

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL-  
PPGEC**

**IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA:  
LEVANTAMENTO DOS PRINCIPAIS FATORES  
ENVOLVIDOS NA OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS NA  
CIDADE DE PORTO ALEGRE**

**CLAUDIO ROBERTO KLEIN DE MORAES**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul para obtenção  
do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ruy Alberto Cremonini

PORTO ALEGRE, RS

2002

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL -**  
**PPGEC**

**IMPERMEABILIZAÇÃO EM LAJES DE COBERTURA:**  
**LEVANTAMENTO DOS PRINCIPAIS FATORES**  
**ENVOLVIDOS NA OCORRÊNCIA DE PROBLEMAS NA**  
**CIDADE DE PORTO ALEGRE**

**CLAUDIO ROBERTO KLEIN DE MORAES**

PORTO ALEGRE, RS

2002

Esta dissertação de Mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL e aprovada em sua forma final pelo orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**PROF. RUY ALBERTO CREMONINI, ORIENTADOR  
DR. PELA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**PROF. FRANCISCO DE PAULA SIMÕES LOPES GASTAL  
COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
CIVIL**

**PROF<sup>a</sup>. ÂNGELA BORGES MASUERO  
DRA. PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**

**PROF. CLÁUDIO DE SOUZA KAZMIERCZAK  
DR. PELA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**PROF<sup>a</sup>. DENISE CARPENA COITINHO DAL MOLIN  
DRA. PELA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

*“Aos puros de espírito,  
justos de coração e  
incógnitos pelo mundo,  
que no cotidiano da vida,  
mais do que nunca,  
lutam pela PAZ da  
humanidade”.*

*(Valéria Maria Sant’Anna)*

*Aos meus pais  
pelo carinho, apoio e incentivo.*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço ao meu professor orientador - Dr. Ruy Alberto Cremonini -, pela valiosa ajuda na elaboração deste trabalho.

## SUMÁRIO

	P.
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Objetivos do Trabalho .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Objetivo geral .....	4
1.1.2 Objetivo específico .....	4
<b>1.2 Delimitações do Trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3 Estruturação do Trabalho .....</b>	<b>5</b>
<b>2 IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Introdução .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Histórico .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Sistemas de Impermeabilização .....</b>	<b>12</b>
2.3.1 Classificação quanto à pressão d'água e direção do fluxo a ser contido .....	15
2.3.2 Classificação quanto à rigidez / flexibilidade da estrutura .....	17
2.3.3 Classificação quanto à aderência ao substrato .....	21
2.3.4 Classificação quanto aos materiais pré-fabricados utilizados .....	21
2.3.5 Classificação quanto à aplicação <i>in loco</i> .....	25
2.3.6 Vantagens e desvantagens sobre a utilização de sistemas de impermeabilização .....	26
2.3.7 Fatores a serem observados para uma boa impermeabilização .....	29
2.3.8 Novas tendências para o mercado de impermeabilização .....	31
<b>2.4 Custos .....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Custos intangíveis .....	35
<b>2.5 Defeitos (Falhas) em Impermeabilização .....</b>	<b>36</b>
2.5.1 Defeitos devido ao projeto .....	37
2.5.2 Defeitos devido à qualidade dos materiais .....	38
2.5.3 Defeito devido à execução .....	38

2.5.4	Defeitos devido à má utilização e/ou manutenção .....	39
2.5.5	Exemplos de manifestações patológicas em impermeabilizações de lajes .....	40
<b>2.6</b>	<b>Recomendações e Cuidados para Impermeabilização .....</b>	<b>49</b>
2.6.1	Importância do projeto .....	50
2.6.2	Execução da impermeabilização .....	52
2.6.3	Fases de uma impermeabilização .....	55
2.6.3.1	Na contratação da obra .....	55
2.6.3.2	Antes da impermeabilização .....	56
2.6.3.3	Durante a impermeabilização .....	56
2.6.3.4	Depois da impermeabilização .....	57
2.6.4	A ética na impermeabilização .....	57
<b>2.7</b>	<b>Normalização .....</b>	<b>58</b>
2.7.1	Comparação das normas de impermeabilização no Brasil e no mundo ..	60
2.7.1.1	Regulamentação de novos materiais para impermeabilização .....	61
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>63</b>
<b>3.1</b>	<b>População e Amostragem .....</b>	<b>63</b>
<b>3.2</b>	<b>Instrumento de Coleta de Dados .....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>Análise dos Questionários .....</b>	<b>65</b>
4.1.1	Taxa de retorno .....	65
4.1.1.1	Resultados dos projetistas .....	66
4.1.1.2	Resultados das construtoras .....	71
4.1.1.3	Resultados das concreteiras .....	78
4.1.1.4	Resultados dos aplicadores .....	81
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>89</b>
<b>5.2</b>	<b>Sugestões para Novos Estudos .....</b>	<b>91</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>98</b>
	<b>ANEXO A: INSTRUMENTOS DE PESQUISA .....</b>	<b>99</b>
	<b>ANEXO B: CÓDIGO DE ÉTICA DA IMPERMEABILIZAÇÃO, INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS DO RAMO DE IMPERMEABILIZAÇÃO E LISTA DE NORMAS DA ABNT RELATIVAS À IMPERMEABILIZAÇÃO .....</b>	<b>106</b>



## LISTA DE FIGURAS

	<b>P.</b>
Figura 1 Problema de transpasse em manta asfáltica .....	41
Figura 2 Infiltração junto à viga de concreto .....	42
Figura 3 Fissuras e infiltrações em laje de terraço .....	42
Figura 4 Obstáculos para impermeabilização .....	43
Figura 5 Detalhe de soleira .....	43
Figura 6 Preparação para encaixe da impermeabilização .....	44
Figura 7 Manchas em revestimento interno .....	44
Figura 8 Preparação do substrato .....	45
Figura 9 Formação de mofo .....	45
Figura 10 Fixação de luminária .....	46
Figura 11 Domos com infiltração .....	46
Figura 12 Arremates em terraço .....	47
Figura 13 Vedação de junta .....	48
Figura 14 Teste de estanqueidade .....	48
Figura 15 Detalhe característico de um projeto de impermeabilização mostrando informações importantes para a execução da impermeabilização .....	52
Figura 16 Aplicação de mantas asfálticas para impermeabilização em rodapés .....	53
Figura 17 Proteção mecânica para impermeabilização de junta perimetral .....	54
Figura 18 Proteção mecânica para impermeabilização de junta de dilatação .....	54
Figura 19 Preparação de superfície para impermeabilização de soleiras ...	55

## LISTA DE TABELAS

		<b>P.</b>
Tabela 1	Análise dos questionários.....	66
Tabela 2	Resultados para pergunta 1 – Projetistas .....	66
Tabela 3	Resultados para pergunta 2 – Projetistas .....	67
Tabela 4	Resultados para pergunta 3 – Projetistas .....	68
Tabela 5	Resultados para pergunta 4 – Projetistas .....	68
Tabela 6	Resultados para pergunta 5 – Projetistas .....	69
Tabela 7	Resultados para pergunta 6 – Projetistas .....	69
Tabela 8	Resultados para pergunta 7 – Projetistas .....	70
Tabela 9	Resultados para pergunta 1 – Construtoras .....	71
Tabela 10	Resultados para pergunta 2 – Construtoras .....	72
Tabela 11	Resultados para pergunta 3 – Construtoras .....	72
Tabela 12	Resultados para pergunta 4 – Construtoras .....	73
Tabela 13	Resultados para pergunta 5 – Construtoras .....	73
Tabela 14	Resultados para pergunta 6 – Construtoras .....	74
Tabela 15	Resultados para pergunta 7 – Construtoras .....	74
Tabela 16	Resultados para pergunta 8 – Construtoras .....	75
Tabela 17	Resultados para pergunta 9 – Construtoras .....	76
Tabela 18	Resultados para pergunta 10 – Construtoras .....	76
Tabela 19	Resultados para pergunta 11 – Construtoras .....	77
Tabela 20	Resultados para pergunta 12 – Construtoras .....	78
Tabela 21	Resultados para pergunta 1 – Concreteiras .....	79
Tabela 22	Resultados para pergunta 2 – Concreteiras .....	79
Tabela 23	Resultados para pergunta 3 – Concreteiras .....	80
Tabela 24	Resultados para pergunta 4 – Concreteiras .....	80
Tabela 25	Resultados para pergunta 1 – Aplicadores .....	81
Tabela 26	Resultados para pergunta 2 – Aplicadores .....	82
Tabela 27	Resultados para pergunta 3 – Aplicadores .....	82
Tabela 28	Resultados para pergunta 4 – Aplicadores .....	83
Tabela 29	Resultados para pergunta 5 – Aplicadores .....	84
Tabela 30	Resultados para pergunta 6 – Aplicadores .....	84
Tabela 31	Resultados para pergunta 7 – Aplicadores .....	85
Tabela 32	Resultados para pergunta 8 – Aplicadores .....	85
Tabela 33	Resultados para pergunta 9 – Aplicadores .....	86
Tabela 34	Resultados para pergunta 10 – Aplicadores .....	86
Tabela 35	Resultados para pergunta 11 – Aplicadores .....	87

## **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo o levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na impermeabilização em lajes de cobertura na cidade de Porto Alegre, assim como salientar para a importância dos diversos cuidados necessários visando a sua estanqueidade. Foi realizada uma coletânea fotográfica sobre alguns defeitos ocorridos em terraços nas diversas etapas da construção. Também utilizou-se questionários enviados ao meio técnico atuante na construção civil (Projetistas, Construtoras, Concreteiras e Aplicadores de produtos impermeabilizantes). O percentual das respostas obtidas foi acima de 60% e, os resultados mostraram que a maioria dos Projetistas consideram a Norma Brasileira inadequada a nossa realidade climática; as Construtoras não utilizam traço especial para a execução do concreto da laje de cobertura, por sua vez as Concreteiras deixam totalmente a critério do solicitante esse traço especial; e os aplicadores na sua totalidade acusam a inexistência do projeto de impermeabilização em obras executadas.

# **WATERPROOFING ON FLAGSTONES: A SURVEY OF THE MAIN FACTORS INVOLVED IN THE OCCURRENCE OF PROBLEMS IN THE CITY OF PORTO ALEGRE**

## **ABSTRACT**

This study was meant not only to survey the main factors that have caused the problems on waterproofing in flagstones in the city of Porto Alegre, but also to emphasize the importance of avoiding them. A collection of photos taken show some flaws in flagstones and a questionnaire was sent to technicians, to people working in the building industry (structural designers, constructors, concrete companies and waterproofing applicators). The percentage of results obtained was above 60% which shows that most of the structural designers consider the Brazilian regulation inadequate to our weather conditions; the building companies don't use special mixes to make the concrete for flagstones, the concrete companies leave the decision to the client; the applicators say that there isn't any project for waterproofing.

## 1 INTRODUÇÃO

Existem várias exigências para que uma habitação tenha um desempenho adequado visando a satisfação do seu usuário.

Essas exigências podem ser, segundo a ISO - International Organization for Standardization, **ISO-Draft Proposal** (1979):

- Exigências de estabilidade (estabilidade e resistência estrutural);
- exigências de segurança ao fogo (limitação do risco do surgimento e propagação de incêndio, condições de evacuação dos usuários);
- exigências de segurança à utilização (segurança do usuário durante o uso da edificação e intrusões);
- exigências de estanqueidade (estanqueidade aos gases, líquidos);
- exigências de conforto higrotérmico (temperatura e umidade do ar internos);
- exigências de pureza do ar (pureza do ar e limitação dos odores);
- exigências de conforto visual (clareza para trabalho, descanso e vista exterior);
- exigências de conforto acústico (isolamento acústico e níveis de ruído);

- exigências de conforto tátil (rugosidade, umidade e temperatura das superfícies);
- exigências de conforto antropodinâmico (limitação de vibrações e acelerações e conforto nas manobras dos componentes);
- exigências de higiene (abastecimento de água, evacuação de matérias usadas);
- exigências de adaptação ao uso (número e tamanho dos ambientes e as relações dos espaços com equipamentos);
- exigências de durabilidade (conservação dos elementos e componentes);
- exigências de economia (custo de construção e utilização).

Existe um importante requisito que é o da habitabilidade por estar ligado ao conforto térmico, acústico, às condições de renovação de ar e a própria salubridade do ambiente.

Impermeabilização é a proteção das construções contra a infiltração da água. O sucesso na impermeabilização é importante para que não haja degradação dos materiais, principalmente, para que não se perca a habitabilidade da edificação.

Para que se compreenda melhor a importância da impermeabilização em terraços é importante que se faça um breve comentário acerca desta parte da edificação, tendo em vista serem tipos de cobertura plana muito utilizados nas grandes cidades pela possibilidade do uso externo dessa área e pela sensação psicológica de liberdade conferida ao usuário.

Os terraços são áreas muito sensíveis às condições ambientais de insolação direta, agentes poluentes agressivos, deformações devido a cargas de serviço, recalque de fundações, e pelo próprio trânsito de pessoas.

Essas áreas, por serem muito utilizadas, devem receber uma atenção especial na impermeabilização, levando em conta, principalmente, que o custo gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra, podendo, quando a mesma não atender seu objetivo, gerar custos de reparo na ordem de 5% a 10% do custo total da obra (PORCELLO, 1998).

O Sindicato das Empresas de Compras, Vendas, Locação e Administração de Imóveis e dos Edifícios em Condomínio Residenciais e Comerciais do Estado de São Paulo - SECOVI-SP efetuou um levantamento em 52 obras de oito construtoras, detectando que 90% dos problemas, após a entrega das chaves, estavam reunidos em cinco itens, sendo a impermeabilização o primeiro deles. Não foi fornecido pelo SECOVI-SP a participação percentual para cada item. (BOCCHILE, 2002).

Além do custo financeiro, há o custo relativo aos inconvenientes, provocados por problemas de impermeabilização por apresentarem dificuldades tais como:

- Localização do defeito;
- recuperação de áreas atingidas pelo serviço e não diretamente relacionadas a ele;
- garantia restrita à área recuperada;
- avaliação dos custos;
- desconforto do usuário.

Conforme a NBR 12190/01 (ABNT, 2001), a impermeabilização é definida “como sendo a proteção das construções contra a passagem de fluidos”. Contudo, esta não é a realidade que se constata nas obras, mas sim problemas no sistema de impermeabilização que criam a necessidade de se avaliar sua origem, tipo e porque ocorrem, além de verificar o grau de conhecimento do meio técnico no assunto.

Acerca dos problemas que se constata, abaixo estão listados, em itens, os principais responsáveis pelos insucessos na impermeabilização:

- Falta de projeto;
- mão-de-obra desqualificada ou pouco treinada;
- uso de materiais não normalizados;
- preparação inadequada do substrato;
- caimentos para os coletores pluviais insuficientes;
- interferências de outros projetos na impermeabilização;
- trânsito sobre a impermeabilização;
- construção sobre a laje já impermeabilizada.

A falta de um projeto de impermeabilização gera dificuldades na fiscalização dos serviços, na indefinição dos materiais a serem utilizados e nos detalhes da preparação do substrato, ocasionando infiltrações em estruturas de concreto armado, corrosão em armaduras, comprometimento da habitabilidade, custos e transtornos ao usuário.

Todos os aspectos apontados acima justificam a avaliação realizada junto ao meio técnico, visando a constatação dos principais problemas de impermeabilização em lajes de cobertura, na cidade de Porto Alegre.

## **1.1 Objetivos do Trabalho**

### **1.1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral é o levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na impermeabilização em lajes de cobertura na cidade de Porto Alegre, a partir da visão de agentes envolvidos em sua execução e/ou projeto.

### **1.1.2 Objetivo específico**

- Analisar, de forma particular, as dificuldades sentidas pela população alvo (projetistas, construtoras, concreteiras e aplicadores), acerca da melhor forma de se projetar e executar a impermeabilização de coberturas.



## 1.2 Delimitações do Trabalho

A análise foi realizada na região metropolitana de Porto Alegre, por ser a área de atuação dos profissionais-alvo da pesquisa, mais especificamente em terraços, local da construção onde ocorrem manifestações patológicas devido aos problemas de impermeabilização.

Quanto a escolha dos participantes, deu-se dentro do seguinte critério:

- *Projetistas estruturais*: foram selecionados projetistas, atuantes na cidade de Porto Alegre, colaboradores das empresas construtoras selecionadas;
- *Construtoras*: foram selecionadas empresas construtoras atuantes no mercado de construção e incorporação imobiliária em Porto Alegre;
- *Concreteiras*: foram escolhidas as empresas atuantes em Porto Alegre;
- *Aplicadores*: a seleção se realizou dentre os associados da ASBI/RS (Associação Sul Brasileira de Impermeabilização).

## 1.3 Estruturação do Trabalho

O trabalho foi estruturado em 5 capítulos:

O Capítulo 1, relativo à Introdução, apresenta a dissertação, justificando o tema escolhido, definindo os objetivos e mostrando suas principais limitações.

No Capítulo 2 apresenta-se a revisão bibliográfica dos assuntos relacionados ao tema impermeabilização de coberturas. Inicialmente são apresentados os aspectos básicos sobre impermeabilização, histórico, sistemas de impermeabilização, classificação de sistemas e materiais de impermeabilização, vantagens e desvantagens, usos, recomendações e restrições, novas tendências para o mercado de impermeabilização, custos, patologias em impermeabilização, defeitos devido ao projeto, defeitos devido à qualidade dos materiais, defeitos devido

à execução, defeitos devido à má utilização e/ou manutenção, recomendações e cuidados para impermeabilização, procedimentos a serem aplicados, importância do projeto, execução da impermeabilização, a ética na impermeabilização, normalização, comparação da impermeabilização no Brasil e no mundo.

O Capítulo 3 mostra a metodologia empregada para a realização do trabalho: População e Amostragem; Instrumento de Coleta de Dados.

No Capítulo 4 estão apresentados os resultados sobre as informações obtidas sobre a impermeabilização em lajes de cobertura na cidade de Porto Alegre levantamento de problemas e cuidados.

No capítulo 5, são apresentadas as conclusões que envolvem os aspectos mais importantes sobre o trabalho e sugestões para futuros trabalhos.

Complementando o trabalho, foram utilizados os anexos a saber:

Anexo A – apresenta os questionários, Instrumentos da coleta de dados.

Anexo B – apresenta o Código de Ética da Impermeabilização, Instituições Internacionais do Ramo de Impermeabilização e a Lista de Normas da ABNT Relativas à Impermeabilização.

## **2 IMPERMEABILIZAÇÃO DE ESTRUTURAS**

### **2.1 Introdução**

Falar de impermeabilização é fazer uma trajetória metodológica em busca da correta utilização de sistemas impermeabilizantes, visto que é através dela que se alcança, com fidelidade, a proteção de construções que em moldes mais condizentes impeçam a passagem de águas, por meio de infiltrações, fluídos e vapores.

A durabilidade das edificações, bem como a redução de custos de manutenção e recuperação, dependem da adequada utilização de sistemas impermeabilizantes. Quando não se utiliza métodos adequados de impermeabilização, corre-se o risco de provocar problemas de habitabilidade, além dos prejuízos quanto à funcionalidade da construção e degradação dos materiais constituintes, já que a maioria deles não resiste à ação conjugada e cíclica de água, oxigênio, vapores agressivos, gases poluentes, maresia, ozônio, chuvas ácidas, entre outros agentes. Infelizmente, o mercado atual de impermeabilização ainda conta com expressivo número de técnicos que têm dado preferência às correções dos problemas, posterior à construção, por não terem a preocupação de elaborar um projeto que forneça subsídios para o correto uso da impermeabilização.

### **2.2 Histórico**

Desde os primórdios das civilizações, os primeiros materiais utilizados nas construções foram os óleos e betumes naturais, já que forneciam características impermeabilizantes. Como exemplo, cita-se Noé que, segundo os Livros Apócrifos, impermeabilizou o casco da arca com óleos e betumes naturais. Outros exemplos a

serem citados, acerca da utilização do mesmo material são: a Muralha da China; as piscinas das termas romanas; e os Jardins da Babilônia. Já os egípcios utilizavam óleos aromáticos para proteger os sarcófagos. Na Era romana, o material impermeabilizante era a “albumina”, composta por clara de ovo, sangue, óleos, entre outros e tinha como função impermeabilizar saunas e aquedutos. (PICCHI, 1986).

Todavia, se têm informações complementares de que as primeiras impermeabilizações, datadas do século XX, foram executadas com *Coaltar Pitch* (Piche de alcatrão, asfalto de hulha), com asfaltos naturais armados com tecidos grosseiros (juta, papelão, entre outros), materiais estáveis e impermeáveis, pouco plásticos, que porém, satisfaziam às exigências da época, em função da baixa movimentação estrutural dos edifícios, já que os mesmos eram de pequeno porte e de grande rigidez (SIKA INFORMATION, 1991).

RESENDE (1987) refere que o começo da utilização de impermeabilizantes na era moderna coincide com as primeiras obras efetuadas em concreto armado no início do século XX, notadamente após a introdução de novos conceitos arquitetônicos de Le Corbusier (1914), que resultaram em estruturas mais esbeltas, trabalhando mais à flexão e menos à compressão, sendo exigidas novas técnicas de impermeabilização, com o intuito de absorver maiores movimentações estruturais. Por volta de 1930, foram formuladas as primeiras emulsões asfálticas dirigidas para impermeabilização, ainda utilizadas atualmente.

O mesmo autor salienta que novo progresso foi sentido com o desenvolvimento dos elastômeros a partir de 1932 pela E. I. Du Pont de Nemours e Cia. (USA) denominados Neoprene e com o Polisopreno (Butil) em 1940 pela Standard Oil of New Jersey, também empregados em impermeabilização. Estes materiais já apresentavam desempenho mais compatível com as solicitações exigidas pela moderna arquitetura.

Até a década de 60 os sistemas impermeabilizantes eram aplicados “in loco”; contudo, em razão dos altos custos de mão-de-obra, principalmente nos países do hemisfério norte, foram desenvolvidos os sistemas pré-fabricados em monocamada, com o surgimento, em seqüencial, das mantas butílicas, de PVC e, finalmente, a manta asfáltica. (RESENDE, 1987).

Torna-se notório, que desde as primeiras impermeabilizações conhecidas até os dias de hoje, um longo caminho, entre erros e acertos, tem sido percorrido.

Segundo Picchi (1986) em fins de 1982, em função do quadro existente (internacional), engenheiros pesquisadores de dez países europeus reuniram-se na “Union European Pour l’agrément Technique dans la Construction” (UEATC), publicando o trabalho “Diretrizes básicas para impermeabilização de coberturas”, aceito em todo o mundo, como pedra basilar e real na tecnologia de Impermeabilização.

No Brasil, a impermeabilização remonta ao início da colonização. Os primeiros serviços que se têm conhecimento são os fortes ou fortalezas, feitas pelos portugueses. O “Forte de São Marcelo”, na cidade de Salvador, na Bahia, e o “Forte dos Reis Magos”, na cidade de Natal (RN), são exemplos típicos da engenharia impermeabilizante da época. Ambos foram construídos no século XVI em contato direto com o mar. A técnica utilizada na época, e que até hoje continua atendendo às necessidades da obra, era o emprego do óleo de baleia misturado com cal e areia, formando uma argamassa de grande durabilidade e de baixa permeabilidade. Era uma exigência extremamente importante, pois a maioria das construções era de pau-a-pique que, em linguagem mais atualizada, poderíamos chamar de barro armado (varas de madeira revestidas com barro), ou ainda, as construções de adobe, que eram grandes blocos confeccionados com barro cru. Eram, portanto, materiais extremamente perecíveis ao ataque das águas. Outras técnicas eram adotadas para evitar os problemas de umidade: por exemplo, nas construções dos séculos XVII e XVIII, evitava-se o contato direto com o solo construindo porões com ventilação. Grandes beirais eram utilizados nos telhados de maneira a evitar ou minimizar o ataque direto das chuvas às paredes. (POZZOLI, 1991).

A partir do século XIX, o Brasil toma conhecimento das impermeabilizações metálicas, confeccionadas com chapas de cobre. Este tipo de impermeabilização, bastante empregado na Europa em grandes obras, persistiu aqui no Brasil nas primeiras décadas do século XX. Exemplos típicos são os teatros municipais do Rio de Janeiro e de São Paulo (POZZOLI, 1991).

O mesmo autor cita que em fins do século XIX, começaram a surgir as primeiras impermeabilizações com a utilização de alcatrão, piche e asfaltos. Nesses primeiros serviços, os especialistas vindos da Europa empregavam os mais diversos métodos e sistemas.

Em demolições, nas cidades de Recife, Santos e São Paulo, pesquisadores tiveram a oportunidade de ver o emprego de jornais velhos e piche, aplicados em camadas sucessivas até atingir-se espessuras que variavam entre 5 e 10 milímetros. Nessas observações e pesquisas arqueológicas, encontraram muitos terraços em demolições, nas quais a impermeabilização era obtida através de finas tiras de bambu entrelaçadas, recebendo por baixo e por cima, uma argamassa de cal e argila, com posterior saturação feita à base de óleo de peixe (POZZOLI, 1991).

Com o desenvolvimento da arquitetura brasileira, a partir da 1<sup>a</sup> Guerra Mundial, começam a surgir no Brasil, asfaltos importados de Trinidad e da Judéia - asfaltos naturais, também chamados de betume, que eram materiais de excelente qualidade, empregados em princípio sem nenhum elemento de estruturação. Posteriormente, começaram a ser empregados feltros à base de linter de algodão, também com papelões de asbesto como reforço (POZZOLI, 1991).

Pode-se dizer que as primeiras impermeabilizações de melhor desempenho, e com maior critério, começaram com o Departamento de Energia da Light. Os técnicos da referida empresa trouxeram para o Brasil a tecnologia do emprego correto dos sistemas fibroasfálticos, importando materiais dos Estados Unidos e Canadá. A utilização de aditivos ao concreto e argamassas de cimento e areia começou a partir da década de 30, com a chegada da empresa "Sika", uma das pioneiras trazendo para o Brasil tecnologia desenvolvida na Suíça.

A partir da década de 30 surgiram pequenos fabricantes de materiais para impermeabilização. Na década de 50 pode ser citada a empresa "Arthur Viana - Companhia de Materiais Agrícolas", em São Paulo, como a maior empreiteira de impermeabilizações da época. Esta empresa utilizava principalmente dois sistemas conhecidos como "telhado mineralizado" e "telhado extra-forte". Também da década de 50 são as empresas "Asfaltadora Brasileira" e "Isoterma", que

constituíram-se em um marco importante na engenharia da impermeabilização brasileira. Estas empresas foram precursoras de firmas com atuação específica na área, como por exemplo, Wolf Hacker, Ondalit, Montana, Prema entre outras. Nesta mesma década, começou também a utilização de emulsões asfálticas, mantas butílicas, as resinas epoxídicas e as mantas de PVC e as emulsões asfálticas trazidas, inicialmente para o Brasil pelo engenheiro Bruno Leví, com a marca “Vadimex” (PICCHI,1986).

PICCHI (1986) refere-se que, na década de 60, começou o emprego dos sistemas impermeabilizantes com elastômeros sintéticos de neoprene e hypalon em solução. Nesse mesmo período houve um sensível aprimoramento das emulsões asfálticas, fruto do desenvolvimento do estudo da petroquímica.

Ainda na década de 60, com os estudos para a implantação do Metrô, em São Paulo, surgiu a necessidade da criação de normas brasileiras para esse campo. Até então existiam apenas as normas internas das empresas, onde cada uma empregava seus métodos e sistemas (POZZOLI, 1991).

POZZOLI (1991) informa que um grupo de pesquisadores liderados por Kurt Baungart, ainda na década de 60, passou a trabalhar junto à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com o objetivo de elaborar a normalização necessária. Este trabalho durou cerca de 8 anos e deu origem nas atuais normas.

Em 1975, foi criado o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), entidade que tem um papel preponderante na difusão das normas da ABNT e na normalização da impermeabilização.

A manta de elastômero Poli-Isobutileno-Isopreno (Butil) começou a ser utilizada nos Estados Unidos (USA) por volta de 1934 e desde 1965 no Brasil, sendo recomendada para impermeabilizações em geral e em casos de estruturas fissuráveis ou fissuradas.

O surgimento do neoprene e do hypalon, na década de 60, foi o fundamento para o desenvolvimento das mantas termoplásticas de alta resistência, a base de elastômeros sintéticos e, entre eles, o Etileno-Propileno-Dieno-Monômero (EPDM)

que é um elastômero com propriedades de maior resistência à tração e ao puncionamento. (PICCHI, 1991).

BURGE (1997) orienta que os primeiros estudos realizados com o intuito de desenvolver técnicas e procedimentos, visando inibir os problemas surgidos com a implementação do uso dos diversos sistemas de impermeabilização, apareceram logo após a segunda guerra mundial. Coincidiram para isto, além do rápido avanço tecnológico no mesmo período, uma maior utilização de lajes de concreto como cobertura de edificações.

No Brasil os avanços observados em relação aos sistemas e materiais tem sido adotadas com rapidez e praticamente todos os grandes fabricantes de produtos para impermeabilização têm unidades aqui instaladas, seja produzindo diretamente ou pelo fornecimento do *know how* às indústrias nacionais.

Observa-se que depois de anos de luta para normalizar os sistemas impermeabilizantes e torná-los mais adequados para atender às necessidades da Construção no Brasil, o setor de impermeabilização que envolve fabricantes, projetistas, construtoras, concreteiras, aplicadores e o comércio especializado, vem dando alguns passos importantes para transformar essa atividade em elemento importante para uma obra, além de tentar incluí-la como ramo da Engenharia Civil.

### **2.3 Sistemas de Impermeabilização**

São conjuntos de serviços executados acima da laje de cobertura, compreendendo:

- Regularização;
- caimentos;
- a impermeabilização propriamente dita;
- isolamento térmico (quando especificado);
- proteção mecânica.

A literatura estudada oferece noções importantes como as de alguns autores citados a seguir.



SCHLAEPFER e CUNHA (2001) orientam que conforme o tipo de estrutura, sua rigidez, sua situação perante os fluxos d'água, dentre outros fatores, podem ser projetados diversos tipos de sistemas de impermeabilização, que atenderão à contento às solicitações do usuário no que diz respeito ao custo mais adequado.

Dizem os mesmos autores que basicamente os sistemas de impermeabilização dividem-se nos seguintes fatores:

- Pressão d'água e direção do fluxo a ser contido;
- rigidez / flexibilidade da estrutura;
- aderência do sistema à estrutura;
- metodologia de preparação e aplicação;
- estruturação do produto impermeabilizante;
- quantidade de camadas de impermeabilizante.

DINIS (1997) refere-se que os sistemas de impermeabilização existentes possuem diferenças de concepção, princípio de funcionamento, materiais, técnicas de aplicação entre outros. Estas variações servem de base para diversas classificações, que podem auxiliar na compreensão e comparação dos sistemas existentes no mercado brasileiro.

SCHMITT (1990) assegura que os sistemas impermeabilizantes referem-se à especificação de diversos itens e que o projetista é quem irá determinar caso a caso individualizando as áreas e peças a serem impermeabilizadas, levando então em consideração o seguinte roteiro:

- a) Seleção do sistema de impermeabilização mais apropriada;
- b) material impermeabilizante dentro do sistema como o mais indicado, escolhido basicamente em função dos próximos itens;
- c) tipo de água que atua na peça;
- d) comportamento da peça em relação à movimentação térmica que será submetida;
- e) desempenho do material escolhido;

- f) análise com precisão da proporção custo x benefício, quando da determinação do material impermeabilizante.

PICCHI (1986) refere que para que os sistemas impermeabilizantes sejam perfeitamente identificados, quanto ao seu funcionamento e desempenho estrutural, é necessário que se identifiquem também todas as solicitações a que os mesmos estarão submetidos. Segundo o mesmo autor, de forma geral, pode-se reunir as seguintes solicitações conforme designado a seguir:

- a) Alongamento – distensão da impermeabilização diante dos efeitos de tração;
- b) cisalhamento – deformações tangenciais causadas por esforços paralelos à impermeabilização, decorrentes de forças de frenagem de veículos, ventos, movimentações do substrato devido à abertura de trincas, entre outros;
- c) esmagamento – colapso da estabilidade dimensional do sistema impermeabilizante, provocada por carregamentos aplicados em superfícies discretas, provocando a deslocabilidade lateral dos materiais constituintes do sistema;
- d) puncionamento – cisalhamento ortogonal e perimetral, provocado por carregamentos aplicados em superfícies pequenas;
- e) fendilhamento – fissuramento radial, causado por carregamentos pontuais, aplicados geralmente em forma de impacto;
- f) arrancamento – ruptura das ligações de aderência, por forças ortogonais ao substrato e de sentido oposto ao de assentamento da impermeabilização;
- g) deslizamento – ruptura das ligações de aderência, por forças tangenciais ao substrato, aplicadas através das movimentações estruturais ou diretamente na própria impermeabilização, através de agentes externos;
- h) empenamento – ondulações e franzimento, decorrentes de deslocamentos diferenciais de dois panos independentes do substrato, separados por juntas ou trincas generalizadas;
- i) abrasão – perda da massa por fricção.

### 2.3.1 Classificação quanto à pressão d'água e direção do fluxo a ser contido

A NBR 12190/01, define a classificação quanto à pressão d'água e direção do fluxo a ser contido:

- Água de percolação: Água que atua sobre superfícies, não exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa.
- água sob pressão: Água confinada ou não, exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa.
- umidade do solo: Água existente no solo, absorvida e/ou adsorvida pelas partículas do mesmo.

Sobre a pressão d'água, eis algumas considerações segundo PICCHI (1986):

- a) *Água de percolação* – água que atua sobre superfície, não exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa (=10cm de altura d'água), isto é, a água que obedecendo a lei da gravidade, escorre sobre as superfícies em direção determinada, não exercendo pressão hidrostática.
- b) *Água sob pressão* – água confinada ou não, exercendo pressão hidrostática superior a 1 kPa.
- c) *Umidade do Solo* – água existente no solo, absorvida pelas partículas do mesmo.

Entende-se que os produtos impermeabilizantes deverão ser especificados em função de formas de solicitações impostas pela água ou até mesmo das três formas, ficando a sua escolha, em projeto, condicionada a outros fatores, tais como: facilidade de execução, rapidez de execução, experiência com dado sistema seja por parte do aplicador, seja por parte do cliente, além do custo do sistema, etc.

DINIS (1997) informa que existem três tipos de solicitação imposta pela água às impermeabilizações:

- a) *Água de percolação*: ocorre quando da incidência da água em terraços, coberturas, fachadas e empenas, onde o escoamento é livre não existindo esforço hidrostático sobre a construção.
- b) *Água com pressão*: é o caso de piscinas, caixas d'água, subsolos imersos em lençol d'água, onde a pressão provoca um esforço hidrostático sobre os elementos da construção.
- c) *Água por capilaridade*: é a ação da migração da água absorvida pelos elementos estruturais e que caminha, por capilaridade, pelos poros dos mais diversos materiais de construção, em maior ou menor intensidade.

A diferença existente na literatura dos autores acima citados está apenas na letra “c” onde, o primeiro se refere à “umidade do solo” enquanto que o segundo à “água por capilaridade”. De qualquer modo, embora de forma implícita é possível compreender que ambos falam a mesma linguagem. Ou seja, pode ocorrer em função de capilaridade, chuva dirigida acidental incorporada durante a construção.

Em outra bibliografia analisada e, que pode ser considerada mais atualizada é a de SCHLAEPFER e CUNHA (2001) cuja orientação é a de que quanto à pressão d'água atuante na estrutura a ser impermeabilizada, os sistemas de impermeabilização se dividem em:

- a) *Sistemas sob pressão positiva* - reservatórios, piscinas, terraços, etc, onde se promove uma impermeabilização interna, na “direção” positiva da pressão hidrostática.
- b) *Sistemas sob pressão negativa* – subsolos, reservatórios, piscinas sob ação do lençol freático, onde se promove a impermeabilização interna, na “direção” negativa da pressão hidrostática.
- c) *Sistemas sob percolação* - fundações de edificações, baldrames, subsolos, piscinas enterradas, sob ação do lençol freático ou apenas umidade de solo, onde se promove uma impermeabilização externa, na direção positiva da percolação.

- d) *Sistemas sob contato positivo* – impermeabilizações verticais de fachadas ou empenas.

### 2.3.2 Classificação quanto à rigidez ou flexibilidade da estrutura

Quanto à rigidez do sistema de impermeabilização, SCHLAEPFER e CUNHA (2001) orientam no sentido de que esta deve ser compatível com a rigidez ou flexibilidade da estrutura na área impermeabilizada.

Classificadas as estruturas, tem-se a seguir, a classificação dos sistemas como segue:

- a) *Sistemas rígidos* – Aplicáveis em estruturas sujeitas a mínimas variações térmicas, pequenas vibrações e/ou exposição solar. São normalmente empregados em reservatórios d'água inferiores, subsolos, piscinas enterradas, galerias enterradas de: cabos elétricos, de inspeção em barragens e galerias em geral, pequenas estruturas isostáticas expostas.

O sistema rígido sob pressão positiva por argamassa, por exemplo, geralmente é atendido por argamassas impermeáveis, não estruturadas, de preparação e aplicação no local da obra ou pré-fabricadas, em sistemas monocapa (aplicação em uma única vez).

Destaca-se a evolução dos sistemas rígidos que se originaram pela adição de aditivos impermeabilizantes em argamassas de cimento e areia, passando pela pré-fabricação destas argamassas industrialmente, sendo oferecidas prontas para uso, com metodologia de aplicação mais simplificada e rápida, até a obtenção de argamassas de uso misto, que permitem sua aplicação em estruturas moderadamente esbeltas e flexíveis, face a dosagem dos constituintes do produto que garantem módulo de elasticidade muito inferior ao da estrutura.

Os sistemas rígidos estão dentre os processos de impermeabilização mais difundidos e utilizados no Brasil, chamados de Sistemas contínuos de Impermeabilização com emprego de argamassas. Este processo, de aplicação tradicional é, inclusive, normalizado pela ABNT – Associação Brasileira de Normas

Técnicas através da NBR 9574/86 (Execução de Impermeabilização) sendo denominado “Argamassa Impermeável”.

Já os sistemas rígidos sob pressão negativa por argamassa são também argamassas ou pastas cimentíceas que visam deter os fluxos d’água que percolam pela estrutura ou parte desta.

Geralmente não são estruturados, posto que são necessários em estruturas enterradas, naturalmente rígidas.

Em estruturas novas, em que se tenha rebaixado o lençol freático para sua execução, a impermeabilização se procede como no caso anterior, com argamassas aditivadas com impermeabilizantes, de execução local ou pré-fabricada.

Em estruturas antigas, que apresentem problemas de infiltrações, é necessário a execução de revestimentos aderentes com aditivos especiais que permitam a sua aplicação em presença do fluxo de água. Para tal se dispõe de aditivos impermeabilizantes aceleradores de pega para argamassas de impermeabilização, que permite entre a aplicação e o endurecimento, com o estancamento do fluxo, intervalos de tempo de alguns minutos e até mesmo, em casos mais graves, alguns segundos entre preparação e tamponamento dos fluxos.

Os cimentos poliméricos também podem ser utilizados em estruturas antigas, que apresentam problemas de umidade por capilaridade.

- b) *Sistemas flexíveis* – Aplicáveis em estruturas sujeitas a variações térmicas diferenciadas e/ou grandes vibrações, cargas dinâmicas, recalques e/ou forte exposição solar. São normalmente empregados em: terraços, pilotis expostos, piscinas suspensas, lajes, fossos, reatores de usinas nucleares, jardins suspensos, calhas de grandes dimensões de barragens, galerias de trens metropolitanos, coberturas, casas de comando e força de usinas hidrelétricas.

O sistema flexível sob pressão positiva por membrana se caracteriza pela aplicação de produtos de impermeabilização flexíveis, diferindo das argamassas, classificadas como sistemas rígidos.

Podem apresentar-se em camadas simples ou múltiplas, estruturadas ou não, de execução local, aderentes ao substrato ou flutuantes, conforme necessidades de projeto.

Destinam-se basicamente à impermeabilização de estruturas flexíveis ou deformáveis, onde sistemas rígidos não se adequam.

Já o sistema flexível sob pressão positiva por manta, é um sistema flexível cuja indicação básica se dá para estruturas muito deformáveis, onde as membranas poderiam apresentar falhas.

Podem apresentar-se em camadas simples ou múltiplas, estruturadas ou não, de aplicação local dos elementos pré-fabricados, semi-aderentes ao substrato ou flutuantes, conforme necessidades de projeto.

Podem ser de diversas naturezas, destacando-se as mantas poliméricas de PVC e as mantas asfálticas, de grande simplicidade de aplicação e de custo reduzido.

Em geral, as mantas asfálticas possuem estruturação intermediária, podendo ser em fibras de vidro, poliéster, ou outras fibras, até mesmo naturais.

Os asfaltos utilizados na confecção das mantas são modificados com elastômeros visando maior durabilidade e elasticidade, sendo em geral protegidos nas faces externas por membranas plásticas que facilitam o manuseio e o estoque dos rolos.

Os sistemas flexíveis de percolação (positiva) por membrana destinam-se a conter umidades provenientes de solo, sendo em geral promovido por membranas ou pinturas superficiais penetrantes, como emulsões asfálticas simples ou tintas asfálticas à base de solventes, de alto poder de penetração no substrato de concreto ou alvenaria.

Não visa conter pressões de água ou fluxos negativos, e sim a umidade ativa pelo lado positivo da atuação desta. É por isso, indicado para

impermeabilização de estruturas enterradas (fundações), baldrame, caixas de passagem elétricas, entre outros.

DINIS (1997) refere que o material que constitui a impermeabilização deve possuir rigidez e flexibilidade adequadas às temperaturas de utilização, de forma que acompanhe os movimentos normais que lhe são impostos, sem perder a continuidade pelo surgimento de fissuras, ranhuras, rompimentos ou outras falhas.

O mesmo autor trata assim, o sistema de impermeabilização quanto à rigidez e flexibilidade:

- a) *Sistemas rígidos*: cristalização, concreto impermeável, argamassa impermeável, são sistemas rígidos e só devem ser adotados em estruturas não sujeitas à fissuração ou grandes deformações, em áreas com adoção de componentes construtivos, que possam se movimentar e descolar.
- b) *Sistemas semi-rígidos*: argamassa polimérica, epóxi, suportam microfissuras, dependendo de sua espessura e reforços, suportando também grandes deformações estruturais.
- c) *Sistemas elásticos*: possuem capacidade de se alongar em função da resistência estrutural, podendo absorver fissuração desde que adequadamente especificados, dependendo da espessura, capacidade de deformação e reforços. Pode-se ter nesta condição sistemas com alongamento ao redor de 40% até mais de 1000%.
- d) *Impermeabilizações laminares*: são os sistemas cujos materiais possuem boa resistência ao alongamento, sendo capaz de se deformar e retornar ao estado original continuamente sem se romper.
- e) *Impermeabilizações por pintura*: são as impermeabilizações executadas “*in loco*”, ou seja, na própria obra, formada pela intercalação de várias



camadas de asfalto, armadas ou não, com materiais diversos, tais como os tecidos de feltro asfálticos, tecidos de vidro entre outros.

### 2.3.3 Classificação quanto à aderência ao substrato

A classificação quanto à aderência ao substrato, os sistemas de impermeabilização podem ser classificadas como:

- a) Aderido: Quando o material impermeabilizante é totalmente fixado ao substrato, seja por fusão do próprio material ou por colagem com adesivos, asfalto quente ou maçarico.
- b) Semi-aderido: Quando a aderência é parcial e localizada em alguns pontos, como platibandas e ralos.
- c) Flutuante: Quando a impermeabilização é totalmente desligada do substrato. Utilizada em estruturas de grande deformabilidade.

### 2.3.4 Classificação quanto aos materiais pré-fabricados utilizados

As mantas podem ser subdivididas em classe:

- Manta normal; e
- Manta de alta resistência, sendo esta classificação relacionada aos ensaios de alongamento, resistência à tração e à carga-deformação

PIRONDI (1979) define a classificação quanto aos materiais pré-fabricados utilizados em:

- a) *Manta asfáltica*: produto impermeável, industrializado, obtido por calandragem, extrusão ou outros processos, com características definidas.

As mantas são prontas para uso, necessitando a soldagem ou colagem entre elas, com processos indicados pelos fabricantes.

Nas mantas asfálticas existem várias opções de estruturante, polímeros e acabamentos superficiais.

Exemplos de materiais estruturantes:

- **Poliéster:** É um tecido projetado para a estruturação de impermeabilizações flexíveis, moldadas no local. É destinado a absorver esforços e conferir resistência mecânica ao sistema de impermeabilização. O material resulta em um sistema laminar e flexível, aonde são aplicadas diversas camadas sucessivas de impermeabilizações e tela. Este processo estrutura e dá resistência, formando um processo monolítico e sem emendas. Todas as impermeabilizações moldadas no local devem ser estruturadas com, pelo menos, uma camada de tela de poliéster. Para a aplicação, deve-se primeiro verificar se há ou não a necessidade de se fazer uma regularização no substrato. Este deve estar firme, limpo, sem pó e graxa, seco e isento de materiais estranhos. Ao aplicar o impermeabilizante, o reforço têxtil será intercalado entre a primeira e a Segunda demão, de forma a armar a película, para em seguida, montar a película formada pelo impermeabilizante. Quando o substrato apresentar trincas generalizadas é recomendado estender a tela ao longo de toda a trinca, fixando-a com uma nova demão de impermeabilizante. Entre as principais características das telas de poliéster pode-se citar: não possuem emendas; são moldáveis a formatos geométricos (cantos, tubos, ralos); resistem à umidade, ao envelhecimento, ao ataque de microorganismos; não formam bolhas nem rachaduras; são dimensionalmente estáveis, possuindo ainda a capacidade de se alongar.
- **Fibras de vidro:** São fabricados na forma de manta fina, com espessura variando de 0,20 a 0,35mm. Os seus elementos constituintes são filamentos de vidro com diâmetro de 12 a 15 micras. Estes estão uniformemente distribuídos em padrão multidirecional e apresentam-se aglutinados com resinas sintéticas o que permite seu emprego com materiais frios. Resistem à ação do tempo indefinidamente, não se

degradando e tampouco sofrendo qualquer reação em contato com a umidade. Além de serem inorgânicos, demonstram-se totalmente não combustíveis: resistem a temperaturas de até 800°C.

Exemplos de polímeros:

- APP (Polipropileno Atático)

O APP se divide em dois tipos: o sintético, que é produzido por empresas petroquímicas, e aquele que é gerado a partir de um sub-produto do polipropileno.

Os sintéticos possuem melhores características para o uso em adesivos e em outras aplicações.

O APP produzido como sub-produto é amorfo e tem maior compatibilidade com os produtos de impermeabilização, como os à base de asfalto.

- SBS (Estireno-Butadieno-Estireno)

O SBS é uma borracha sintética produzida por diversas petroquímicas.

Exemplos de acabamentos superficiais:

- AP: areia/polietileno, sendo o polietileno na face de colagem para aplicação a maçarico.
- PP: Polietileno / polietileno, em ambas as faces para colagem a maçarico.

Utilizadas, AP como PP em áreas externas com utilização de proteção mecânica para trânsito em geral.

- *Agregado mineral* (ardósia): são mantas auto protegidas, indicadas como sistema impermeabilizante com acabamento final de coberturas não transitáveis, dispensando a camada de argamassa de proteção mecânica. É o sistema ideal para impermeabilização de áreas de cobertura com

inclinações não superiores a 30%, tais como: cúpulas, abóbadas, etc. É recomendada para estruturas de pequenas deformações.

- *Alumínio (face superior): lâmina de alumínio para áreas de acabamento final de coberturas não transitáveis, não utilizando argamassa de proteção mecânica, possuindo uma fita de polietileno removível na faixa de sobreposição lateral entre mantas. Face inferior: filme de polietileno extingüível à chama de maçarico.*

- b) *Mantas de PVC:* as mantas de PVC são utilizadas na impermeabilização de coberturas, terraços transitáveis, jardineiras, galerias sanitárias, reservatórios d'água e lagos.

As emendas são feitas com pistola de ar quente, a manta é aplicada sobre um substrato perfeitamente regularizado e fixados nos rodapés com cola para PVC.

- c) *Mantas butílicas:* trata-se de um sistema não armado, monocapa, que se aplica às impermeabilizações em geral, especialmente em coberturas pré-moldadas, lajes mistas, estruturas fissuráveis ou fissuradas de grandes dimensões, calhas, coberturas de madeiras, metálicas, baldrames.

Face à baixa permeabilidade a gases, grande resistência ao ozônio, aos raios infravermelho, ultravioleta e isótopos radioativos, pode ser empregado em todas as vedações com durabilidade garantida pelos fabricantes para mais de 25 anos.

Estas mantas são fabricadas na espessura mínima de 0,8 mm devido ao alto custo da matéria-prima (butyl). Devido a sua esbeltez estas mantas são aplicadas sobre um berço de amortecimento e as emendas são feitas a frio com adesivo autovulcanizante e fita de caldeação.

- d) *Mantas EPDM (Etileno, Propileno, Dieno Monômero):* trata-se de manta pré-vulcanizada utilizada para impermeabilizações em geral. Tem durabilidade garantida pelos fabricantes de acordo com as normas brasileiras e internacionais de impermeabilização, mesmo estando exposta constantemente às intempéries.

Este sistema é indicado para lajes sujeitas a movimentações térmicas, fissuras estáticas ou dinâmicas e pré-moldados. São fabricadas em espessura de 0,8 mm com camada amortecedora e 1 mm sem camada amortecedora.

É um sistema *single ply* (manta aplicada em uma camada) de maior aceitação e utilização nos Estados Unidos e Brasil e, tem sido nos últimos anos o sistema de maior índice de crescimento na Europa. A aplicação é simples, totalmente a frio, sem perigo de fogo, ao inverso dos sistemas asfálticos clássicos. Sua grande performance é decorrente do seu sistema de fixação não flutuante, colagem por contato na laje do substrato. Todos os sistemas de proteção térmica ou pisos podem ser aplicados sobre esta manta.

### 2.3.5 Classificação quanto à aplicação *in loco*

PIRONDI (1979) orienta que para a impermeabilização *in loco*, utiliza-se o processo com membranas. Membranas são produtos ou conjunto impermeabilizante, moldado no local, com ou sem armadura. Proporcionam impermeabilizações seguras e de custo baixo, podendo ser executadas facilmente pelo próprio pessoal da obra. A técnica empregada é simples e não requer ferramentas especiais.

As membranas são sistemas obtidos pela aplicação de diversas camadas. Existem tipos para aplicação a quente (asfaltos oxidados) e a frio (base água, base solvente ou isento de solvente).

Em áreas com pouca ventilação (reservatórios) deve-se tomar cuidado na utilização de produtos aplicados a quente porque possuem restrições, tanto na manipulação quanto ao risco de fogo.

A frio, a impermeabilização é feita em camadas e forma sobre a estrutura uma membrana impermeável, flexível e sem emendas.

### 2.3.6 Vantagens e desvantagens sobre a utilização de diferentes sistemas de impermeabilização

Devido a sua facilidade de colocação, economia de mão-de-obra e características de peso, espessura, alongamento e resistência previamente definidas no processo de industrialização, as mantas asfálticas adquiriram a confiança dos aplicadores de impermeabilização e hoje ocupam um lugar de destaque entre os sistemas de impermeabilização. São comercializadas nas espessuras de 3mm, 4mm e 5mm, em rolos de 10 metros de comprimento e 1 metro de largura.

Quanto ao seu método de aplicação existem 2 sistemas:

- a) utilização de asfalto a quente (na manta com acabamento de areia na face de contato com o substrato);
- b) utilização de maçarico a gás (na manta com acabamento de polietileno na face de contato com o substrato).

Uso de asfalto a quente na aplicação das mantas asfálticas:

- a) *Vantagens:*
  - Asfalto tem características auto-nivelantes (corrige irregularidades do substrato);
  - Manta fica totalmente assentada e aderida ao mesmo;
  - Asfalto usado como ponto de ligação entre o substrato e a manta funciona como um berço amortecedor da mesma, protegendo-a de possíveis sacrifícios provenientes de deficiências do substrato.
- b) *Desvantagens:*
  - Risco de acidentes.
  - Necessário maior número de funcionários.

Uso de maçarico a gás na aplicação das mantas asfálticas:

- a) *Vantagens:*
  - Trabalho mais limpo;

- Menor risco de acidentes de trabalho;
- Número reduzido de funcionários;
- Rapidez na aplicação.

*b) Desvantagens:*

- Necessidade de substrato muito bem regularizado e aplicado de “*primer*” asfáltico.
- Treinamento e conscientização de funcionários na aplicação.

Mantas asfálticas com polímero de APP ( Polipropileno Atático )

*a) Vantagens:*

- Tem muito boa resistência a altas temperaturas;
- Excelente resistência aos raios ultravioleta;
- Boa flexibilidade ao frio.

*b) Desvantagens:*

- Não possui elasticidade;
- Tem pouca resistência à fadiga.

Mantas asfálticas com polímero de SBS ( Estireno-Butadieno-Estireno)

*a) Vantagens:*

- A maior vantagem do SBS é ser flexível a altas e baixas temperaturas;
- Ter grande elasticidade e boa resistência à fadiga.

*b) Desvantagens:*

- Não suporta os ataques dos raios ultravioleta.

### Mantas de PVC (cloreto de polivinil)

#### a) *Vantagens:*

- São mantas termoplásticas pré-moldadas;
- Por ser um sistema flutuante, independe das variações térmicas sofridas pela laje;
- Sua execução é mais limpa;
- Número reduzido de funcionários;
- Rapidez na aplicação.

#### b) *Desvantagens:*

- Por ser um sistema flutuante, eventuais infiltrações são difíceis de serem localizadas;
- Necessidade de substrato bem regularizado;
- Exige mão-de-obra especializada.

### Membranas impermeáveis:

#### a) *Vantagens:*

- São utilizadas para áreas com muitos recortes, arremates (exemplos: floreiras, lajes recortadas, vigas invertidas) e outras áreas com muitas interferências construtivas;
- Sistema monolítico e sem emendas.

#### b) *Desvantagens:*

- Necessário maior número de funcionários;
- Demora na aplicação;
- Sujeitas às variações térmicas da laje.



### 2.3.7 Fatores a serem observados para uma boa impermeabilização

Existem, no processo de impermeabilização, tópicos que devem ser observados e obedecidos, objetivando resultados satisfatórios.

#### a) Tópicos a serem referenciados:

- Materiais (deverão ser de boa qualidade, satisfazendo as condições das especificações da ABNT);
- Concreto de consistência própria para adensamento vibratório;
- Juntas de concretagem (atenção especial às mesmas, principalmente nos reservatórios d'água);
- Cura do concreto (deverá ser feita através de processos clássicos, ou ainda, com aplicação de cura química);
- Juntas de dilatação deverão ser tratadas (impermeabilizadas) com sistema escolhido em função das deformações previstas na junta e pressão hidrostática atuante.

#### b) Escolha técnica dos Sistemas de Impermeabilização: a escolha do Sistema de Impermeabilização mais adequado para uma dada construção é função de vários fatores, tais como:

- Forma da estrutura;
- Deformação admissível no dimensionamento da mesma, esbeltez, tipo de exposição;
- Pressão da água e sua direção;
- Efeito arquitetônico que se deseja obter;
- Custos.

Objetivando uma escolha técnica, são considerados quatro pontos (impermeabilidade dos materiais; elasticidade dos materiais; proteção mecânica e isolamento térmico; durabilidade) quantificáveis por ensaios de laboratórios; particularmente intemperismo acelerado e/ou; ainda, experiências e pesquisas próprias para avaliação de um Sistema de Impermeabilização:

- Impermeabilidade dos materiais - Traduz a propriedade dos materiais de impermeabilização de apresentarem-se estanques à penetração d'água, vapor, umidade e agentes externos em geral.
- Elasticidade dos materiais - Caracteriza a propriedade dos materiais de impermeabilização de absorverem deformações provocadas por: esforços térmicos (diferenças de temperatura/umidade); esforços mecânicos (tração/compressão/recalques/cisalhamento); esforços físicos (ação de agentes tais como: água/águas agressivas/ação dos ventos).

Dependendo das condições de implantação da obra, os esforços variam de importância e grandeza e/ou ainda, atuam associadamente. Portanto, a elasticidade do material de impermeabilização exprime sua capacidade de se deformar sob tensão (qualquer que seja sua causa e voltar a posição original quando cessada a mesma).

- Proteção mecânica e isolamento térmico - estes dois aspectos são muito importantes no que diz respeito ao desempenho de um sistema de impermeabilização, particularmente impedindo ou retardando os seguintes efeitos: danificação do material impermeabilizante por tráfego (pedestre, veículos, etc.); alteração das propriedades intrínsecas do material (migração de plastificantes, volatilização, aumento de absorção capilar); diminuição dos diferenciais térmicos; tanto na estrutura, como nos materiais de impermeabilização; bem como, aumento do índice de conforto no meio ambiente.
- Durabilidade - caracteriza a propriedade dos Sistemas de Impermeabilização de apresentarem performances satisfatórias; ou seja, estanqueidade total num intervalo de tempo, variando de 5 a 10 anos, conforme o sistema adotado, tipo e localização da obra, custos de execução, etc.

Conforme experiência prática na construção civil no Brasil, um Sistema de Impermeabilização com duração de 20 anos, é considerado de notável longevidade.

Deve-se observar que o uso dos materiais impermeabilizantes em laje de cobertura também estão condicionados à dimensão da laje, forma geométrica e outros detalhes construtivos. O perfeito desempenho de um material impermeabilizante está diretamente ligado à análise preliminar da estrutura como um todo.

### 2.3.8 Novas tendências para o mercado de impermeabilização

Pode ser citada como inovação relativa a materiais e técnicas o surgimento de revestimento flexível à base de poliuréia. Trata-se de uma membrana projetada de cura rápida com equipamento de alta pressão, resultando em uma membrana com alta resistência mecânica, elevada aderência e boa resistência ao intemperismo. A principal desvantagem novamente, está ligada ao custo, já que por exemplo as mantas asfálticas (considerando material e mão de obra), chegam ao valor aproximado de 6% do CUB/RS, o metro quadrado, ou seja R\$ 34,63/m<sup>2</sup> (CUB/RS-Fev/02). Por outro lado os revestimento flexíveis à base de poliuréia chegam a atingir níveis de 13% do CUB/RS. (OLIVEIRA et al, 1999).

Além do custo para o consumidor existe o custo para o aplicador já que para adquirir o equipamento (tipo *hot spray*, de alta pressão, com componentes pré-aquecidos desenvolvido por empresas norte-americanas), o mesmo precisará desembolsar em torno de US\$ 30,000, para poder aplicar o produto, limitando a sua utilização apenas a grandes obras. (OLIVEIRA et al, 1999).

BORIGATO (1993) refere que no ramo da impermeabilização os resultados em final de obra convergem numa gama de insucessos. Geralmente ocorrem esses problemas porque os construtores, em vez de optar por um correto processo de impermeabilização, optam por soluções mais simples como forma de agilizar a execução da obra.

A preocupação com os fatos citados torna fácil compreender que a qualidade é o principal fator na obtenção de resultados satisfatórios no processo de impermeabilização.

Cabe fazer uma panorâmica acerca da qualidade, além da evolução das tendências no mundo da impermeabilização.

A tendência para o século XXI para melhoramentos no processo de impermeabilização é a implantação de sistemas de controle de qualidade. Porém, apesar de não ser uma tarefa simples, os resultados poderão ser imediatos na seqüência do processo de implantação. Sugere o autor que para a compreensão deste processo é importante que a “*Trilogia de Juran*” torne-se conhecida.

A *Trilogia de Juran* foi um processo criado para medir as dificuldades que um determinado mercado enfrenta e dar início à implantação de Controle de Qualidade que resulta no inter-relacionamento da trilogia: planejamento da qualidade; controle da qualidade e melhoramento da qualidade. Foi criada na década de 90, visando melhorar o atendimento ao cliente.

- a) *Planejamento da qualidade* - o planejamento da qualidade é a fase que trata do desenvolvimento dos produtos e processos exigidos para a satisfação das necessidades dos clientes envolvendo uma série de etapas como:
- Estabelecimento de metas de qualidade;
  - identificação dos clientes;
  - determinação das necessidades dos clientes;
  - desenvolvimento das características do produto que atendam as necessidades dos clientes;
  - desenvolvimento de processos que sejam capazes de produzir as características dos produtos;
  - estabelecimento de controles de processos e transferência dos planos resultantes para as forças operacionais.
- b) *Controle de Qualidade* - o Controle de Qualidade tem como objetivos:
- avaliar o desempenho real de qualidade;
  - comparar o desenvolvimento real com as metas de qualidade;
  - agir em relação às diferenças.
- c) *Melhoramento de Qualidade* – segundo Borigato (1993) é a base do processo que objetiva a elevação do desempenho da qualidade a níveis sem precedentes. Este processo consiste em:

- estabelecer a infra-estrutura necessária para garantir o melhoramento anual da qualidade;
- identificar as necessidades específicas de melhora;
- estabelecer, para cada projeto, uma equipe com clara responsabilidade em levá-lo a uma conclusão bem sucedida;
- prover recursos, a motivação e o treinamento de que as equipes necessitam para bem diagnosticar as causas, estimular o estabelecimento de remédios e estabelecer controles para manter os ganhos.

O referido autor encerra esta abordagem dizendo que para sobreviver no século XXI, as empresas do segmento de impermeabilização deverão investir em melhoria da qualidade, porque nada é mais importante para uma empresa do que compreender bem os anseios de seus clientes e/ou usuários. Os clientes dos serviços de impermeabilização estão interessados em reduzir seus problemas, seus custos e, principalmente, melhorar a qualidade ao final da obra. Portanto, só existe uma saída para a sobrevivência e garantia do sucesso neste ramo, que é a implantação de melhoria da qualidade.

A evolução e a melhoria dos materiais impermeabilizantes propiciarão solução para grande parte dos problemas mais comuns nas obras tais como: uniformidade na espessura nos sistemas pré-fabricados, resistência mecânica, alongamento razoável, aplicação fácil e vida útil mais longa que os asfaltos comuns, porém, inferior aos materiais sintéticos.

Em função das altas taxas de desemprego no Brasil, inúmeras empresas deverão surgir nesse mercado de impermeabilização, obrigando os profissionais da área de engenharia a procurar soluções por conta própria, porque deve-se levar em conta o aviltamento de preços dos materiais pela concorrência despreparada onde, somente o aplicador habilidoso poderá explorar com o sucesso esse novo mercado.

Portanto, somente com investimentos maciços em treinamento se obterá melhores resultados e, conseqüentemente, o mercado da impermeabilização experimentará um forte crescimento.

O aplicador brasileiro tem boas possibilidades de prestar um serviço, desde que instruído de forma adequada. Para tanto, é essencial que o mercado disponha, para este profissional, requisitos importantes como:

- Credenciamento por critério técnico do aplicador;
- treinamento completo e reciclagem anual, não só para o dono ou engenheiro, mas em nível de encarregados e fiscais porque são estes que vão transmitir as orientações aos oficiais;
- literatura técnica completa e séria e não simples folhetos comerciais;
- não autorizar a aplicação por aplicador não credenciado;
- proceder a efetiva e eficaz fiscalização e cobrança do que ocorre no campo;
- não publicar índices irreais de consumo e custos, levando o consumidor final a ilusão de que pode conseguir serviço a preços impraticáveis no canteiro de obras.

Alguns autores advertem que a evolução dos materiais impermeabilizantes depende da disponibilidade de recursos para investimentos e adoção de medidas para se permitir resultados a curto prazo.

O enfoque gerencial de inovação assume grande importância pelas características do mercado, onde há um predomínio da utilização de mantas asfálticas. Os demais tipos de manta, ou sejam: PVC, Butílica e EPDM, tem seu uso cada vez mais restrito, principalmente por razões econômicas, sendo que a maioria das inovações nas mantas são aperfeiçoamentos feitos nas mantas asfálticas existentes. Como exemplo pode ser citado a manta asfáltica “aderente”, estruturada com filme de poliéster, utilizada com cola de alto poder de aderência, desenvolvida para facilitar a aplicação em áreas onde a utilização de maçarico por questões de segurança ou ecológicas não for permitida.

## **2.4 Custos**

PORCELLO (1998) diz que o custo de uma impermeabilização na construção civil gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra. Entretanto, este

valor pode variar entre 5% e 10% quando a impermeabilização não atender o seu objetivo, apresentando defeitos.

Segundo a Associação Sul Brasileira de Impermeabilização (ASBI/RS) o custo por metro quadrado (material e mão-de-obra) para aplicação de uma manta asfáltica gira em torno de 6% do Custo Unitário Básico (CUB/RS).

AZEVEDO (1993) refere que para que se possa obter resultados positivos no que diz respeito aos custos da impermeabilização é fundamental que haja interação harmoniosa entre todos os setores envolvidos, ou seja, construtoras, aplicadores, fabricantes e revendedores.

O mesmo autor cita que para se obter êxito na redução dos custos é imprescindível que sejam muito bem observadas as condições de fechamento de contrato, visto que, numa economia instável, prazos maiores de pagamento embutem encargos financeiros que deixam de existir ou podem ser minimizados se a condição de faturamento for mais apropriada. Enfim, adiantamento de numerário na aquisição de materiais, menores prazos de faturamento são fatores determinantes na redução do preço final de comercialização.

Cita-se:

Em função de não tomada de atitudes na utilização da impermeabilização, como proteção da edificação contra os efeitos patológicos [...] as manifestações patológicas têm crescido muito nos últimos anos, gerando [...] a uma despesa em manutenção que atinge a astronômica verba de 4% do PIB (Produto Interno Bruto), que equivale a mais ou menos dez bilhões de dólares. (FARINA e GRANATO, 1991, p. 270).

#### 2.4.1 Custos Intangíveis

Além da correta seleção e execução de um sistema de impermeabilização, outro fator exerce influência no custo da edificação, o uso do isolamento térmico.

PIRONDI (1997) menciona que se obtém uma economia significativa ao se realizar uma impermeabilização adequada com o uso do isolamento térmico. É esse componente que proporciona, além da economia, o conforto, a estabilidade das

estruturas e a durabilidade da impermeabilização, já que com a sua utilização, as movimentações provenientes da variação térmica são reduzidas.

## **2.5 Defeitos (Falhas) em Impermeabilização**

FARINA e GRANATTO (1991) citam que as principais origens das manifestações patológicas em impermeabilização são:

- a) Manifestações patológicas originárias de infiltração de água provocadas por uma falha.
- b) Manifestações patológicas originárias do processo construtivo que podem provocar o rompimento ou degradação da impermeabilização.

Em relação à natureza dos defeitos na impermeabilização, podem ser citados os seguintes aspectos:

- umidade;
- deslocamento da estrutura devido a esforços não previstos, causando rompimento na impermeabilização;
- fissuração;
- instalações.

Promover a reexecução total da impermeabilização existente é uma forma de solução dos problemas porque os reparos localizados em impermeabilização são freqüentes e reconhecidos como procedimentos fracassados. Seguem abaixo sugestões para as fases da reexecução:

- a) demolição do piso existente;
- b) remoção da proteção mecânica existente;
- c) retirada e transporte do entulho gerado;
- d) remoção da impermeabilização antiga;
- e) reconstituição da regularização;



- f) aplicação de nova impermeabilização;
- g) colocação da camada separadora;
- h) proteção mecânica;
- i) colocação de novo piso;
- j) reconstituição do "lay out";
- k) execução de novo paisagismo.

Estes serviços são geradores de grandes transtornos para os usuários tais como: elevação dos custos, interrupções nas passagens, mudanças nos acessos, desvios, barulhos, poeiras além da movimentação de materiais e entulhos.

Estas manifestações podem ser originadas nas diversas etapas do processo construtivo, tais como:

- projeto;
- execução;
- defeitos materiais;
- erros de utilização dos materiais.

#### 2.5.1 Defeitos devido ao projeto

O sucesso de uma impermeabilização depende de uma série de detalhes. A maior parte dos problemas de estanqueidade localizam-se em pontos críticos, singularidades específicas para cada construção.

As origens dos defeitos podem ser:

- pela ausência do próprio projeto;
- pela especificação inadequada de materiais;
- pela falta de dimensionamento e previsão do número de coletores pluviais para escoamento d'água;
- pela interferência de outros projetos na impermeabilização;

- pela falta de previsão de desnível junto à soleira;
- em função da planta baixa do terraço apresentar apenas uma cota indicando o nível da área externa;
- pela ausência do isolamento térmico.

### 2.5.2 Defeitos devido à qualidade dos materiais

VICENTINI (1997) refere-se que geralmente ocorrem defeitos pela má qualidade dos materiais porque os técnicos não seguem corretamente as normas, utilizando materiais inadequados; adulterados; mantém a ausência de controle de qualidade; adulteração pelo fornecedor e/ou aplicador.

A utilização de materiais inadequados, segundo o mesmo autor, pode trazer conseqüências para a edificação, tais como:

- danos à construção;
- danos à estrutura;
- danos funcionais;
- danos à saúde dos usuários;
- danos aos bens internos do imóvel;
- descrédito ao segmento da impermeabilização;
- desgastes entre cliente final/construtora/aplicador;
- ações na justiça;
- grandes gastos para reparos totais;
- desvalorização do imóvel;
- necessidade de recuperação estrutural.

### 2.5.3 Defeito devido à execução

Esses defeitos são causados pelos aplicadores e operários. Entre os defeitos devido à execução, GODÓY e BARROS (1997) destacam:

- falta de argamassa de regularização que ocasiona a perfuração da impermeabilização;
- não arredondamento de cantos e arestas;

- execução da impermeabilização sobre a base úmida, no caso de aplicações de soluções asfálticas, comprometendo a aderência e podendo gerar bolhas que ocasionarão deslocamento e rupturas da película impermeabilizante;
- execução da impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
- juntas travadas por tábuas ou pedras, com cantos cortantes que podem agredir a impermeabilização;
- arremate da aresta das juntas executado com argamassa que pode desprender-se pela ação do mastique;
- falta de berço para manta butílica;
- uso de camadas grossas na aplicação da emulsão asfáltica, para economia de tempo, dificultando a cura da emulsão;
- falhas em emendas (pouco transpasse, mau uso da pistola de ar quente nas mantas de PVC);
- perfuração de mantas pela ação de sapatos com areia, carrinhos entre outros.

#### 2.5.4 Defeitos devido à má utilização e/ou manutenção

Os defeitos devido à má utilização e/ou manutenção estão relacionados ao usuário. CANTU (1997) destaca:

- danos causados na obra em função da colocação de peso excessivo (entulho, equipamentos etc) sobre a impermeabilização;
- perfuração da impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de antenas, varais;
- troca de pisos;
- instalação de floreiras na cobertura de modo a possibilitar a penetração de água por cima do rodapé impermeabilizado;
- colocação de camada de brita sobre a cobertura, com o intuito de efetuar-se uma correção térmica, que no entanto pode ocasionar fissuras devido à sobrecarga da laje (caso não tenha sido prevista).

### 2.5.5 Exemplos de manifestações patológicas em impermeabilizações em lajes

Neste item serão apresentados alguns problemas observados em impermeabilização de lajes de cobertura que teve por objetivo validar os dados obtidos através dos questionários.

Os problemas são apresentados através de figuras, extraídas de um acervo de 200 figuras que vem sendo armazenado há algum tempo.

Cabe salientar que utilizou-se 14 figuras, de diferentes obras e aplicadores, apenas para tornar mais clara a compreensão dos problemas gerados pela falta de projeto e conseqüente má utilização do sistema de impermeabilização.

Sobre as patologias apontadas nas figuras, alguns comentários foram feitos para mostrar as possíveis causas que originaram esses problemas de impermeabilização.

As figuras utilizadas neste trabalho ficaram condicionadas aos seguintes aspectos:

- a) problemas localizados nas lajes de cobertura dos terraços;
- b) nitidez do registro fotográfico;
- c) freqüência de ocorrência e,
- d) importância da área afetada.



**Figura 1 – Problema de transpasse em manta asfáltica**

A figura 1 mostra um problema de execução na região central por insuficiência de transpasse, tendo como consequência infiltração no teto do cômodo inferior conforme é demonstrado na figura 2, e no lado direito vários enrugamentos.



**Figura 2 – Infiltração junto à viga de concreto**

Na figura 2, verifica-se diversos pontos de infiltração ao longo da viga com destaque para as manchas escuras que comprometem o aspecto estético, indicando processo inicial de corrosão nas armaduras, prejudicando a habitabilidade.



**Figura 3 – Fissuras e infiltrações em laje de terraço**

A figura 3 apresenta a tubulação de água pluvial foi instalada após a concretagem da laje e da impermeabilização. A falta de previsão para a saída da água gerou tensões e fissuras que provocaram infiltrações.



**Figura 4 – Obstáculos para impermeabilização**

A figura 4 demonstra um típico erro de falta de projeto. Trata-se de tubulação da rede d'água fixada junto à laje, sem possibilidade de colocação da argamassa de regularização e posterior impermeabilização.



**Figura 5 – Detalhe de soleira**

A figura 5 apresenta outro erro de projeto na qual se pode observar: a) desnível pequeno entre a área coberta e a descoberta; b) encaixe inferior a 50 cm na parte coberta, para a impermeabilização. Conforme demonstrado no item 2.6.2, na figura 19, Preparação de superfícies para impermeabilização de soleiras.



**Figura 6 – Preparação para encaixe da impermeabilização**

A figura 6 demonstra outra falha no projeto de impermeabilização. Observando-se dois problemas: a) desnível entre as áreas interna e externa insuficiente; b) pequeno encaixe para a impermeabilização na área interna.



**Figura 7 – Manchas em revestimento interno**

A figura 7 apresenta falha do projeto em função do pequeno desnível existente entre as áreas interna e externa e a má vedação no encontro entre os materiais na soleira. A entrada da umidade atingiu a parte inferior do revestimento provocando as manchas escuras.





**Figura 8 – Preparação do Substrato**

A figura 8 mostra problemas de execução, onde verifica-se: a) arremate na parede para encaixe da impermeabilização mal executado devido à presença de reentrâncias e irregularidades; b) arremate no ralo coletor do pluvial mal executado para aplicação da impermeabilização.



**Figura 9 – Formação de mofo**

Na figura 9, verifica-se erro de execução em arremate da impermeabilização junto a ralo na área externa.



**Figura 10 – Fixação de luminária**

Na figura 10 observa-se colocação de poste com luminária sobre laje externa já impermeabilizada, sendo um erro devido ao uso inadequado. A execução da base para chumbamento da luminária perfurou a impermeabilização comprometendo seu desempenho.



**Figura 11 – Domos com infiltração**

A figura 11 demonstra infiltrações junto aos domos em função da dificuldade de execução do arremate superficial, caracterizando erro de execução e/ou projeto. Percebe-se também início de processo de corrosão e manchas de umidade junto aos bordos.



**Figura 12 – Arremates em terraço**

N a figura 12 verifica-se erro provocado por deficiência de projeto. O encaixe da impermeabilização fica dificultado nas entradas de ar colocadas junto ao piso e nas soleiras das portas. É bem provável que tenha que ser reformulado, isto é, as entradas de ar terão que ter seus níveis elevados para ficarem dentro dos padrões que a impermeabilização requer e, as portas remanejadas, desta maneira evitando problemas de entrada de água por ocasião de chuvas ou outros tipos de intempéries. Ressalta-se que os procedimentos de reexecução acarretam elevação dos custos da obra além de transtornos relativos à habitabilidade do usuário.



**Figura 13 – Vedação de junta**

Na figura 13 verifica-se prováveis erros de execução e especificação de materiais, uma vez que a vedação da junta de dilatação foi executada com material impróprio e falha na proteção impermeável ocasionando corrosão nas armaduras.



**Figura 14 – Teste de estanqueidade**

A figura 14 mostra erro de execução em virtude da colocação dos tijolos que podem prejudicar a impermeabilização. No teste de estanqueidade com lâmina de água os tijolos foram colocados para facilitar o trânsito na área impermeabilizada.

## 2.6 Recomendações e Cuidados para Impermeabilização

POLISSENI (1993) orienta que a estrutura que compõe os terraços ou lajes de cobertura não pode ser projetada nem executada como se fosse uma das estruturas dos demais pavimentos visto que, por estar exposta ao tempo, sofre diretamente as ações do meio ambiente.

O mesmo autor faz uma importante observação no que diz respeito a NBR-9575 (ABNT, 1998), que trata do projeto de impermeabilização, que ao referir-se à estrutura da laje de cobertura (portante) a ser impermeabilizada, faz apenas menção em ser importante levar em consideração no projeto: o tipo de estrutura e o estágio de cálculo, a finalidade da estrutura, a deformação prevista da estrutura e o posicionamento das juntas de dilatação.

Desta forma, a interação entre os profissionais que serão responsáveis pela qualidade da laje de cobertura, quer seja na fase de cálculo estrutural, definição do projeto de impermeabilização, bem como de sua execução no canteiro de obras, passa a ter relevante significado, pois dela resultará a qualidade em termos de estanqueidade à água.

Um roteiro correto na execução da impermeabilização é de grande importância. Assim, seguindo as sugestões de VICENTINI (1997), a melhor forma de se evitar que problemas aconteçam, é a utilização de procedimentos corretos na execução de um processo completo de impermeabilização, tais como:

- a) projeto de impermeabilização;
- b) especificação adequada;
- c) utilização de sistemas e produtos normalizados;
- d) contratação de empresa especializada e capacitada;
- e) cuidados especiais nos detalhes específicos da obra;
- f) fiscalização dos serviços por empresa capacitada;
- g) cuidados posteriores (instalação de antenas, mudança de tubulações, etc).

### 2.6.1 Importância do Projeto

Os projetos de impermeabilização devem seguir as diretrizes contidas na Norma NBR 9575/98.

O projeto de impermeabilização deve ser desenvolvido conjuntamente com o projeto geral e os projetos setoriais, de modo a serem previstas as correspondentes especificações em termos de dimensões, cargas, ensaios e detalhes.

AZEVEDO (1993) refere que o projeto de impermeabilização contribui com vários benefícios:

- alternativa de impermeabilização para uma mesma área;
- condições e possibilidades para comparar o custo inicial previsto com o custo efetivo após projeto escolhido;
- facilidades em se obter orçamentos mais homogêneos porque geralmente esses acompanham o projeto;
- melhor acompanhamento da equipe técnica durante as fases de aplicação detalhadas no projeto;
- garantia ao usuário de que residirá num imóvel onde foram aplicados produtos e materiais impermeabilizantes que suportarão todos os tipos de solicitações que a estrutura irá sofrer.

PICCHI (1986) refere que a importância de um projeto de impermeabilização concentra-se em seu objetivo que é de analisar, discriminar e especificar todas as metodologias adequadas visando o bom comportamento da impermeabilização. Além disso, analisa-se, também, no projeto os sistemas impermeáveis possíveis de serem aplicados nas coberturas, visando a escolha do mais adequado.

Já está demonstrado que o projeto é de extrema importância pois será a linha mestra, tanto para a execução dos serviços como para a fiscalização.

BÉRTOLO (2001) diz que proteger as edificações dos malefícios de infiltrações, eflorescências e vazamentos causados pela água, é a principal função dos sistemas de impermeabilização que vêm se tornando cada vez mais sofisticados.

Essas observações vem justificar a importância de ser desenvolvido um projeto de impermeabilização em função de outros projetos que compõem o escopo da construção, tais como: arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, paisagismo e ar-condicionado. Contudo, é necessário que se observe o clima e o local a ser protegido pois, a escolha certa do material adequado dependerá desses fatores.

PINTO (1991) refere que uma análise minuciosa desses itens permite ao projetista desenvolver um projeto executivo detalhado para que o executor possa proceder à impermeabilização de maneira correta. A espessura de uma manta asfáltica e a quantidade de camada a ser aplicada em uma cobertura, por exemplo, dependem da rigidez da estrutura.

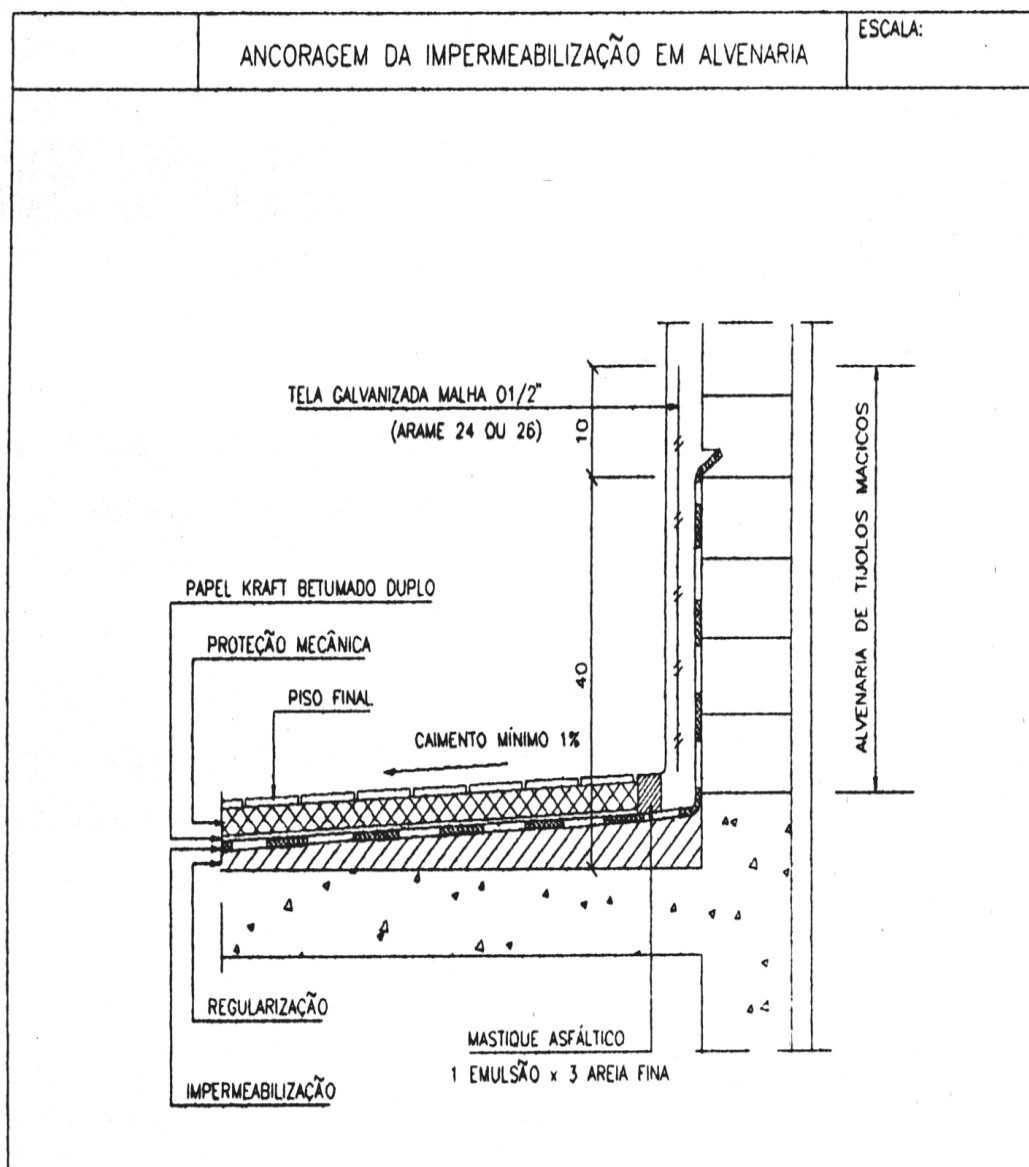
Nas coberturas e terraços é preciso deixar um desnível entre os ambientes internos e externos além de ralos para escoamento de água de chuva. Contudo, é muito comum encontrar projetistas que trabalham com cotas de acabamento sem observar as espessuras de regularização e impermeabilização. Essa falta de cuidado leva, geralmente, uma cobertura ou um terraço a ficar quase na mesma cota das áreas internas, facilitando a infiltração da água.

Na verdade, o projeto de impermeabilização é tão importante, que se faz necessário citar:

O projeto tem papel decisivo nos custos e atividades de manutenção pois ele determina o edifício [...]. Evitar uma ocorrência de um problema ainda no nível de projeto custa pouco. Corrigir o mesmo problema na fase de execução custa mais caro. Se o problema for transferido ao usuário, seu custo será muito maior. (SITTER apud CREMONINI e JOHN, 1989).

O Projeto Executivo propicia apoio a quem efetivamente vai executar a obra porque nele se encontra todos os detalhes de forma clara e detalhada.

A figura 15 apresentada a seguir mostra um exemplo de projeto executivo, onde são detalhadas observações importantes para a execução da impermeabilização.



**Figura 15 - Detalhe característico de um projeto de impermeabilização, mostrando informações importantes para a execução da impermeabilização**

Fonte: PORCELLO, Ernani Camargo. *O Projeto de Impermeabilização – Impermeabilização*. Departamento de Engenharia Civil – Escola Politécnica PUCRS, maio/jun. de 1997, p.40

### 2.6.2 Execução da impermeabilização

Conforme já analisado, as impermeabilizações são executadas nas áreas e pontos das edificações que recebem ação de água.

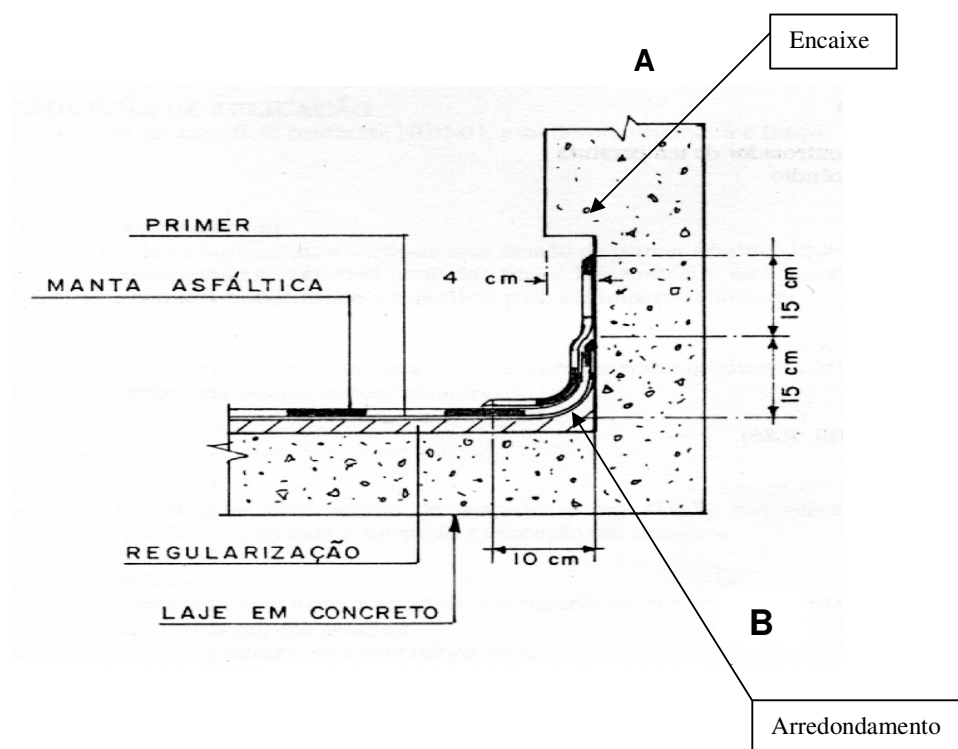


As figuras 16 a 19, apresentadas a seguir, são exemplos de pontos que merecem atenção durante a execução da impermeabilização.

A figura 16 mostra a aplicação das mantas nas superfícies horizontais e verticais, proporcionando a cobertura de todo o substrato e execução dos detalhes, o que pode ser observado nas letras:

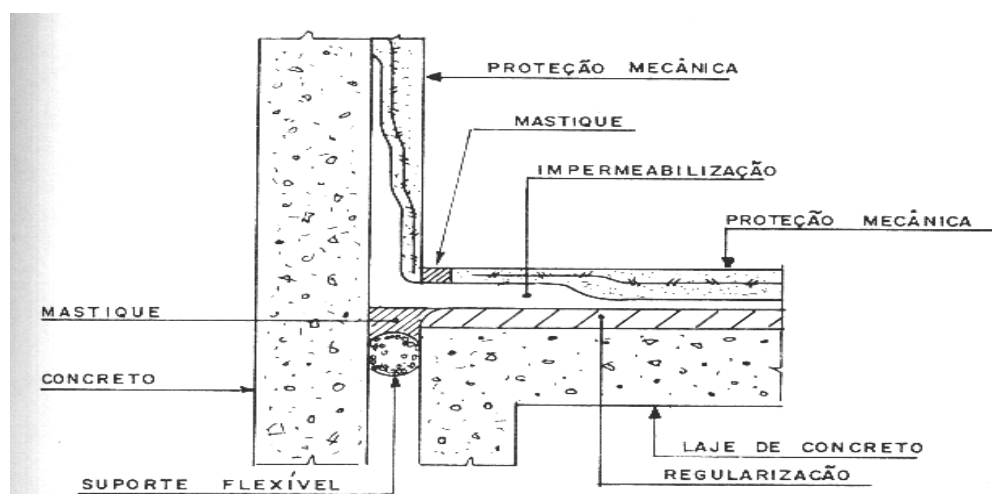
A - encaixe da manta asfáltica em rodapé para impedir a infiltração da água por trás da manta;

B – arredondamento dos cantos para evitar a ruptura da manta.



**Figura 16 - Aplicação de mantas asfálticas para impermeabilização em rodapés**

Detalhe importante na figura 17: colocação de mastique elástico anticompressão com respectivo delimitador de fundo (suporte flexível, tipo espuma de polietileno) e vedação para junta perimetral (mastique elástico com fator de forma na proporção de 1:1 para juntas de largura de até 10mm e 2:1 para juntas de largura maior que 10mm), quando da variação térmica dos materiais.

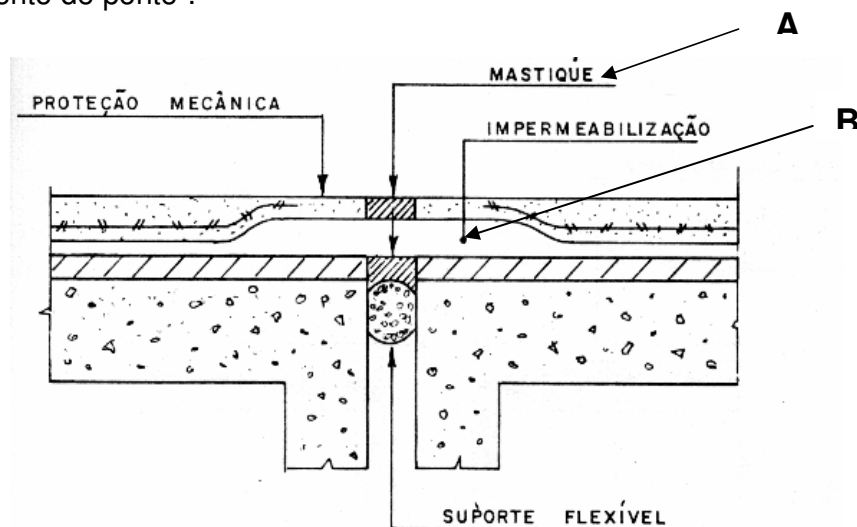


**Figura 17 - Proteção Mecânica para Impermeabilização de Junta Perimetral**

Na figura 18, detalhe do mastique elástico para vedação na junta de dilatação.

A – Mastique elástico para vedação na junta de dilatação e na proteção mecânica;

B – Reforço da impermeabilização sobre a junta, conhecido como “tratamento de ponte”.



**Figura 18 - Proteção Mecânica para Impermeabilização de Junta de Dilatação**

A figura 19 mostra que a superfície das soleiras, deverá apresentar-se regular, lisa, sem protuberâncias, sem materiais desagregados, com cantos e arestas arredondados ou chanfrados e caimentos para os pontos de escoamento d'água. O detalhe importante está no encaixe da impermeabilização para dentro do cômodo coberto e desnível entre as áreas internas e externas.

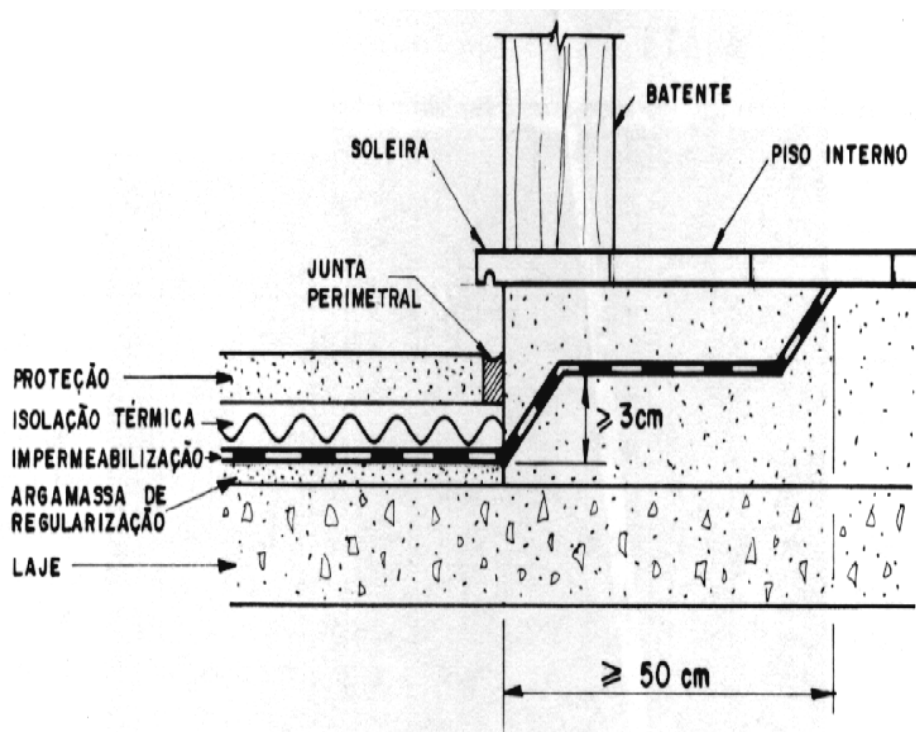


Figura 19 - Preparação de superfícies para impermeabilização de soleiras

### 2.6.3 Fases de uma impermeabilização

SIQUEIRA FILHO (1997) orienta que na impermeabilização de coberturas, são importantes as seguintes fases: a contratação da obra, antes da impermeabilização, durante a impermeabilização e, depois da impermeabilização.

#### 2.6.3.1 Na contratação da obra

Já no momento em que a obra é contratada, devem ser observados, se fazem parte do contrato, os seguintes quesitos:

- idoneidade da empresa construtora;
- existência de projeto executivo (detalhado);
- a qualidade do sistema;
- o dimensionamento;
- detalhes de aplicação da impermeabilização.

#### 2.6.3.2 Antes da impermeabilização

USSAN (1995) orienta que antes da impermeabilização, o engenheiro responsável pela obra deve observar os seguintes detalhes:

- Examinar as mantas que serão aplicadas, conferindo espessura, exame de laboratório comparando com as especificações do fabricante.
- Examinar a dimensão do contrapiso regularizador e ver se está firme, sem falhas e com os grãos perfeitamente aderidos.
- Examinar cuidadosamente o substrato se a regularização foi perfeita sem imperfeições, saliências, riscos.
- Verificar se os cantos e arestas foram arredondados, e se foram feitas as canaletas nos rodapés para embutir as bordas;
- Conferir se o caimento é de 2% ou no mínimo 1% e suas direções, verificando com uma régua na superfície para ver a uniformidade do caimento.
- Verificar se a superfície está seca e limpa para receber a manta.

#### 2.6.3.3 Durante a impermeabilização

Nesta fase é importante que se observe o seguinte:

- Revisar toda a extensão coberta com a manta procurando perfurações que possam ter ocorrido, se houver perfurações soldá-los;

- examinar cuidadosamente cada centímetro de junta de soldagem, verificando vedação, espaços e resistência;
- conferir se as bordas da manta foram embutidas no rodapé e se os ralos e emergentes estão bem acabados;
- antes de aplicar a proteção fazer o teste hidráulico;
- verificar se a camada de proteção ficou com no mínimo 2,5 cm de altura.

#### 2.6.3.4 Depois da impermeabilização

Após a impermeabilização é importante:

- verificar se a superfície está uniforme e com bom aspecto;
- verificar o embutimento nos pluviais e canaletas;
- conferir o caimento final;
- após a aprovação, fazer a proteção mecânica de transição;
- fazer testes finais, detalhados.

#### 2.6.4 A ética na impermeabilização

FELIPE (1991) manifesta que quanto mais evoluída for uma civilização, melhores são os instrumentos que regem a vida em sociedade. Leis, regulamentos e códigos vão sendo aperfeiçoados para atender as reclamações e as necessidades sentidas pela inteligência e pelo sentimento do homem.

As leis e os códigos estabelecem naturalmente as regras da vida social que são os direitos e deveres entre os homens. As leis e os códigos são, portanto, formulados pelo próprio homem e para o próprio homem. Existem, para isso, mecanismos de elaboração, aprovação e adoção das leis e dos códigos com vistas a sua aplicação.

O mesmo autor refere que um Código de Ética, por exemplo, tem por escopo estabelecer, de comum acordo entre os participantes de uma associação e do ponto de vista comportamental, o que é considerado lícito ou ilícito praticar, a fim de ser resguardada a harmonia entre todos.

O setor de impermeabilização também possui o seu código de ética. Esse código visa estabelecer a harmonia entre os participantes que são os fabricantes, aplicadores, projetistas, comerciantes e usuários.

O código de ética da impermeabilização é simples em seu conteúdo mas, profundo em seu alcance. Esse código foi aprovado em assembléia pelos associados do Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI). Contém dez artigos conforme pode-se observar a seguir.

## **2.7 Normalização**

PICCHI (1986) informa que a atividade de elaboração de normas de impermeabilização na ABNT teve impulso no início da década de 70. Dentre os fatores que contribuíram para esse impulso, destacam-se a organização de produtores e aplicadores de impermeabilização e as exigências impostas pela Companhia do Metrô de São Paulo para aceitação de materiais para impermeabilização de seus túneis e estações. Surge, então, um conjunto de normas técnicas, composto por uma norma de execução, a NB-279/75 (aperfeiçoada pela NBR-8083/83).

Em 1979, estas normas começaram a ser revistas, sendo discutidos também novos textos pelo Sub-Comitê Brasileiro de Impermeabilização. À época, alguns projetos ficaram em discussão e outros foram publicados, tendo recebido o número NBR (Norma Brasileira Regulamentada).

PORCELLO (1998) informa que em nível de Comissão de Estudos Gerais, diversos avanços foram efetuados. Cita-se como exemplo a NB-279/75 que trazia restritas definições, tendo sido aperfeiçoada por nova terminologia, conforme já abordado, através da NBR-8083, que define termos técnicos utilizáveis em impermeabilização.

A comissão de estudos de materiais auxiliares (armaduras e cargas) tratou de estudar uma nova especificação, referente a armaduras não tecidas de polímeros sintéticos tendo em vista que estes materiais não constavam no texto da NB-279/75.

Em abril de 1986, foi concluído também um estudo acerca de Manta pré-fabricada de asfalto, com armadura para impermeabilização, acompanhado de um conjunto de métodos de ensaio para mantas de asfalto flexibilidade a baixa temperatura, resistência ao impacto, puncionamento estático, estanqueidade à água, envelhecimento acelerado por ação de temperatura e “processos de cristalização”. [PORCELLO,1998].

Cabe salientar que a normalização internacional espelha uma divisão bastante nítida entre materiais de impermeabilização tradicionais e não tradicionais; os tradicionais são os materiais betuminosos (asfalto oxidado, mastique asfáltico e lâminas asfálticas sem adição de polímeros sintéticos), bem como as armaduras utilizadas com estes materiais (feltros, véus de fibra de vidro, tecido de juta.). Os materiais não tradicionais são todos os demais, à base de polímeros sintéticos e asfaltos modificados com polímeros sintéticos.

No Brasil, o conjunto de normas de impermeabilização é considerado relativamente avançado. Contudo, as normas brasileiras são do tipo prescritivo, ou seja, cada especificação refere-se a um tipo específico de material, e prescreve exatamente como o mesmo deve ser (espessura, características químicas e físicas, etc). O modelo de normalização prescritiva é o tradicional, sendo encontrado na quase totalidade dos textos normativos de todos os países, não só no que se refere a materiais de impermeabilização, mas a materiais de construção em geral.

A incorporação de inovações tecnológicas ou avaliação de novos materiais é bastante dificultada por uma normalização do tipo prescritiva. Um novo material tem que se afirmar no mercado num prazo mínimo de cinco anos, para posteriormente começar a ser discutida sua especificação, acarretando sérios problemas para os envolvidos no segmento da impermeabilização.

PICCHI (1986) refere que a normalização prescritiva jamais acompanhará o ritmo da inovação tecnológica no setor pois, até que os materiais hoje utilizados sejam especificados, outros terão surgido, e assim por diante. Observa-se que na Europa, embora a normalização seja prescritiva e trate praticamente só de produtos betuminosos, é utilizado o sistema de “Certificados de Homologação” para avaliação de sistemas de impermeabilização não tradicionais, cobrindo-se assim a lacuna deixada pela normalização prescritiva.

O mesmo autor informa que para fazer frente a estes problemas, inerentes à normalização prescritiva, surgiu o novo conceito de normalização de desempenho, que tem como principais objetivos o incentivo à inovação tecnológica e a possibilidade de avaliação de novas soluções.

Este tipo de normalização contribui para o aperfeiçoamento da normalização prescritiva de materiais e sistemas tradicionais, fornecendo subsídios para o estabelecimento de características exigidas do material, cuja influência no comportamento em utilização seja conhecida. Além disso, pode servir para comparar sistemas tradicionais entre si ou com produtos não tradicionais.

PICCHI (1991) refere que o processo de normalização é dinâmico e por isso necessita de aperfeiçoamento constante. Tem-se observado, inclusive, que o Sistema de normas de impermeabilização vem passando por completas revisões.

As normas da ABNT disponíveis hoje cobrem a especificação de materiais e métodos de ensaio, base de qualquer sistema de impermeabilização. Todavia ainda faltam normas de desempenho para ampliar o conjunto de materiais e sistemas possíveis de serem avaliados e, principalmente, normas que definam com mais clareza sobre aplicação, reforços, números de demão, consumos, etc; normas de execução que englobem cuidados na aplicação; normas de projeto que indiquem os sistemas mais adequados a cada situação; normas de controle de qualidade.

### 2.7.1 Comparação das normas de impermeabilização no Brasil e no mundo

PICCHI (1986) diz que o principal objetivo da normalização de desempenho é afastar as barreiras e acreditar nas inovações tecnológicas visto que, é partir desses parâmetros que se obtêm a avaliação do comportamento de novos produtos,



evitando restrições às possíveis soluções. Em um mercado que possui uma grande variedade de produtos e sistemas ainda não cobertos pela normalização prescritiva e que apresenta grande dinamismo, com freqüentes lançamentos de novos produtos, como é o mercado de impermeabilização no Brasil, refere o autor que parece bastante vantajosa a adoção de uma normalização de desempenho.

Esta normalização forneceria meios para o usuário (projetista, aplicador ou consumidor final) avaliar as inovações, de forma a poder descartar em análise preliminar aquelas que demonstrem não possuir qualidades potenciais para cumprir sua função, evitando assim onerosas experiências em escala real.

Na Europa já funciona há 40 anos um sistema de avaliação de produtos não tradicionais para a construção civil, baseado em “Certificados de Homologação”, também conhecidos como *Agrément Technique*, na França, ou “Documento de Idoneidad Técnica”, na Espanha. (PICCHI, 1986).

O objetivo deste sistema é conseguir que todo material, equipamento ou processo novo que a indústria lance no mercado seja submetido a um estudo técnico rigoroso num centro de investigações, com a finalidade fundamental de definir sua utilização mais correta, permitindo ao fabricante conhecer através de pesquisa as características reais de seu produto e ao usuário saber se um novo material ou processo são adequados à determinada finalidade, sem precisar realizar diretamente uma pesquisa específica.

#### 2.7.1.1 Regulamentação de novos materiais para impermeabilização

No caso do Brasil, a metodologia de descrição da execução e utilização dos sistemas de impermeabilização, parece adequada, para todos os sistemas cujos materiais encontrem-se cobertos por especificações da ABNT. Quanto aos novos materiais, somente a implantação de um sistema baseado em certificados de homologação possibilitará uma solução definitiva, no sentido da orientação ao meio técnico quanto às formas corretas de execução e utilização. (SIQUEIRA FILHO, 1991).

Um sistema deste tipo, entretanto, depende da implantação de uma estrutura que demanda investimentos significativos, dependendo via de regra de subsídios governamentais. Além disso, este sistema só tem sentido se possuir um caráter abrangente, envolvendo as diversas partes da edificação, devendo ter âmbito nacional. O setor de impermeabilização não pode, portanto, tomar iniciativas isoladas no sentido da implantação deste sistema baseado em Certificados de Homologação, mas pode, na qualidade de um setor que dele mais necessita, pela sua rápida evolução, somar-se a outros segmentos da construção civil, na busca de sua implantação, a médio prazo, no Brasil.

De imediato, diversas ações podem ser tomadas, visando criar as condições para a implantação futura deste sistema, que podem também trazer frutos imediatos, no sentido de fornecer mais informações ao meio técnico.

Dentre estas ações, podemos destacar o desenvolvimento de uma normalização de desempenho, para o setor, adequada às condições brasileiras, que deve ser acompanhada de estudos quanto às solicitações impostas às impermeabilizações.

Uma Comissão de Estudos, composta por especialistas, a partir de um aprofundamento teórico e de experimentação valendo-se de métodos de cálculo, medições em protótipos, modelos ou estruturas em utilização, poderia, por exemplo, classificar as coberturas em diversos graus de movimentação e fissuração, em função de sua forma, dimensões, forma de execução, hipóteses de cálculo, etc., correlacionando cada grau com exigências, de elasticidade, resistência à tração ou outras propriedades dos sistemas de impermeabilização.

O desenvolvimento de uma norma de desempenho deve seguir os mesmos caminhos de uma norma prescritiva, ou seja, o debate técnico em uma Comissão de Estudos da ABNT. Pelo volume maior de pesquisa que exige, o que inclui via de regra o desenvolvimento de novos métodos de ensaio e respectivos equipamentos, é interessante que um programa de pesquisa seja efetuado preliminarmente, de forma que a Comissão de Estudos inicie seu trabalho a partir de um texto-base. A concretização deste programa, que envolve custos significativos, depende da união de todos os setores envolvidos: usuários, aplicadores, fabricantes de materiais, entidades de classe e governamentais, entre outros.

### **3 METODOLOGIA**

O objetivo deste trabalho foi o levantamento dos principais problemas relacionados à impermeabilização de lajes de cobertura. Este levantamento foi realizado através de informações coletadas junto ao meio técnico envolvido, ou seja: projetistas estruturais, empresas construtoras, empresas fornecedoras de concreto pré-misturado (concreteiras) e empresas executoras de serviços de impermeabilização (aplicadores).

Os dados foram obtidos através de questionários específicos a cada grupo que estão apresentados no anexo A.

Os questionários foram enviados por meio de correio, sendo anexados aos questionários envelopes já selados para resposta. Este procedimento contribuiu para a grande taxa de retorno obtido, conforme será apresentado no capítulo 4.

#### **3.1 População e Amostragem**

A população alvo foi formada por Projetistas; Construtoras; Concreteiras e Aplicadores, segundo os seguintes critérios:

- Projetistas estruturais: foram selecionados 16 Projetistas, atuantes na cidade de Porto Alegre, colaboradores das empresas construtoras selecionadas.
- Construtoras: Foram selecionadas 56 empresas construtoras atuantes no mercado de construção e incorporação imobiliária de edifícios com mais de 1 economia em Porto Alegre. Os projetistas arquitetônicos foram considerados

juntamente com as construtoras, já que o projeto arquitetônico é o que dá início ao processo de execução de um empreendimento, desde a etapa de aprovação junto aos órgãos públicos e estudos de viabilidade econômica.

- Concreteiras: foram selecionadas 8 empresas de concreto pré-misturado, estabelecidas na cidade de Porto Alegre, sendo este o total de empresas atuantes no período do estudo.

- Aplicadores: 10 empresas aplicadoras de impermeabilização foram selecionadas para esta amostra. O critério adotado foi de selecionar somente os aplicadores filiados à Associação Sul Brasileira de Impermeabilização do Rio Grande do Sul (ASBI-RS).

### **3.2 Instrumento de Coleta de Dados**

Foi construído um instrumento para a coleta de dados do estudo, sob a forma de questionário (Anexo A), onde foram registradas todas as respostas dos entrevistados.

Na organização do questionário teve-se como princípio fundamental a simplicidade, através de número de perguntas não elevado. Adotou-se este critério com o objetivo de facilidade de preenchimento e conseqüentemente alto índice de retorno.

Os instrumentos utilizados foram assim compostos:

- Projetistas: questionário contendo 7 questões, sendo 4 perguntas estruturadas e 3 semi-estruturadas.
- Construtoras: questionário contendo 12 questões, sendo 8 perguntas estruturadas e 4 semi-estruturadas.
- Concreteiras: questionário contendo 4 questões, sendo 3 estruturadas e 1 semi-estruturada.
- Aplicadores: questionário contendo 12 questões, sendo 8 estruturadas e 4 semi-estruturadas.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

Neste capítulo serão apresentados os resultados e feitas algumas análises preliminares.

Uma vez terminada a coleta de dados da pesquisa realizada com projetistas, construtoras, concreteiras e aplicadores da cidade de Porto Alegre, acerca de problemas e cuidados com impermeabilização em lajes de cobertura analisadas e, concluída a organização destes, iniciou-se a análise dos resultados.

Para facilitar a compreensão dos resultados, todas as tabelas estão acompanhadas de comentários adicionais.

### **4.1 Análise dos Questionários**

Verificou-se que as taxas de retorno foram elevadas, sempre acima de 61%, evidenciando a facilidade do preenchimento do questionário, bem como interesse dos entrevistados pelo tema.

#### **4.1.1 Taxa de Retorno**

Os índices obtidos foram:

**Tabela 1 – Análise dos questionários**

<b>Participantes</b>	<b>Nº de questionários enviados</b>	<b>Nº de respostas</b>	<b>%</b>
Projetistas	16	11	69,0
Construtoras	56	34	61,0
Concreteiras	8	7	87,0
Aplicadores	10	7	70,0
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>	<b>59</b>	<b>-</b>

Nos itens que seguem serão apresentadas as perguntas feitas para cada participante e as respostas obtidas, sendo os dados apresentados na forma de tabelas.

#### 4.1.1.1 Resultados dos projetistas

Aqui são apresentados os dados referentes às respostas obtidas junto aos projetistas e os respectivos questionamentos conforme consta do questionário no Anexo A.

a) **Pergunta 1:** São feitas considerações especiais no dimensionamento de coberturas e terraços para diminuir as movimentações térmicas, estruturais, etc., objetivando ajudar o sistema de impermeabilização? Sim ou não ?

**Tabela 2 – Resultados para pergunta 1 – Projetistas**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	8	72,7
Não	3	27,3
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

As considerações especiais no dimensionamento dos terraços são importantes para auxiliar o sistema de impermeabilização e mesmo assim 27,3% dos entrevistados não adotam nenhum cuidado especial.

b) **Pergunta 2** - Em caso afirmativo, que tipo de considerações especiais são projetadas ?

**TABELA 3 – Resultados sobre a pergunta 2 - Projetistas**

<b>Tipos considerados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Laje cobertura isolada das paredes (alvenaria portante)	3	21,5
Continuidade das lajes com armadura negativa nos apoios	2	14,3
Cinta de concreto na ligação laje-platibanda	2	14,3
Preocupação com as variações térmicas	2	14,3
Reforço de canto	2	14,3
Lajes treliçadas nos terraços	1	7,1
Juntas de dilatação	1	7,1
Cargas extras de enchimento	1	7,1
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

Várias considerações são adotadas pelos projetistas no dimensionamento das lajes com o objetivo de preservar a estrutura e conseqüentemente o sistema de impermeabilização.

Houve um caso, entre os entrevistados, em que o projetista argumenta que levar em consideração as diferenças de temperatura no cálculo para dimensionamento de concreto de lajes de cobertura gera custo elevado e eficácia duvidosa.

c) **Pergunta 3** - Os projetos de lajes de cobertura consideram o uso de isolamento térmico ? Sempre / nunca / somente quando o cliente solicita ?

**Tabela 4 – Resultados para a pergunta 3 – projetistas**

<b>Considerados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sempre	6	54,5
Nunca	2	18,2
Somente quando o cliente solicita	3	27,3
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

Embora seja o projetista arquitetônico quem define o uso ou não do isolamento térmico, esta preocupação deveria estender-se também ao projetista estrutural. Reforçando este fato pode ser citado PIRONDI (1997), ao mencionar que a estabilidade das estruturas e durabilidade da impermeabilização é aumentada pelo uso do isolamento térmico, em virtude de reduções nas movimentações provenientes da variação térmica.

d) **Pergunta 4** - Existe consulta ou recomendação por parte das construtoras sobre a necessidade de cuidados especiais no dimensionamento de coberturas e terraços ? Sim ou não ?

**Tabela 5 – Resultados para a pergunta 4 - projetistas**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	3	27,3
Não	8	72,7
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

O volume de respostas “não” (72,7%) traduz o descaso ou o desconhecimento do meio técnico (construtores) sobre a importância dos cuidados especiais que devem ser adotados nas lajes de cobertura que, se não adotados, podem vir a comprometer o seu desempenho.



e) **Pergunta 5** - As Normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas a nossa realidade ? Sim ou não ?

**Tabela 6 – Resultados para a pergunta 5 - projetistas**

<b>Situação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	3	27,3
Não	7	63,7
Não conhece as normas	1	9,0
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

O principal motivo que conduz os projetistas a resposta “não” (63,7%) está ligado ao fato da norma brasileira não tratar o assunto de forma regional, especificamente as bruscas variações térmicas em curto espaço de tempo.

f) **Pergunta 6** - Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado ?

**Tabela 7 – Resultados para a pergunta 6 – projetistas**

<b>Sugestões</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Adaptar a Norma Brasileira para cada região em função do variação térmica e umidade relativa do ar	3	23,0
Indicar a inclinação para os ralos, igual ou maior que 1%.	1	9,0
A última laje c/ concreto menos poroso	1	7,75
Necessidade de indicar uma cinta de concreto para ancoragem da impermeabilização	1	7,75
Elaborar capítulos específicos de patologias estruturais e suas manifestações	1	7,75
Nenhuma sugestão	6	46,0
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>100</b>

Para mais de um projetista a norma brasileira não está adequada a nossa realidade climática. Entretanto, 46,0% dos entrevistados não apresentaram nenhuma sugestão.

g) **Pergunta 7** - Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

**Tabela 8 – Resultados para a pergunta 7 – projetistas**

<b>Sugestões</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Maior interação entre os projetistas de impermeab. com o restante da equipe, antes do início da obra	1	9,1
Orientações mais detalhadas dos profissionais para os projetistas	2	18,2
Apresentação de rotinas normativas para execução de detalhes específicos das estruturas de concreto	1	9,1
Observar as diferenças de temperatura em especial no Rio Grande do Sul onde se apresentam os maiores problemas	1	9,1
Nenhuma consideração	6	54,5
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100</b>

A maioria dos entrevistados (54,5%) preferiu não opinar. Dois projetistas alertam para a necessidade de interação entre as construtoras e os mesmos.

Para POLISSENI (1993), a interação entre os profissionais responsáveis pela qualidade da laje de cobertura, desde a fase inicial com o cálculo estrutural, passando pela definição do projeto de impermeabilização até a execução, resultará na qualidade em termos de estanqueidade à água .

#### 4.1.1.2 Resultados das Construtoras

São apresentados nesta etapa os dados referentes as respostas obtidas junto às Construtoras e os respectivos questionamentos.

a) **Pergunta 1** - Nas obras executadas pela Construtora, é realizado Projeto de Impermeabilização ? Sim ou não ?

**Tabela 9 – Resultados sobre a pergunta 1 – Construtoras**

Situação	Quantidade	%
Sim	14	41,2
Não	20	58,8
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

O índice de respostas “não” (61,8%) indica que muitas obras estão sendo construídas sem o projeto de impermeabilização estando, portanto, vulneráveis às improvisações e possíveis insucessos ou não atendimento do desempenho requerido.

Este fato vai em sentido contrário ao que estabelece Picchi (1986) sobre o significado de um projeto de impermeabilização, ou seja, “ projeto é tão importante que ele é que será a linha mestra, tanto para a execução dos serviços como para a fiscalização”.

b) **Pergunta 2** - Em caso positivo, especificamente para lajes de cobertura, quando o projeto de impermeabilização é realizado: antes do início da obra ? Junto com o projeto estrutural ? Na contratação da empresa de impermeabilização ? Outra situação ?

**Tabela 10 – Resultados sobre a pergunta 2 – Construtoras**

<b>Alternativas</b>	<b>Quantidade De respostas dadas</b>	<b>%</b>
Antes do início da obra	1	7,1
Junto com o projeto estrutural	9	64,4
Na contratação da empresa de impermeabilização	3	21,4
Outra situação	1	7,1
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>

As correções no Projeto de Impermeabilização são simples se forem feitas junto com a execução do Projeto Estrutural. A dificuldade reside quando os pesquisados realizam o projeto de impermeabilização no momento da contratação da empresa impermeabilizadora (23,1%). Como exemplo das dificuldades pode-se citar: desníveis, encaixe em soleiras, caimentos para coletores.

GRANATO (1991) orienta que o projeto de impermeabilização deverá ser desenvolvido em conjunto com o projeto geral e projetos setoriais o que possibilitará que previsões relativas a especificações em termos de dimensões, cargas, testes e detalhes sejam feitas.

c) **Pergunta 3** - A Construtora especifica isolamento térmico para lajes de cobertura? Nunca / Sempre / Deixa a critério da empresa impermeabilizadora ?

**Tabela 11 – Resultados sobre a pergunta 3 – Construtoras**

<b>Situação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Nunca	6	17,6
Sempre	21	61,7
Deixa a critério da empresa impermeabilizadora	4	11,7
Outras situações	3	9,0
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

O índice 61,7% indica forte preocupação das Construtoras com a proteção e durabilidade da impermeabilização em função do bem estar do usuário. Entretanto, 17,6% dos profissionais nunca especifica isolamento térmico provavelmente encurtando a vida útil do material impermeabilizante em troca de uma economia duvidosa. As opções de “outras situações” sugeridas pelos entrevistados foram: a) esperar pelo arquiteto; b) somente quando a obra é contratada; c) estudar a melhor saída com a impermeabilizadora. O resultado “nunca” (17,6%) é equivalente ao valor observado na pergunta 3 dos projetistas, onde foi indicado que cerca de 18% nunca especificam o uso de isolamento térmico.

d) **Pergunta 4** - A Construtora solicita à concreteira algum traço especial para o concreto da laje de cobertura ? Sim ou não ?

**Tabela 12 – Resultados sobre a pergunta 4 – Construtoras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	2	5,9
Não	32	94,1
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

A pergunta elaborada teve a finalidade de verificar se a construtora adota algum traço especial para o concreto da laje de cobertura visando diminuir a fissuração.

e) **Pergunta 5** - Em caso positivo, que tipo de especificação especial é solicitada para o concreto desta laje ?

**Tabela 13 – Resultados sobre a pergunta 5 – Construtoras**

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Depende do entendimento entre a Construtora e o calculista	1	2,95
$f_{ck}$ e relação a/c	1	2,95
Sem respostas	32	94,1
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Confirmando o resultado da resposta anterior, 94% dos entrevistados não apresentam nenhuma sugestão.

f) **Pergunta 6** - A Construtora adota algum cuidado especial para a execução da laje de cobertura ? (Antes, durante e após a execução)?

**Tabela 14 – Resultados sobre a pergunta 6 - Construtoras**

<b>Situação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	14	41,2
Não	20	58,8
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Demonstrado na tabela 14 uma menor preocupação das Construtoras com a qualidade do concreto da última laje. Destacando que 58,8% não consideram a laje de cobertura merecedora de atenção, reafirmando as considerações feitas na tabela 12.

g) **Pergunta 7** - Em caso positivo, qual o cuidado adotado ?

**Tabela 15 – Resultados sobre a pergunta 7 – Construtoras**

<b>Cuidados</b>	<b>Quantidade De respostas dadas</b>	<b>%</b>
Cura	8	40,0
Em alvenaria estrutural a laje de cobertura separada da última alvenaria	1	5,0
Espessura maior ou igual a 10 cm desvinculada da edificação	1	5,0
Elaboração de projeto estrutural prevendo menor fissuração	3	15,0
Laje projetada com reforços nas extremidades para evitar patologias	2	10,0
Dilatação nas platibandas	1	5,0
Realização de 2 impermeabilizações: pintura e manta	1	5,0
Execução de contrapiso de 2 cm como proteção térmica	1	5,0
Detalhes no Projeto Estrutural tendo em vista questões de retração/dilatação	1	5,0
Utilização de Caixas de esgoto pluvial com 250 mm	1	5,0
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>100</b>

Cabe salientar que na tabela 3 existem 20 respostas tendo em vista que algumas Construtoras especificaram mais de um cuidado, sendo a cura o fator preponderante nas respostas das Construtoras com 40,0%.

A divulgação dos diversos cuidados, citados na pesquisa, necessários à execução da última laje, entre o meio técnico melhoraria a qualidade das construções.

Cabe registrar que os percentuais são referentes às construtoras que declaram tomar cuidados especiais, ou seja, 41,2% conforme a Tabela 14.

h) **Pergunta 8** - É comum ocorrerem problemas de infiltração nas lajes de cobertura executada pela Construtora, após a execução da impermeabilização? Sim ou não?

**Tabela 16 – Resultados sobre a pergunta 8 – Construtoras**

<b>Situação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	5	14,7
Não	29	85,3
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

A Tabela acima demonstra um baixo índice de reclamações dos usuários às Construtoras no que diz respeito ao item impermeabilização.

i) **Pergunta 9** - Em caso positivo, poderia indicar os locais mais freqüentes dessas infiltrações constatadas pela Construtora? (Ralos / Rodapés / Ao longo dos conduítes / Por fissuras eventuais no corpo da laje / Na sobreposição da impermeabilização / outros locais)?

**Tabela 17 – Resultados sobre a pergunta 9 – Construtoras**

<b>Locais</b>	<b>Quantidade de respostas dadas</b>	<b>%</b>
Ralos	7	46,7
Rodapés	4	26,5
Ao longo dos eletrodutos	0	0
Por fissuras eventuais no corpo da laje	2	13,4
Na sobreposição da impermeabilização	0	0
Outros locais	2	13,4
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100</b>

Ralos e rodapés são pontos críticos no sistema de impermeabilização pela dificuldade de acabamento do substrato na fase de preparação e dificuldade de moldagem do produto impermeabilizante na fase de execução.

GODOY e BARROS (1997) destacam alguns defeitos causados pelos aplicadores e operários quando da execução:

- Não arredondamento de cantos e arestas;
- falta de argamassa de regularização;
- execução de impermeabilização sobre base úmida ou sobre base empoeirada.

j) **Pergunta 10** - As Normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas as nossas realidades de projeto, execução e condições de exposição ? Sim ou não ?

**Tabela 18 – Resultados sobre a pergunta 10 – Construtoras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	14	41,2
Não	10	29,4
Outras respostas	10	29,4
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Um percentual de 41,2% dos construtores acham as Normas Brasileiras relativas ao assunto impermeabilização genéricas, desatualizadas e superficiais. O



que já ficou comprovado na tabela 6 que aponta os resultados da mesma pergunta feita aos projetistas.

l) **Pergunta 11** - Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado ?

**Tabela 19 – Resultados sobre a pergunta 11 – Construtoras**

<b>Sugestões</b>	<b>Quantidade De respostas Dadas</b>	<b>%</b>
Deficiências nas Normas Brasileiras relativas à impermeabilização	11	32,35
Não tem informação	1	2,95
Não sabem	1	2,95
Não responderam	21	61,75
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

Cabe ressaltar que embora 41,2% das construtoras não achem as normas adequadas, conforme mostra a Tabela 18, aproximadamente 68% não apresentam sugestões sobre as necessidades de modificações, podendo ainda ser destacado que aqueles que opinaram positivamente apenas indicam deficiências, sem apresentar alternativas.

m) **Pergunta 12** - Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

**Tabela 20 – Resultados sobre a pergunta 12 – Construtoras**

<b>Sugestões</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
A impermeabilização é baseada em informações técnicas dos catálogos dos fabricantes	1	2,57
Encontrar soluções para patologias como fissuras ou trincas ao longo do rodapé de ancoragem da impermeabilização	1	2,57
Projeto Estrutural prevendo laje com caimento para ralos sem uso de contrapisos	1	2,57
Adequação das normas em função de nosso gradiente térmico e utilização de sistemas construtivos diferenciados	1	2,57
Soluções específicas para lajes de cobertura (novas técnicas)	1	2,57
Abordagem ampla sobre isolamento térmico, em especial no RS	1	2,57
Dúvidas sobre o que se aplica primeiro: isoterminia ou impermeabilização	1	2,57
Mais orientações aos projetistas	1	2,57
Mais orientações aos acadêmicos durante o Curso de Engenharia	2	5,94
Não opinaram	25	73,5
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>100</b>

A tabela 20 revela um grande número de profissionais que não opinaram. Entretanto, mostra também a imensa carência de informações técnicas mais detalhadas no setor da impermeabilização.

#### 4.1.1.3 Resultados das Concreteiras

Aqui são apresentados os resultados referentes as perguntas feitas às Concreteiras sobre impermeabilização em lajes de cobertura.

a) **Pergunta 1** - A Empresa dispõe de um traço específico de concreto para terraços e coberturas ? Sim ou não ?

**Tabela 21 – Resultados sobre a pergunta 1 – Concreteiras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	2	28,5
Não	5	71,5
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Uma boa impermeabilização começa com um concreto adequado às solicitações, ou seja, de acordo com os esforços que a área a ser impermeabilizada será submetida. Deve ser sempre lembrado que os terraços são áreas sujeitas a grandes movimentações higrotérmicas, onde a utilização de concretos com elevados teores de cimento podem facilitar a ocorrência de fissurações prejudiciais ao sistema de impermeabilização. Mesmo com estas características diferenciadas 71,5% das concreteiras não fazem recomendações especiais.

b) **Pergunta 2** - A Empresa aconselha aos clientes a necessidade de utilizar-se traços especiais de concreto para lajes de cobertura ? Sim ou não ?

**Tabela 22 – Resultados sobre a pergunta 2 – Concreteiras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	2	28,5
Não	5	71,5
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Embora a maioria das concreteiras (71,5%) não tenham um traço especial para concreto de laje de cobertura, seu desenvolvimento seria tarefa fácil e sua divulgação aos clientes uma necessidade para a melhoria da estanqueidade nas construções.

c) **Pergunta 3** - Os clientes consultam sobre a necessidade de utilizar-se traços especiais nos concretos de terraços e coberturas ? Sim ou não ?

**Tabela 23 – Resultados sobre a pergunta 3 – Concreteiras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	0	0
Não	7	7
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Infelizmente o meio técnico (construtoras) ainda não despertou para a necessidade do uso de traços especiais nos concretos de coberturas, mesmo com toda a tecnologia colocada a disposição.

Embora duas concreteiras afirmem ter traços específicos para lajes de cobertura, quando solicitado pelas construtoras, estas por sua vez não consultam sobre tal necessidade.

d) **Pergunta 4** - Em caso afirmativo, quais são as características destes traços?

**Tabela 24 – Resultados sobre a pergunta 4 – Concreteiras**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Concreto com baixa permeabilidade	1	12,5
Concreto hidráulico	1	12,5
Utilização de Impermeabilizante na massa de concreto	1	12,5
Utilização de superplastificante na massa de concreto	1	12,5
Trabalhabilidade acima de $12 \pm 1$ cm	1	12,5
Cura conveniente com o tipo do concreto	1	12,5
Não responderam	2	25,0
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

Embora não sendo solicitado pelos clientes a utilização de traços especiais em concretos de cobertura as concreteiras dispõem de tecnologia e meios para essa conscientização junto ao meio profissional. Uma das concreteiras define concreto hidráulico como sendo um concreto de baixa permeabilidade , muito utilizado em reservatórios d'água para abastecimento pela CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento).

Cabe ressaltar que neste item se obteve mais de uma sugestão por entrevistado.

#### 4.1.1.4 Resultados dos Aplicadores

Aqui são apresentados os resultados sobre as perguntas feitas aos Aplicadores quanto à impermeabilização em lajes de cobertura.

a) **Pergunta 1** - Nas obras executadas pela empresa é usual a existência de projeto de impermeabilização ? Sim ou não ?

**Tabela 25 – Resultados sobre a pergunta 1 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	0	0
Não	7	100
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

As Construtoras não têm projeto de impermeabilização, segundo os aplicadores, conforme ficou demonstrado na tabela acima. Contudo, retomando a análise dos resultados das Construtoras, observa-se uma evidente controvérsia porque, na tabela 9, 38,2% das construtoras afirmam a existência de projeto de impermeabilização nas obras por elas executadas.

Esta contradição é preocupante porque, em princípio observa-se que as Normas Brasileiras não estão sendo seguidas. Cita-se o exemplo da NBR-9575/98 que trata de Projeto de Impermeabilização cujo objetivo é a “fixação de condições e

diretrizes exigíveis para a concepção da impermeabilização e critérios para a elaboração do projeto de impermeabilização” [ABNT, 1998].

b) **Pergunta 2** - Qual o percentual de empresas construtoras que possuem o projeto de impermeabilização em suas obras ? 10% - 25 % - 50% - 100% - outro percentual ?

**Tabela 26 – Resultados sobre a pergunta 2 – Aplicadores**

<b>Percentual</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
10%	6	85,7
25%	0	0
50%	0	0
100%	0	0
Outras respostas	1	14,3
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

A falta de um projeto específico de impermeabilização implica em improvisações que na obra podem gerar soluções quase sempre insatisfatórias. Todavia, segundo 85,7% dos aplicadores entrevistados, apenas 10% das Construtoras possuem projeto de impermeabilização.

Outras respostas foram dadas por 14,3% dos aplicadores entrevistados, para a pergunta 2, dizendo que apenas 40% das Construtoras elaboram projeto de impermeabilização.

c) **Pergunta 3** - Os contatos feitos pela Construtora (cliente) são efetuados somente para fins de orçamento e execução ? Sim ou não ?

**Tabela 27 – Resultados sobre a pergunta 3 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	5	72,0
Não	2	28,0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

O índice 72% reforça a falta de interesse das construtoras com o projeto de impermeabilização.

d) **Pergunta 4** - Existe alguma interferência da empresa aplicadora no projeto de impermeabilização ? Sim ou não ?

**Tabela 28 – Resultados sobre a pergunta 4 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	4	57
Não	3	43
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Novamente depara-se com uma controvérsia preocupante. Só que desta vez entre os próprios aplicadores visto que, na tabela 25, 100% deles afirmam que nas obras executadas não existe projeto de impermeabilização. Já na tabela 26, 85,7% apontam um percentual de 10% de Construtoras que elaboram projetos de impermeabilização e, 14,3% (na tabela referida) apontam um percentual de 40% (de Construtoras que elaboram projetos) percentual este que está implícito em “outras respostas”.

Este quesito deixa a desejar porque, o que se pode considerar é que 57,0% dos aplicadores não confirmam a resposta dada para a pergunta 1, analisada através da tabela 25, ou seja, como interferir num projeto de impermeabilização se ele não existe ? Fica evidente que o apoio técnico que as empresas aplicadoras de impermeabilização prestam aos clientes além de ser tímido é controvertido. Isso poderá gerar insegurança para os usuários.

e) **Pergunta 5** – Em caso positivo, que tipo de interferência ou detalhes são definidos pela empresa aplicadora ?

**Tabela 29 – Resultados sobre a pergunta 5 – Aplicadores**

<b>Tipo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Todos os detalhes	1	14,2
Diferença dos níveis para soleiras e caimentos	1	14,2
Questionam o projeto	1	14,2
Não responderam	4	57,4
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Na impermeabilização a quantidade de detalhes existentes e que devem ser cuidados é muito extensa, embora os tipos de interferência destacados pelas empresas aplicadoras sejam modestos. Aliás, se analisadas as respostas dadas pelos respectivos entrevistados, nem poderia haver interferência junto aos clientes haja vista a falta de projeto de impermeabilização conforme já ficou demonstrado anteriormente.

f) **Pergunta 6** – A empresa utiliza isolamento térmico nas lajes de cobertura? Sempre / nunca / Somente quando o cliente solicita?

**Tabela 30 – Resultados sobre a pergunta 6 - Aplicadores**

<b>Situação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sempre	2	28,0
Nunca	0	0
Somente quando o cliente solicita	5	72,0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Pela importância que o isolamento térmico representa no sistema de impermeabilização, deixar o seu uso a cargo do cliente (72,0%) é um risco muito grande, que pode comprometer a solução adotada, podendo implicar em insatisfação dos clientes com a empresa aplicadora.



g) **Pergunta 7** - É comum ocorrerem problemas de infiltração nas lajes de cobertura impermeabilizadas pela empresa ? Sim ou não ?

**Tabela 31 – Resultados sobre a pergunta 7 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	0	0
Não	7	100
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Levando em consideração as obras executadas até a data da pesquisa a resposta dos entrevistados nesta questão (100%) é surpreendente. Para tanto, basta analisar as figuras apresentadas no capítulo 2 deste trabalho, que traduzem outra realidade existente nas construções, ou seja, problemas sérios no que tange à impermeabilização.

h) **Pergunta 8** - Em caso positivo, que tipos de problemas e locais mais freqüentes ocorrem essas infiltrações ?

**Tabela 32 – Resultados sobre a pergunta 8 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Perfuração feita por terceiros	1	14,2
Sem respostas	6	85,8
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Nota-se um desencontro de informações entre as perguntas 7 e 8.

i) **Pergunta 9** - As Normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas as nossas realidades de projeto, execução e condições de exposição ? Sim ou não ?

**Tabela 33 – Resultados sobre a pergunta 9 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Sim	5	72,0
Não	2	28,0
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Número significativo de aplicadores (72%) acham que as Normas Brasileiras são adequadas as nossas realidades.

j) **Pergunta 10** - Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado ?

**Tabela 34 – Resultados sobre a pergunta 10 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Especificação de proteção térmica	1	33,33
Modernizar soluções técnicas	1	33,33
Observar variações climáticas	1	33,34
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>

A pesquisa mostra a preocupação dos aplicadores com as condições climáticas na região sul, sendo este aspecto também citado pelos projetistas na tabela 7, sendo que deve ser ressaltado que somente 3 aplicadores apresentaram esta preocupação.

l) **Pergunta 11** - Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

**Tabela 35 – Resultados sobre a pergunta 11 – Aplicadores**

<b>Respostas</b>	<b>Quantidade</b>	<b>%</b>
Mudar a cultura das incorporadoras sobre a necessidade de projeto de impermeabilização	1	14,2
Maior divulgação das normas	1	14,2
Obrigatoriedade de Projeto de impermeabilização junto às Prefeituras municipais	1	14,2
Evitar interferências de terceiros	1	14,2
Sem respostas	3	43,2
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

A conscientização do meio técnico para a necessidade de projeto de impermeabilização é importante porque através dele são definidos detalhes, interferências com outras instalações, materiais e serviços.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões apresentadas a seguir são válidas para as condições específicas do levantamento efetuado. Apesar da taxa de retorno ter sido elevada (sempre maior que 60%), várias respostas não eram conclusivas, evidenciando, provavelmente, um desconhecimento sobre o tema. Em relação ao universo estudado, podem ser estabelecidas as seguintes considerações:

- Projetistas estruturais: foram selecionados 16 Projetistas, atuantes na cidade de Porto Alegre, colaboradores das empresas construtoras selecionadas.
- Construtoras: foram selecionadas 56 empresas construtoras atuantes no mercado de construção e incorporação imobiliária de edifícios com mais de uma economia em Porto Alegre, levando-se em consideração o porte da Cidade, este universo de empresas é bastante significativo.
- Concreteiras: foram selecionadas 8 empresas de concreto pré-misturado, estabelecidas na cidade de Porto Alegre, sendo este o total de empresas atuantes no período do estudo.
- Aplicadores: foram selecionadas 10 empresas aplicadoras de impermeabilização para esta amostra. O critério adotado foi de selecionar somente os aplicadores filiados à Associação Sul Brasileira de Impermeabilização do Rio Grande do Sul (ASBI-RS), que é um órgão que atua como orientador de critérios mínimos de qualidade, utilização do Código de Ética e obediência às Normas Técnicas.

## 5.1 Conclusões

Levando-se em consideração a importância do tema tratado, cabe ressaltar alguns tópicos julgados relevantes, a partir da análise dos questionários.

A análise dos questionários mostrou que não há unanimidade entre as construtoras na execução do projeto de impermeabilização, agravado pelo fato que a utilização do isolamento térmico entre o meio técnico não ser generalizado. Relativo à adequação das normas brasileiras à nossa realidade, a maioria dos projetistas acha que não está adequada, nas construtoras existe um equilíbrio de opiniões e, entre os aplicadores a maioria considera as normas adequadas.

A pouca importância dada pelas construtoras aos sistemas de impermeabilização traz como consequência as manifestações patológicas apontadas no item 2.5.5, relativas a problemas de:

- infiltrações junto a ralos;
- desnível insuficiente em soleiras;
- fissuras e infiltrações em lajes de cobertura;
- má preparação do substrato; entre outros.

Os problemas de infiltração nas lajes de cobertura, apresentados através das fotos e, que afetam a vida útil da edificação, causando desgaste emocional e desconforto físico ao usuário, poderiam ser evitados se fossem tomados alguns cuidados, tais como:

- projeto executivo detalhado;
- execução dos serviços em conformidade com as normas técnicas;
- boa qualidade dos materiais empregados;
- utilização permanente de isolamento térmico.

Para se chegar a estas conclusões, foi de grande importância o alto índice de retorno dos questionários enviados ao meio técnico envolvido. Através das respostas e comentários dos entrevistados, cujo universo foi composto por

projetistas, construtoras, concreteiras e aplicadores, ficou demonstrado a importância do assunto impermeabilização, especificamente para lajes de cobertura, na busca de maior conforto ao usuário e no aumento da vida útil do sistema impermeabilizante aplicado.

Constatou-se que alguns projetistas não fazem considerações especiais no cálculo das lajes de cobertura visando a diminuição das movimentações térmicas e estruturais com conseqüente ajuda ao sistema impermeabilizante. Importante salientar que quase metade das respostas dos entrevistados consideram em seus projetos o uso do isolamento térmico uma obrigatoriedade. Em contrapartida um número expressivo de projetistas acham as Normas Brasileiras relativas ao assunto inadequadas à nossa realidade climática em função das bruscas variações térmicas que podem ocorrer em curto espaço de tempo. E nem mesmo esta constatação motivou a outra metade dos entrevistados a especificar obrigatoriamente em seus projetos o uso do isolamento térmico.

As construtoras que acusaram o uso de projeto de impermeabilização em suas obras em contraponto à totalidade dos aplicadores que indicaram a inexistência do mesmo não explicaram o que entendem como projeto de impermeabilização, qual o nível de detalhamento, o tipo de especificação dos materiais, etc.

Pelas respostas dadas nota-se uma quase total despreocupação das construtoras quanto à adoção de um traço especial para o concreto da laje de cobertura. Consideram a última laje igual a todas as outras lajes que constituem a obra. E surpreendem com os percentuais altos de não ocorrência de infiltrações nas lajes de cobertura executadas pelas mesmas, em claro contraste com a documentação fotográfica deste trabalho.

As concreteiras em sua grande maioria não dispõem e não aconselham o uso de um traço específico de concreto para a execução da laje de cobertura, o que seria de extrema valia para a melhoria da estanqueidade do sistema. Ficando também demonstrado total desinteresse ou desconhecimento por parte das construtoras da necessidade de utilizar-se esses traços.

Os aplicadores em grande número deixam a cargo do cliente o uso do isolamento térmico nas lajes de cobertura, quando na realidade deveria ser uma obrigação de todo o corpo técnico envolvido no processo de proteção impermeável das construções a utilização desse isolamento. Outra contradição se faz presente quando os aplicadores são questionados sobre problemas de infiltração em lajes de cobertura impermeabilizada pelos mesmos e suas respostas indicam a inexistência de problemas. Mais uma vez as fotos que compõem este trabalho indicam outra realidade.

O somatório de todas as considerações estabelecidas pelo meio técnico, aliada a uma troca de informações entre os profissionais seria um grande passo para o entendimento e a solução dos problemas objetivando a qualidade na construção e a satisfação do usuário.

## **5.2 Sugestões para Novos Estudos**

Para que se tenha uma maior compreensão das causas que levam a tantos insucessos na estanqueidade das lajes de cobertura e auxiliar o meio técnico na prevenção e orientação da melhor maneira de execução dos sistemas de impermeabilização parece clara a necessidade de aprofundar novos estudos com o objetivo de aumentar as informações e melhorar os serviços.

Pode-se sugerir:

- Levantamento dos problemas de estanqueidade em escala maior;
- Investigação da eficiência dos isolamentos térmicos na durabilidade impermeabilização;
- Análise e caracterização dos materiais empregados na execução dos sistemas de impermeabilização com problemas;
- Avaliação do grau de satisfação dos usuários com os sistemas de impermeabilização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização – NBR 8083**. Rio de Janeiro, 1983.
- 2 \_\_\_\_\_. **Elastômeros em solução para impermeabilização – NBR 9396**. Rio de Janeiro, 1986.
- 3 \_\_\_\_\_. **Execução de impermeabilização – NBR 9574**. Rio de Janeiro, 1986.
- 4 \_\_\_\_\_. **Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização – NBR 9685**. Rio de Janeiro, 1986.
- 5 \_\_\_\_\_. **Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização – NBR 9687**. Rio de Janeiro, 1986.
- 6 \_\_\_\_\_. **Materiais e sistemas de impermeabilização – NBR 9689**. Rio de Janeiro, 1986.
- 7 \_\_\_\_\_. **Coletânea de Normas Técnicas de Impermeabilização**. Rio de Janeiro, 1994.
- 8 \_\_\_\_\_. **Membrana acrílica com armadura para impermeabilização – NBR 13321**. Rio de Janeiro, 1995.
- 9 \_\_\_\_\_. **Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes – NBR 13724**. Rio de Janeiro, 1996.
- 10 \_\_\_\_\_. **Projeto de impermeabilização – NBR-9575**. Rio de Janeiro, 1998.
- 11 \_\_\_\_\_. **Seleção de Impermeabilização – NBR 12190**. Rio de Janeiro, 2001.
- 12 AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. A guide to the use of waterproofing, damproofing, protective, and decorative barrier systems for concrete. ACI 515. IR-79, In: AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **Manual of concrete practice**. Detroit, Farmington Hills, 1996



- 13 AMERICAN SOCIETY OF TESTING AND MATERIALS. Standard Test Method for Half Cell Potential of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete. ASTM C 976. In: **Annual Book of ASTM Standards**, 1982
- 14 ARAÚJO, Marco Antonio C. da Silva. **Materiais impermeabilizantes: como diminuir perdas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 15 AZEVEDO, Antonio Carvalho de. **O Preço da Impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993. p. 17-20.
- 16 BARROS, Sidney; FORNASARO, André. **Contratação de obras de re-execução de impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 17 BARROS, Sidney. **A formação de mão de obra para impermeabilização – controle de qualidade**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 18 BÉRTOLO, Tania. Impermeabilização: A prova d'água. **Téchne**, n. 51, mar/abr 2001, p. 20-21.
- 19 BEER, H.R.; SARNAFIL C.H. **Flexible Polyolefinic roofing membrane**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IWA, 9., Amsterdam, 1995.
- 20 BIBLOTECA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCION. **Lesiones em los edificios – Síntomas, causas y repación**. Barcelona/España: Ediciones CEAC, [s.d.]
- 21 BOCCHILE, Cláudia. Construção: dinheiro pelo ralo. Texto extraído de **Construção Mercado**, n. 8 – original. Correio Eletrônico: [http://www.piniweb.com/revistas/index.asp?swsswwn=72&MATE6\\_C...](http://www.piniweb.com/revistas/index.asp?swsswwn=72&MATE6_C...) 04/03/2002, p. 3.
- 22 BORIGATO, Itamar Castellano. **O Controle da qualidade será a chave para o Século XXI**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993, p. 331-339.
- 23 CANTU, Carlos César Micalli. **Gerenciamento total de serviços em impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997, p. 154-169.
- 24 CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION. **Hidrofugos des surfaces – choix et mise oeuvre**. Bruxelles, 1982.
- 25 CREMONINI, Ruy A.; JOHN, V.M. **Manutenção dos Edifícios, uma visão sistêmica**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 10., São Paulo, novembro de 1989. São Paulo, Escola Politécnica da USP.

- 26 CULLEN, William C. **O papel da NRCA na garantia de qualidade em processos de construção de coberturas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 27 CUNHA, Aimar G. da; NEUMANN, Walter. **Manual de impermeabilização e isolamento térmico: como projetar e executar.** 5. ed. Rio de Janeiro: Taxsa, 1979.
- 28 DAL MOLIN, D. C. C.; CAMPAGNOLO, J. L. A importância do controle de qualidade e seu papel na prevenção de patologias em marquises. In: SIMPÓSIO SOBRE PATOLOGIA DAS EDIFICAÇÕES. **Anais...** Porto Alegre: CPGEC/UFRGS, 1989.
- 29 DINIS, Henrique. **A impermeabilização e o usuário – Proposta para classificação dos sistemas impermeabilizantes, segundo suas características físico-mecânicas e de aderência ao substrato.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997, p. 224-235.
- 30 ELFRING, W.H. **Pure Acrylic emulsions for exterior coatings.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TINTAS, 4., [s.end.], outubro de 1995.
- 31 FARINA, Neuza M. Trauzzola; GRANATO, José Eduardo. **A Patologia na Impermeabilização.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991, p. 270.
- 32 FAVETA, Arnaldo; FANTINI, Edson; BORIGATO, Itamar C. et al. **Comportamento dos materiais utilizados como armaduras em sistemas de impermeabilização.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 33 FELIPE, Milton. A Ética da Impermeabilização. **O Empreiteiro.** Informe Técnico - Instituto Brasileiro de Impermeabilização, São Paulo, ago. 1991, p. 38-39.
- 34 GODÓY, Eduardo Henrique Pinheiro de; BARROS, Márcia Bottura de. **A avaliação de desempenho dos sistemas de impermeabilização com argamassa polimérica.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997, p. 206-218.
- 35 GRANATO, José Eduardo. **Projeto de Impermeabilização.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991. p. 124-140.
- 36 \_\_\_\_\_. **Qualidade de mantas asfálticas no Brasil** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 37 INFANTI FILHO, Rolando. **O avanço, a difusão e as aplicações do asfalto elastomérico em sistemas de impermeabilização.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.

- 38 INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO – IBI . Execução de impermeabilização na construção civil – extrato da NB-279. **Boletim Técnico Informativo**, II v. mar/abr, 1977, p. 2.
- 39 INTERNACIONAL ORGANIZATION for Standartization. **Guidance on the preparation of performance standards in buildings London**, 1979 (ISO-Draft Proposal 6241).
- 40 KILLIUS D.; SHAH A. Polypropylene resins for geomembranes. In: GRI SEMINAR, 8., Philadelphia, PA. **Proceedings**. [s.d].
- 41 MATICHARD et al. Lining systems using polypropylene – Geomembrane in waste landfill. In: EuroGeo, 1. **Proceedings**. October, 1994
- 42 NASCIMENTO, Edson Roberto. **A importância da padronização em serviços de impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997.
- 43 OLIVEIRA, Paulo Sérgio Ferreira; MEHLICH, Ernesto Leo; SMARZARO, Mizael Lázaro et al. **Novas Tecnologias para impermeabilização em obras de construção civil**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 11.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 3., Rio de Janeiro, março de 2000.
- 44 OTTO BAUMGART. Impermeabilização de Estruturas. **VEDACIT**. 17 ed. [s.e], 2000.
- 45 PICCHI, Flávio Augusto. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Pini, 1986.
- 46 \_\_\_\_\_. **Normalização de Impermeabilização ao nível da Empresa**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 47 PINTO, José Antonio do Nascimento. **Relações entre Projeto e Execução de Impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 48 \_\_\_\_\_. **A impermeabilização como requisito para comprar um imóvel**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997.
- 49 PIRONDI, Z. **Manual prático da impermeabilização e de isolamento térmica**. SBR, São Paulo : Artes Gráficas Ltda., 1979
- 50 POLISSENI, Antônio Eduardo. **Lajes de Cobertura dos Edifícios: interação entre a qualidade do concreto e o sub-sistema Estrutura Portante e o sub-sistema Impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993, p. 353-360.

- 51 PORCELLO, Ernani Camargo. **Impermeabilização**. Porto Alegre, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Escola Técnica de Engenharia Civil, 1998.
- 52 POZZOLLI. Impermeabilização – Relatório Especial: as primeiras obras de impermeabilização. Informe Técnico, **O Empreiteiro**, ago. 1991, p. 37-38.
- 53 REUNION INTERNATIONALE DE LABORATOIRES D'ESSAIS ET MATERIAUX. Measurement of Hardened Concrete Carbonation Depth: recommendation CPC-18. **Materials and Structures**, 21 v. n. 126, nov. 1988.
- 54 REZENDE, Pedro Ivan de; REZENDE, Pedro Ivan Prado de. O prazo de garantia relativo à restauração do serviço de impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 55 RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: Pini, 1996.
- 56 SAARIMA, J.; SNECK, T.; WAANANEM, M. **Performance analysis of floors**. In: JOINT RILEM-ASTM-CIB. SYMPOSIUM, Philadelphia, ASTM, 1972.
- 57 SCHILD, Erich; OSWALD, Rainer; ROGIER, Dietmar; et al. **Estanquidade Impermeabilizacion en la edificacion**. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados, 1978. Tomo 1.
- 58 SCHLAEPFER, C. Bernardo R.; CUNHA, Roberto da. **Impermeabilização e Recuperação Estrutural**. Rio de Janeiro, Sika do Brasil S/A, 2001.
- 59 SCHOLTES, P. R. **Times da Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- 60 SEEGER and MULLER. Limit of stress and strain: design criteria for protective layers for geomembranes in landfill liner systems. In: Eurogeo, 1. **Proceedings** October 1996.
- 61 SCHMITT, Carin Maria. **Impermeabilizações de Coberturas**. Porto Alegre, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1990.
- 62 SIQUEIRA FILHO, Firmino S. **Impermeabilização no Brasil e no Mundo**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991, p. 231-239.
- 63 \_\_\_\_\_. **Juntas de Dilatação**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 64 \_\_\_\_\_. **Coberturas sustentáveis e determinação do estado da impermeabilização**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997, p. 255-258.
- 65 SOUZA, Julio Cesar Sabadini de. **Impermeabilização dos pisos do pavimento tipo de edifícios**: diretrizes para o projeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997.

- 66 SPRINGER, Richard Robert; MARCONDES, Fernando Alfredo Paris. **A responsabilidade civil do fabricante de materiais impermeabilizantes pelo fato do produto.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997.
- 67 STEPHANES, Marcelo; HILU, Egberto Acyr Pereira. **Mão-de-obra:** matéria prima para a qualidade e produtividade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 68 STORTE, M.; TEZUKA, Y. **Látex Estireno Butadieno:** aplicação em concreto de cimento e polímero. São Paulo: EPUSP, 1991
- 69 TORELLI, Ariovaldo José, BORIGATO, Itamar Castelano; GRANATO, José Eduardo. **Sistema Impermeabilizante com mantas em múltiplas camadas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 70 USSAN, Sérgio. **Roteiro para reexecução de impermeabilização de terraço – Paciente.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 8., São Paulo, setembro de 1993.
- 71 USSAN, Sérgio. **Introdução à impermeabilização.** São Paulo: Palanca, 1995.
- 72 UHER, T.E.; WOLLASTON, B.V. **Quality aspects of wet area construction in residential buildings.** In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON MANAGEMENT, QUALITY AND ECONOMICS IN HOUSING AND OTHER BUILDING SECTORS, Lisboa, 1991.
- 73 VERÇOZA, Enio J. **Impermeabilizações com Emulsões Asfálticas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 7., São Paulo, outubro de 1991.
- 74 VICENTINI, Wilson Roberto. **As soluções para os problemas de impermeabilização.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 10., São Paulo, novembro de 1997.

# **ANEXOS**

# ANEXO A – INSTRUMENTOS DE PESQUISA

## PROJETISTAS

1. São feitas considerações especiais no dimensionamento de coberturas e terraços para diminuir as movimentações térmicas, estruturais, etc... objetivando ajudar o sistema de impermeabilização?

SIM

NÃO

2. Em caso afirmativo, que tipo de considerações especiais são projetadas?

---

---

---

---

---

---

3. Os projetos de lajes de cobertura consideram o uso de isolamento térmico?

Sempre

Nunca

Somente quando o cliente solicita

4. Existe consulta ou recomendação por parte das construtoras sobre a necessidade de cuidados especiais no dimensionamento de coberturas e terraços?

SIM

NÃO

5. As normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas a nossa realidade?

SIM

NÃO

6. Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado?

---

---

---

---

---

---

7. Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

---

---

---

---

---

---

Responsável pelo preenchimento:

\_\_\_\_\_ CREA

(Nome por extenso)

\_\_\_\_\_

(Assinatura)



## CONSTRUTORAS

1. Nas obras executas pela Construtora, é realizado Projeto de Impermeabilização?

SIM

NÃO

2. Em caso positivo, especificamente para lajes de cobertura, quando o projeto de impermeabilização é realizado?

Antes do início da obra

Junto com o projeto estrutural

Na contratação da empresa de impermeabilização

Outra situação .....

3. A Construtora especifica isolamento térmico para lajes de cobertura?

Nunca

Sempre

Deixa a critério da empresa impermeabilizadora

4. A Construtora solicita à concreteira algum traço especial para o concreto da laje de cobertura?

SIM

NÃO

5. Em caso positivo, que tipo de especificação especial é solicitada para o concreto desta laje?

---



---



---

6. A Construtora adota algum cuidado especial para a execução da laje de cobertura?

(Antes, durante e após a execução)

SIM

NÃO

7. Em caso positivo, qual o cuidado adotado?

---



---



---

8. É comum ocorrerem problemas de infiltração nas lajes de cobertura executada pela Construtora, após a execução da impermeabilização.

SIM

NÃO

9. Em caso positivo, poderia indicar os locais mais freqüentes dessas infiltrações constatadas pela Construtora.

Ralos

Rodapés

Ao longo dos conduítes

Por fissuras eventuais no corpo da laje

Na sobreposição da impermeabilização

Outros locais .....

10. As normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas as nossas realidades de projeto, execução e condições de exposição ?

SIM

NÃO

11. Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado?

---



---



---

12. Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

---



---



---

Responsável pelo preenchimento:

---

(Nome por extenso) CREA

---

(Assinatura)

## CONCRETEIRAS

1. A Empresa dispõe de um traço específico de concreto para terraços e coberturas?

SIM

NÃO

2. A Empresa aconselha aos clientes a necessidade de utilizar-se traços especiais de concreto para lajes de cobertura?

SIM

NÃO

3. Os clientes consultam sobre a necessidade de utilizar-se traços especiais nos concretos de terraços e coberturas?

SIM

NÃO

4. Em caso afirmativo, quais são as características destes traços.

---

---

---

---

---

---

Responsável pelo preenchimento:

---

(Nome por extenso)

CREA

---

(Assinatura)

## APLICADORES

1. Nas obras executadas pela Empresa é usual a existência de projeto de impermeabilização?

SIM

NÃO

2. Em caso positivo, especificamente para lajes de cobertura, quem é o responsável pelo projeto de impermeabilização?

A Construtora

A própria empresa aplicadora através de contratos prévios com o cliente

3. Qual o percentual de empresas Construtoras que possuem o projeto de impermeabilização em suas obras:

10%

25%

50%

100%

Outro percentual .....

4. Os contatos feitos pela Construtora (cliente) são efetuados somente para fins de orçamento e execução ?

SIM

NÃO

5. Existe alguma interferência da empresa aplicadora no projeto de impermeabilização?

SIM

NÃO

6. Em caso positivo, que tipo de interferência ou detalhes são definidos pela empresa aplicadora?

---



---



---

7. A Empresa utiliza isolamento térmico nas lajes de cobertura?

Sempre

Nunca

Somente quando o cliente solicita

8. É comum ocorrerem problemas de infiltração nas lajes de cobertura impermeabilizadas pela Empresa?

SIM

NÃO

9. Em caso positivo, que tipos de problemas e locais mais freqüentes ocorrem essas infiltrações ?

---



---



---



---

10. As normas brasileiras relativas ao assunto são adequadas as nossas realidades de projeto, execução e condições de exposição?

SIM

NÃO

11. Em caso negativo, o que seria recomendável ser adotado ou modificado?

---



---



---

12. Caso ache necessário alguma outra consideração não coberta pelas questões acima, favor relacionar.

---



---



---



---

Responsável pelo preenchimento:

\_\_\_\_\_  
(Nome por extenso)

\_\_\_\_\_  
CREA

\_\_\_\_\_  
(Assinatura)

**ANEXO B:**  
**CÓDIGO DE ÉTICA DA IMPERMEABILIZAÇÃO,**  
**INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS DO RAMO DE**  
**IMPERMEABILIZAÇÃO E LISTA DE NORMAS DA ABNT**  
**RELATIVAS À IMPERMEABILIZAÇÃO**

**CÓDIGO DE ÉTICA DA IMPERMEABILIZAÇÃO**

Art. 1º - Dar à impermeabilização sua devida importância, tê-la sempre no mais alto conceito e não praticar nem permitir a prática de atos que comprometam seu desempenho.

Art. 2º - Interessar-se por tudo que diga respeito à impermeabilização e com tal finalidade contribuir com seus conhecimentos, capacidade e experiência para melhor servir à coletividade.

Art. 3º - Exercer o trabalho profissional com lealdade, dedicação e honestidade para com seus clientes, e com espírito de justiça e equidade para com os contratantes e empreiteiros.

Art. 4º - Não praticar qualquer ato que, direta ou indiretamente, possa prejudicar legítimos interesses de outros profissionais.

Art. 5º - Não solicitar nem submeter propostas contendo condições que constituam competição desleal de preços.

Art. 6º - Atuar dentro da melhor técnica e elevado espírito de colaboração, devendo, quando consultor, limitar seus pareceres aos fatos específicos que tenham sido objetivo da consulta.

Art. 7º - Colocar-se a par das normas que regem a fabricação e a aplicação de produtos para impermeabilização, visando cumpri-las corretamente e colaborar para sua atualização e aperfeiçoamento.

Art. 8º - Para os associados ficam adotadas, no que couber, as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Art. 9º - Não divulgar informações confidenciais obtidas de clientes ou associados.

Art. 10º - Responsabilizar-se pela qualidade e desempenho da impermeabilização, assumindo, inclusive, os prejuízos financeiros do cliente, desde que causados comprovadamente por falha ou deficiência de seu produto e/ou serviço.

### **INSTITUIÇÕES INTERNACIONAIS DO RAMO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

As Instituições Internacionais atuantes no segmento da impermeabilização são:

- AIE – Associação Internacional de Impermeabilização: reúne associações de profissionais de vários países e procura divulgar, discutir a nível institucional os problemas do setor, atuando em comitês internacionais e realizando congressos a cada três anos. Tem sede em Bruxelas e se reúne 3 vezes ao ano. O Instituto Brasileiro de Impermeabilização é membro efetivo.
  
- NRCA – National Roofing Contractors Association: é a maior associação do setor de impermeabilização no mundo, com mais de 3 mil membros, americanos ou não. Atua em todas as áreas, pesquisas, bolsas de estudo, publicações técnicas, normas, perícias e outros. Reúne todo e qualquer tipo de profissional da área. Sua sede é em Illinois, USA.
  
- R.I.E.I. – Roofing Industry Educational Institut: único instituto do mundo voltado exclusivamente para cursos de impermeabilização. Promove cursos nos Estados Unidos e Canadá. Com sede no Colorado, é aberto a qualquer profissional para freqüentar seus cursos. Os instrutores são profissionais independentes, selecionados de forma criteriosa e devem conhecer a fundo os assuntos sobre os quais expõem.
  
- U.L. – Underwriters Laboratory: é um Laboratório acreditado nos Estados Unidos para qualquer tipo de teste, seja de homologação ou de comprovação de qualidade. Não se exporta ou vende qualquer produto nos Estados Unidos sem sua marca de conformidade. Alguns países

também exigem o selo do U.L., principalmente quando existe financiamento norte-americano. Existe em várias cidades dos EUA.

- NIST – National Institute of Standards and Technology: corresponde à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), porém com laboratórios de testes e centros de pesquisa importantes. É muito atuante na área de impermeabilização, principalmente na área de normalização. Está localizado em Gaithersburg, Maryland, USA, tem a biblioteca mais completa sobre impermeabilização no mundo.
- RILEM – Associação Internacional dos Laboratórios: atua na fixação de recomendações de diretrizes internacionais e, no estudo de novos rumos e campos de pesquisa e desenvolvimento, dirigindo estudos e pesquisas para novos setores ou campos carentes. É internacional e o IBI faz parte do comitê de impermeabilização.

### **LISTA DE NORMAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT RELATIVAS À IMPERMEABILIZAÇÃO**

Cita-se abaixo as principais normas de impermeabilização e suas disposições:

- NBR 8083/83 – **Materiais e sistemas utilizados em impermeabilização** - define os termos técnicos utilizáveis às normas de impermeabilização: água de percolação; água sob pressão; agregados; alcatrão; argamassa impermeável; armadura; asfalto; asfalto modificado; asfalto oxidado; betume; camada berço; camada de amortecimento; carga; cartão; concreto impermeável; elastômero; emenda; emulsão asfáltica; emulsão asfáltica com carga; estanqueidade; feltro; feltro betumado; fibra; impermeabilização; infiltração; junta; ligante; mastique; manta; membrana; membrana asfáltica; membrana polímeros; pintura de proteção; pintura betuminosa; pintura primária; polímeros; processo de impermeabilização; proteção; sistema de impermeabilização; solução asfáltica; solução



asfáltica com carga; superposição; tecido; umidade do solo; véu de fibras de vidro e vulcanização.

- NBR 9396/86 – **Elastômeros em solução para impermeabilização** – fixa as condições exigíveis ao policloropreno e polietileno clorossulfonado em solução empregados em conjunto na impermeabilização. Condições específicas: policloropreno; polietileno clorossulfonado.
- NBR 9574/86 – **Execução de impermeabilização** – fixa as condições exigíveis na execução da impermeabilização, e se aplica a todas as obras sujeitas à impermeabilização. Na aplicação desta Norma é necessário consultar: NBR 8083 e 9575. Os termos técnicos utilizados neste Norma são definidos na NBR 8083.
- NBR 9575/98 – **Projeto de Impermeabilização** – fixa as condições e diretrizes exigíveis para a concepção da impermeabilização e critérios para a elaboração do projeto de impermeabilização. Na aplicação desta Norma é importante consultar as NBR's: 6118/80 – 8083/83 – 12170/92. Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições da NBR 8083. Os requisitos desta Norma são: características gerais; substrato a ser impermeabilizado; condições impostas à impermeabilização; detalhes construtivos; ensaios hidráulicos; camada separadora; proteção da impermeabilização; projetos que interferem no projeto de impermeabilização.
- NBR 9685/86 – **Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização** – fixa as condições exigíveis à emulsão asfáltica sem carga, destinada à execução de impermeabilização. Na aplicação desta Norma é necessário consultar: NBR-9574; ASTM D 140 (Bituminous materials, sampling); ASTM D 2939 (Emulsified bitumens used for use as protective coatings, testing).
- NBR 9687/86 – **Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização** – fixa as condições exigíveis à emulsão asfáltica com carga, destinada à execução de impermeabilização. Na aplicação desta

Norma é necessário consultar: NBR-9574; ASTM D 140 (Bituminous materials, sampling); ASTM D 2939 (Emulsified bitumens used for use as protective coatings, testing).

- NBR 9689 – **Materiais e sistemas de impermeabilização** – classifica os materiais e sistemas utilizados em impermeabilização e aplicados em obras de construção civil, não respondendo pelo desempenho dos mesmos. Para cada caso deve ser verificada a existência de norma específica. Na aplicação desta Norma é necessário consultar a NBR 8083. Define: aditivos impermeabilizantes; cimento impermeabilizante; cristalização; espuma rígida de poliuretano; lâminas metálicas; materiais auxiliares; materiais elaborados; materiais granulares; materiais de proteção; perfilado para vedação de juntas; pintura refletiva, poliestireno para proteção térmica; resinas epoxídicas; piche. A classificação dos materiais de impermeabilização é: matérias-primas; materiais elaborados; materiais auxiliares; materiais de proteção. A classificação dos sistemas de impermeabilização é: sistemas executados no local e sistemas pré-fabricados.
  
- NBR 12190/01 – **Seleção da Impermeabilização** – estabelece um sistema para a seleção da impermeabilização e local de seu emprego, para garantia da estanqueidade das partes construtivas sujeitas à ação de fluidos, seja nova, reforma ou acréscimo de edificações, túneis, barragens e obras de arte. Na aplicação desta norma é conveniente consultar: NBR 6118 – NBR 8083 – NBR 9575. Para os efeitos desta Norma aplicam-se as definições da NBR 8083 e as seguintes definições: impermeabilização; infiltração; estanqueidade; água de percolação; água sob pressão; água de condensação; umidade de solo; sistema de impermeabilização; impermeabilização rígida; impermeabilização flexível e processo de impermeabilização. Os requisitos desta Norma são: características gerais; Impermeabilização contra fluidos de percolação; impermeabilização contra fluidos atuando sob pressão unilateral ou bilateral; impermeabilização contra umidade do solo e impermeabilização contra fluidos de condensação.

- NBR 13321/95 – **Membrana acrílica com armadura para impermeabilização** – fixa as condições mínimas exigíveis para membrana acrílica à base de polímeros acrílicos termoplásticos em dispersão aquosa, destinada a impermeabilizar as superfícies que devem ficar expostas às intempéries, tais como: lajes dos tipos abóbodas, *scheds*, coberturas inclinadas, telhas pré-moldadas ou outras equivalentes, sobre as quais é limitado o trânsito para manutenção eventual. Para aplicação desta Norma é necessário consultar: NBR 7462 – NBR 10787 – ASTM D 570 (Water absorption of plastics) – ASTM G 53 (Light and water exposure apparatus – fluorescent UV-condensation type – for exposure of nonmetallic materials, ecr. Practice for operating). Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições: força de ruptura à tração; alongamento de ruptura à tração.
  
- NBR 13724/96 – **Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes** – fixa as condições exigíveis para a construção de membranas asfálticas para impermeabilização, moldadas no local, com uma a três armaduras dos seguintes tipos: a) armadura tecida, sintética, de poliéster, resinada e termoestabilizada (NBR 9689); b) armadura não tecida, sintética, de poliéster (NBR 9689); c) armadura não tecida, inorgânica, de fibras de vidro. Foge ao escopo desta Norma a composição de membranas asfálticas com mais de um tipo de asfalto ou mais de um tipo de armadura. Na aplicação desta Norma é necessário consultar: NBR 7462 – NBR 8083 – NBR 9227 – NBR 9574 – NBR 9686 – NBR 9689 – NBR 9910 – NBR 9953 – NBR 9956 – NBR 10787 – NBR 13121 – ASTM D 570 ( Test method for water absorption of plastics). Os termos técnicos desta Norma estão definidos na NBR 8083.