

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS À BASE DE CIMENTO PORTLAND: UMA ANÁLISE TEÓRICA DE CORRELAÇÃO

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL EVENTS IN COATINGS SYSTEMS MORTAR CEMENT BASE PORTLAND: AN ANALYSIS OF CORRELATION

LIMA, Leonardo Romero

Discente do curso de Engenharia Civil
CEUNIH

AUGUSTO, Raquel Dias

Discente do curso de Engenharia Civil
CEUNIH

SANTOS, Sílvio Xavier

Docente do curso de Engenharia Civil
CEUNIH

RESUMO

As patologias dos revestimentos possuem uma considerável representatividade em relação aos danos observados nas edificações. Os revestimentos figuram como os grandes formadores da imagem das edificações. Além do declínio do desempenho dos sistemas de revestimentos, os fenômenos patológicos afetam a estética das construções. Nesse sentido o presente trabalho apresenta os resultados de uma análise das manifestações patológicas em sistemas de revestimentos argamassados em fachadas através de um estudo de correlação realizada por intermédio dos dados de estudos de casos diversos. Para tal foi utilizado o software "SciDAVIS" – *Scientific Data Analysis and Visualization*. Os resultados indicam que existe forte correlação quando se toma como variáveis os Descolamentos e a Idade das Edificações, uma fraca correlação entre Fissuras e Idades das Edificações bem como uma correlação negativa quando se compara Eflorescências e Idades das Edificações.

Palavras-chave: Engenharia civil. Patologias construtivas. Sistemas de revestimentos argamassados

ABSTRACT

The pathologies of the coatings have considerable representation in the pathological manifestations of the buildings. The coatings appear as the great trainers image of buildings. In the performance decline of the coating systems, the pathological manifestations affect the aesthetics of the building. In this sense the present work presents the results of an analysis of the pathological manifestations in argamassados coatings systems for facades through a correlation study conducted through the data of several case studies. For this we used the software "SciDAVIS" - *Scientific Data Analysis and Visualization*. The results indicate that there is strong correlation when taking as variables the detachments and the Age of Buildings, a weak correlation between clefts and Ages of Buildings as well as a negative correlation when comparing Efflorescence and Ages of Buildings.

Keywords: Civil engineering. Constructive pathologies. Mortar coating systems

INTRODUÇÃO

Não obstante ao avanço tecnológico observado nas últimas décadas no que se refere a técnicas e materiais de construção, tem-se notado um grande número de edificações apresentando patologias construtivas. Apesar de haver a preocupação crescente com a qualidade da construção, observa-se que este quesito não vem sendo alcançado (BAUER, 1997).

O uso inadequado de materiais, associado a processos construtivos inadequados bem como adaptações no uso dos insumos, vem impondo despesas extras às construtoras. Os sistemas de revestimentos contribuem significativamente para que sejam alcançadas as variáveis de desempenho requeridas para a edificação, já que os métodos tradicionais de execução vêm apresentando cenários indesejáveis como desgastes, custos e contendas judiciais entre construtoras e consumidores (CINCOTTO et al., 1999).

Apesar do intenso uso dos revestimentos de argamassa, é comum o surgimento de patologias nos mesmos, acarretando prejuízos aos setores envolvidos, avalia Carasek (2007). Os problemas nos sistemas de revestimentos possuem grande representatividade nos fenômenos patológicos observados nas edificações. Instituem uma insatisfação generalizada entre os usuários, ademais apenas a camada de revestimento permanece em exposição, proporcionando conforto visual e estético (JUST, FRANCO, 2001).

A considerável incidência de patologias nos revestimentos de fachada a base argamassa reforça que o setor de construção civil deve dispender uma maior atenção ao sistema de revestimento de argamassa de uma edificação, compatibilizando mão de obra e sistemas construtivos condizentes com as boas práticas da Engenharia (CARVALHO JR. et. al., 1999).

Nesse sentido, o presente trabalho preconiza a identificar e classificar os fenômenos patológicos mais comuns observados nos sistemas de revestimentos externos a base de argamassa de cimento. Com isso procurar-se-á buscar subsídios para responder ao seguinte questionamento: Existe correlação entre os fenômenos patológicos nos sistemas de revestimentos argamassados de fachadas observados no país?

METODOLOGIA

Com o objetivo de cumprir com os objetivos propostos, este artigo lançou mão de uma pesquisa de caráter quali-quantitativo, mediante um estudo transversal com utilização de dados secundários, os quais foram respaldados por uma pesquisa documental realizada em publicações científicas (Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado). A amostra de

pesquisa contou com um universo de 06 (seis) trabalhos científicos publicados nos últimos 10 (dez) anos e foi selecionada através de consulta realizada nas bases de dados SCIELO (Scientific Eletronic Library) e ao Portal de Periódicos CAPES/MEC (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Ministério da Educação).

De maneira a subsidiar a busca nas bases de dados mencionadas acima foram utilizados os seguintes descritores: *Argamassas, Revestimentos Argamassados, Patologia das Edificações, Incidência de Patologias Construtivas em edificações, Fachada de Edificações, Propriedades da Argamassa, Materiais de Construção e Aplicação de Argamassas*. O presente estudo baseou-se na análise sistemática de estudos de casos múltiplos contidos na amostra escolhida. Para fins de análise e discussão nomearam-se as amostras em: Estudo de Caso 01 (EC1), Estudo de Caso 02 (EC2), Estudo de Caso 03 (EC3), Estudo de Caso 04 (EC4), Estudo de Caso 05 (EC5) e Estudo de Caso 06 (EC6). Os dados obtidos foram tratados estatisticamente através da realização de uma “Análise de Correlação de Pearson” entre as variáveis relacionadas à incidência das manifestações patológicas em sistemas de revestimentos argamassados. Como forma de compatibilizar o tratamento estatístico foi utilizado o software de código aberto e multiplataforma para plotagem interativa de gráficos científicos e análise de dados “*SciDAVIS*” – *Scientific Data Analysis and Visualization*.

No intuito de quantificar a significância dos coeficientes de correlação encontrados lançou-se mão da tabela abaixo onde são apresentadas as interpretações e classificações dos coeficientes de correlação.

Tabela 01 – Quantificação, interpretação e classificação dos coeficientes de correlação.

Coeficiente de Correlação	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação muito fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte: Autores

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De maneira a balizar as análises e discussões foram selecionados somente estudos de casos cujo sistema construtivo adotado foi o convencional, estrutura em concreto armado com os devidos fechamentos realizados com alvenaria de vedação de blocos cerâmicos e subsistema de revestimento externo de argamassa inorgânica constituído de camada de emboço, reboco e acabamento em pintura ou material cerâmico. As edificações pertencentes à amostra foram identificadas e conforme tabela a seguir.

Tabela 02 – Dada de identificação das edificações

Dados de identificação						
Estudo de Caso	Delimitação Geográfica	Idade	Patologias Observadas	Tipo de Uso	Número de pavimentos	
EC1	Brasília / DF	11	Descolamento	Residencial	6	
			Fissuração			
			Eflorescência			
EC2	Brasília / DF	40	Descolamento	Residencial	6	
			Fissuração			
EC3	Brasília / DF	32	Descolamento	Residencial	6	
			Fissuração			
EC4	Brasília / DF	13	Descolamento	Residencial	12	
			Fissuração			
EC5	Brasília / DF	9	Descolamento	Comercial	19	
			Fissuração			
			Eflorescência			
EC6	Brasília / DF	10	Descolamento	Residencial	3	
			Eflorescência			

Fonte: Autores

Após as análises dos estudos de casos foram detectadas 3931 manifestações patológicas distribuídas de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 03 – Quantificação das manifestações patológicas

Estudo de Caso	Danos observados	Manifestação Patológica	Incidência (%)	Quantitativo
EC1	410	Descolamento	87	357
		Fissuração	9	37
		Eflorescência	4	16
EC2	1.675	Descolamento	55	921
		Fissuração	45	754
EC3	618	Descolamento	87	538
		Fissuração	13	80
EC4	201	Descolamento	53	107
		Fissuração	47	94
EC5	763	Descolamento	17	130
		Fissuração	67	511
		Eflorescência	16	122
EC6	82	Descolamento	61	50
		Eflorescência	39	32
Total		3.749		

Fonte: Autores

Conforme tabela 03 observou-se uma predominância da incidência de descolamentos no EC1, EC2, EC3, EC4 e EC6. Já a incidência de fissuras foi predominante no EC5. Do total de manifestações patológicas observadas na amostra apenas 4,32% foram classificadas como eflorescências

A classificação das prováveis causas das manifestações patológicas vinculadas aos danos foi aquela proposta por Antunes (2010), está exposta abaixo:

A - Falhas na especificação

A1 - Escolha de materiais incompatível ou não adequada à utilização;

A2 – Desagregação superficial da argamassa de emboço;

A3 – Inexistência de juntas de assentamento, de movimentação ou estruturais;

A4 – Dimensionamento incorreto dos peitoris;

A5 – Ausência de pingadeiras;

A6 – Ausência de vergas e contravergas nas aberturas;

B - Falhas no processo executivo

- B1 – Utilização de materiais cujas propriedades são desconhecidas;
- B2 – Aplicação dos materiais em desacordo com procedimentos técnicos recomendados;
- B3 – Preparação da base realizada incorretamente;
- B4 – Extrapolação do tempo em aberto da argamassa;
- B5 – Espessura excessiva da argamassa de emboço;

C - Ação de fatores externos

- C1 – Chuva dirigida;
- C2 – Vento;
- C3 – Radiação solar;
- C4 – Choque térmico;
- C5 – Lixiviação de sais livres presentes nos materiais do Sistema de Revestimento de Fachada (SRF) que contêm Cimento Portland;
- C6 – Focos de umidade;
- C7 – Envelhecimento natural;

D - Comportamento em uso

- D1 – Acomodação estrutural;

Em seguida criou-se a matriz de correlação das prováveis causas das manifestações patológicas vinculadas aos danos observados conforme quadro abaixo:

Conforme o quadro 01, dos 3749 danos observados constatou-se, de forma qualitativa, que a incidência de fissuras está associada a falhas na especificação e ação de fatores externos, contradizendo Scartezini (2002). Entretanto a desagregação da camada de emboço também figura como uma causa provável do dano, o que por sua vez aponta para problemas relativos à execução do sistema de revestimento, o que vem de encontro com Bauer (1997).

Já a incidência de descolamentos pode ser relacionada a falhas no processo executivo, ação de fatores externos e comportamento em uso. Este tipo de manifestação patológica pode estar associada ao traço inadequado das argamassas, ocasionado problemas na aderência das mesmas, o que é corroborado por Thomaz e Chimelo (1993) bem como Leal (2003b).

Quadro 01 – Matriz de correlação Manifestações Patológicas x Prováveis Causas

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM SISTEMAS DE REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS À BASE DE CIMENTO PORTLAND: UMA ANÁLISE TEÓRICA DE CORRELAÇÃO
LIMA, Leonardo Romero, et, al.

	Fissuração	Descolamento	Eflorescência
A1			X
A2		X	
A3	X		
A4	X		
A5			
A6	X		
B1		X	X
B2		X	
B3		X	
B4		X	
B5		X	
C1		X	
C2		X	
C3		X	
C4	X	X	
C5			X
C6	X	X	X
C7		X	X
D1	X	X	

Fonte: Autores

As falhas na especificação foram pouco significativas para este tipo de dano. No que se refere à incidência de eflorescências destaca-se como causas prováveis a ação de fatores externos, apesar de falhas na especificação e processo executivo também figurar entre as prováveis causas deste tipo de problema.

Ao se comparar as variáveis Manifestações Patológicas x Idade das edificações, constatou-se uma forte correlação em relação aos descolamentos. A seguir os resultados do tratamento estatístico considerando as variáveis mencionadas:

Regressão linear ajuste do conjunto de dados: Descolamentos, usando função: $A \cdot x + B$

Erros padrão em Y: Desconhecido

De $x = 130$ a $x = 921$

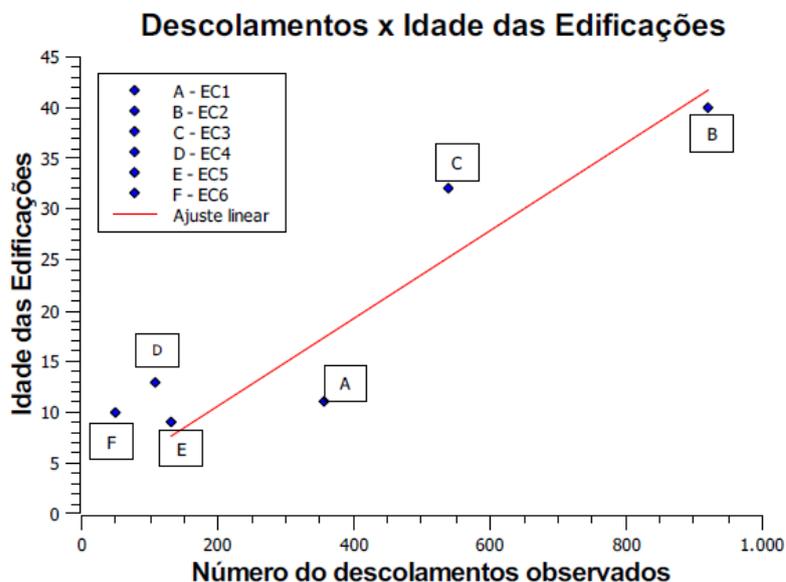
B (interceptação em y) = 2,11403796543446 +/- 6,63125956892184

A (inclinação) = 0,0429310627637524 +/- 0,0117132186984133

Chi² = 92,0073515157841

R² = 0,870412180963684

Figura 01 – Gráfico de Ajuste Linear Descolamentos x Idade das Edificações



Quanto aos descolamentos acredita-se que a principal causa de sua incidência esteja fortemente associada à causa C6 – Focos de Umidade. Outra provável causa deste tipo de anomalia construtiva pode estar relacionada a uma inadequada espessura da camada de cobertura, o que por sua vez, pode ter desencadeado um processo corrosivo da armadura, o que nos leva a constatar que a ocorrência deste tipo de patologia deveu-se por falhas no processo construtivo. Tal umidade foi provinda da constante exposição das edificações a precipitações com o passar dos anos, visto que conforme tabela 02 as edificações pertencentes à amostra possuem idades de 9 a 40 anos.

Como medidas corretivas deste tipo de patologias construtivas propõem-se a substituição do Revestimento Argamassado de Fachada – RAF por argamassas com menor porosidade e com aditivos impermeabilizantes.

Quanto às fissuras observaram-se os seguintes resultados após o tratamento estatístico dos:

Regressão linear ajuste do conjunto de dados: Fissuras, usando função: $A \cdot x + B$

Erros padrão em Y: Desconhecido

De $x = 37$ a $x = 754$

B (interceptação em y) = 15,2819070521096 +/- 9,34864137836519

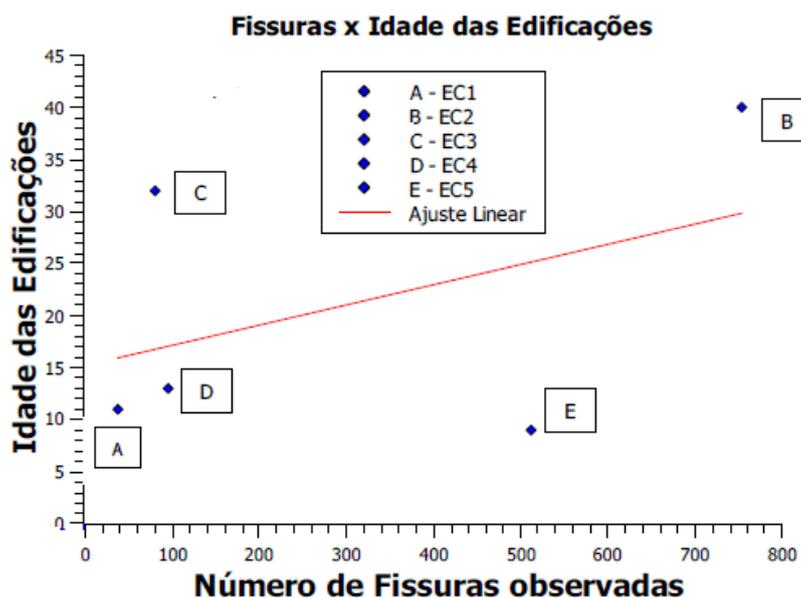
A (inclinação) = 0,0193702335633143 +/- 0,0227240750182676

Chi² = 635,967902704525

R² = 0,194977338348702

Logo, correlacionando as variáveis Fissuras x Idade das Edificações observa-se a existência de uma fraca correlação, de acordo com a figura abaixo:

Figura 02 – Gráfico de Ajuste Linear Fissuras x Idade das Edificações



Fonte: Autores

Em relação às fissuras observadas aponta-se como uma causa provável deste tipo de anomalia a retração sucessiva da argamassa de revestimento e bruscas variações da temperatura. Outra hipótese para este tipo de manifestação patológica associa-se a possibilidade da argamassa ter sido mal dosada. Diante disso, a idade das edificações pode contribuir para a incidência deste tipo de manifestação, visto que os processos expostos acima são evolutivos e repetitivos, aos quais podem ser agravados com o passar dos anos. Como proposta de correção deste tipo de dano destaca-se a renovação do revestimento e pintura na área de fachada afetada.

Tomando como fonte de análise as eflorescências verificaram-se os seguintes resultados:

Regressão linear ajuste do conjunto de dados: Eflorescência, usando função: $A \cdot x + B$

Erros padrão em Y: Desconhecido

De $x = 16$ a $x = 122$

B (interceptação em y) = 10,9197631686403 +/- 0,480205763811004

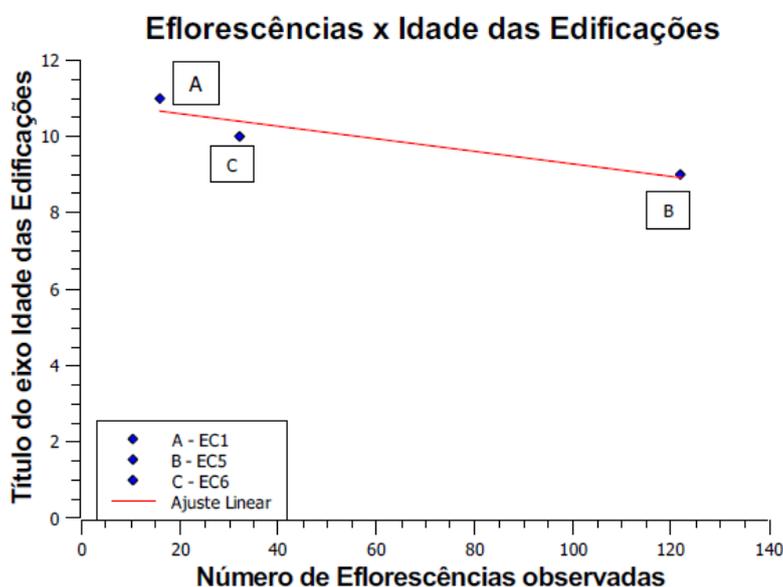
$$A \text{ (inclinação)} = -0,0162311147407105 \pm 0,00654204572070727$$

$$\text{Chi}^2 = 0,279501837484688$$

$$R^2 = 0,860249081257656$$

Apesar do Coeficiente de Pearson R^2 indicar uma forte correlação os dados da equação linear da curva demonstra haver uma correlação negativa quando comparadas as variáveis Eflorescências x Idade das Edificações, conforme figura abaixo:

Figura 03 – Gráfico de Ajuste Linear Eflorescências x Idade das Edificações



Fonte: Autores

Ressalta-se que de acordo com a tabela 3 somente os estudos de caso EC1, EC5 e EC6 apresentaram a incidência de eflorescências. Conforme a figura 03 se constata a ocorrência de uma correlação negativa, ou seja, não existe linearidade entre os dados, o que por sua vez afasta qualquer forma de correlação entre tais variáveis. De fato a variável “idade das construções” não é preponderante para o surgimento das eflorescências, apesar do desempenho de uma edificação estar intimamente ligado ao planejamento das manutenções dados com o passar dos anos. De acordo com a classificação dos prováveis causas deste tipo de dano destaca-se a ação de fatores externos como a umidade de precipitação e sua interconexão com sais solúveis presentes nos componentes das alvenarias. Reforça-se que a incidência deste tipo de patologia construtiva ocorre já nos primeiros anos de utilização das edificações e a amostra apresenta

edificações com idades que variam entre 9 a 40 anos. Com isso conclui-se que a correlação negativa encontrada é aceitável e pertinente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados demonstrou haver forte correlação entre a ocorrência de Descolamentos e a idade das edificações, o que não foi possível evidenciar quanto às Fissuras e Eflorescências. Os danos mais significativos foram os descolamentos, perfazendo um percentual de 56,09% das manifestações seguidos pelas fissuras, 39,37% e eflorescências, 4,54%. Percebeu-se uma grande heterogeneidade nos dados colhidos nas amostras, o que inviabilizou uma análise mais profunda. Mesmo sem evidências nos estudos de caso analisados, tais incidências poderiam ter sido amenizadas e até mesmo eliminadas através do controle de todo o processo executivo, observância às prescrições normativas, correto proporcionamento das argamassas e boa qualidade dos materiais empregados. Com isso a análise das manifestações patológicas dos sistemas de revestimentos argamassados em fachadas constitui uma importante ferramenta para os profissionais envolvidos no processo executivo, pois fornecem indicadores sobre o desempenho e estado patológico das fachadas. O presente trabalho atingiu de forma satisfatória o seu objetivo: demonstrar a existência de correlação entre as manifestações patológicas e determinadas variáveis de controle. Com o intuito de contribuir com o meio técnico na prevenção e correção das manifestações patológicas sugerem-se produções científicas mais intensas sobre caracterização dos materiais empregados na produção de argamassas e seu proporcionamento bem como a investigação da eficiência das técnicas construtivas atuais e seu impacto no desempenho dos sistemas de revestimentos argamassados em fachadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, G.R. **Estudo das Manifestações Patológicas em Revestimentos de Fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de Casos**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 2010.

BAUER, R.J.F. Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, II, 1997, Salvador. **Anais**. Salvador: CETA / ANTAC, 1997.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C.; **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007 p804-863.

CARVALHO, JR., A. N.; SILVA, A. P.; NETO, F. M. Perícias em patologias de revestimentos de fachadas. In: Congresso brasileiro de engenharia de avaliações e perícias, COBREAP, X. Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre: IBAPE, 1999. p 01-12.

CINCOTTO, M.A.C.; CARNEIRO, A.M.P. Estudo da influência da distribuição granulométrica nas propriedades de argamassas dosadas por curvas granulométricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 3., 1999, **Anais**. Vitória, UFES.

JUST, A., FRANCO, L. S. **Descolamentos dos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. 2001. 29p. Boletim Técnico – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

LEAL, U. Tempo de avaliar. **Téchne** – A Revista do Engenheiro Civil, São Paulo, ano 11, n. 72, p. 24-26, mar. 2003a.

SCARTEZINI, L.M.B. **Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás.

THOMAZ, E.; CHIMELO, J.P. **Cupins e Argamassas**. **Téchne** – Revista de Tecnologia da Construção, São Paulo, ano 2, n. 7, p. 5, nov/dez. 1993.