

ARTIGO

» O uso da fotocatalise em materiais autolimpantes

As fachadas das edificações apresentam alteração de cor e escurecimento ao longo de sua vida útil, exigindo limpezas freqüentes, com grande impacto nos custos de manutenção. Surgiram diversos métodos objetivando reduzir a velocidade de alteração de cor das fachadas modificando-se as propriedades superficiais dos materiais de construção.

A técnica mais comum para esse fim é a hidrofugação, também denominada no mercado por impermeabilização, e que reduz a absorção de água e, conseqüentemente, o crescimento de microrganismos, o principal responsável pelas sujidades. Ocorre, porém, que essa técnica tem efeito reduzido nas demais causas da alteração de cor das fachadas, quais sejam: deposição de partículas de poluição e pichação.

Uma técnica moderna que vem sendo desenvolvida é a fotocatalise, que tem como base a criação de superfícies autolimpantes pela simples incidência de radiação ultravioleta. O seu desenvolvimento teve início na década de 70, no Japão, quando o pesquisador Honda e seu aluno Fujishima, com o objetivo de criar sistemas para tratamento de água mais eficientes, descobriram que alguns semicondutores são capazes de reduzir a água em hidroxila e oxigênio, quando incididos por radiação ultravioleta (Mills et al, 2002).

A aplicação dessa técnica para a construção civil teve início na década de 90 do século passado, no Japão, quando empresas e universidades iniciaram os testes em concretos e placas cerâmicas.

Desde então, o interesse pela aplicação da técnica, aplicada a outros materiais tem crescido em todo o mundo, principalmente por conta do potencial de tornar as superfícies autolimpantes e por possibilitar a transformação de partículas poluentes como NOx e VOC (tolueno, xileno, em compostos menos agressivos como CO2, H2O, O2) e sais minerais.



Figura 1 - Exemplos de uso de painéis com propriedades fotocatalíticas no Palácio da Polícia (Bordeaux, França) e na Igreja da Misericórdia (Roma). Obtido em www.italcementigroup.com no dia 22 de janeiro de 2008

Os grandes marcos que impulsionaram a fotocatalise são:

- > Projeto PICADA da união européia (www.PICADA-PROJECT.com)
- > Projeto COSTO Action 540 também da União Européia (www.cost540.com)
- > Photocatalyst Techno Fair no Japão. Feira que apresenta as inovações tecnológicas sobre o tema

Ainda não existem normas técnicas que permitam avaliar a eficiência dos processos fotocatalíticos, como ressaltado por Peterka et al (2007), o que dificulta a disseminação de produtos com essas propriedades. Já existe uma gama de produtos comercializados utilizando os processos fotocatalíticos, em sua maioria destinada aos produtos não-porosos. As aplicações mais comuns são:

- > Antiembaçantes: vidros e espelhos
- > Autolimpantes: tintas, vidros e cerâmicas
- > Antibactericidas: placas cerâmicas esmaltadas, purificadores de ar e água, vasos sanitários

Desses, os produtos com maior sucesso comercial são os vidros autolimpantes (Mills et al, 2006). Diversas empresas já comercializam esse tipo de produto em todo o mundo, dentre os quais: Pilkington Glass (nome comercial: ActiveT); Pittsburg Plate Glass (nome comercial: SunClean®); St-Gobain (nome comercial: Bioclean®) e AFG (nome comercial: Radiance Ti ®).

Os edifícios considerados como marcos no uso dessa técnica são: a Igreja Dives in Misericordia em Roma, Itália, e a sede da polícia de Bordeaux, França, ambos construídos em 2003.

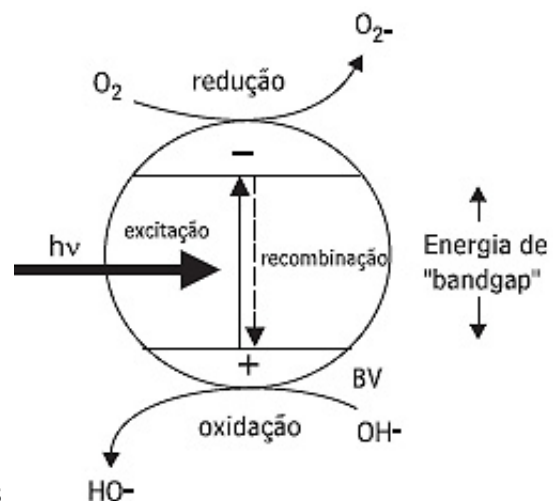


Figura 2 - Esquema de oxidação e redução de semicondutores. BV = Banda de Valência e BC = Banda Condutora

Apesar de ser uma área de pesquisa com crescente intensidade nos países mais desenvolvidos, no nosso país existem apenas pequenas iniciativas sobre o tema. Dentre esses, destacam-se trabalhos do grupo liderado pelo professor doutor Wilson Jardim, do Departamento de Química da Unicamp (exemplo de artigo, Nogueira; Jardim, 1998) e o liderado pela professora doutora Marcia Makito Kondo, da Universidade Federal de Itajubá. Ambos os grupos utilizam a fotocatalise para o desenvolvimento de sistemas de tratamento de água (exemplo de artigo: Santos; Kondo, 2006).

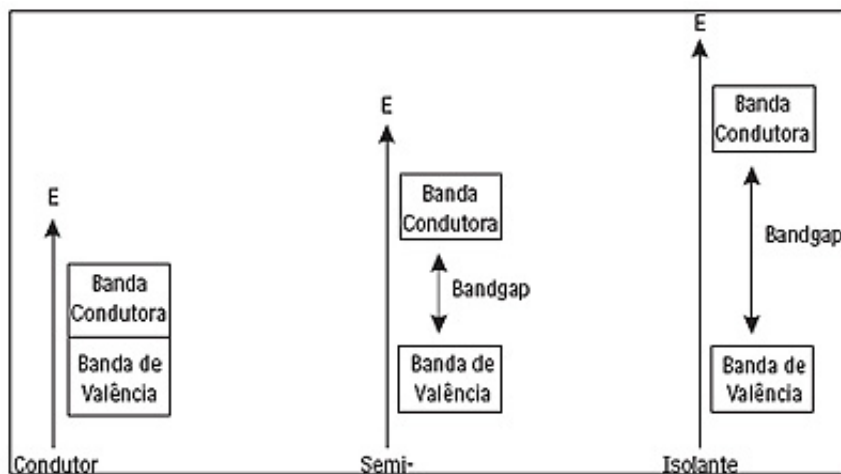


Figura 3 - Representação dos orbitais de compostos condutores, semicondutores e isolantes. Baseado em Ambrosio Junior (sd.)

Fotocatálise

Princípio físico

A fotocatalise é um processo natural que ocorre em semicondutores quando excitados por radiação ultravioleta. Os semicondutores caracterizam-se por possuírem uma camada de valência incompleta e uma camada condutora separada por uma "bandgap". Nos condutores essa "bandgap" é inexistente enquanto que nos isolantes ela é muito grande.

Esses materiais, quando são incididos por uma radiação ultravioleta com energia igual ou superior à energia da "bandgap" ($h\nu$), provocam transferência de elétrons da banda de valência para a condutora, com energia capaz de degradar compostos aderidos em sua superfície, por exemplo, partículas de poluição.

Diversos semicondutores vêm sendo testados para aplicações fotocatalíticas, sendo que para os materiais de construção, especificamente, constata-se uma grande predominância dos minerais ou óxidos de titânio, em especial o anatásio por ser o mais reativo. Essa predominância deve-se ao elevado poder fotocatalítico desse mineral, pela existência de grandes reservas no mundo, por seu baixo custo de obtenção e processamento e pela baixa toxicidade quando comparados com outros semicondutores.

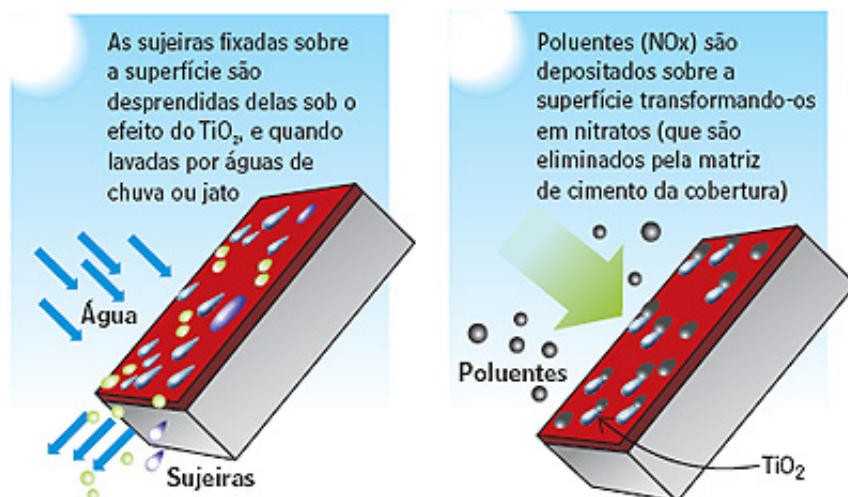


Figura 4 - Mecanismo da ação autolimpante e despoluidora de uma superfície com propriedades fotocatalíticas

Natureza das sujidades nas edificações

De uma maneira geral a alteração do aspecto das fachadas é causada por três fatores:

- > Deposição de poluentes atmosféricos: principalmente os resíduos de combustíveis fósseis dos automóveis (Pio et al. 1998)
- > Proliferação de microrganismos: principalmente os fungos e algas (Gaylarde; Gaylarde, 2005)
- > Ação do homem: principalmente a pichação

Os dois primeiros decorrem da interação entre as propriedades dos materiais utilizados (rugosidade, porosidade, pH, composição química, entre outras) e o meio em que está inserido (detalhes de projeto, fluxo de vento e chuva, direção da fachada, intensidade de poluentes, entre outros).

Um ponto comum nesses agentes, que levam à alteração de cor das superfícies, são substâncias predominantemente de natureza orgânica.

Radiação ultravioleta

Antes da exposição



Após a exposição



Figura 5 - Nas duas primeiras fotos acima, materiais sem propriedades fotocatalíticas. Nas fotos de baixo percebe-se que o pigmento azul desaparece. Esse material possui propriedades fotocatalíticas

Mecanismo de ação

A ação autolimpante e despoluidora de superfícies pela ação fotocatalítica atuam de maneira conjunta. Durante o dia, a superfície é excitada pela radiação ultravioleta do sol resultando na oxidação dos compostos orgânicos que foram depositados durante o período noturno. Simultaneamente, há redução do ângulo de contato, tornando a superfície hidrofílica. A água presente nessa superfície transforma-se em uma lâmina removendo todas as partículas aderidas. Dados de literatura mostram que superfícies com propriedades

fotocatalíticas tornam-se menos susceptíveis ao desenvolvimento de microrganismos (Bonetta et al, 2007).

Os resultados das pesquisas dos autores, ainda em escala laboratorial, confirmam os dados da literatura e mostram que telhas de fibrocimento sem amianto e blocos cerâmicos, tratados de modo a apresentarem propriedades fotocatalíticas, mostram um elevado potencial em decompor manchas de pigmento azul e na remoção de manchas de alguns tipos de pichação.

Redução da poluição

Além do potencial autolimpante, uma superfície com propriedades fotocatalíticas pode contribuir para a despoluição do ar. Como já comprovado por autores como Yu (2003), Poon; Cheung (2007) Hüsken et al (2007) é possível decompor: NO_x, SO_x, NH₃ e compostos orgânicos nocivos à saúde como o benzeno, o tolueno e a acetona e transformá-los em substâncias mais inócuas. Essa é uma área de grande interesse por parte dos pesquisadores em nível internacional.

Aplicações em escala de laboratório mostram que é possível reduzir em até 63% o teor de tolueno (Demeestere et al, 2008); até 80% o teor de NO_x (Chen; Li, 2007 e Maggos et al, 2008).

Aplicações em escala piloto já estão sendo iniciadas em pavimentos cimentícios em vários países como Japão, Itália, França, Bélgica e Holanda (Luca; Pecatti, 2007). Também foram testadas aplicações em pavimentos de concreto e em pisos intertravados (pavers); os resultados confirmaram os dados obtidos em escala laboratorial com reduções de até 40% na concentração de NO_x nas vias onde foram utilizados produtos com propriedades fotocatalíticas.

Exposição a radiação UV



Figura 6 - Redução da intensidade de pichações na superfície de blocos cerâmicos com propriedades autolimpantes (resultado dos autores)

Durabilidade

Poucos trabalhos publicados apresentam dados quantitativos sobre a durabilidade das superfícies com propriedades fotocatalíticas, sendo esse um dos principais gargalos para o maior desenvolvimento dessas técnicas (Gurol, 2006).

Por ser um processo simples e natural, que depende apenas da excitação de elétrons pela radiação incidente e posterior liberação da energia da bandagap, é de se esperar que não haja alteração de seu desempenho ao longo do tempo. Autores como Cassar (2004) e Vallée et al (2004), com base em estudos em ambiente laboratorial e em escala piloto, confirmaram que não há redução da atividade fotocatalítica ao longo do tempo. Porém, há contradições quanto à durabilidade do uso da técnica; trabalhos desenvolvidos por Rao et al (2004); Yu (2003) e Poon; Cheung (2007) apresentaram resultados contrários.

De uma maneira geral os resultados mostram que a redução do poder fotocatalítico está ligada à perda de área exposta à radiação ultravioleta, causada pela adesão de substâncias como chicletes e óleos ou de compostos resultantes do processo de oxidação (Demeestere et al, 2008). Além disso, para os produtos cimentícios, o processo de carbonatação dos compostos hidratados pode vir a ser responsável por uma importante redução no poder fotocatalítico em condições especiais (Lackhoff et al, 2003).

Conclusões

A fotocatalise apresenta um grande potencial em contribuir com a sustentabilidade do ambiente construído, pois permite reduzir a frequência de limpezas com grande impacto em custos de manutenção. Essa técnica transforma os edifícios em células capazes de contribuir para a limpeza de poluentes nocivos existentes em seu entorno, como os compostos orgânicos voláteis (COVs) e os compostos de nitrogênio (NOx).

Diversas pesquisas e aplicações dos processos fotocatalíticos em materiais de construção estão sendo desenvolvidas em diferentes partes do mundo. No Brasil, os autores deste artigo estão desenvolvendo um estudo que tem como objetivo a criação de superfícies autolimpantes em materiais de construção porosos, e que permita reduzir a deposição e a degradação de poluentes atmosféricos, microrganismos e a pichação.

Para o desenvolvimento do estudo foram selecionados materiais porosos, os mais utilizados na execução de vedações externas, os quais são: telhas de fibrocimento sem amianto, materiais cerâmicos, placas de granito e argamassas mistas. A superfície desses materiais foi tratada de modo a apresentar propriedades fotocatalíticas as quais foram submetidos à radiação ultravioleta. Os resultados preliminares mostraram-se promissores e, além disso, os testes desenvolvidos permitiram aperfeiçoar a técnica fotocatalítica citada na literatura.

Flávio Maranhão, doutorando do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e professor da Faculdade de Tecnologia e Ciências Exatas da Universidade São Judas Tadeu

Kai Loh, professor doutor do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Vanderley Moacyr John, professor doutor do Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Leia Mais

Evaluation of the Antimicrobial Activity of Surface Coated With TiO₂. S. Bonetta; A. Bonetta; A. Strini; E. Carraro. International Rilem Symposium on Photocatalytis, Environmnet and Construction materials, Italy, 2007.

Photocatalysis of Cimentitious Materials: Clean Bbuilding and Clean Air. Luigi Cassar. MRS Bulletin/May 2004. P.1-4.

Photocatalytic Coating on Road Pavement/structure for NO_x Abatement. Daniel; Kuyen Li. Annual Report Submitted to Houston Advanced Research Centar and Office os Air Quality Planning and Standards. 2007, p.17.

Heterogeneous Photocatalytic Removal of Toluene from Air on Building Materials Enriched with TiO₂. Kristof Demeestere; Jo Dewulf; Bavo De Witte; Anne Beeldens; Herman Van Langenhove. Building and Environment 43 (2008) 406-414.

A Comparative Study of the Major Microbial Biomass of Biofilms on Exteriors of Buildings in Europe and Latin America. Gaylarde CC, Gaylarde PM. International Biodeterioration & Biodegradation 55 (2): 131-139 mar 2005.

Photo-catalytic Construction Materials and Reduction in Air Polluants. Mirat Gurol. Report presented to California Senate. 2006, p.18.

http://www.csus.edu/calst/government_affairs/reports/PHOTO-CATALYTIC.pdf acessado em 23 de janeiro de 2008.

Photocatalytic Activity of Semicondutor-modified Cement-influence of Semicondutor Type and Cement Ageing. Marion Lackhoff; Xavier Prieto; Nikolaus Nestle; Frank Dehn; Reinhard Niessner. Applied Catalysis B: Environmental 43 (2003), 205-216.

Photocatalysis on TiO₂ Surfaces: Principles, Mmechanism and Selected Results. Amy Linsenberg; Guangquan Lu; John Yates Jr. Chem. Rev, 1995, 95, 735-758.

Photocatalytic Degradation of NO_x in a Pilot Street Canyon Configuration Using TiO₂-mortar Panels. Th. Maggos; A. Plassais; J.G. Bartzis; Ch. Vasilakos; N. Moussiopoulus; L. Bonafous. Environment Monit. Assessment (2008), 136, 35-44.

A web-based Overview of Semiconductor Pphotochemistry-based Current Commercial Applications. Andrew Mills; Soo-Keun Lee. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, 152 (2002), 233-247.

Photocatalytic Oxidation of Soot by P25 TiO₂ Films. Andrew Mills; Jishun Wang; Mark McGrady. Chemosphere (2006), 64, 1032-1035.

A Fotocatálise Heterogênea e Sua Aplicação Ambiental. Raquel Nogueira; Wilson F. Jardim. Química Nova, 21(1) (1998).

Limits of Application of Photocatalytic Technologies to Construction Mmaterials. F. Peterka; J. Jirkovsky; P. St'ahel; Z. Navrátil. International Rilem Symposium on Photocatalytis, Environmnet and Construction materials, Italy, 2007.

Atmospheric Aerosol and Soiling of External Surfaces in an Urban Environment. C.A. Pio; M.M. Ramos; A.C. Duarte. Atmospheric Environment vol. 32, no 11, pp. 1979-1989, 1998.

No Removal Efficiency of Photocatalytic Paving Blocks Prepared with Recycled Materials. C.S. Poon; E. Cheung. Construction and Building Materials, 21 (2007) 1746-1753.

Immobilized TiO₂ Photocatalytic During Llong-term Use: Decrease in Activity. Venkata Subba Rao; Machiraju Subrahmanyam; Pierre Boule. Applied Catalysis B: Environmental 49 (2004), 239-249.

Imobilização de TiO₂ em Concretos: Fotodegradação de Clorofórmio e Fenol. Valquíria

C. Santos; Marcia M. Kondo. Química Nova, 29, N. 2, 251-255, 2006.

Innovative Self-cleaning and de-pollution Façade Surface. Vallée, et. al. CIB World Congress 2004. disponível no site [www.italcementi.it/newsite/tx_millennium/files/pubblicazioni/CIB-2004](http://www.italcementi.it/newsite/tx_millennium/files/pubblicazioni/CIB-2004_final-submission130204.pdf) final-submission130204.pdf.

Deactivation and Regeneration of Environmentally Exposed Titanium Dioxide (TiO₂) Based Products. Jimmy Chai-Mei Yu. Acessado no dia 22 de janeiro de 2008 http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/studyreports/files/report-updatedcb_paving_blocks_2003.pdf

Envie artigo para: techne@pini.com.br. O texto não deve ultrapassar o limite de 15 mil caracteres (com espaço). Fotos devem ser encaminhadas separadamente em JPG.