

1 Introdução

É difícil ao homem moderno conceber o desenvolvimento e a modernização em termos de redução, e não de crescimento do consumo de energia. Para ele, uma técnica avançada rima com uma profunda intervenção no processo físico, mental e social. Se quisermos aprender a instrumentação com exatidão, devemos abandonar a ilusão de que um alto grau de cultura implica o mais alto consumo de energia possível (ILLICH, 1976, p. 45).

A indústria da construção civil que produziu e universalizou sistemas construtivos por nós ainda utilizados – e que permitiu erguer milhões de unidades habitacionais – vem sendo questionada como modelo de desenvolvimento, devido aos elevados custos energéticos nos processos de produção dos materiais, tais como: o cimento, o aço, o alumínio, o vidro, o policarbonato e a cerâmica, entre outros. Soma-se também o consumo energético de prospecção das jazidas e o transporte às fábricas, às revendas e por fim às obras.

De modo geral, as cidades consomem muito; com transporte, iluminação, aquecimento/refrigeração, com as indústrias e com a energia para produção da própria energia. Segundo Papanek, nos Estados Unidos, cerca de 70% do consumo total é referente aos centros urbanos:

“Existem poucas dúvidas de que o ambiente e o equilíbrio ecológico do planeta se tornaram insustentáveis. A menos que aprendamos a preservar e conservar os recursos da Terra, e a mudar os nossos padrões básicos de consumo, fabrico e reciclagem, podemos não ter futuro” (PAPANÉK, 1995, p. 17).

Já Manzini (2008, p.31) prevê que teremos de repensar o atual conceito de bem-estar e saúde econômica, medidos pelo crescimento da produção e do consumo de matérias-primas, “(...) para uma sociedade em que seja possível viver melhor consumindo muito menos (...)” e adotando outro modelo econômico que se viabilize com a redução de produtos materiais. Afirma, citando Jansen¹,

¹ JANSEN, J.L.A. (CLTM). Toward a Sustainable Oikos. In: *Route with Technology*. Delft, 1993. (Documentos de trabalho).

Schmitd-Bleek² e trabalhos publicados no WBCSD, 1996³, que essa redução deve ser da ordem de 90% do consumo atual das sociedades industrializadas.

Com vistas a essa meta, no âmbito da construção civil, os esforços para a redução do consumo devem estar focados nos projetos dos materiais e das edificações, tornando-os mais eficientes energeticamente e utilizando menos recursos naturais não renováveis. Mas isto ainda é pouco; para que essas ações surjam efeito. “(...) é necessário imaginar que haja uma profunda mudança na cultura até aqui dominante” (MANZINI, 2008, p. 55).

1.1. Problematização

Reduzir os danos provocados ao meio ambiente pela indústria da construção civil e os elevados custos energéticos de produção e manutenção das edificações, desde a extração das matérias-primas ao final de sua vida útil.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Desenvolver materiais e sistemas construtivos leves e versáteis, adequados ao clima tropical úmido, que permitam a desmontagem e remontagem, com o reaproveitamento das peças estruturais e de grande parte dos materiais de vedação, incorporando o princípio da desmaterialização do produto (MANZINI, 2008), consumindo a menor quantidade possível de materiais na construção do objeto, cumprindo a finalidade colocada.

1.2.2. Específicos

Utilizar matérias-primas preferencialmente renováveis ou com pouco impacto ambiental de extração, incluindo o reuso de materiais descartados, para a fabricação de materiais construtivos de baixo custo energético, de fácil difusão no meio social, através da releitura de técnicas e saberes milenares, respaldada por

² SCHMITD-BLEEK, F. MIPS Revisited. *Fresenius Environmental Bulletin*, Birkhauser Verlag, Basileia, v. 2, n 8, 1993.

³ *Ecoefficient Leadership* – Relatório publicado pelo grupo de trabalho em ecoeficiência, promovido pelo Word Businnes Counsil for Sustainable Development (MANZINI, 2008, p.30, nota de rodapé 6).

ferramental contemporâneo e metodologias desenvolvidas no meio acadêmico. Que sejam exequíveis do ponto de vista econômico e, por fim, que se viabilizem também em práticas convivenciais (ILLICH, 1976) e que atendam os seguintes critérios:

- i) Não utilizar nem gerar produtos poluentes nos processos de beneficiamento de suas matérias-primas e nos procedimentos de montagem e manutenção.
- ii) Extrair, colher matérias-primas e fabricar os componentes em locais próximos aos da montagem, para reduzir custos energéticos com transporte de materiais e deslocamento de pessoas.
- iii) Desenvolver procedimentos de fabricação e montagem que não demandem equipamento e ferramental sofisticado, de modo a possibilitar a confecção artesanal ou seriada, em pequenas unidades de produção.
- iv) Ser renaturalizável, ou seja, que após cumprir a sua função construtiva os seus dejetos se reintegrem com facilidade à natureza, ou, no caso de materiais reciclados, que possam ser reutilizados.
- v) Facilitar a transferência de tecnologia através de soluções eficazes e simples.
- vi) Treinar um aprendiz nas técnicas e na confecção dos produtos em desenvolvimento, através da participação nos experimentos.
- vii) Gerar um modelo de Caderno de Composição de Serviços.

1.3. Metodologia

O desenvolvimento se faz pela observação de modelos físicos e protótipos, criando-se modelos de concepção para gerar as formas. Os modelos são feitos em várias escalas e estudados em suas partes com o contexto físico, até a escala real. É um método de aproximações sucessivas, um processo contínuo de busca do objeto almejado, que une pesquisa e produção, estimulando várias experimentações preliminares para o desenvolvimento da imaginação material tanto no trato quanto na compreensão do comportamento dos elementos utilizados.

Esse processo de produção científica promove a interação entre os pesquisadores e os objetos, numa troca de experiências constantes, em que nenhum ator domina o conhecimento como um todo e todos contribuem e são surpreendidos com os resultados obtidos nos experimentos.

No processo guardam-se todos os modelos que em contato uns com os outros migram de um conjunto para o outro, mudando estes conjuntos. Assim, a solução, ao invés de ser abstratamente resolvida, surge de uma trama tecida no tempo e no espaço, feita de ideias e materializações. As soluções não partem do zero, partem do resgate de técnicas passadas com aproveitamento das possibilidades de produção dos materiais (...).

Fica nítido que a divisão entre teoria e prática dentro dos departamentos das diversas áreas não é a questão. A questão está no trabalho que serve ou não serve para a aplicação na sociedade, sejam eles de origem prática ou teórica (SILVA, RIPPER e MOREIRA, 2004, p. 4).

Para cada material desenvolvido em experimentos físicos, com a participação do aprendiz, tem-se primeiramente uma contextualização, em seguida a problematização e as condições de funcionamento antecipadas, os experimentos propriamente ditos, algumas medições e observações do comportamento com o decorrer do tempo em uso.

1.4. Estrutura da Tese

No segundo capítulo faz-se uma revisão bibliográfica onde são apresentados os conceitos em que nos fundamentamos para propor os materiais e as soluções do sistema construtivo em desenvolvimento; a arquitetura bioclimática.

Neste capítulo faz-se também uma revisão de literatura em que se abordam algumas soluções arquitetônicas nativas perfeitamente adaptadas ao clima quente e úmido, bem como a posterior interferência da cultura dos colonizadores, que ditaram os padrões construtivos atuais. São analisadas essas soluções nativas sob o enfoque do conforto higrotérmico.

Tratamos no terceiro capítulo do material composto de terra crua e fibras vegetais, do qual partiu esta tese para o desenvolvido de painéis e outros experimentos. É feita a descrição de cada componente e de suas funções, desde a extração das matérias-primas até a confecção do compósito, percorrendo sobre as técnicas de obtenção e preparo dos materiais.

No quarto capítulo descrevemos o design e experimentação dos objetos desenvolvidos nessa tese como materiais de construção do sistema construtivo leve proposto, incluindo a proteção da estrutura de bambu. Durante os experimentos avaliamos o desempenho de um aprendiz nas técnicas utilizadas.

Apresentamos, no quinto capítulo, uma proposta arquitetônica e seu método de obtenção da forma, para um espaço multiuso, agregando todos os conceitos definidos nesta tese, desde a base até a claraboia, demonstrando o funcionamento de cada subsistema e a correlação com o desempenho higrotérmico. Tal solução, batizada de “sala bolha”, inclui modelos reduzidos e montagens e desmontagens da estrutura em escala real.

Por último, no sexto capítulo apresentamos as conclusões e recomendações para futuros trabalhos pertinentes ao tipo de estudo proposto, tendo em vista a continuidade do desenvolvimento desse sistema construtivo leve.

Nos apêndices e anexos estão os cálculos de transmissão térmica de acordo com a Norma ABNT NBR 15.220⁴ para confirmação do desempenho térmico definido na Norma ABNT NBR 15.575⁵ e outras informações que consideramos relevantes para o tema. Incluindo um modelo de Catálogo de Composição de Serviços para os grupos de serviços que foram executados até esta etapa de desenvolvimento do sistema construtivo, com planilha de quantificação de materiais e serviços para a estrutura da “sala bolha”.

⁴ Norma ABNT NBR 15.220 – Desempenho térmico das edificações, 2005.

⁵ Norma ABNT NBR 15.575 – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho, 2010.