

Nota Técnica:  
Caracterización del revestimiento externo e identificación  
de fenómenos patológicos en la catedral de San Francisco de Paula  
(Pelotas/Río Grande del Sur, Brasil)

*Technical Note:  
Characterization of surfacing on exteriors and identification of pathologies  
in San Francisco de Paula (Pelotas/Rio Grande del Sud, Brasil)*

M. R. F. Gonçalves<sup>(\*)</sup>, M. M. Oliveira<sup>(\*\*)</sup>

Recepción/Received: 2-X-06  
Aceptación/Accepted: 22-VII-08  
Publicado online/Online publishing: 3-VIII-09

#### RESUMEN

La catedral de San Francisco de Paula es un edificio en el estilo neo-renacentista, construido en el siglo XIX, que bien representa el exuberante crecimiento poblacional y económico de la época. Su edificio, que fue construido en 1813, por iniciativa del vicario Felício da Costa Pereira y del donatario de la capitanía Antonio Francisco de los Ángeles (Almanaque Pelotas, 1914; p. 176), sufrió ampliaciones, modificaciones y reformas hasta asumir su forma y apariencia definitiva, en 1948, con la aplicación en las paredes externas de un revestimiento de cemento, arena y mica, conocido en la región como cemento peinado. Actualmente, la catedral se encuentra en etapa de mantenimiento y recuperación del referido revestimiento. Teniendo en cuenta que las investigaciones bibliográficas sobre este tipo de revestimiento son incipientes, lo que dificulta su mantenimiento, se llevó a cabo un estudio inicial para su recuperación. Para esto, se hizo el análisis de la construcción del edificio, la caracterización química y física del revestimiento y la identificación de fenómenos patológicos visibles.

**Palabras clave:** argamasa de cemento-arena-mica, fenómenos patológicos, caracterización química y física.

#### SUMMARY

*San Francisco de Paula Cathedral, a nineteenth century neoclassical building, epitomizes the ballooning population and thriving economy that prevailed in Brazil at the time. Ever since its construction in 1813 under an initiative of Felício da Costa Pereira and donor Antonio Francisco de los Ángeles (Almanaque Pelotas, 1914; p. 176), it underwent enlargements, changes and remodeling. It acquired its present appearance in 1948, when the outside walls were surfaced with a blend of cement, sand and isinglass, locally known as "combed cement". That surfacing is presently in the process of maintenance and restoration. In light of the scant and incipient literature on the subject, a study was conducted prior to rehabilitation to analyze the construction system used in the building, characterize the surfacing both physically and chemically, and identify visible pathologies.*

**Keywords:** mortar cement-sand-isinglass, pathological phenomena, chemical and physical characterization.

(\*) Universidad Federal de Pelotas (Pelotas, Brasil).

(\*\*) Universidad Federal de Bahia (Bahia, Brasil).

## 1. INTRODUCCIÓN

En América Latina, en la década de los 50, en el siglo XX, muchos edificios fueron construidos y revestidos con una argamasa de cemento, polvo de piedra y mica, denominada cemento peinado o revestimiento de piedra, debido a que su acabamiento superficial era similar al de una piedra natural. Ese revestimiento, según algunos historiadores, es un compuesto calcáreo (triturado y seleccionado), cemento y mica que, por su naturaleza pétreo, es uno de los más nobles y duraderos. Su mantenimiento, dificultado por la falta de datos específicos de composición, dosificación y técnicas, ha sido, en la mayor parte de las veces, inadecuado, debido a la utilización de productos actuales, menos duraderos y causantes, muchas veces, de patologías en el sustrato original que, en general, es una albañilería de ladrillos de barro sujetados con argamasa de cal y arena.

Uno de los ejemplares más representativos de esta obra es el edificio de la catedral de San Francisco de Paula, localizado en el centro de la ciudad de Pelotas, segunda mayor ciudad del estado de Río Grande del Sur, que fue revestida externamente, en el periodo de 1947 a 1948. La referida catedral es un marco histórico cultural de la ciudad y del estado y, por eso, las intervenciones en su edificio deben intentar conservar al máximo su originalidad. No obstante, unos ocho años atrás, en la tentativa de impedir la subida de agua por los cimientos y el crecimiento de patologías en las paredes, fue ejecutada una impermeabilización horizontal en la parte inferior de la albañilería, con la inyección de productos químicos, que trajo como consecuencia el desprendimiento del revestimiento. Desde entonces, las acciones para la reconstrucción del mismo resultaron poco eficaces y dañinas. Allí donde fue aplicado un revoque de argamasa de cemento y arena irregular o donde fueron ejecutadas acciones para la recomposición del revestimiento a base de productos convencionales, se observaron incompatibilidades de tonos, textura diferenciada, grietas por retraimiento, proliferación de hongos, etc. Tales hechos mostraron la necesidad de estudios que posibiliten intervenciones adecuadas en ese revestimiento de cemento.

Teniendo como objetivo un mayor conocimiento sobre ese tipo de revestimiento y la obtención de soluciones para sus patologías, se llevó a cabo una investigación en el revestimiento externo existente en las paredes del edificio de la catedral San Francisco de Paula. El trabajo fue dividido en dos partes: i) la primera parte investigó el origen, la composición e identificó los fenómenos patológicos del revestimiento de cemento en estudio. Los resultados obtenidos están descritos en este artículo; ii) la segunda parte, en etapa de ejecución, investiga un producto similar a la mezcla original que pueda ser usado para la restauración y/o recuperación del revestimiento.

## 2. EL REVESTIMIENTO CEMENTO PEINADO

El revestimiento cemento peinado es un acabado superficial, compuesto de cemento, material pétreo (arena, granito, mármol, basalto) y mica, que presenta tonalidad variable, debido a la presencia de diferentes tipos y cantidades de piedras. Tiene un espesor reducido, baja permeabilidad, buen aislamiento térmico, estabilidad dimensional, buena adherencia y resistencia al impacto. Tales propiedades le confieren una elevada durabilidad, casi sin necesitar ningún tipo mantenimiento, tan sólo un lavado simple.

La ejecución de este revestimiento implica su aplicación sobre un sustrato, en general del tipo revoque nivelado de argamasa a base de cal, nivelado con regla y, por último, un tratamiento superficial con un peine metálico para mover y desprender las partículas de mayor dimensión. Esta última etapa es la responsable de la terminología "cemento peinado", usada en algunas localidades para su identificación.

Se puede observar en caserones, monumentos y edificios públicos, culturales y religiosos construidos en la década de los 50 del siglo XX en América Latina. Como ejemplo de esto, se citan las ciudades de Pelotas, Río Grande y Porto Alegre en el estado de Río Grande del Sur, y ciudades de países vecinos al Brasil, como Montevideo en Uruguay y Buenos Aires en Argentina.

Según algunos historiadores, el empleo de este revestimiento en determinadas regiones brasileñas es el resultado de la cultura de la época, que importaba tecnología, materiales y mano de obra de los países europeos, y de la acción de representantes de la Iglesia católica que difundían los conocimientos adquiridos en sus viajes a Europa. Además de esto, la condición climática de algunas regiones del Brasil, caracterizadas por las bajas temperaturas, semejantes a las europeas, favoreció la expansión de su uso.

Las investigaciones bibliográficas sobre el asunto son incipientes, lo que dificulta estudios científicos para su mantenimiento, y las acciones propuestas para su recuperación se han mostrado infructíferas y, por qué no decirlo, muchas veces dañinas. Se traducen en limpieza con lavado a chorro, aplicación directa de argamasas con materiales existentes en el mercado, pintura, en base a pinturas con resina, entre otras.

Para que se puedan ejecutar trabajos verdaderamente eficientes en ese tipo de revestimiento son necesarios estudios específicos sobre su composición química, propiedades físicas, ejecución y patologías generadas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- Análisis histórico del edificio de la catedral San Francisco de Paula, estudiando su ejecución, ampliaciones, modificaciones y reformas hasta lograr su apariencia actual y definitiva. Las informaciones fueron obtenidas en obras literarias de autores regionales.
- Identificación de los fenómenos patológicos existentes y de la condición de adherencia del revestimiento del edificio de la catedral San Francisco de Paula. Las observaciones fueron hechas en el local.
- Caracterización química y física del revestimiento en muestras tomadas en las paredes del edificio de la catedral San Francisco de Paula. Los ensayos de caracterización fueron realizados en el Laboratorio de Materiales Cerámicos (LACER), en la Universidad Federal de Río Grande do Sul (UFRGS), en Porto Alegre/Río Grande do Sul.

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Historia del edificio de la catedral San Francisco de Paula

Teniendo en cuenta la importancia del conocimiento histórico y científico para la elaboración de una adecuada intervención de restauración, se hizo una toma de datos del edificio de la catedral San Francisco de Paula, analizando su ejecución, ampliaciones, modificaciones y reformas hasta lograr su apariencia actual y definitiva, como se describe a continuación.

**1813** - Fundación de la Capilla Matriz, por iniciativa del vicario Felício da Costa Pereira y del donatario de la capitanía Antonio Francisco de los Ángeles, bautizada con el nombre de la Congregación (Villa) San Francisco de Paula. Los registros muestran que el cimientado y las paredes de la Capilla fueron construidos con ladrillos de barro y el techo con tejas de barro (1).

**1815** - Ejecución del proyecto de Frederico Pedro Sonnesen, que propone pequeñas reformas en el interior del edificio y la construcción de un anexo de dos pavimentos en albañilería de ladrillos de barro (1).

**1816 a 1817** - Construcción, en la parte norte de la Capilla, de una sacristía de pequeñas dimensiones en albañilería de ladrillos de barro (2).

**1819** - Construcción de un consistorio, local destinado a reuniones, también localizado al norte de la Capilla, con ladrillos de barro (2).

**1820** - Construcción de las catacumbas en la parte posterior de la Capilla, también con ladrillos de barro (2).

**1821** - Estudio para una futura ampliación de la Matriz en función del aumento del número de habitantes en la Congregación (3).

**1826** - Destrucción parcial del edificio por la acción de un rayo en fecha no registrada e inicio de la construcción de una nueva iglesia. La nueva iglesia fue construida en el entorno de la anterior, que fue demolida en 1827 (3). El nuevo edificio también fue ejecutado con ladrillos de barro (cimientado y paredes), hechos con una mezcla de barro y cal.

**1829** - Conclusión de las obras de la nueva iglesia, que fue revestida apenas externamente con revoque de argamasa a base de cal (3).

**1835** - Ejecución del revoque interno y del forro, con argamasa a base de cal (3).

**1845 a 1854** - Construcción del consistorio en la torre sur, reconstrucción del consistorio del lado sur, reforma de la fachada principal, colocación del reloj en la torre sur (**1952**) y conclusión de los revoques y ornamentos de la torre norte (4).

**1915** - Frederico Pedro Sonnesen hizo un proyecto para pequeñas reformas en el interior de la iglesia y para la construcción de un anexo de dos pavimentos. Las obras concluyeron en 1919. A partir de este año, debido a la creación del arzobispado de Pelotas, la iglesia pasó a llamarse catedral de la Diócesis (5).

**1933** - Freire Niceto Peters realizó un proyecto para la remodelación de la iglesia, aumentando el espacio interno (5). La obra fue ejecutada y terminada en 1934.

**1947 a 1948** - El edificio de la Catedral, gracias a los esfuerzos del entonces obispo Don Antonio Zattera, asume su forma definida a partir del proyecto de Victorino Zani, ejecutado por Julio Delanoy y Lauro de Moura Cunha (Figura 1a). El proyecto previó la remodelación de las fachadas laterales, el aumento de la nave, la construcción de la grandiosa cúpula y la aplicación de revestimientos. El revestimiento externo fue hecho con argamasa de cemento y piedra, técnica conocida como cemento peinado, ejecutado por el constructor riograndense Rodolfo Gozzer (Figura 1b). Internamente la catedral posee acabados de escayola y pinturas (frescos) ejecutadas por Emílio Cesa y Aldo Locatelli (5).



Figura 1. Catedral San Francisco de Paula. (a) Proyecto de Victorino Zani, ejecutado por Julio Delanoy y Lauro de Moura Cunha (1947) (5); (b) fachada actual (2004).

#### 4.2. Fenómenos patológicos y condiciones de adherencia

Para el conocimiento de la actual condición de uso del revestimiento se identificaron los fenómenos patológicos existentes, sus causas y consecuencias, y se evaluó su adherencia al sustrato. Las Figuras 2 y 3 ejemplifican los fenómenos patológicos observados y la Figura 4 las condiciones de adherencia.

Como se puede ver en la Figura 2, la principal causa de degradación del revestimiento es la presencia de humedad en las paredes, causada por infiltraciones provenientes del techo. El área de degradación por desprendimiento es pequeña, lo que indica una adherencia bastante efectiva.

Para el tratamiento de las patologías observadas es necesaria la identificación de sus orígenes y el estudio de técnicas que eviten el surgimiento de nuevos fenómenos patológicos. Las consecuencias del tratamiento sin el conocimiento de las causas ya son perceptibles en el revestimiento de la catedral. La Figura 3 presenta ejemplos concretos.

Para el análisis de las actuales condiciones de adherencia del revestimiento, inicialmente, se observó el procedimiento adoptado para su ejecución. La Figura 4a muestra que éste fue aplicado en un sustrato

nivelado, revoque a base de cal, en el que se hizo un picoteo de pequeña profundidad. Sobre este sustrato irregular fue depositada una capa de espesor variable. En función de la gran área recubierta, el revestimiento fue aplicado con un gran número de juntas. En los paños planos entre juntas el espesor del revestimiento varía de 5 a 7 mm (Figuras 4b y 4c).

Para la observación de las condiciones de adherencia se llevó a cabo en el local una prueba de percusión que evaluó, empíricamente, la variación de los sonidos emitidos por el impacto de un martillo de goma sobre el revestimiento. El resultado mostró que en las superficies planas, no atacadas por fenómenos patológicos ni modificadas, el revestimiento aparece con buenas condiciones de adherencia. En los rincones de paredes, pilares y en la fachada principal, es al contrario, éste se encuentra suelto, sustentado apenas por el conjunto.

Considerando la edad cronológica del revestimiento (más de 50 años), la patológica presencia de humedad y la inexistencia de adherencia en algunas partes, se concluye que no son adecuadas las actividades de limpieza con el uso de un equipamiento que utilice agua con alta presión. Tal acción puede aumentar el fenómeno patológico de desprendimiento del revestimiento.

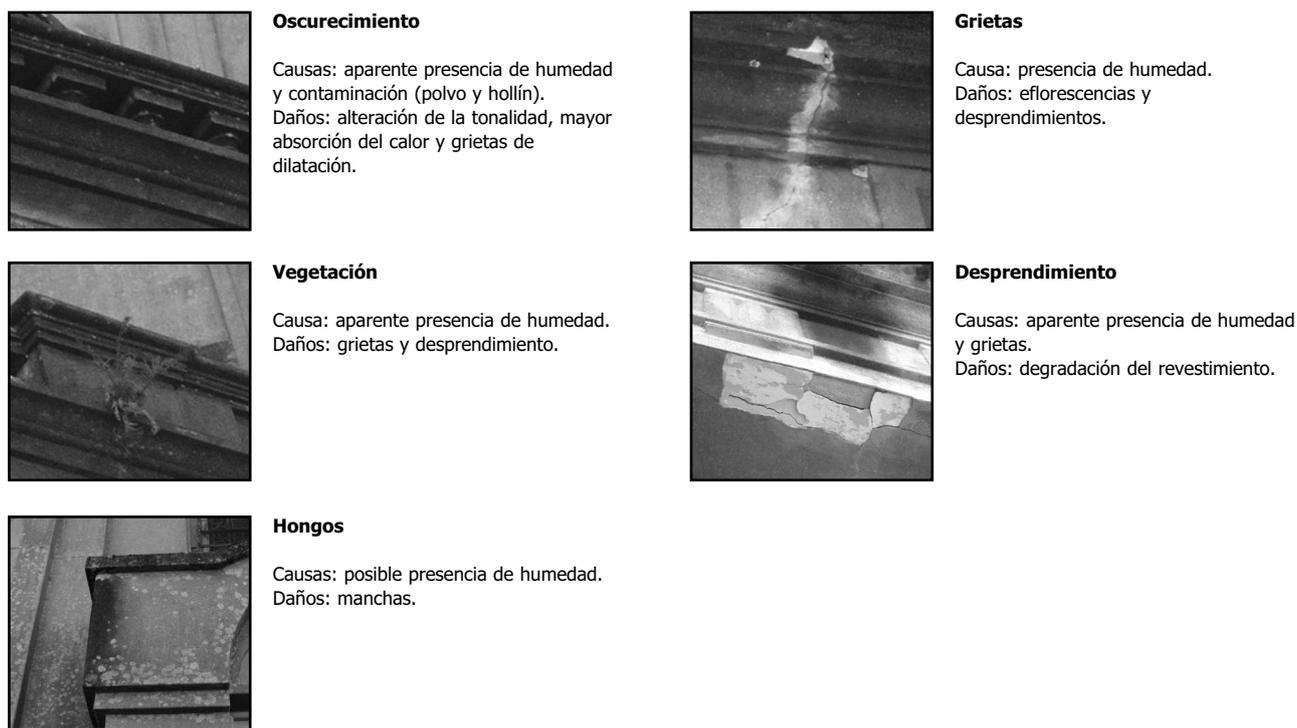


Figura 2. Fenómenos patológicos observados en el revestimiento del edificio de la catedral San Francisco de Paula. Causas y consecuencias.

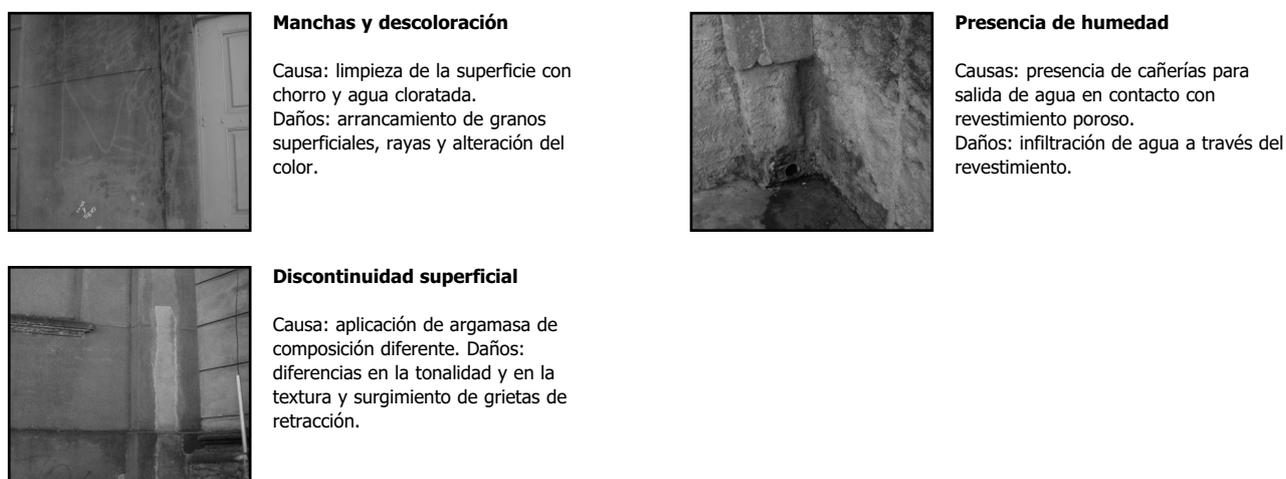


Figura 3. Fenómenos patológicos en el revestimiento del edificio de la catedral San Francisco de Paula, resultantes de acciones de recuperación. Causas y consecuencias.

### 4.3. Caracterización de laboratorio de la argamasa del revestimiento

Para posibilitar la reproducción adecuada del revestimiento en estudio, se caracterizó, en laboratorio, su argamasa constitutiva, definiendo su composición química y propiedades físicas.

#### 4.3.1. Composición química

La composición química de la argamasa del revestimiento fue obtenida en un ensayo de Fluorescencia de rayos-X, ejecutado en el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UFRGS. Para la ejecución del ensayo se utilizó una muestra extraída del revestimiento que fue secada en

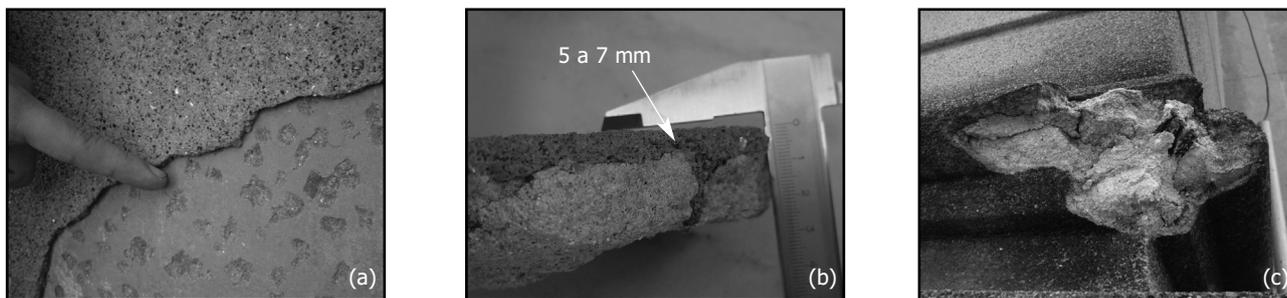


Figura 4. (a) Sustrato; (b) espesor del revestimiento en las superficies planas; y (c) espesor del revestimiento en las esquinas de pilares.

invernadero a temperatura de 150°, por un periodo de 24 horas. Posteriormente fue molida y, el material, pasado en el colador 325, fue utilizado con ácido bórico para formar una pastilla prensada usada en el equipamiento de análisis. La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos. Como puede verse, la sílice es el compuesto predominante, lo que resulta lógico, debido a la composición de los constituyentes de la argamasa (arena, cemento y micas) siendo, como muestra la Tabla 2, de origen silícico.

#### 4.3.2. Distribución granulométrica

La distribución granulométrica de la argamasa del revestimiento fue determinada por dos métodos (Figura 5). El primer análisis fue hecho con un granulómetro de láser, modelo CILAS 1180 LIQUID, en el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UFRGS, y, el segundo, por el método de coladores (6) (NBR 7217), en el Laboratorio de Mecánica de los Suelos del CEFET-Pelotas/RS. Para ambos métodos se utilizó una muestra extraída del revestimiento que, después de secada en invernadero a temperatura de 150°, por un periodo de 24 horas, fue separada y ensayada. El uso de dos métodos se justificó por la necesidad de mayor precisión de la curva granulométrica de la argamasa del

revestimiento, conseguido con el granulómetro de láser que identificó las partículas de menor tamaño, posibilitando una mejor identificación del cemento utilizado por la cantidad de finos en la mezcla.

La Figura 5a presenta los resultados obtenidos en el granulómetro de láser y la Figura 5b los obtenidos por el método de coladores. Observándose los resultados se verifica que predominan granos de tamaños medios y finos. En el granulómetro de láser los tamaños varían de 0,03 mm (30 µm) hasta cerca de 1,05 mm (1050 µm) y por el método de coladores varían de 0,075 mm hasta cerca de 1,2 mm. Los tamaños mayores de granos, identificados en la colada, representan la granulometría de las micas.

Los valores de tamaños de granos fueron comparados con tamaños de partículas de cemento y arena usados en la composición de las actuales argamasas de revestimiento. Como resultado se verificó que solamente cerca del 2% de las partículas de la argamasa presentan tamaño igual o inferior al mayor tamaño de las partículas de los cementos actualmente utilizados, que es de 210 µm (7). Tal hecho nos lleva a afirmar que el aglomerante presente en la argamasa del cemento peinado

Tabla 1  
Composición química de la argamasa del revestimiento cemento peinado.

	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Otros Óxidos
%	49.6	19.0	10.3	7.9	4.9	3.7	1.5	1.2	1.2	0.2	0.3

Tabla 2  
Composición química teórica de los elementos de la argamasa del cemento peinado.

Materia prima		Compuestos
Cemento		C <sub>3</sub> S – 3 CaO.SiO <sub>2</sub>
		C <sub>2</sub> S – 2 CaO.SiO <sub>2</sub>
		C <sub>3</sub> A – 3 CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
		C <sub>4</sub> AF – 4 CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Arena		SiO <sub>2</sub>
Micas	Moscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>
	Biotita	K(Mg,Fe) <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>

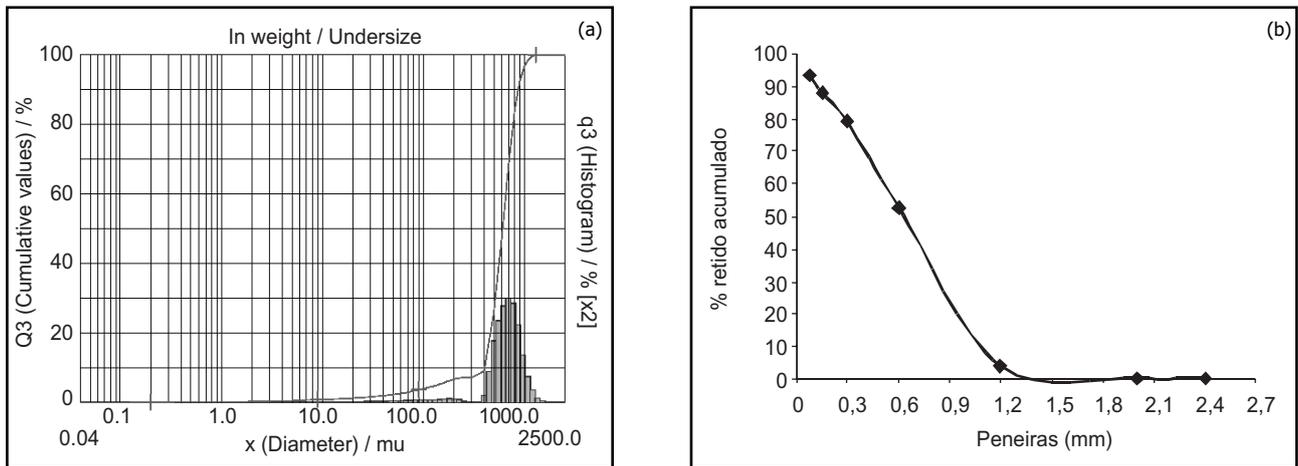


Figura 5. Distribución granulométrica de la argamasa del revestimiento cemento peinado.

está constituido por granos de tamaño grande, bajo módulo de finura y, consecuentemente, baja velocidad de reacción de hidratación. Este hecho se justifica en función de que en la época de aplicación del revestimiento eran utilizados cementos de pegamento lento, esto es, con mayor tamaño de partícula.

En la comparación con el tamaño de los granos de arena (Tabla 3), se observa que cerca del 45% de las partículas de la argamasa presentan tamaño inferior a 0,6 mm; 55%, tamaños variables en el intervalo entre 0,6 mm y 2,4 m. Tales resultados nos llevan a afirmar que la argamasa de ese revestimiento está compuesta básicamente de arena fina y media.

Tabla 3  
 Clasificación de las arenas - NBR 7211 (8).

Arena	mm
Fina	0,15 < X < 0,6
Media	0,6 < X < 2,4
Gruesa	2,4 < X < 4,8

#### 4.3.3. Análisis petrográfico (9)

(NBR 7390). Se realizaron ensayos petrográficos para la identificación de las micas presentes en la argamasa del revestimiento. Como resultado se observó que están presentes las micas del tipo **biotita**  $[K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$  y **moscovita**  $[KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2]$ . La moscovita es una mica de coloración blanca, compuesta de silicatos de aluminio y potasio (Figura 7a) y la biotita es de coloración negra, compuesta de silicatos de aluminio, magnesio, hierro y potasio (Figura 7c). Estas micas, presentes en la argamasa, reducen los efectos de absorción de calor y de variación volumétrica, posibilitando una mayor durabilidad al revestimiento. Su presencia, observada en la Figura 7b, es visualizada con mayor detalle en las micrografías de las Figuras 9 y 9c.

#### 4.3.4. Permeabilidad

La permeabilidad de la argamasa del revestimiento fue determinada por el método del cachimbo (10), propuesto por el CSTC (NIT-140/1982). En ese proceso se

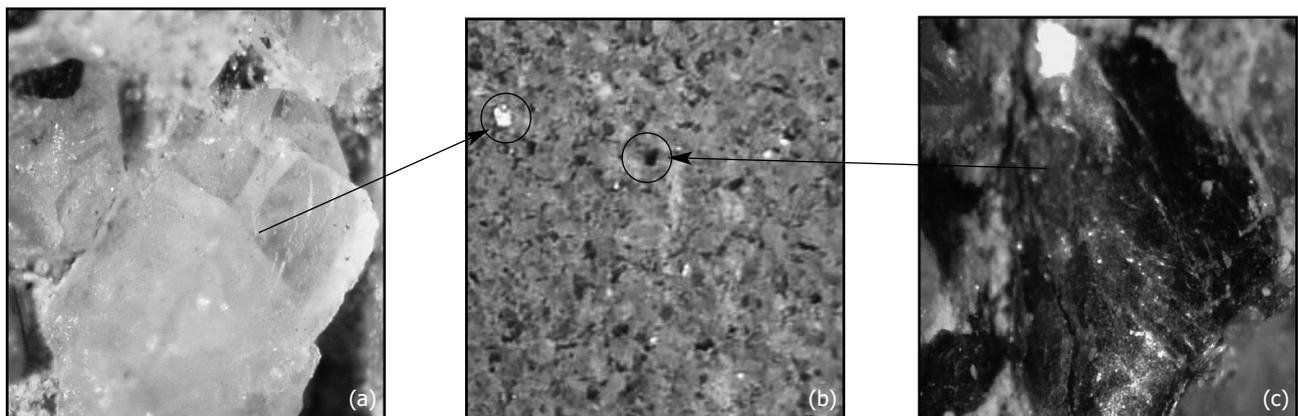


Figura 6. Detalle superficial del revestimiento cemento peinado por microscopía óptica; (a) mica moscovita; (b) revestimiento y (c) mica biotita.

evalúa, a través de la propiedad de absorción de agua sobre presión inicial de 92 mm de columna de agua, la permeabilidad de superficies verticales. Para la realización del ensayo se utilizó un vidrio-cachimbo fijado al revestimiento con mastique (Figura 8). A cada minuto se hacía la lectura de la disminución del nivel del agua, hasta completar 15 minutos. Se realizaron tres ensayos por fachada, distantes entre sí 20 m. Los resultados obtenidos presentaron valores de permeabilidad, variando en un intervalo de cero a 0,350 ml. Tales resultados indican que la argamasa constituyente de este revestimiento, aunque porosa (12%), no presenta capilares. Probablemente, los poros existentes son cerrados y aislados, debido a la morfología de la mica, que es una plaqueta.

#### 4.3.5. Absorción, porosidad y densidad aparentes (11)

(ASTM C 133/94). Los ensayos para la determinación de la absorción de agua, porosidad y densidad aparentes se hicieron en el Laboratorio de Materiales Cerámicos de la UFRGS, con cuatro muestras extraídas en diferentes puntos del revestimiento. La Tabla 4 presenta los valores medios y desvíos modelos para cada propiedad analizada.

#### 4.3.6. Análisis micro-estructural y EDS

Para la identificación de los componentes de la argamasa del revestimiento se hicieron micrografías en un

microscopio electrónico de barrido (MEV), modelo Philips XL-20, y el análisis elemental de composición en un espectrómetro EDS Edax acoplado al MEV. La Figura 9a presenta la micrografía de la superficie analizada. En ésta se observa nítidamente la presencia de micas de diversos tamaños, distribuidas en forma aleatoria en la matriz cementera, y de partículas de arena envueltas por la pasta de cemento. La Figura 9b presenta los elementos químicos componentes del cemento, la 9c de la mica moscovita y la 9d de la arena. El análisis micro-estructural también mostró que las micas moscovitas son los compuestos de mayor tamaño.

## 5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se pueden sacar las siguientes conclusiones sobre el revestimiento en estudio:

1. Los fenómenos patológicos observados tienen su origen en la humedad, proveniente de infiltraciones por el techo, en la contaminación provocada por polvo y hollín y en las intervenciones inadecuadas provenientes de la limpieza y tratamientos de impermeabilización.
2. El revestimiento está en buenas condiciones de adherencia en las superficies planas que no sufrieron ningún tipo de intervención. El análisis de la distribución granulométrica mostró abundancia de partículas de tamaño similar a la arena media.

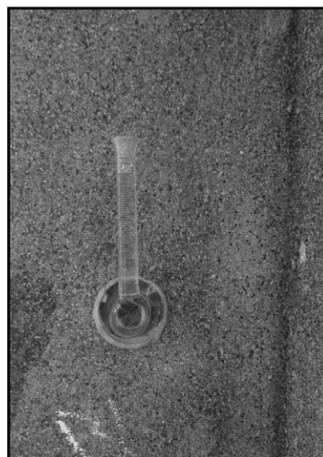


Figura 7. Ensayo de permeabilidad del revestimiento (NIT-140/1982).

Tabla 4  
Propiedades físicas de la argamasa del revestimiento.

	Absorción de agua (%)	Porosidad aparente (%)	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )
Argamasa	6.32	12.12	2.27
Desvío Modelo (%)	0.31	0.60	0.01

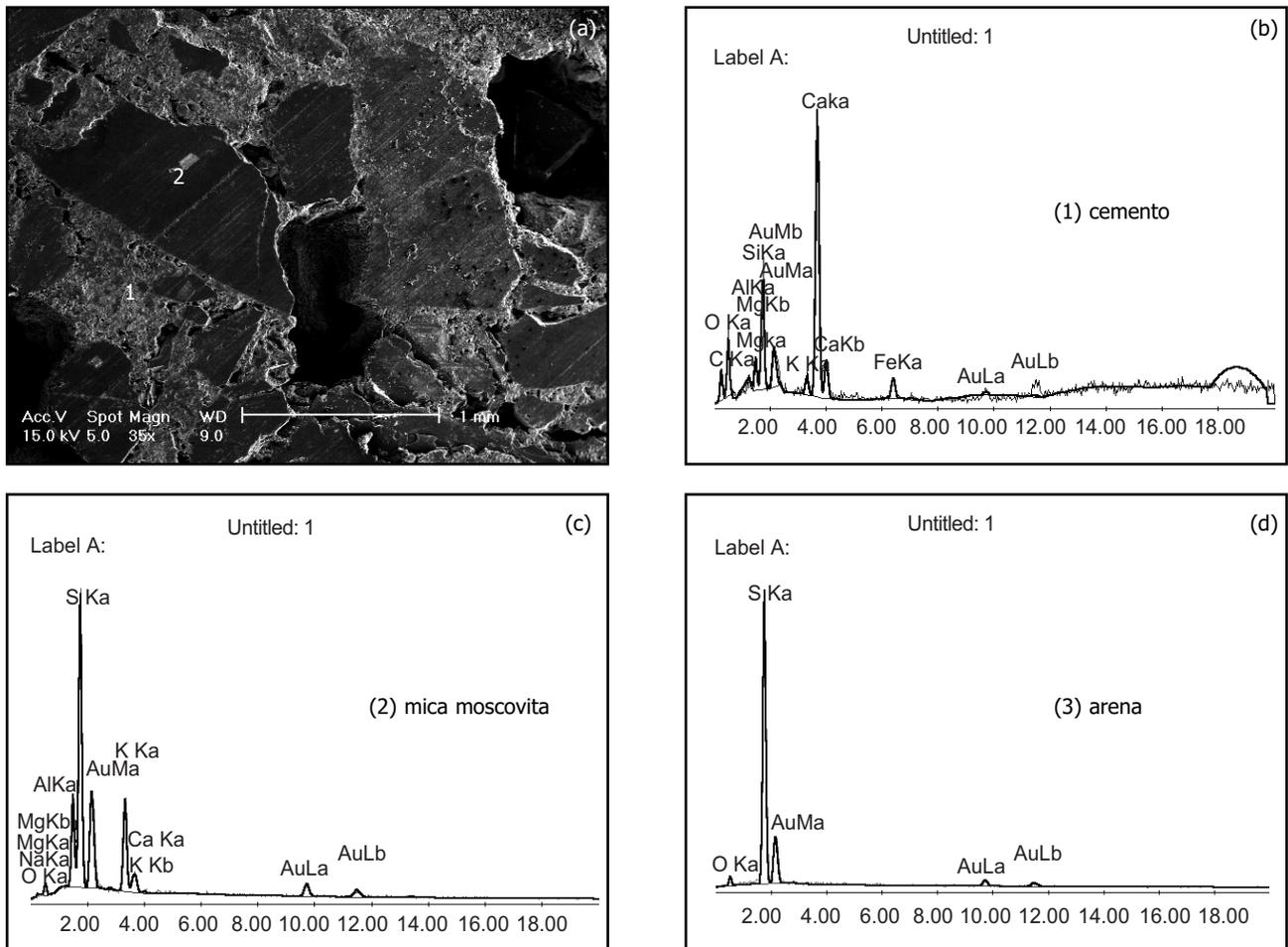


Figura 8. (a) Micrografía de la argamasa en un microscopio electrónico de barrido (Philips XL-20); (b), (c) y (d) análisis elemental de composición por EDS en los puntos indicados en la micrografía.

3. Las argamagas propuestas para la restauración del revestimiento estudiado estarán hechas con cemento de pegamento lento, arena media y micas del tipo biotita y moscovita.
4. En función de la distribución granulométrica obtenida y considerando las características de los cementos actualmente utilizados, es necesario un estudio específico para la definición del tipo de cemento.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) *Almanaque de Pelotas*. Editora e Gráfica Diário Popular, Pelotas, RS, vol. 3 (1914), pp. 176-177.
- (2) Lopes Neto, J.S.: *A cidade de Pelotas. Apontamentos para alguma monographia para o seu Centenário*, IN: Anais da Biblioteca Pública de Pelotas, vol. 2 (1905), p. 108.
- (3) Nascimento, H.A.: *Arcaz de Lembranças*. Editora Martins Livreiro, Porto Alegre, vol. 1 (1982).
- (4) *Almanaque de Pelotas*. Editora e Gráfica Diário Popular, Pelotas, RS, vol. 21 (1933), p. 125.
- (5) Schlee, A.: *Documentos importantes para o estudo da Catedral São Francisco de Paula*, Editora e Gráfica Universitária da UFPel, Pelotas, RS, vol. 1. (s/d).
- (6) Associação Brasileira de Normas Técnicas (2003). NBRNM24. Agregados. Determinação da composição granulométrica.
- (7) Bauer, L.A.F.: *Materiais de Construção*, LTC Editora, Rio de Janeiro, RJ, 5º ed., vol. 1 (1995), pp. 35-44.
- (8) Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 7211. Agregado para concreto.
- (9) Associação Brasileira de Normas Técnicas (1992). NBR 7398. Apreciação petrográfica de materiais naturais, para utilização como agregado em concreto.
- (10) CSTC - NIT-140/1982 - Determinação de permeabilidade pelo Método do Cachimbo.
- (11) ASTM C 373/94-88 - Test method for water absorption, bulk density and apparent porosity.

\* \* \*