

# Casulo como habitáculo e componente formal construtivo

*Cocoons as compartment modules and constructive formal components*

Sasquia Hizuru Obata

Engenheira civil – FAAP, mestre em Engenharia Civil –  
Universidade de São Paulo;  
doutora em Arquitetura e Urbanismo – Universidade  
Presbiteriana Mackenzie.  
São Paulo, SP [Brasil]  
sasquia@terra.com.br

O termo casulo tem definição formal derivada da atividade biológica de abrigo que envolve um animal ou um grupo de animais durante um ciclo ou período de vida, possuindo eficientemente para a fase inativa ou ciclo reprodutivo uma característica de envoltória leve ou mesmo como um invólucro flexível. As características marcantes de isolamento de atividades ou para o desenvolvimento de uma ação determinada são: leveza, flexibilidade e a condição natural dos casulos como metáforas a serem atingidas em projetos convencionais. Como metas construtivas, as buscas das formas naturais dos casulos podem ser traduzidas em resultados e combinações de formas geométricas modulares ou mesmo bolhas e cápsulas de projetos arquitetônicos históricos aos mais recentes. A identificação de habitáculos nas construções conduz a proposição do módulo como um componente construtivo e como o embarque formal, ou seja, uma estratégia projetual que atende a redução energética, além da criação de microclima, flexibilidade e leveza construtiva.

**Palavras-chave:** Casulo. Habitáculo. Busca da forma.

The term cocoon has derived formal definition of the biological activity of shelter that involves an animal or a group of animals during a cycle or life period, possessing efficiently for this inactive phase or reproductive cycle a skin characteristic expresses or like a flexible involucre. The important characteristics are the isolation of activities, restrict space to development of a certain action, lightness, flexibility and the natural condition, represent metaphorical goal in conventional projects. As constructive goals, the searches in the natural ways of the cocoons can be translated in results and combinations in geometric ways modulate or even bubbles and capsules of historical architectural projects to the most recent. The identification of cocoon in buildings leads the proposition that module is a constructive component and a formal departure, in other words, a project strategy that assists the energy reduction, besides the micro-climate creation, flexibility and constructive lightness.

**Key words:** Cocoon. Capsule house. Finding form.

## 1 Casulo como forma da natureza e como a busca da forma natural

A natureza é reconhecidamente a principal fonte de inspiração e de busca das formas das construções e de todos os elementos e produtos das atividades do homem.

Para Otto e Rasch (1995) a diferença entre a criação do homem e da natureza está no resultado do processo de produção, sendo a criação do elemento natural o resultado do processo reprodutivo e de multiplicação celular, processo essencialmente “animado”, portanto, carregado de habilidade e desenvolvimento para a vida e para o sobreviver. Já os elementos e os produtos das atividades humanas são resultados dos processos de otimização de técnicas para, de modo geral, dominar as condições e o ciclo de vida a qual se propõe a criação humana.

Da multiplicação celular, reconhecem-se as formas de bolhas por serem diretamente relacionadas e inspiradas à forma da célula e dos “sacos gestacionais”, Figura 1; equivalência formal às construções pneumáticas, Figura 2a e 2b, as construções leves, os habitáculos e os casulos.

Esse reconhecimento permite inferir que o homem procura reproduzir a natureza por meio da tecnologia, muitas vezes limitada ao possível fazer humano, já a natureza se reproduz por uma inteligência reprodutiva natural. Justifica-se, portanto, que a tecnologia é um processo artificial de busca da forma e, enquanto processo produtivo, como sendo a busca da forma natural de maneira reversa para reconhecimento da essência e formas de identidade cultural.

No caso dos casulos como habitáculos, definidos como compartimentos ou espaço para exercício de uma determinada função como pilotar e dirigir um veículo (Figuras 3 e 4), ou mesmo da definição como diminuta morada com o objetivo específico de representar e ser o ambiente no qual se busca o descanso e isolamento, metáfora<sup>1</sup> da



**Figura 1: Saco gestacional**

Fonte: Jornal Livre, 2010.



(a)



(b)

**Figura 2: (a) Vista da intervenção e (b) obra pneumática e visitantes no interior**

Fonte: Architects of air, 2010.



**Figura 3:** Vista superior do habitáculo de um veículo. Descrição: Volkswagen-L1\_Concept\_2009\_800x600\_wallpaper\_17.jpg.

Fonte: Fiat Mio, 2010.

função de um casulo; percebe-se novamente a condição que remete a imagem formal de uma célula e modelos de bolhas.



**Figura 4:** Habitáculo de submarino "Golfinho Biônico"

Fonte: Vulcania Submarine, 2010.

Nas Figuras 3 e 4, a forma e geometria dos produtos são compatíveis a uma bolha, a um casulo, ou mesmo a uma célula, que se conforma como espaço de exercício específico e/ou mínimo, mas adequado para a função a que se propõe.

Diante do exposto<sup>2</sup>, é possível reconhecer a aplicação do conceito de construção do espaço pela busca da formação celular da natureza e modular como sendo os casulos, habitáculos, definindo-os como construções modulares resultantes da busca da forma natural.

Em consonância com o objetivo deste trabalho quanto à identificação de aplicações da con-

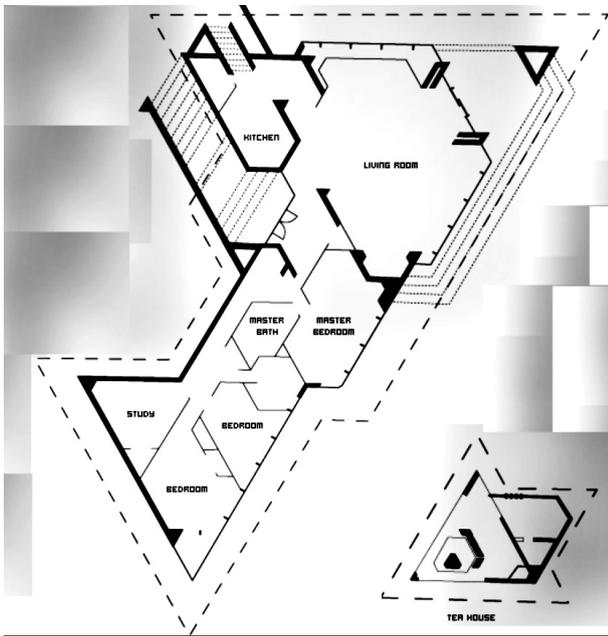
formação formal construtiva dos casulos/habitáculos, a seguir, apresentam-se alguns projetos e algumas constatações da aplicação na forma de módulos ou na própria conformação de habitáculos que se traduzem pelas condições obtidas dos ambientes, na criação de condições específicas, bem como na repetitividade de formas até a conformação de invólucros de toda uma construção ou espaço.

## 2 Composição modular de casulos

O casulo como habitáculo – e por se configurar em um módulo, e ainda considerando-o como o resultado de busca eficiente e com sintonia natural –, adere-se ao processo de formação compositiva modulada de construções e combinações nas construções. Essa ação possui um lastro histórico de construções e criações arquitetônicas de comprovado reconhecimento que podem ser observados nas propostas de Gaudi, Frank Lloyd Wright, Richard Buckminster Fuller, entre outros.

Desses arquitetos, Gonçalves (2007) cita a composição de construções modulares com base nas formas geométricas fundamentais, no caso do arquiteto catalão Gaudi, e as soluções singulares por meio de triângulos equiláteros tanto no plano vertical como no horizontal do americano Frank Lloyd Wright.

Como exemplo, ilustra-se a casa Palmer em que se notam os módulos triangulares combinados de Wright (Figura 5) e as estruturas *tensegrities*, inventadas por Fuller, em 1940, com módulos de barras confinadas e estabilizados por cabos (Figura 6). Esse sistema modular construtivo é utilizado atualmente para cobertura de grandes vãos como estádios. Exemplos desse sistema podem ser observados na cobertura do Georgia Dome, nos Estados Unidos, e na membrana estruturada, em

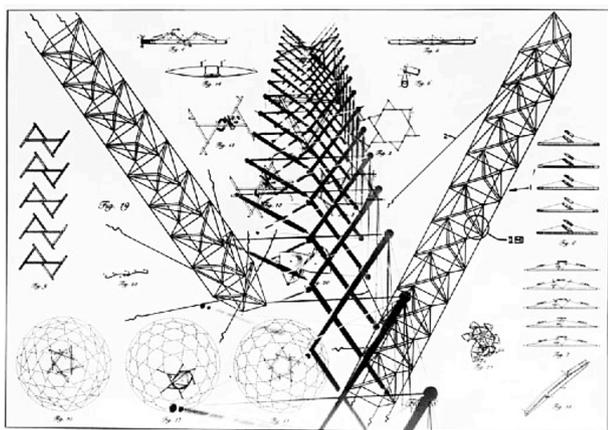


**Figura 5: Planta da casa Palmer de Frank Lloyd Wright**

Fonte: The Palmer House, 2010.

Paris, pelo arquiteto Johan Otto Von Spreckelsen (Figura 7).

A versatilidade de uma composição modular e as alternativas de estudos e busca de formas transita pelo campo das artes plásticas, como mostra a escultura de Buckminster Fuller na Figura 8, e podem ser obtidas da inspiração lúdica e de formação de conjunto que as peças “lego” e labirinto “Q-BA-MAZE” (Figura 9).



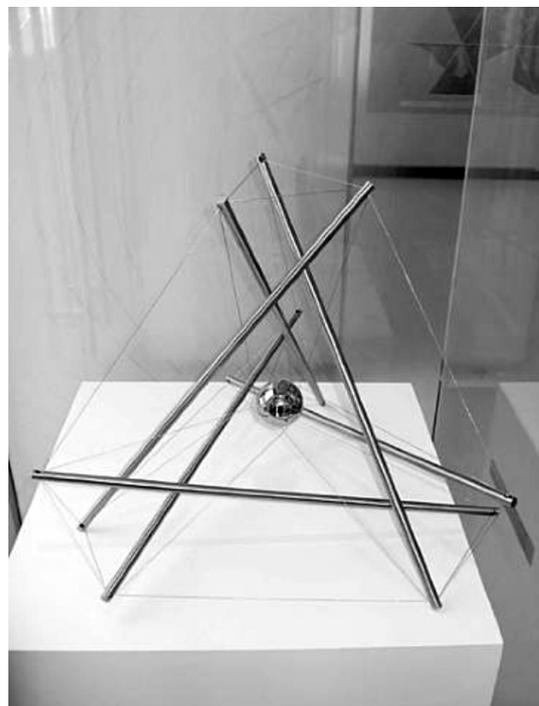
**Figura 6: Portfólio de apresentação das estruturas tensegrities**

Fonte: Fuller, 1981.



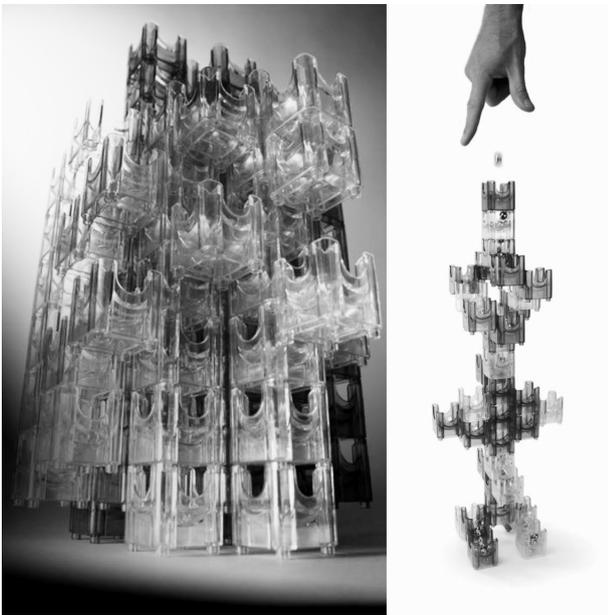
**Figura 7: Membrana estruturada em tensegrity no Grande Arco, Paris, projeto do arquiteto Johan Otto Von Spreckelsen**

Fonte: Roland, 1989.



**Figura 8: Escultura em tensegrity com doze graus de liberdade**

Fonte: Fuller, 1980.



**Figura 9: Montagens do brinquedo Q-BA-MAZE**

Fonte: Comfort, 2010.

A composição modular, segundo o arquiteto Comfort (2010), criador do Q-BA-MAZE (Figura 9), permite a possibilidade de permutação e um número elevado de combinações que se aplicam a arquitetura. E, de fato, foi a arquitetura a própria inspiração para a criação do brinquedo Q-BA-MAZE, ou seja, o edifício Nakagin Capsule Tower, do arquiteto Kisho Kurokawa.

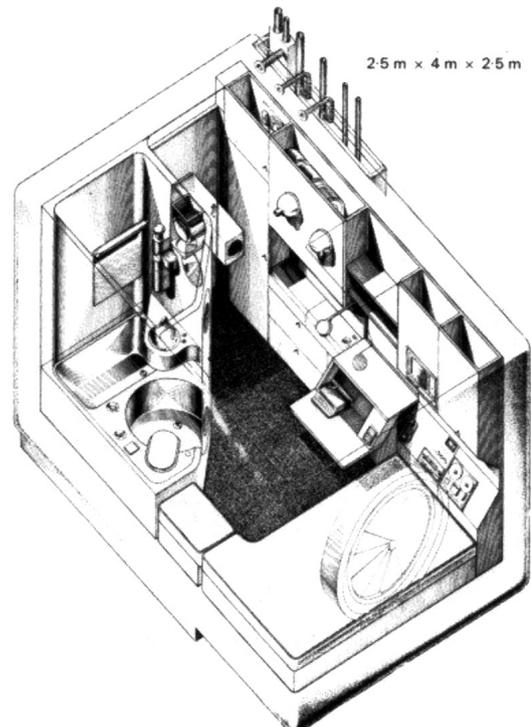
O edifício Nakagin Capsule Tower (Figura 10), hodiernamente, suscita uma série de críticas e diretrizes para sua demolição, mas o fato de representar a busca de uma forma ideal e ser um marco do caminho percorrido em busca da possibilidade de se moldar ambientes e se criar conjuntos por meio de casulos (Figura 11), o mantém em uso, sendo até classificado como belo.

A composição modular por meio de casulos é aplicada e indicada quando no ambiente construído ocorrem atividades que envolvem riscos de contaminação ou ruídos. Ela é também recomendada, principalmente, na arquitetura industrial em que os casulos devem possuir técnicas construtivas de isolamento, mais especificamente com as seguintes funções:



**Figura 10: Edifício Nakagin Capsule Tower, inspiração para o Q-BA-MAZE**

Fonte: Comfort, 2010.



**Figura 11: Perspectiva do Casulo do Edifício Nakagin Capsule Tower**

Fonte: A Tectonic Notebook, 2010.



- Criar ambiente base de um determinado equipamento ou atividade.
- Extinguir incêndios por meio de estanqueidade do conjunto.
- Ser um sistema inerte e de redução de riscos, de vibrações, de ruídos, de temperatura, etc.

A extensão da aplicação e da composição modular de habitáculos, ou seja, as conformações de casulos cumprem atributos explícitos e implícitos.

Os implícitos podem ser caracterizados pela leitura do próprio senso projetivo, das buscas das formas e condições da natureza de equilíbrio, ritmo, harmonia; bases formais que levam subjetivamente a identificação da construção como abrigo, isolamento, proteção e sequenciamento de ações como a sobreposição de blocos ou formas.

Quanto aos atributos explícitos podem ser caracterizados os seguintes itens:

- A repetitividade de módulos leva a combinação de partes conhecidas e, portanto reconhecimento prévio de uma determinada forma e inteligência produtiva.
- A combinação de módulos conduz a possibilidade de crescimento e ampliação em direções sequenciadas ou de associações e multiplicação desses.
- O isolamento em habitáculos permite condições ambientais tecnicamente necessárias, como as já expostas anteriormente, bem como ambientes diferenciados.
- A aplicação de condições de habitáculos mínimos, de restrição de espaço, de redução de consumo de materiais, de construções leves, de alta produtividade pela repetição, ou mesmo para atendimento de condições ergonômicas mínimas e viáveis a um exercícios ou atividade humana, podem ser compreendidos

como uma busca sim da viabilidade construtiva, mas aderente às condições mais exigidas atualmente de sustentabilidade.

Em face das condições climáticas adversas, restrição energética para condicionamentos térmicos e a grande necessidade de ambientes confortáveis para execução das atividades humanas, tanto pessoais como econômico-produtivas, a aplicação da composição de habitáculos e a conformação de edifícios em casulos elevam-se a uma condição de estratégica construtiva e de *retrofit*, ou seja, de componente formal construtivo, como visto nas aplicações anteriores e nas conformações externas no item a seguir.

### 3 Conformação externa de edifícios por casulos

A composição arquitetônica por casulos pode se justificar quando existe a necessidade de gerar um clima específico ou de um microclima das florestas tropicais e subtropicais como no caso do projeto de Éden Park (Figura 12) e do Cubo Aquático de Beijin (Figura 13).



**Figura 12: Vista externa do Éden Park**

Fonte: The Eden Project, 2001.



**Figura 13: Sistema em parede dupla de ETFE no Cubo Aquático, no período noturno, efeito de uma caixa azul brilhante pela instalação de light-emitting diodes (LED)**

Fonte: PTW apud Gonchar, 2008.

O objetivo do ambiente e microclima, criados pelo *Eden Project*, é de reproduzir por meio do invólucro, o habitáculo tropical mesmo em condições adversas, sendo reconhecida como a maior estufa do mundo.

Localizado em Cornwall, Inglaterra, o *Eden Project* foi inaugurado em março de 2001, sendo o resultado da parceria entre a empresa *Nicholas Grimshaw Architects* e a consultoria de engenharia *Anthony Hunt Associates* (LARSEN; TYAS, 2003).

O projeto do Cubo de Beijim, inaugurado em janeiro de 2008 para as Olimpíadas, resultou de um concurso internacional entre dez consórcios, sendo o consórcio vencedor formado pela empresa de engenharia Arup – divisão Ásia Oriental, a empresa PTW de arquitetura, *China State Construction and Engineering Corporation* (CSCEC) e a CSCEC – *Shenzhen Design Institute* (CSCEC+DESIGN), em julho de 2003 (ARUP-EAST ASIA, 2008).

No caso dos dois projetos anteriores, o objetivo foi a conformação externa do edifício em casulo, nos quais a composição modular se deu por colchões pneumáticos com exigência de transparência ou de transparência controlada. Para essa condição, utilizou-se o Tetrafluoroetileno Etileno

(ETFE), em que membranas internas e intermediárias podem ser movimentadas e a pressão dos colchões pode ser alterada para o controle adequado do ambiente construído (OBATA, 2010).

A criação de um casulo envolvente justifica-se pela possibilidade de transformar construções ultrapassadas por meio da combinação de materiais leves, modernos, com tecnologia de ponta, e assim, criar uma arquitetura urbana sustentável.



**Figura 14: Inserção computacional do projeto da empresa *Laboratory for Visionary Architecture* para conformação externa de edifício em casulo**

Fonte: Rothman, 2010.

Um exemplo dessa conformação externa em casulo é o *retrofit* de um famoso prédio australiano em Sidney, da década de 1960, a torre UTS, em que a empresa de arquitetura *Laboratory for Visionary Architecture* (LAVA) desenvolveu um casulo, que envolve o edifício e pode gerar sua própria energia com células solares, coletar água da chuva e aumentar a distribuição da luz natural. Um dos recursos tecnológicos foi a adoção de tiras de LED embutidas ao têxtil e permite uma superfície de mídia (ROTHMAN, 2010).

## 4 Considerações finais

Os habitáculos podem ser considerados como o resultado de uma busca eficiente para uma



construção sustentável e minimal em que o atendimento da forma natural demonstra o percorrer o repertório da própria multiplicação celular e da forma primitiva de habitar e ocupar um espaço, ou seja, o casulo.

De forma inspiracional ou lúdica, a construção de casulos e a composição de construções modulares por meio da multiplicação, permutação e combinação de casulos é ainda um campo vasto para entendimento e busca de resultados possíveis que atendam a liberdade de criação e possam fornecer diretrizes para novas tecnologias construtivas.

Considerando-se as grandes mudanças climáticas, a necessidade de reciclar, recuperar e aproveitar as construções existentes, a conformação externa de edifícios por casulos apresenta-se como uma estratégia sustentável e que exige a busca do melhor entendimento do casulo como habitáculo e como componente formal construtivo, justificando o artigo aqui apresentado.

## Notas

- 1 Figura de linguagem que consiste em transpor o significado de um termo para outro termo em virtude de uma analogia ou comparação subentendida, nesse caso o termo casulo empresta seu significado (GRANDE DICIONÁRIO LAROUSSE CULTURAL DA LÍNGUA PORTUGUESA, 1999, p. 614) de invólucro flexível que envolve um animal ou um grupo de animais, durante uma fase inativa de seu ciclo reprodutivo: ovo, ninfa ou adulto em repouso sazonal para uma pequena morada ou habitáculo para exercício de uma atividade específica e individual.
- 2 Teve-se como diretriz a apresentação breve da aplicação da busca da forma natural e não sua contextualização. Adiciona-se aqui que tal assunto é de grande complexidade e do entendimento específico das origens e subsistemas construtivos, ou seja, a particularização da técnica de busca da forma pode ser relativa ao estudo morfológico dos sistemas estruturais, isto é, o estudo sob o ponto de vista da forma que, segundo Silva e Souto (1997, p. 18), deve considerar suas origens, morfogênese, e a evolução, visando a síntese, análise e concepções estruturais que respondam aos anseios funcionais, técnicos e culturais. Enquanto que a morfogênese de um sistema estrutural corresponde às razões determinantes de suas formas, constituição, compatibilização e otimização a seu uso, aplicação e desempenho. Em que a fase de compatibilização e otimização se traduz num ciclo de evolução e integração sucessiva às origens da forma.

## Referências

- ARCHITECTS OF AIR. *Levity* 2000. Disponível em: <<http://www.architects-of-air.com/luminaria/levity-ii.html>>. Acesso em: 10 jan. 2011.
- A TECTONIC NOTEBOOK. *Nakagin Capsule Tower*. Disponível em: <<http://www.lewism.org/wp-content/uploads/2007/05/iso.jpg>>. Acesso em: 31 mar. 2010.
- ARUP – EAST ASIA. *The Water Cube – National Aquatics Centre*, Beijing. 2008. Disponível em: <<http://www.arup.com/eastasia/project.cfm?pageid=1250>>. Acesso em: 1º jul. 2008.
- COMFORT, A. *Q-BA-MAZE*. Disponível em: <<http://www.hi-id.com/?p=1408>>. Acesso em: 31 mar. 2010.
- FIAT MIO. *Habitáculo y pasajeros – ¿Cuántos lugares y puertas debe poseer Mio?* Disponível em: <http://www.fiatmio.cc/es/2009/11/cabin-and-passengers-%E2%80%93-how-many-seats-and-doors-should-the-mio-have/>. Acesso em: 30 mar. 2010.
- FULLER, B. *Tensile-integrity structures tensegrity from the portfolio inventions: twelve around one*. Carl Solway Gallery Inventory Catalogue, 1981. Disponível em: <<http://www.artnet.com/artwork/425671386/112558/tensile-integrity-structures-tensegrity-from-the-portfolio-inventions-twelve-around-one.html>> Acesso em: 31 mar. 2010.
- FULLER, B. *Twelve degrees of freedom*. Sebastian + Barquet Inventory Catalogue, 1980. Disponível em: <<http://www.artnet.com/artwork/425977812/424800314/buckminster-fuller-twelve-degrees-of-freedom.html>>. Acesso em: 31 mar. 2010.
- GRANDE DICIONÁRIO LAROUSSE CULTURAL DA LÍNGUA PORTUGUESA. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999.
- GONCHAR, J. *Inside Beijing's big box of blue bubbles*. Disponível em: <<http://continuingeducation.construction.com/article.php?L=5&C=418>> in Originally published in the July 2008 issue of Architectural>. Acesso em: 19 ago. 2008.
- GONÇALVES, D. *Sistema estrutural treliçado modular em madeira SET 2M*. 2007. Tese (doutorado)–Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- JORNAL LIVRE. *O que é idade gestacional?*. Disponível em: <<http://www.jornallivre.com.br/169242/o-que-e-idade-gestacional-.html>>. Acesso em: 30 mar. 2010.
- LARSEN, O. P e TYAS, A. *Conceptual structural design: bridging the gap between architects and engineers*. London: Thomas Telford Publishing, Heron Quay, 2003.

OBATA, S. H. *Condicionantes projetuais e tecnológicos: arquiteturas têxteis e tensoestruturas complexas*. Tese (doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

OTTO, F.; RASCH, B. *Finding form*. Munich: Edition Axel Menges, 1995.

ROLAND, C. *Frei Otto: estruturas*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1989.

ROTHMAN, P. *Edifício ganha casulo de LED*. Info On Line, Editora Abril, 22 fev. 2010. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/tecnologias-verdes/edificio-ganha-casulo-de-led-22022010-2.shl>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

SILVA, D. M.; SOUTO, A. K. *Estruturas uma abordagem arquetônica*. 1a. ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1997.

THE EDEN PROJECT. *The Eden Project*. 2001. Disponível em: <<http://www.eden-project.co.uk/reports.html>>. Acesso em: 3 mar. 2001.

THE PALMER HOUSE. *Frank Lloyd Wright's Palmer House*. Disponível em: <<http://www.flwpalmerhouse.com/explore.php>>. Acesso em: 31 mar. 2010.

VULCANIA SUBMARINE. Disponível em: <[http://www.vulcaniasubmarine.com/THE%20BIONIC%20DOLPHIN\\_files/image023.jpg](http://www.vulcaniasubmarine.com/THE%20BIONIC%20DOLPHIN_files/image023.jpg)>. Acesso em: 30 mar. 2010.

Recebido em 12 jul. 2010 / aprovado em 15 nov. 2010

**Para referenciar este texto**

OBATA, S. H. Casulo como habitáculo e componente formal construtivo. *Exacta*, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 363-371, 2010.

