6.2.1.3.3 Ferramentas utilizadas.....	73
6.2.2 Obra San Marino.....	74
6.2.2.1 Fundação.....	74
6.2.2.1.1 Preparação do substrato.....	74
6.2.2.1.2 Aplicação de membrana asfáltica.....	74
6.2.2.1.3 Ferramentas utilizadas.....	74
6.2.2.2 Revestimento das paredes.....	74
6.2.2.2.1 Assentamento dos blocos.....	74
6.2.2.2.2 Reboco.....	74
6.2.2.2.3 Impermeabilização externa da parede.....	75
6.2.2.2.4 Ferramentas utilizadas.....	75
6.2.3 Obra Alameda do Café.....	75
6.2.3.1 Fundação.....	75
6.2.3.1.1 Preparação do substrato.....	75
6.2.3.1.2 Aplicação de membrana asfáltica.....	75
6.2.3.1.3 Ferramentas utilizadas.....	75
6.2.3.2 Muro de arrimo.....	76
6.2.3.2.1 Assentamento dos blocos.....	76
6.2.3.2.2 Preparação do substrato.....	76
6.2.3.2.3 Aplicação de membrana de emulsão asfáltica ou primer.....	76
6.2.3.2.4 Aplicação da manta asfáltica.....	76
6.2.3.2.5 Revestimento interno.....	76
6.2.3.2.6 Aplicação da argamassa polimérica (Face interna do muro).....	76
6.2.3.2.7 Ferramentas utilizadas.....	77
6.2.3.3 Revestimento externo das paredes.....	77
6.2.3.3.1 Reboco.....	77
6.2.3.3.2 Impermeabilização externa da parede.....	77
6.2.3.3.3 Ferramentas utilizadas.....	77
6.2.3.4 Laje.....	77
6.2.3.4.1 Preparação da laje.....	77
6.2.3.4.2 Aplicação da emulsão asfáltica modificada com elastômeros.....	78
6.2.3.4.3 Ferramentas utilizadas.....	78
6.2.3.5 Áreas molhadas (Banheiro/cozinha).....	78
6.2.3.5.1 Preparação do substrato.....	78
6.2.3.5.2 Aplicação da argamassa polimérica.....	78
6.2.3.5.3 Ferramentas utilizadas.....	79
6.2.3.6 Telhados.....	79
6.2.3.7 Esquadrias.....	79
6.2.3.8 Trincas.....	79
6.3 Projetos básico e executivo de impermeabilização referente ao estudo de caso obra Alameda do café.....	80
6.3.1 Projeto básico de impermeabilização.....	80
6.3.1.1 Plantas de localização.....	80
6.3.1.1.1 Planta de fundação.....	80
6.3.1.1.2 Impermeabilização externa.....	81
6.3.1.1.3 Impermeabilização interna.....	81

6.3.1.1.4 Impermeabilização laje	82
6.3.1.2 Locais sujeitos a umidade	82
6.3.1.2 Sistemas impermeabilizantes empregados	82
6.3.2 Projeto executivo de impermeabilização	83
6.3.2.1 Objetivo	83
6.3.2.2 Método executivo	83
6.3.2.3 Desenhos	83
6.3.2.4 Execução dos serviços	84
6.3.2.4.1 Fundação	84
6.3.2.4.1.1 Necessidade de materiais	84
6.3.2.4.1.2 Descrição do sistema	84
6.3.2.4.1.3 Material sugerido ou similar	84
6.3.2.4.1.4 Preparação da superfície	84
6.3.2.4.1.5 Preparo do produto	85
6.3.2.4.1.6 Forma de aplicação	85
6.3.2.4.1.7 Aplicação	85
6.3.2.4.1.8 Consumo	85
6.3.2.4.1.9 Estocagem	85
6.3.2.4.1.10 Desenho	86
6.3.2.4.2 Assentamento	86
6.3.2.4.2.1 Necessidade de materiais	86
6.3.2.4.2.2 Descrição do sistema	86
6.3.2.4.2.3 Material sugerido ou similar	86
6.3.2.4.2.4 Preparo do produto	87
6.3.2.4.2.5 Forma de aplicação	87
6.3.2.4.2.6 Aplicação	87
6.3.2.4.2.7 Consumo	87
6.3.2.4.2.8 Estocagem	87
6.3.2.4.2.9 Desenho	88
6.3.2.4.3 Revestimento	88
6.3.2.4.3.1 Necessidade de materiais	88
6.3.2.4.3.2 Descrição do sistema	88
6.3.2.4.3.3 Material sugerido ou similar	89
6.3.2.4.3.4 Preparação da superfície	89
6.3.2.4.3.5 Preparo do produto	90
6.3.2.4.3.6 Forma de aplicação	90
6.3.2.4.3.7 Aplicação	90
6.3.2.4.3.8 Consumo	91
6.3.2.4.3.9 Estocagem	91
6.3.2.4.3.10 Desenho	92
6.3.2.4.4 Áreas molhadas	94
6.3.2.4.4.1 Necessidade de materiais	94
6.3.2.4.4.2 Descrição do sistema	94
6.3.2.4.4.3 Material sugerido ou similar	94
6.3.2.4.4.4 Preparação da superfície	94
6.3.2.4.4.5 Preparo do produto	94
6.3.2.4.4.6 Forma de aplicação	95
6.3.2.4.4.7 Aplicação	95
6.3.2.4.4.8 Consumo	95
6.3.2.4.4.9 Estocagem	95

6.3.2.4.4.10 Desenho.....	96
6.3.2.4.5 Laje	97
6.3.2.4.5.1 Necessidade de materiais	97
6.3.2.4.5.2 Descrição do sistema	97
6.3.2.4.5.3 Material sugerido ou similar	97
6.3.2.4.5.4 Preparação da superfície	97
6.3.2.4.5.5 Preparo do produto	98
6.3.2.4.5.6 Forma de aplicação.....	98
6.3.2.4.5.7 Aplicação	98
6.3.2.4.5.8 Consumo	98
6.3.2.4.5.9 Estocagem	99
6.3.2.4.5.10 Desenho.....	99
6.4 Comparativo de custos obra Alameda do Café.....	99
6.4.1 Realização da impermeabilização durante a execução da obra	100
6.4.1.1 Elaboração dos custos 1	100
6.4.2 Realização da impermeabilização e correção dos problemas encontrados	100
6.4.2.1 Elaboração dos custos 2	101
6.4.3 Comparativo percentual 6.4.1.1 / 6.4.2.1	101
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
7.1 Conclusões	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	106