



**ENTAC2006**

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO | XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

## **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS DE FACHADAS: DEFICIÊNCIAS EM JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO SELADAS**

**Fabiana A. Ribeiro (1); Mercia M.S. Bottura de Barros(2)**

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: fabiana.ribeiro@poli.usp.br

(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: mercia.barros@poli.usp.br

### **RESUMO**

**Proposta:** Nos últimos anos, as juntas de movimentação seladas vêm sendo incluídas na produção de revestimentos cerâmicos de fachadas, reconhecidas por serem elemento essencial para acomodar os movimentos da fachada e minimizar seus efeitos. No entanto, estas juntas têm sido focos de manifestações patológicas. Com o objetivo de contribuir na identificação e prevenção deste problema, o este artigo apresenta as causas das deficiências e fatores a serem observados na especificação e execução das juntas de movimentação seladas. **Método de pesquisa/abordagens:** este artigo apresenta parte da pesquisa de mestrado intitulada “Diretrizes para especificação de juntas de movimentação em revestimento cerâmico de fachadas” em que foi realizada revisão da bibliografia nacional e internacional disponível sobre o assunto e levantamento de campo. **Resultados:** foram elencadas as possíveis causas de falhas em juntas seladas **Contribuições/Originalidade:** o levantamento em campo e da bibliografia existente sobre este assunto, ainda pouco estudado no Brasil, cumpre o objetivo de contribuir na solução e prevenção do problema.

**Palavras-chave:** junta de movimentação; revestimento cerâmico; fachada; manifestações patológicas; selante .

### **ABSTRACT**

**Propose:** The ultimate years, the movement joint has been included in the production of ceramic cladding of facade, because this is an essential element to accommodate the facade movements minimizing its effects. However, the movement joint has been the focus of the pathologies. In order to contribute with a solution of the problematic of the movement joint application this work shows the causes of deficiencies and factors to be observed in the specification and execution of the movement joint. **Methods:** In this work was done a national and international bibliographical research about the movements joint. Besides was done a field research. **Originality/value:** The information obtained of these research was organized in a document titled Guidelines to especificate the joint movements in ceramics cladding of facade. There are no similar works in Brasil.

**Keywords:** movement joint; ceramic cladding; facade; sealant; construction pathologies

## 1 INTRODUÇÃO

As juntas de movimentação seladas são aberturas projetadas para permitir movimento e acomodar tensões em painéis de revestimentos e vêm sendo incluídas na produção de revestimentos cerâmicos de fachadas como elemento construtivo essencial em muitas obras. Constituem-se, portanto em detalhe construtivo concebido para evitar que tensões devidas às movimentações da estrutura, bem como as tensões causadas pelas contrações e expansões dos materiais constituintes do sistema de revestimento, sejam introduzidas e se propaguem nos painéis de revestimentos.

Devido ao relativo pouco tempo de utilização das juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos, os subsídios para sua especificação, projeto e técnicas de produção não se encontram suficientemente sistematizados na literatura nacional, tornando os critérios utilizados para as decisões de projeto experiências individuais e, muitas vezes, de canteiro de obra. Uma vez não adequadamente projetadas e executadas, as juntas de movimentação acabam se tornando focos de manifestações patológicas.

A ocorrência de manifestações patológicas relacionadas às juntas de movimentação seladas em fachadas relativamente recentes tem tornado sua utilização polêmica, pois, de forma contrária ao seu objetivo inicial, as juntas acabam comprometendo estética e funcionalmente o revestimento e onerando os custos de manutenção da edificação.

Este trabalho apresenta parte da pesquisa de mestrado intitulada “*Diretrizes para especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas*”, descrevendo as manifestações patológicas mais comuns em revestimentos cerâmicos de fachadas relacionadas às juntas de movimentação seladas. As possíveis causas e alguns fatores a serem observados na sua especificação e execução são também apresentados.

## 2 DEFICIÊNCIAS EM JUNTAS SELADAS

O principal desafio na produção da junta selada fazê-la durável, ou seja, com capacidade contínua de acomodar os movimentos impostos pela estrutura e camadas de revestimentos, sem apresentar nenhum problema que comprometa sua estanqueidade e estética.

Temoche Esquivel (2002), ao visitar 330 empreendimentos na cidade de São Paulo, pôde observar que grande parte das manifestações em revestimentos cerâmicos surgiu nas juntas, seja por deterioração do selante das juntas na forma de manchamento ou pela presença de fissuras e mesmo do destacamento de placas cerâmicas, como mostrado na Tabela 2.1.

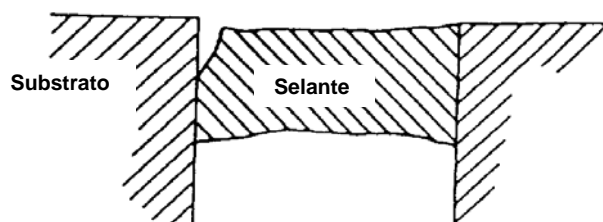
**Tabela 2.1 – Ocorrência de problemas patológicos (TEMOCHE ESQUIVEL, 2002)**

Descrição	Número de ocorrências	Porcentagem
Deterioração do selante das juntas por manchamento	107	32,6 %
Descolamento de placas cerâmicas, verificado no dia da visita	14	4,2 %

A durabilidade da junta selada está relacionada a cuidados na execução, além de fatores de degradação e envelhecimento do material selante. As juntas de revestimento têm seus materiais degradados pelos agentes naturais, além de serem solicitadas também pelas ações das movimentações da estrutura e as ações intrínsecas dos revestimentos. As principais deficiências são descritas a seguir.

### 2.1 Perda de adesão do selante

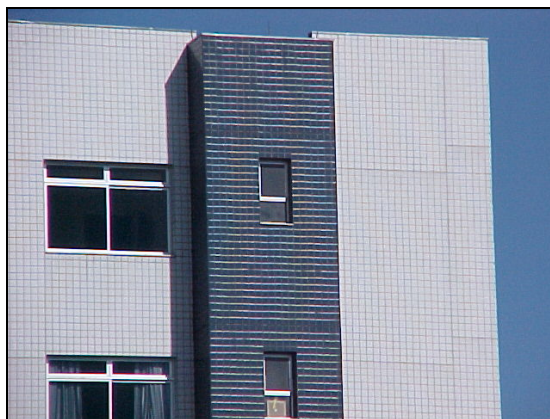
A perda de adesão é o tipo o mais comum de falha do selante. É a perda da ligação entre o material selante e o substrato (figura 2.1) e implica na perda de função do selante, resultando em problemas de estanqueidade no sistema de revestimento. A adesão do selante está relacionada à sua capacidade de aderência ao substrato e sua obtenção e manutenção em longo prazo é o ponto principal do sucesso de uma junta.



**Figura 2.1 – Ruptura adesiva: perda de adesão do selante**

Fonte: Chew (1999)

Um exemplo do problema ocorreu em um edifício de construção recente, com 2,5 anos de construção (figura 2.2). A perda das propriedades de adesão do material selante aplicado ocorreu em todas as fachadas. Segundo informações fornecidas pelo diretor técnico da construtora responsável pela obra, a falha em todas as juntas resultou em infiltração nos apartamentos aproximadamente 18 meses após ter sido aplicado, tendo sido necessária a substituição total do preenchimento das juntas de movimentação. Neste caso, o custo dos prejuízos gerados superou em no mínimo cinco vezes o custo inicial da execução das juntas.



**Figura 2.2 –Edifício residencial cujo preenchimento da juntas de movimentação foi totalmente substituído**

Segundo Ledbetter, Hurley e Sheehan (1998), a falha na adesão pode se originar durante a aplicação do selante com muita facilidade. Alguns fatores críticos a serem observados, para evitar que a falha na adesão ocorra, são relacionados a seguir:

**Condições de superfície:** qualquer tipo de contaminação ou partículas soltas deve ser removido da superfície a ser aderida. A superfície também deve estar seca.

**Primer:** o uso de primer é recomendado pelos fabricantes em alguns casos. Deve ser aplicado o produto para o tipo de selante utilizado, observando o tempo de secagem recomendado.

**Preenchimento da junta:** deve ser observada a colocação correta do limitador de profundidade ou fita isoladora de modo a fornecer a área de adesão adequada e evitar o terceiro ponto de adesão.

**Temperatura inicial da junta:** A temperatura inicial da junta no momento de aplicação do selante influencia no modo em que ela irá trabalhar. Recomenda-se que a instalação do selante seja realizada em temperaturas medianas, a fim de que ela não trabalhe sob tração extrema ou compressão extrema.

**Acabamento final eficaz:** o acabamento final bem realizado é fundamental para remover as bolhas do ar, para assegurar o perfeito contato com o substrato e obter o perfil correto do selante.

Além destes fatores, a perda de adesão também pode ocorrer por falhas na especificação ou no desempenho do material selante:

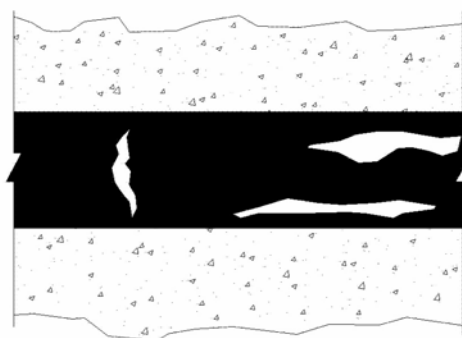
- o selante é inadequado para o substrato e não o adere;
- o selante torna-se resistente e mais limitado em sua potencialidade de movimento e falha eventualmente porque pode não mais absorver o movimento exigido.
- a junta tem largura insuficiente, de modo que o selante não tem outra possibilidade a não ser romper em sua adesão com o substrato. Embora inicialmente esta possa aparecer ser uma falha do selante, na inspeção da junta, tamanho dos painéis, e os gradientes da temperatura indicam uma falha do projeto.

Apesar da expectativa de vida útil das juntas ser de até 20 anos (Ledbetter, Hurley e Sheehan (1998), segundo projeto de norma de desempenho Pr 02:136.01.004 (ABNT, 2004), a durabilidade exigida para selantes em fachadas de edifícios é de 3 a 5 anos, sendo a aderência o critério exigido.

## 2.2 Falha coesiva do selante

A coesão é a propriedade do selante em se manter homogêneo e íntegro, sem que ocorra a ruptura interna, quando solicitado até o limite de suas propriedades. A falha coesiva é uma falha dentro do corpo do material do selante, como ilustra a figura 2.3. Esta também resulta em problemas de estanqueidade na junta e começa freqüentemente com um entalhe pequeno no material selante.

Segundo ACI (1995), a causa mais provável de uma falha coesiva do selante é a ocorrência de um movimento da junta maior do que a capacidade que o selante tem de suportá-lo. De forma análoga, a falha coesiva poderá ocorrer caso seja usado um selante que tenha capacidade de movimentação menor do que a especificada para a junta.



**Figura 2.3 – Falha coesiva em junta selada**  
TREMCO, 2000

Segundo Klosowski (1998), na recuperação de juntas com ruptura coesiva as opções são:

- ampliar a junta de modo que um selante com a mesma capacidade de movimento que o original irá trabalhar;
- deixar a junta do mesmo tamanho e substituir por um selante com capacidade de movimentação maior que o selante rompido.

A adesão e a coesão são as propriedades do selante em se manter homogêneo e íntegro, sem que ocorra a ruptura interna, quando solicitado até o seu limite. Estas propriedades podem ser avaliadas pelo método de ensaio prescrito pela ASTM C719 (ASTM, 2005).

### 2.3 Manchamento do selante

O manchamento é um efeito visual esteticamente inaceitável causado pelos materiais selantes sobre as superfícies circundantes às quais os selantes estão aderidos.

Dependendo de sua formulação e da qualidade de seus componentes, um selante pode manchar uma superfície exposta adjacente, devido à migração do seu solvente (figura 2.4). Dessa forma, o solvente pode descolorir a superfície do substrato ou atrair poluição ou partículas do ambiente.



**Figura 2.4 – Manchamento do selante**

Fonte: Degussa

Na cidade de Belo Horizonte os empreendimentos ilustrados pelas figuras de 2.5 e 2.6, ambos com aproximadamente 09 anos de construção, tiveram seus revestimentos totalmente comprometidos devido aos problemas de manchamento do revestimento pelo selante. Os revestimentos de ambas fachadas foram completamente substituídos.

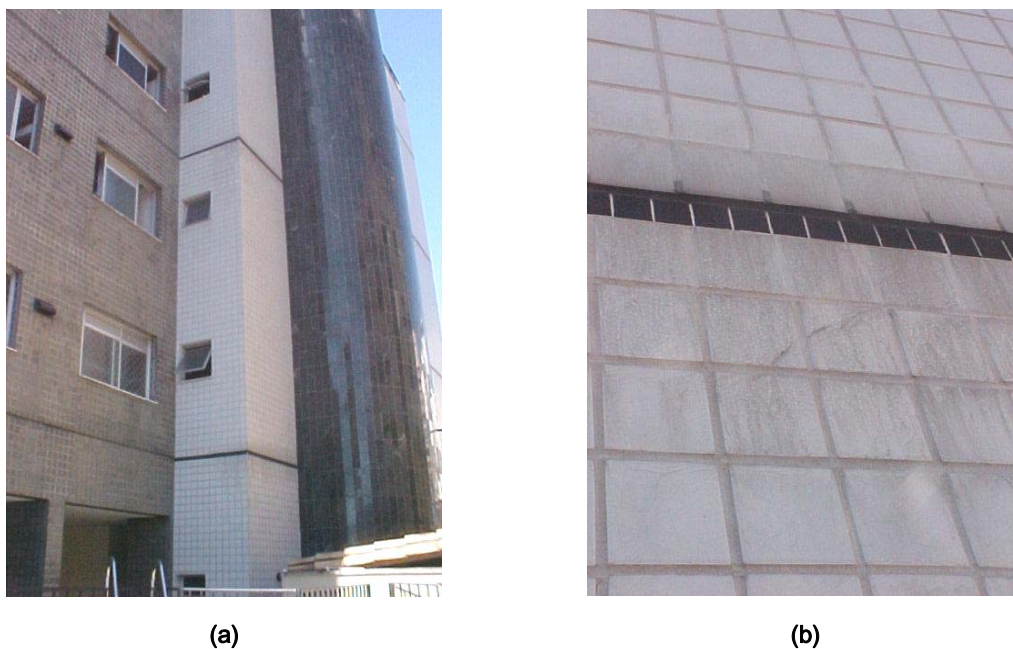
Segundo ASTM C1193 (2005), a remoção do manchamento, tanto em substratos porosos quanto em superfícies não porosas, é difícil, mas não é impossível. Segundo o documento, a remoção pode ser obtida utilizando-se um material apropriado ao tipo de fluido, tipo da poluição ambiental ou partículas de sujeira.

A ASTM C920 (2002) especifica o método de ensaio ASTM C510 (1997) pelo qual o selante não deverá apresentar nenhum manchamento na superfície em uma base argamassa cimentícia. Entretanto, Carbary e Kimball (2005), advertem que no caso dos revestimentos cerâmicos este não é o melhor método, pois é mais aplicável para avaliar a compatibilidade dos selantes com mármore e granitos. O método recomendado pelos consultores para avaliação do manchamento ASTM C1248 (2004).





**Figura 2.5 – Edifício residencial. Fachada comprometida por manchamento do selante**



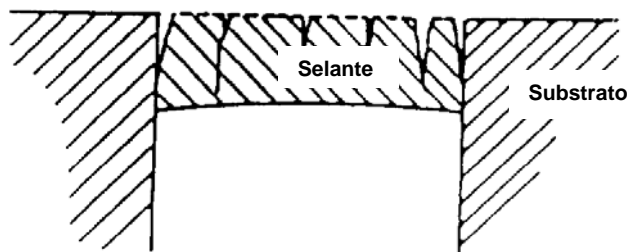
**Figura 2.6 – (a) Edifício residencial. Fachada comprometida por manchamento do selante; (b) Detalhe do manchamento do revestimento pelo selante**

## **2.4 Enrijecimento e craquelamento do selante**

Os selantes empregados em ambientes exteriores devem suportar as variações climáticas e atmosféricas. Segundo a ASTM C1193 (ASTM, 2005), de modo geral, o fim da vida útil do selante se dá principalmente pela foto-degradação causada pelos raios ultravioleta e pela ação do intemperismo.

A exposição à radiação solar, o envelhecimento devido ao calor e a contaminação atmosférica podem reduzir a durabilidade do selante. Segundo Cognard (2004), o calor, a chuva e a luz solar podem degradá-los levando à oxidação, exsudação dos seus constituintes, extração dos aditivos tais como plastificantes etc. Nestes casos o selante está sujeito ao endurecimento, degradação e eventual

fissuração, de modo que a ocorrência de fissuração indica a degradação do polímero e da não resistência do material à ação dos raios ultravioleta.



**Figura 2.7 – Craquelamento do selante**

Fonte: Chew (1999)

A resistência ao envelhecimento do selante pode ser avaliada por dois métodos de ensaio da ASTM. O método de ensaio da ASTM C792 (1998) analisa o envelhecimento do selante causado pelo calor avaliando a perda de peso, craquelamento e riscos. Para ser aceito neste ensaio não deverão ocorrer perda de peso superior a 7% peso original, fissuras ou riscos no selante. Um outro método de ensaio, ASTM C793 (2004), avalia a ação acelerada do tempo, onde o selante não deverá apresentar fissuras após ter sido exposto aos raios ultravioleta, baixas temperaturas e à flexão.

## **2.5 Destacamento de revestimento cerâmico**

A ocorrência de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas com origem nas juntas de movimentação, também foi observada em um edifício com 08 anos de construção, no qual ocorreu o destacamento das placas cerâmicas, como ilustram as fotos da figura 2.8.



**Figura 2.8 - Edifício residencial. Fachada com destacamento iniciando na região da junta de movimentação**

É necessário que a junta seja adequadamente projetada para acomodar os possíveis movimentos que possam ocorrer, o que implica também na especificação do selante correto para o movimento previsto. Segundo Ledbetter; Hurley; Sheehan (1998), a natureza do movimento dependerá de suas causas, como por exemplo, a deformação lenta da estrutura de concreto, que causará na junta um movimento unidirecional irreversível; enquanto os movimentos devidos às cargas de vento e ao efeito térmico, causarão movimentos repetidos e reversíveis, com frequência cíclica.

O dimensionamento inadequado de juntas seladas para um determinado movimento pode contribuir para sua ruptura precoce. Os movimentos não acomodados pela abertura insuficiente da junta ou superiores à capacidade de acomodação de movimentos do selante, introduzem no sistema de revestimento cerâmico tensões podem ocasionar a ruptura nas juntas, região de maior concentração de tensões.

### 3 CONCLUSÃO

Resumidamente, as falhas em juntas de movimentação seladas estão relacionadas às deficiências de projeto, tais como dimensionamento e posicionamento inadequados, escolha dos materiais ou em deficiências no desempenho do material de preenchimento; e deficiências na produção das juntas, além da ausência de manutenção ao longo da vida útil da edificação. A tabela 3.1 correlaciona as falhas e as suas possíveis causas.

Tabela 3.1 – Possíveis causas de falhas em juntas seladas (adaptado de: FERME; OLIVEIRA, 2003)					
Tipo de Falha e Causas mais comuns	Manchamento	Perda de Adesão	Falha coesiva	Deformação excessiva	Destacamento de Revestimento cerâmico
Erro de dimensionamento		X	X	X	X
Especificação de Selante Inadequada	X	X	X	X	X
Excesso de Movimentação		X	X	X	X
Profundidade Excessiva		X	X		
Profundidade Insuficiente (Selamento muito superficial)		X	X	X	X
Falha no preparo de superfície		X			
Falhas na aplicação		X	X		

A durabilidade das juntas preenchidas por sistema selante é alcançada, sobretudo, quando se alia à adequada especificação do selante e demais materiais constituintes da junta, uma criteriosa aplicação dos materiais. A inadequada execução é apontada como uma das principais causas de falhas em juntas de movimentação seladas.

Assim, por sua importância e complexidade, percebe-se o quanto o detalhe construtivo “junta de movimentação”, precisa ser criteriosamente especificado a fim de que se cumpram as suas funções e que não sejam fontes de manifestações patológicas.

Muitos estudos e um árduo desenvolvimento tecnológico ainda são necessários para suprir as necessidades de um projeto de revestimento, cujas interfaces são muitas. A pesquisa de mestrado em andamento procura contribuir pela sistematização das informações disponíveis, acerca da especificação e produção das juntas de movimentação, uma importante variável que vêm afetando o desempenho dos revestimentos de fachada.



#### 4 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos Parte 4: Fachadas e paredes internas**. Projeto de Norma 02:136.01.004. Rio de Janeiro, 2004.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI) – **Joints in Concrete Structures, ACI 224 3R-95**. ACI Committee 224. S.I. 1995.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **Standard Test Method for Staining and Color Change of Single- or Multicomponent Joint Sealants. ASTM C510**. ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Standard Test Method for Adhesion and Cohesion of Elastomeric Joint Sealants Under Cyclic Movement (Hockman Cycle). ASTM C719**. ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Standard Test Method for Effects of Heat Aging on Weight Loss, Cracking, and Chalking of Elastomeric Sealants. ASTM C792**. ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Standard Test Method for Effects of Accelerated Weathering on Elastomeric Joint Sealants ASTM C793**. ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 2004.
- \_\_\_\_\_. **Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants, ASTM C920**, ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 2002.
- \_\_\_\_\_. **Standard Guide for Use of Joint Sealants, ASTM C1193**, ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 2005.
- \_\_\_\_\_. **Standard Test Method for Staining of Porous Substrate by Joint Sealants. ASTM C1248**. ASTM Committee C24 on Building Seals and Sealants. West Conshohocken, 2004.
- CHEW. M.Y. **Joint sealant for wall cladding**. Polymer Testing. 9 p. Elsevier. School of Building and Real Estate, National University of Singapore. , Singapore, 1999.
- CARBARY, L.; KIMBALL, D.J. Membros do Comitê C24 da ASTM e consultores da DOW CORNING CO. **Reunião do Grupo selantes e desmoldantes**. CONSITRA (Consórcio Setorial para Inovação em Tecnologia de Revestimentos de Argamassa). Reunião ocorrida na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 18.Abr.2005. São Paulo, 2005.
- COGNARD, Phillippe. **Sealants for Construction Part II - Technical Characteristics of sealants**. SpecialChem Adhesives . 2004. SpecialChem Adhesives. S.I. Disponível em: <<http://www.specialchem4adhesives.com>> Acesso em: 04 dec. 2004.
- FERME, L. F. G.; OLIVEIRA. P.S.F. **A escolha correta garante a durabilidade**. In: XII Simpósio Brasileiro de Impermeabilização. IBI - Instituto Brasileiro De Impermeabilização. São Paulo, 2003.
- KLOSOWSKI, J. M. **Sealants in construction**. 310p. Dow Corning Corporation. Marcel Dekker, Inc. New York. 1989.
- LEDBETTER, S.R; HURLEY, S; SHEEHAN, A. **Sealant joints in the external envelope of buildings: a guide to design, specification and construction**. 179p. CIRIA R178. CIRIA. London, 1998.
- TEMOCHE ESQUIVEL, J.F. **Avaliação de uso de revestimentos cerâmicos em fachadas de edifícios residenciais multifamiliares – Estudo de caso: São Paulo, Zona Sul. 1994-1998**. São Paulo, 2002. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.
- TREMCO INCORPORATED - RPM Company - **Fundamentals of Joint Design - ARCHITECTURAL PRESENTATIONS - Version 1.0 - August 2000**

## **5 AGRADECIMENTOS**

As autoras agradecem a empresas integrantes do comitê de selantes do CONSITRA (CONSÓRCIO SETORIAL PARA INOVAÇÃO EM TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS DE ARGAMASSA).