

## **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DAS VEDAÇÕES DE TAIPA DE MÃO EXECUTADAS EM DUAS EDIFICAÇÕES-PROTÓTIPO. CASO: UNIDADES EXPERIMENTAIS 001 E 002 – EESC/USP**

**Rafael T. Maia (1), Maurício G. C. Barreto (2), Rosana R. Folz (3), Rodolfo J. V. Sertori (4), Guilherme Dias (5), Akemi Ino (6), Ioshiaqui Shimbo (7)**

- (1) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP) - Pesquisador do HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Avenida Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos – SP – Brasil – Fone/Fax: 55-16-33739304 – E-mail: rafamaia@yahoo.com
- (2) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP – Pesquisador do Grupo HABIS – EESC-USP/UFSCar – Brasil – e-mail: macorito710@yahoo.com.br
- (3) Pós-doutoranda do Grupo HABIS – EESC-USP/UFSCar – Brasil – e-mail: rosana.folz@gmail.com
- (4) Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP – Pesquisador do Grupo HABIS – EESC-USP/UFSCar - Brasil – e-mail: r046271@gmail.com
- (5) Pesquisador do Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil – e-mail: guilherme.dias03@ig.com.br
- (6) Profa. Dra. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar - Brasil – e-mail: inoakemi@sc.usp.br
- (7) Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil – UFSCar – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil – e-mail: shimbo@power.ufscar.br

**Palavras-chave:** Avaliação de Desempenho; Sistema de vedação; Taipa de mão.

### **RESUMO**

No período de 1998 a 1999, foram desenvolvidas duas edificações-protótipo no campus da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, objetivando o estudo e a produção de soluções espaciais e tecnológicas, alternativas àquelas convencionalmente utilizadas em projetos de habitação social. Buscou-se nesta pesquisa a utilização, preferencialmente, de materiais oriundos de recursos renováveis, como terra, madeira de plantios florestais e fibras vegetais. No sub-sistema de vedação foram testados diferentes técnicas e materiais: colchão de ar em madeira, painéis de taipa de mão e de terra-palha. Após dez anos da conclusão e uso destas unidades experimentais, por dois grupos de pesquisa, foi realizada uma avaliação de desempenho destas edificações. Uma das avaliações se refere à durabilidade das vedações em taipa de mão, empregadas nas duas unidades, as quais foram executadas de maneiras distintas no desenho e na produção. O objetivo deste trabalho é analisar estas diferentes formas de execução da taipa de mão, comparando os problemas surgidos na primeira edificação e as alterações de desenho adotadas na segunda. Como método de estudo, foi elaborado um quadro comparativo, no qual foram analisadas as seguintes variáveis: dimensões dos painéis, traço do barro, interfaces, implantação das edificações (orientação norte-sul) e dimensionamento do sistema estrutural. Os dados foram obtidos por meio de diferentes fontes de evidência: registros fotográficos, observação direta, anotações, depoimentos dos usuários e relatórios de pesquisa, além da sistematização dos dados coletados no período da construção e na atual manutenção da taipa de uma das edificações. Os resultados obtidos expõem detalhes que definem um melhor desempenho das vedações em taipa de mão, os quais contribuem na formulação de diretrizes para melhorar sua execução, objetivando o aprimoramento deste sistema de vedação, com potencial para práticas mais sustentáveis na produção de habitação de interesse social.

### **1. INTRODUÇÃO**

O avanço tecnológico da construção civil tem beneficiado economicamente seus investidores por meio da otimização nos processos construtivos, uso de novos materiais e diminuição dos riscos aos operários. Porém, em se tratando da escolha dos elementos construtivos que irão compor as edificações, não são analisadas as conseqüências de tal avanço. Materiais usuais como o bloco cerâmico, concreto, PVC, aço e vidro, apesar de serem potenciais geradores de emprego e renda, causam elevado impacto ambiental, devido ao consumo excessivo de energia para sua fabricação e no transporte, o que gera volume elevado de resíduos durante a sua construção, descartados, muitas vezes, de modo inadequado.

Diversas instituições de pesquisas têm realizado estudos sobre materiais mais sustentáveis para construção de edificações, porém, os maiores beneficiados continuam sendo as

classes economicamente mais favorecidas, assim como a indústria da construção civil, que são os maiores financiadores de tais estudos. A população de baixa renda, como trabalhadores do campo, operários, assalariados, tem dificuldades para investir em melhorias habitacionais, o que os leva a morar em edificações construídas com pedaços de madeira, lonas, costaneiras.

Isso é o que acontece no Assentamento rural Sepé-Tiarajú, localizado no município de Serra Azul – SP, local em que vivem 77 famílias pertencentes ao MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), em condições precárias. No ano de 2006, as famílias foram beneficiadas com um recurso federal para construção de suas casas, e o Grupo Habis está assessorando a construção nesse local. Do total das 77 famílias, 4 são membros do grupo denominado Grupo Alternativo e terão suas casas construídas em estrutura de Pilar-Viga em eucalipto. Em discussão nesse grupo, algumas famílias queriam construir as vedações para essa estrutura com blocos cerâmicos assentados com argamassa de cimento e areia, já outros defendiam o uso de materiais ecologicamente corretos, que causassem menor impacto ambiental. Foram citadas as técnicas construtivas usando terra crua como o adobe, a taipa de mão e o solo-cimento. Todos tinham conhecimento a respeito desses materiais e, por já terem morado e até mesmo construído casas em terra crua, todas as opiniões foram consideradas, impossibilitando que houvesse um consenso.

A assessoria técnica sugeriu a elaboração de um quadro comparativo em que seriam listadas as alternativas existentes para vedação e comparadas com diversas variáveis de acordo com conceitos e princípios da sustentabilidade, tempo de execução e custo. Dessa forma poderiam analisar comparativamente o quadro e tomar decisões baseado nas necessidades de cada família.

Analisando relatos do Grupo Habis relacionados a discussões e conflitos inter-pessoais e com experiência adquirida do autor deste artigo em outras discussões envolvendo esses mesmos atores, foram listadas variáveis já mencionadas como custo e tempo de execução, além de outras previstas que possivelmente entrariam em discussão futuramente como acesso a tecnologia e equipamentos necessários para execução das vedações.

Com a análise da literatura técnico e científica sobre o tema, as pesquisas do Grupo Habis, consulta a pesquisadores e profissionais da área de construção, foram levantados os dados necessários para preencher o quadro comparativo. A próxima etapa será a apresentação do quadro comparativo para as famílias do Assentamento Rural Sepé-Tiarajú, para análise, discussão das propostas, e tomada de decisão sobre as vedações das casas de pilar-viga.

O artigo está organizado da seguinte forma: o item 2 apresenta o objeto de estudo da pesquisa, o Assentamento Rural Sepé-Tiarajú. O item 3 traz o grupo de famílias com casas em pilar-viga, o sistema estrutural em pilar-viga de eucalipto e as opções de vedação. No item 4 será apresentado o quadro comparativo e sua respectiva análise, para que no item 5 sejam feitas as considerações finais, avaliando a viabilidade das opções de vedação, de acordo com as necessidades das famílias.

## **2. MÉTODO**

Souza (1981) explica, conforme exposto anteriormente, que a aplicação da metodologia de avaliação de desempenho consiste em: a) identificação da exigência do usuário; b) condições de exposição a que está submetido o produto; c) estabelecimento dos requisitos (qualitativos) e dos critérios de desempenho (quantitativos) a serem atendidos; e d) definição dos métodos de avaliação.

Como identificação da exigência do usuário sobre o produto estudado, elencou-se o fator da durabilidade e da estanqueidade da vedação de taipa de mão.



foto 1 – Unidades Experimentais 002 e 001

As condições de exposição do objeto de estudo referem-se aqui às condições climáticas sob as quais as vedações em taipa estão submetidas. Nenhuma das duas Unidades possui beiral, apenas pingadeiras na parte superior dos painéis (**foto 1**). Como pode ser visto na **figura 1**, a parede de taipa da Unidade 001 (em amarelo) está voltada para o lado sul, não sofrendo incidência direta do sol.

A parede de taipa da Unidade 002 (em azul) está voltada para o lado oeste, com incidência direta do sol no período da tarde, aumentando ainda mais a oscilação de temperatura sobre a parede ao longo do dia. Na cidade de São Carlos (SP) a temperatura pode variar no inverno em 16° C durante o dia, com mínima de 7°C e máxima de 23°C.

Esta variação diminui no verão, quando a temperatura oscila ao longo do dia entre 17°C a 28°C (CPTEC, 2009). A precipitação pluviométrica é maior na primavera e verão diminuindo muito no outono e inverno.

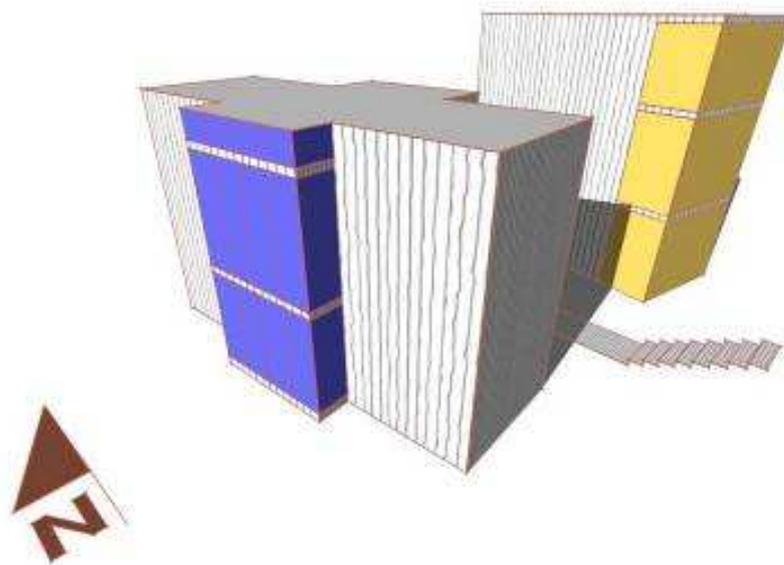


Figura 1 – Orientação das Edificações-Protótipos

Como requisitos de desempenho, as vedações não podem apresentar fissuras no seu reboco e nem vãos entre a vedação e a estrutura de madeira e entre os painéis da vedação. O critério aqui utilizado é de fissuras admissíveis menores de 1mm.

O método de avaliação adotado foi a elaboração de um quadro comparativo (**Tabela 1**) do sistema de vedação em taipa de mão aplicado nos edifícios-protótipo, com dados obtidos de verificação visual, estudo dos projetos das edificações e de seus componentes e de depoimentos de pessoas envolvidas nestes projetos. Outros dados encontram-se em relatórios de pesquisa que descrevem como foram executados os painéis de taipa de mão. Além destes, foram feitos vários registros fotográficos da construção e das patologias que foram aparecendo ao longo dos anos. Com a atual manutenção da taipa da Unidade 002, acrescentaram-se novos elementos de análise.

Levantados os dados, foram então estudados os painéis, o traço do barro, as interfaces e a implantação das edificações. Dentre esses elementos, foram elencadas as seguintes variáveis:

1. Dimensões dos painéis: tamanho em metros dos painéis que foram barreados;
2. Produção dos painéis: forma como foram produzidos os painéis;
3. Traço do barro de vedação: composição e proporção dos materiais utilizados no preparo do 1º barreamento, aplicado entre o entramado de madeira;
4. Traço do barro do reboco: composição e proporção dos materiais utilizados no preparo do 2º barreamento, aplicado sobre o 1º barreamento e sobre o entramado de madeira;
5. Traço do barro do emboço: composição e proporção dos materiais utilizados no preparo do 3º barreamento, aplicado sobre o 2º barreamento, formando a camada mais externa da parede de taipa de mão;
6. Orientação da fachada: direção em que a fachada a ser analisada está apontada, considerando a orientação dos pontos cardinais;
7. Inter-face entre Painel e Painel: solução e material adotado para proteger o encontro entre um painel e outro;
8. Inter-face entre Estrutura e Barreado: solução e material adotado para proteger o encontro entre a estrutura da edificação e o barreado da taipa de mão;
9. Patologias no Emboço: presença de deformidades na camada mais externa das paredes;
10. Patologias no Painel: presença de deformidades nas peças que compõem o painel de madeira;
11. Patologia na Inter-face Estrutura e Barreado: deformidades presentes no encontro da estrutura de pilar de madeira da edificação com o barreado da taipa de mão.

TABELA 1: Quadro Comparativo de Sistemas de Vedação em taipa de mão aplicado nas Unidades 001 e 002.

VARIÁVEIS \ DESCRIÇÃO	Edificação-protótipo	
	001	002
1- Dimensões dos painéis	3,00 x 2,40m	0,75 x 2,40m
2- Local de produção dos painéis	PRODUÇÃO EM LOCO	PRÉ-FABRICAÇÃO EM MARCENARIA
3- Traço do barro de vedação	1:3 de PALHA e TERRA	1:2 de PALHA E TERRA
4- Traço do barro do reboco	1:4 de CAL e AREIA FINA	1:8:8 de CAL, AREIA GROSSA e TERRA
5- Traço do barro do emboço	TERRA	1:8:6,5 de CAL, AREIA FINA e TERRA
6- Orientação da fachada	SUL	OESTE
7- Inter-face entre Paineis e Paineis	-	MATA-JUNTA EM RIPA DE MADEIRA
8- Inter-face entre Estrutura e Barreado	IMPERMEABILIZANTE A BASE DE ÓLEO DE MAMONA	MATA-JUNTA EM RIPA DE MADEIRA
9- Patologias no Emboço	RACHADURA VERTICAL COM MENOS DE 1MM DE ESPESSURA	GRANDES RACHADURAS E BURACOS
10- Patologias no Painel	NÃO EXISTE PAINEL EXPOSTO	ALGUMAS PEÇAS EM DECOMPOSIÇÃO
11- Patologia na Inter-face entre Estrutura e Barreado	NÃO APRESENTA PATOLOGIAS	FRESTAS DE 1 A 2CM

### 3. ANÁLISE COMPARATIVA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO EM TAIPA DE MÃO

A variação de tamanho dos painéis de madeira, assim como seu local de fabricação, não apresentou diferença na composição final das paredes de taipa de mão, pois, uma vez que servem como ossatura para sustentação do barreado, eles são totalmente revestidos pelas demais camadas de barro (emboço e reboco).



foto 2

Na unidade 002, o encontro dos painéis de taipa ficou aparente. A tentativa de proteger o encontro destes painéis, utilizando mata-junta de ripas de madeira (**ver foto 2**), causou efeito inverso. Estas ripas propiciaram a retenção de água e umidade que, por sua vez, penetrou para o interior do barreado. A primeira consequência verificada foi a perda de rigidez do barro, causando sua queda (**ver foto 3**). Em seguida, a presença de buracos expôs a estrutura dos painéis a intempéries, iniciando um processo de decomposição da madeira. Já na Unidade 001, a ausência do encontro direto entre painéis (**ver foto 4**) dispensou a utilização do artifício mata-junta, não contribuindo para situações de acúmulo de água e umidade. Este fato colaborou com a preservação do barreado e da estrutura do painel de madeira.



Foto 3 – Painel exposto após queda do barreado.



Foto 4 – Painéis inteiros expostos.

Outra interface não pode deixar de ser observada. Trata-se do encontro entre o barreado e a estrutura em madeira da edificação. Na Unidade 002, optou-se por trabalhar essa interface da mesma forma que a interface entre os painéis, utilizando mata-junta. O resultado foi o mesmo: acúmulo de água e umidade, provocando danos à parede de taipa de mão. Já na Unidade 001, a interface entre o barreado e a estrutura de madeira do edifício recebeu um impermeabilizante natural, à base de óleo de mamona. Por possuir propriedades elásticas, esse material, além de impermeabilizar a interface, acompanha as movimentações dos componentes dos materiais. Esta propriedade contribuiu para evitar problemas nas interfaces entre o impermeabilizante e a estrutura da edificação e entre o impermeabilizante e o barreado.

Outro indicativo para a presença de patologias na parede de taipa da Unidade 002 é a composição e o traço dos barreamentos, principalmente nas camadas mais externas, que são aquelas que cumprem a função de proteção contra intempéries. A terra presente no reboco tem argila em sua composição. A argila é um material que tem a propriedade de retrair quando perde água, o que provoca rachaduras (**ver foto 5**). Além disso, a proporção de cal para a terra, utilizada no reboco da parede externa da Unidade 002 é muito pequena. Segundo Rago & Cincotto (1999), uma propriedade importante da cal, no seu estado fresco, é a retenção de água, por não permitir a sucção excessiva de água pela base. Na Unidade 001, o reboco é feito de areia e cal, combinação que evita a retração e, conseqüentemente, minimiza a presença de rachaduras (**ver foto 6**).



Foto 5 – Rachaduras apresentadas durante secagem do barreado.



Foto 6 – Barreado sem presença de rachaduras após secagem do barreado.

O calor é um fator que acelera o processo de perda de água do barro. No caso da Unidade 002, a parede de taipa está orientada para Oeste. Pelo fato de haver forte incidência direta de sol sobre esta parede, na parte da tarde, as grandes variações térmicas exigem maior resistência do reboco. O mesmo não acontece com a Unidade 001, cuja parede de taipa está orientada para Sul. Neste caso, as variações de temperatura são mais baixas, resultando na minimização da retração e no aparecimento de rachaduras menores e em baixa proporção.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A taipa de mão é estigmatizada por ser considerada uma técnica de “pobres” e de baixa durabilidade. Exemplos dos mais variados mostram, no entanto, que é uma técnica de fácil execução, de fácil manutenção, apresenta isolamento térmico satisfatório e é de baixo custo quando devidamente orientada (CASER, 1999). Por esta razão, antes de se replicar uma técnica tradicional é preciso ter domínio sobre os seus detalhes, de modo a evitar experiências negativas que possam aumentar o seu estigma.

A análise comparativa entre as duas paredes de taipa de mão, realizada neste trabalho, busca amenizar a carência de referências técnicas para avaliação de tal tipo de vedação. Por outro lado, a avaliação de desempenho se faz necessária para que não sejam transferidos aos usuários os problemas de patologia e os custos de manutenção e reposição que surgem pela falta de avaliação prévia.

Considerando as edificações-protótipo aqui avaliadas, alguns detalhes de projeto e de materiais foram cruciais para corrigirem patologias surgidas quando se tentou inovar na produção dos painéis. Portanto, toda a inovação precisa passar por uma fase de testes, por avaliações de desempenho, antes de ser aprovada como um sistema a ser replicado.

Com a avaliação aqui realizada, almeja-se a adequação de uma técnica tradicional a uma realidade contemporânea, parodiando Fathy (1980, p.39), quando afirma que é “respeitando e construindo sobre o trabalho das gerações anteriores, que cada nova geração consegue algum progresso significativo em direção à solução de um problema”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASER, Karla do Carmo. *Taipa de mão: revisão crítica de projetos no Espírito Santo e perspectivas de seu desenvolvimento*. 217 p. 1999. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais — Ministério da Ciência e Tecnologia (Brasil). Portal de Tecnologia da Informação para Meteorologia. *Banco de Dados Climáticos*. Disponível em <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/climatologia/Controller>>. Acesso em: 17 maio 2009.
- GONÇALVES, O. M. et al. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. In: ROMAN, H.; BONIN, L.C. (ed.) *Normalização e Certificação na Construção Habitacional*. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coleção Habitar, v. 3).
- INO, A. et al. *Habitação Social: Concepção arquitetônica e produção de componentes em madeira de reflorestamento e de terra*. Relatório Final – Bloco 1 e 2. Projeto Integrado de Pesquisa – AI. CNPq 52 4322/96-1. Abril de 2001.
- INO, A. et al. *Habitação Social: Concepção arquitetônica e produção de componentes em madeira de reflorestamento e em terra crua*. Relatório Parcial 2 – Bloco ½. FAPESP 95/9716-9. Agosto de 97 a Julho de 98.
- LOPES, Wilza. *Taipa-de-mão no Brasil: levantamento e análise das construções*. 1998. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Tecnologia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.
- MITIDIÉRI FILHO, Cláudio Vicente. *Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural*. 218 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- RAGO, F.; CINCOTTO, M. A. *Influência do tipo da cal hidratada na reologia de pastas*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Boletim Técnico n. 233.
- SOUZA, Roberto de. A avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE RACIONALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SUA APLICAÇÃO ÀS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL, 1981, São Paulo. *Anais...* São Paulo-SP, 1981. p. 247-256.
- VASCONCELLOS, S. *Arquitetura no Brasil: sistemas construtivos*. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 1979.

**Rafael Torres Maia:** Arquiteto e Urbanista da Universidade Federal de Alagoas – Brasil. Mestrando do Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP e Pesquisador Grupo Habis – EESC/USP – UFSCAR, c.e.: [rafamaia@yahoo.com](mailto:rafamaia@yahoo.com)

**Maurício Guillermo Corba Barreto:** Arquiteto com ênfase em Urbanismo da Universidade de Boyacá – Colômbia. Mestrando do Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP e Pesquisador Grupo Habis – EESC/USP - UFSCAR. c.e.: [macorito710@yahoo.com.br](mailto:macorito710@yahoo.com.br)

**Rosana Rita Folz:** Pós-doutoranda do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP- Brasil e Pesquisador do Grupo Habis – EESC/USP – UFSCAR. c.e.: [rosana.folz@gmail.com](mailto:rosana.folz@gmail.com)

**Rodolfo José Viana Sertori:** Tecnólogo da Construção Civil da Universidade Estadual de Campinas – Brasil. Mestrando do Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP e Pesquisador Grupo Habis – EESC/USP - UFSCAR. c.e.: [R046271@Gmail.Com](mailto:R046271@Gmail.Com)

**Guilherme Dias:** Arquiteto pesquisador do Grupo Habis – EESC/USP - UFSCAR. c.e.: [Guilherme.Dias03@Iq.Com.Br](mailto:Guilherme.Dias03@Iq.Com.Br)

**Everton Randal Gavino:** Arquiteto pesquisador do Grupo Habis – EESC/USP – UFSCAR. c.e.: [evertonrandalgavino@yahoo.com](mailto:evertonrandalgavino@yahoo.com)

**Akemi Ino:** Professora Dr<sup>ª</sup>. do departamento de Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP e Coordenadora do Grupo de Pesquisa Habis – EESC/USP - UFSCAR. c.e.: [inoakemi@sc.usp.br](mailto:inoakemi@sc.usp.br)

**Ioshiaqui Shimbo:** Professor Dr. do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos y Coordenador do Grupo de Pesquisa Habis – EESC/USP - UFSCAR. c.e.: [shimbo@power.ufscar.br](mailto:shimbo@power.ufscar.br)