



## **SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EM EDIFÍCIOS TROPICAIS: AVALIAÇÃO DO USO DE PAINÉIS FOTOVOLTAICOS TRANSPARENTES E SEMI-TRANSPARENTES INCORPORADOS A EDIFÍCIOS PAULISTAS**

**Andrea Paula FERREIRA (1); Rosana Maria CARAM (2)**

(1) UNICAMP, Faculdade de Engenharia Civil, CP 6021 – 13083-970 - Campinas-SP

e-mail: [andreapaulaferreira@yahoo.com.br](mailto:andreapaulaferreira@yahoo.com.br)

(2) USP de São Carlos, Depto de Arquitetura e Urbanismo, CP 359 – 13560-250 – S. Carlos-SP

### **RESUMO**

Renovável, limpa, com dispositivos leves e de tamanho reduzido, a tecnologia fotovoltaica se mostra adequada para uso urbano. As células fotovoltaicas de filmes finos de silício amorfo hidrogenado (a-Si) e de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) são apresentadas na literatura como tecnologias inovadoras, sustentáveis e de grande potencial para tornarem-se populares, pois apresentam vantagens sobre as tecnologias fotovoltaicas tradicionais, principalmente quanto ao custo e a maior versatilidade de aplicação, podendo substituir janelas e panos de vidro. (PHANI; BERTOZ; HOPKINS; SKRYABIN e TULLOCH, 1997). A pesquisa resumidamente apresentada neste, analisará os painéis fotovoltaicos de filme fino de silício amorfo hidrogenado (a-Si) e de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) incorporados aos edifícios paulistas, sob a ótica da arquitetura, do conforto ambiental e da eficiência energética, caracterizando seu desempenho técnico e estético-visual e identificando suas potencialidades de aplicação como elemento construtivo em edifícios paulistas.

### **ABSTRACT**

Renewable, clean, with light devices and of reduced size, the fotovoltaica technology if shows adequate for urban use. The fotovoltaicas cells of fine films of hydrogen amorphous silicon (a-Si) and titanium dioxide ( $\text{TiO}_2$ ) are presented in literature as innovative, sustainable technologies and of great potential to be become popular, therefore they present advantages on the traditional fotovoltaicas technologies, mainly how much to the cost and the biggest versatility of application, being able to substitute windows and cloths of glass. (PHANI; BERTOZ; HOPKINS; SKRYABIN and TULLOCH, 1997). The research resumidamente presented in this, will analyze the fotovoltaicos panels of fine film of hydrogen amorphous silicon (A-Si) and of dioxide of titanium ( $\text{TiO}_2$ ) incorporated to the São Paulo buildings under the optics of the architecture, the ambient comfort and the energy efficiency, characterizing its performance technician and aesthetic-appearance and identifying its potentialities of application as constructive element in São Paulo buildings.

### **1. INTRODUÇÃO**

A pesquisa em questão será desenvolvida junto ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp e estará inserida nas atividades do ArqTeMa<sup>1</sup>, grupo de pesquisa em tecnologia da arquitetura e materiais de construção sediado no Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

Esta pesquisa procura através da escolha do tema de estudo, painéis constituídos por células fotovoltaicas de filmes finos de silício amorfo hidrogenado (a-Si) e de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) para uso como elemento construtivo semi-transparente e transparente no invólucro de edifícios, conciliar

---

<sup>1</sup> <http://www.eesc.usp.br/sap/grupos/arqtema/home2.htm>

desenvolvimento tecnológico, eficiência energética e sustentabilidade do ambiente construído urbano. Busca um direcionamento que abranja desenvolvimento tecnológico com baixo impacto ambiental e que resulte em uma contribuição efetiva para o desenvolvimento e implementação de novos produtos comerciais e ecologicamente corretos para o mercado da construção civil.

As possibilidades de aplicação arquitetônica de módulos FV em questão são vastas e ainda pouco exploradas e **avaliadas**, apesar de serem as mais promissoras para as tecnologias. As células FV de filmes finos de a-Si e TiO<sub>2</sub> são tecnologias bastante promissoras, que possivelmente adicionariam as propriedades de controle solar e produção de energia limpa de fonte renovável a janelas ou peles de vidro construídos com estas tecnologias, podendo mesmo, serem aplicadas em *retrofits* de edificações, minorando os impactos ambientais do uso do espaço construído e oferecendo maior liberdade de criação aos arquitetos idealizadores deste espaço, conciliando o “certo” e o “belo”. “(...) Era a proposição do “certo” – o conforto – superando o “incerto” – o belo. Superar essas falsas dualidades é um esforço ainda inconcluso.”(SEGAWA, 2003)

## 2. OBJETIVOS

Frente ao leque de possibilidades apresentado pelo uso de tecnologias potencialmente virtuosas como as tratadas, a problemática fundante em torno da qual o trabalho se desenvolverá é: qual o incremento de eficiência energética em edifícios paulistas, resultante da utilização de painéis fotovoltaicos transparentes de TiO<sub>2</sub> (dióxido de titânio) e a-Si (silício amorfo hidrogenado) integrados ao envelope dos edifícios paulistas como vedação de aberturas? Serão mensuradas as variáveis de ganho de calor, de iluminação natural e de conversão de energia solar em elétrica em função das condições climáticas regionais, da geometria e orientação geográfica do edifício e da área da abertura e posição, se horizontal, vertical ou inclinada. Aspectos de facilidade de instalação e da adequação estético-visual dos painéis serão pormenorizadamente observados. Demais parâmetros relacionados à tecnologia de células FV de filmes finos de a-Si e TiO<sub>2</sub>, como a análise do ciclo de vida e econômica, associação com outras tecnologias e substituição de materiais vítreos, poderão ser abordados.

## 3. METODOLOGIA

Para a avaliação de parâmetros de construtibilidade, conforto térmico e luminoso, serão comparadas as informações obtidas em protótipos de aberturas vedadas por painéis de vidro plano incolor com os equipados com os painéis fotovoltaicos. A conversão de energia solar em elétrica será qualificada mediante comparação entre os resultados dos protótipos equipados com os painéis fotovoltaicos.

Na análise de transmissão de luz em espectrofotômetro, será considerado como primordial a faixa de infra-vermelho (CARAM; SICHIERI e LABAKI, 1995).

Os custos serão relativizados à área vedada pelos painéis (RÜTHER, 2004).

A adequação estético-visual será determinada a partir do levantamento do uso comercial de vidros em edifícios paulistas construídos nos últimos três anos, selecionados dentre os projetos publicados nas revistas especializadas em arquitetura e construção civil, Projeto e Design, Arquitetura e Urbanismo, Téchne e Finestra.

## 4. BIBLIOGRAFIA

- CARAM, R. ;SICHIERI, E. e LABAKI, L. C. Indicativos para Emprego Adequado de Vidros Planos na Construção Civil, Segundo Critérios Espectrofotométricos. Encontro Nacional e Encontro Latino-Americano sobre conforto no ambiente construído - ENCAC, III e I, 1995, Gramado. Coletânea ENCAC 1990-2003, CD-Rom.
- PHANI, G.; BERTOZ, M. P. J.; HOPKINS, J.; SKRYABIN, I. L. e TULLOCH, G.E. Electric Window Modules Based on Nanocrystalline Titania Solar Cells. Proceedings of Solar '97 – Australian and New Zealand Solar Energy Society. Paper 1, 1997.
- RÜTHER, Ricardo. Edifícios Solares Fotovoltaicos. Florianópolis: LABSOLAR, 2004.
- SEGAWA, H. Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 37-46, abr./jun. 2003.