

**A VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA:
UMA APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS
EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL?**

Eliane Müller Seraphim Dumke
Eduardo Krüger

1. INTRODUÇÃO: TECNOLOGIA APROPRIADAS NA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

As pressões sociais nos países do Norte e a falta de legislação adequada nos países subdesenvolvidos têm provocado a transferência de tecnologias destruidoras do meio ambiente para países do terceiro mundo (BOUGUERRA *apud* CARVALHO, 1997). Observe-se que a tecnologia não pode ser considerada por si só, isolada, mas sim dentro de um contexto histórico-cultural, levando-se em conta os espaços criados para as atividades a ela relacionados e o próprio trabalhador que a aplica e a reinterpreta: “a introdução de novas tecnologias equivale a mudanças culturais cujas repercussões afetam hábitos e normas de comportamento, a divisão social de trabalho, os critérios de avaliação e suas respectivas recompensas e enfim, a própria estrutura de poder e prestígio vigente” (RATTNER, 1981). Como reação ao sistema econômico e social contemporâneo, surge o movimento a favor das tecnologias apropriadas que busca soluções que elevem o rendimento do trabalho e atendam melhor às necessidades das populações marginalizadas.

Neste contexto, Schumacher, por volta de 1960, cria o ITDG – *Intermediate Technology Development Group*, com a idéia de que a geração de técnicas de produção mão-de-obra-intensivas solucione os problemas de desemprego e pobreza nos países em desenvolvimento. Sugere tecnologias mais baratas e acessíveis que a alta tecnologia, mas superiores às primitivas, produzidas pelas massas, descentralizadoras e ecológicas, que priorizem o emprego à produtividade, criando assim o termo “tecnologia intermediária”. Sua obra *Small is Beautiful* (SCHUMACHER, 1993) causou um profundo impacto em diversos países, afirmando que a escala física das soluções da alta tecnologia e a dos seres humanos que as empregam, muitas vezes não são compatíveis. Para ele, a satisfação insaciável do consumo e a lógica da acumulação, que na realidade provocam o aumento das desigualdades e a degradação do trabalho, não deveriam ser os objetivos principais da humanidade civilizada. A implantação de tecnologias apropriadas faz parte de um processo de transformação social e política, no qual a racionalidade e eficiência econômica não são os fins em si. O objetivo é sobretudo encontrar alternativas menos alienadoras, mais humanas, para melhorar a qualidade de vida das sociedades locais, de forma coerente com os processos ecológicos. “A reivindicação por tecnologias apropriadas constitui, portanto, um dos desafios mais sérios ao sistema econômico-social capitalista [...]. Os objetivos das tecnologias apropriadas são diferentes, por visarem proporcionar às populações mais pobres as condições para superar o estágio de pobreza absoluta em que se encontram” (RATTNER, 1981).

O chamado desenvolvimento autêntico tem sua ênfase não no desenvolvimento em si, mas na geração de possibilidades de reversão do processo de empobrecimento e na integração do crescimento econômico das comunidades com as reconquistas de decidir sobre as condições de suas próprias vidas. O desenvolvimento autêntico é compatível com a valorização das culturas locais, com os valores como cooperação, direitos sociais, econômicos, autoconfiança e o respeito à natureza. Há a necessidade de que a ciência assuma formas alternativas nos países empobrecidos, de tal modo que a pesquisa possa ser conduzida conforme os ideais de desenvolvimento autêntico e não os exclusivamente ligados aos valor de controle (LACEY, 1995). Cabe ao desenvolvimento autêntico resolver adequadamente a dialética entre o conhecimento popular e a ciência moderna, dentro de uma consciência de que existem interesses antagônicos. A busca do entendimento completo, integrando a crítica da produção com a aplicação da ciência, deverá informar uma tecnologia alternativa. A tecnologia apropriada freqüentemente envolve a interação entre conhecimento “técnico” e conhecimento local. Ela difere da tecnologia dominante por associar o poder humano sobre os objetos materiais, suas técnicas e conhecimentos à satisfação das necessidades principalmente da maioria pobre, com a participação da mesma e seu controle sobre produção e uso, respeitando as condições locais (LACEY, *op. cit.*).

Assim, a tecnologia apropriada requer participação da comunidade local em conjunto com o “especialista”, numa relação sem hierarquia. A produção local com recursos locais visa ao desenvolvimento da própria comunidade. Seus interesses estão subordinados aos do desenvolvimento autêntico.

A Declaração de Limuru, redigida em reunião mundial realizada no Kenya em 1987, refere-se também aos fatores sócio-econômicos do desenvolvimento de sistemas construtivos que, além de visar habitações adequadas aos moradores como abrigo às intempéries, devem lhes proporcionar infra-estrutura básica e possibilitar o crescimento econômico e social. Na área habitacional, o desenvolvimento tecnológico abarca “desde o desenvolvimento de materiais a partir de recursos disponíveis localmente; a busca de alternativas industrializadas para a construção em larga escala; passando pela busca de novos processos construtivos com a utilização de materiais alternativos, [...] até formas de gestão do processo de produção, enfatizando a participação da população e a valorização do “saber operário” na concepção desta nova forma de gestão” (SOUZA, 1988 *apud* ESPÍNDOLA *et. al.*, 1997). O que caracteriza a tecnologia apropriada não é a simplicidade. A tecnologia apropriada também não visa à perpetuação da ineficiência econômica. Não pode ser considerada inferior à alta tecnologia; pelo contrário é, sim superior, na medida em que considera todos os aspectos, não só a eficiência e a produtividade imediatas. “O conceito de tecnologia apropriada deve ser associado à sua contribuição com os objetivos sociais, econômicos e ambientais dos países que levam em consideração a disponibilidade de recursos humanos e materiais” (ESPÍNDOLA *et al.*, 1997). É fundamental a participação da comunidade na identificação de seus próprios problemas e na escolha da tecnologia que utilizará (PTTA-CNPq *apud* ESPÍNDOLA *et al.*, 1997). A mesma tecnologia pode ser apropriada ou não, dependendo do local, do contexto histórico e por quem ela é aplicada. (RATTNER, 1981).

O presente trabalho tem como objetivo analisar uma experiência habitacional brasileira, a proposta do PROTECH (Programa de Difusão de Tecnologia para Construção

de Habitação de Baixo Custo), especificamente com as Vilas Tecnológicas, no que tange à adequação das moradias à região onde estas foram implantadas. Essa avaliação se refere à adequação climática de moradias em uso na Vila Tecnológica de Curitiba. Através de medições *in situ* foi feito um monitoramento das condições higrótérmicas existentes nas moradias, a partir do qual foram feitas comparações do desempenho térmico de cada uma delas com a proveniência de cada sistema construtivo. Assim, o assunto pesquisado diz respeito diretamente à aplicação de tecnologias apropriadas na habitação popular.

2. O PROBLEMA HABITACIONAL NA PERIFERIA DAS METRÓPOLES DO TERCEIRO MUNDO E A POLÍTICA HABITACIONAL BRASILEIRA

A exemplo do que ocorre em sociedades pós-modernas de países de terceiro mundo, o crescimento acelerado da população de baixa renda na periferia dos grandes centros urbanos brasileiros tem agravado o enorme déficit habitacional do país de aproximadamente 5 milhões de unidades (PRADO e PELIN, 1993). Acentuam-se também os problemas de difícil administração decorrentes do alto índice brasileiro de urbanização - que já em 1998 se aproximava de 75% (SANTOS, 1998) - sem que haja recursos para investimentos essenciais (SACHS, 1996). As grandes cidades são permeadas de “*diversidades, desigualdades, heterogeneidades, tensões, contradições*”. Os processos inerentes ao desenvolvimento do capitalismo no mundo, como a tecnologia em larga escala, fortalecem a divisão social do trabalho e as desigualdades e provocam o crescimento da tensão entre “*localidade e globalidade*” (IANNI, 1997). Os espaços requalificados passam a atender a interesses hegemônicos, *formando novas desigualdades geográficas, sociais e produtivas* e provocando o *empobrecimento material, cultural e moral* (SANTOS, 1998).

As percepções sobre a riqueza cultural da sociedade urbana local de Ianni e de Santos contrastam com a política habitacional brasileira em que os programas para habitação de interesse social são implantados de forma padronizada em todo o território nacional, sem haver uma preocupação com especificidades regionais, acarretando problemas inerentes à tecnologia de larga escala como: a desatenção a culturas locais, impactos ambientais, dependência tecnológica e o aumento de desequilíbrios sócio-econômicos. Desta forma, uma mesma tipologia de projeto e de mesmo sistema construtivo é adotada em cidades com características muito distintas, sendo desconsiderada a grande diversidade sócioeconômica, cultural, climática e tecnológica entre as diferentes regiões do País, o que resulta em construções de baixa qualidade construtiva que não atendem às necessidades de seus usuários.

Em vista disso, torna-se necessário repensar a tecnologia em habitação social, de forma que esta atenda às necessidades econômicas, sociais e culturais de cada sociedade, valorizando o “conhecimento local, tradicional, popular, que, por causa de sua localidade, assume numerosas formas diferentes” (LACEY, 1995).

3. PROPOSTA DO PROTECH: APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS NA HABITAÇÃO SOCIAL

Visando encaminhar soluções para a questão da habitação social do País, foi cria-

do, em 28 de julho de 1993, o PROTECH, no âmbito da Secretaria-Geral da Presidência da República através de decreto. Os recursos financeiros para sua implantação são regulamentados pelo Decreto Federal nº 1036 de 4 de janeiro de 1994, que destina os recursos oriundos da alienação de imóveis residenciais de propriedade da União, para o Programa.

Entre os equívocos identificados pelo PROTECH nos programas habitacionais realizados no País até então encontram-se (PROTECH, 1994):

- *Gestão centralizada e autoritária;*
- *Falta de controle da gestão dos recursos;*
- *Critérios de financiamentos bancários inadequados e distanciados das necessidades locais;*
- *Não participação dos municípios e/ou dos futuros moradores na concepção dos programas e projetos;*
- *Opção por grandes conjuntos localizados na periferia das cidades;*
- *Dispersão de recursos financeiro, técnico e humanos;*
- *Absoluto distanciamento entre a produção habitacional pública e as práticas informais, que garantem a produção da cidade real, onde a maioria da população mora; e,*
- *Desprezo visível pela qualidade dos projetos de arquitetura e de urbanismo, revelando-se clara preferência por soluções uniformizadas e padronizadas, sem nenhuma preocupação com a qualidade da moradia e/ou do espaço urbano.*

O PROTECH “tem seu referencial a partir da compreensão do conceito de habitat, onde o abrigo e seu entorno, o espaço natural e o construído, com sua infra-estrutura e seus equipamentos sociais, constituem – num sentido amplo – o lugar de morar”, considerando aspectos econômicos, sociais, históricos, políticos e culturais da sociedade. Não pretende “a construção massiva de moradias no sentido de atender à população necessitada, com a utilização de recursos governamentais”, mas sim uma “abordagem nova do processo de produção da habitação de modo que as funções urbanas se harmonizem, conferindo ao homem melhor qualidade de vida, dignificando seu habitat”. Para isso pretende criar parcerias entre o poder público (propondo a convergência de programas afins e de recursos humanos, técnicos e financeiros), a iniciativa privada, (convocando e abrindo espaços para participação de empresas construtora e de consultoria, universidades, centros de pesquisas) e a própria comunidade beneficiária (através da participação democrática e comprometida com a solução do problema). O Programa propõe alguns princípios fundamentais (PROTECH, 1994):

- *Desenvolvimento de ações a partir de uma política para o setor habitacional embasada no conhecimento da realidade brasileira, em articulação com as demais políticas setoriais e no contexto de um Plano Nacional de Desenvolvimento.*
- *Identificação regionalizada de tecnologias alternativas para a construção de habitação de baixo custo, respeitando-se a cultura e os fatores ambientais locais.*
- *Descentralização da execução do programa para o nível municipal.*

- *Valorização da unidade municipal através da dinamização da economia local pela geração de renda, da revitalização urbana, da utilização da mão-de-obra existente no município, da participação de empresas, universidades, institutos de pesquisa locais ou regionais.*
- *Geração, organização, sistematização e disseminação de informações institucionais, técnicas, científicas e políticas a toda a sociedade.*
- *Elaboração de projetos urbanísticos e arquitetônicos qualificados.*
- *Definição da participação de cada segmento envolvido no Programa.*
- *Acompanhamento e avaliação contínuos do projeto e do comportamento das tecnologias em uso, por intermédio do Sistema Nacional de Monitoramento.*

3.1. OBJETIVOS DO PROTECH

O objetivo central do PROTECH é demonstrar as possibilidades e identificar os caminhos que viabilizem a construção de moradias de melhor qualidade e com menores custos, através da difusão ampla de informações técnicas e institucionais. Através deste objetivo, pretende-se alcançar outros, que irão contribuir, diretamente, para o fortalecimento das economias locais e para a efetivação de um quadro mais favorável e de melhor qualidade de vida nos centros urbanos. Como objetivos específicos, então, são citados os seguintes (PROTECH, 1994):

- *Promoção de novas alternativas, princípios de desenho, de tipos de casa, de infra-estrutura e de equipamentos urbanos;*
- *Treinamento da mão-de-obra local, ampliando a oferta de empregos;*
- *Aproveitamento do potencial industrial disponível na região;*
- *Realização de eventos específicos para reflexão de políticas e programas e para a avaliação periódica dos modelos no que se refere às tecnologias adotadas, visando ao permanente aperfeiçoamento do sistema.*

3.2 AS VILAS TECNOLÓGICAS

As principais linhas de ação do PROTECH são: (1) Núcleos de estudos e pesquisas sobre habitação e assentamentos populacionais; (2) Acompanhamento de programas e projetos selecionados e de tecnologias habitacionais; (3) Estruturação de base de dados; (4) Acompanhamento do processo legislativo no campo de atuação e (5) Vilas Tecnológicas.

As Vilas Tecnológicas foram previstas a princípio em 20 cidades brasileiras: Curitiba (PR), Brasília (DF), Juiz de Fora (MG), Cuiabá (MT), Contagem (MG), Ribeirão Preto (SP), Bauru (SP), Porto Alegre (RS), Goiânia (GO), Arraial do Cabo (RJ), Fortaleza (CE), Salvador (BA), Alcântara (MA), Campo Grande (MS), São Paulo (SP), Timon (MA), Gurupi (TO), Campina Grande (PB), Rio Branco (AC) e Caruaru (PE). A primeira delas a ser implantada foi a Vila Tecnológica de Curitiba.

As Vilas Tecnológicas tinham por objetivo “demonstrar, de forma prática e concreta, a possibilidade real de construção do habitat – expressão que deve ser aqui enten-

dida como o conjunto integrado casa, equipamentos urbanos e infra-estrutura - a partir de novas propostas urbanísticas e arquitetônicas capazes de efetivar a adoção e difusão de inovações tecnológicas, visando, essencialmente, à melhoria da qualidade de habitações populares e à redução de seus custos de produção” (PROTECH, 1994). O modelo proposto representava originalmente:

- *Unidade demonstrativa de tecnologias adaptadas ao meio real.*
- *Núcleo polarizador e difusor de informações técnicas e institucionais.*
- *Centro de referência para novos processos construtivos regionais e de intercâmbio de conhecimentos com outras fontes geradoras de tecnologias.*
- *Centro de referência para subsidiar a concepção e proposição de novos sistemas de financiamento e crédito.*
- *Unidade de treinamento em serviço de recursos humanos voltados para a construção de moradia.*
- *Centro de experimentação, demonstração e difusão de novas tecnologias, de incentivo à produção industrial e à estandarização de elementos construtivos, com conseqüente redução de custos.*

A partir daí, os modelos habitacionais seriam monitorados visando a avaliações para a aprovação ou a reorientação de rumos pelo Conselho Técnico Local, formado por representantes de entidades de classes da Engenharia e Arquitetura, Companhias de Habitação, Institutos de Pesquisas e Universidades, Sindicatos da Construção Civil, CREAs, e Organizações Não-Governamentais, bem como de toda a sociedade. O monitoramento do Programa seria efetuado por um período de 5 anos, em que seriam conhecidos os indicadores de avaliação do mesmo e conferidos os aspectos de validade, consolidação ou redirecionamento de suas ações e atividades. O Governo faria uso do conhecimento produzido a partir de cada um dos Conselhos Técnicos Locais, no que se refere à avaliação e difusão de sistemas construtivos (PROTECH, 1994).

3.3 A VILA TECNOLÓGICA DE CURITIBA

Resultado de um convênio assinado em 1993 entre o PROTECH e a Companhia de Habitação Popular de Curitiba (COHAB-Curitiba), a Vila Tecnológica de Curitiba foi inaugurada em maio de 1994. Constando de 120 casas, 100 habitadas por famílias de baixa renda e mais 20 casas na Rua das Tecnologias destinadas à visitação pública, constituídas de diferentes materiais e sistemas construtivos, a Vila pretendia demonstrar na prática, a viabilidade dos princípios do PROTECH (Figura 1).

A proposta da Rua das Tecnologias que vinha sendo desenvolvida há um ano pela Cohab-Curitiba, foi acrescentada às Vilas Tecnológicas do PROTECH, com o objetivo de promover a difusão dos novos sistemas construtivos. O objetivo inicial era o de possibilitar às empresas a demonstração de seu sistema construtivo e a divulgação de seu produto, reunindo num mesmo local diversas tecnologias habitacionais—o que até então não existia em nenhum outro local do País.

A Vila Tecnológica de Curitiba foi construída numa área de 50 mil metros quadrados, aproveitando um vazio urbano até então sem ocupação, em meio a um grande

loteamento, o Bairro Novo, que abrigava cerca de 8 mil famílias. Pretendia-se beneficiar esta comunidade com diversas melhorias, entre elas, com Núcleo de Difusão Cultural, que acabou não sendo implantado.

Como principal responsável pela execução das obras da Vila Tecnológica de Curitiba, a Cohab-Curitiba selecionou então 20 das propostas encaminhadas por empresas construtoras de todo o País, cada uma contribuindo com uma tecnologia diferente. Cada empresa construiu uma unidade na Rua das Tecnologias, idealizada como uma exposição permanente dos sistemas construtivos utilizados e outras cinco unidades na Vila. Foram utilizados diversos materiais, desde os mais convencionais como concreto e madeira, até materiais alternativos como solocimento, fibrocimento ou isopor revestido de argamassa, mas com características em comum como facilidade de montagem e racionalização dos materiais.

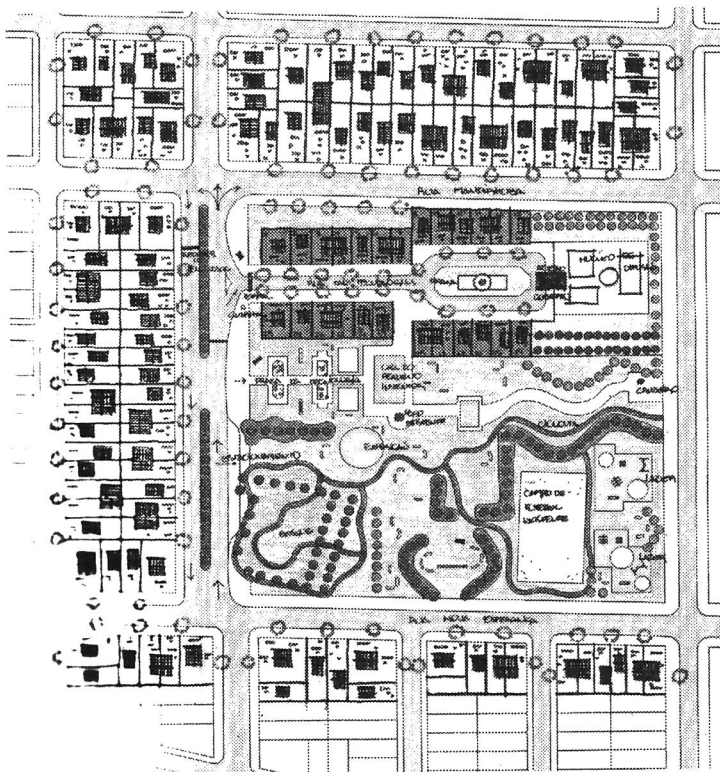


Figura 1: Implantação da Vila Tecnológica de Curitiba

No presente trabalho, analisamos 18 moradias efetivamente habitadas e de sistema construtivo diferenciado (2 dos 20 sistemas construtivos em exposição, projetados para uso, não chegaram a ser oferecidos aos moradores). Na Tabela 1, estão listados os sistemas construtivos que fizeram parte da avaliação, apresentando-se uma descrição sumária dos mesmos, bem como a proveniência das respectivas empresas responsáveis por sua implementação.

Tab 1: Os sistemas construtivos da V.T. de Curitiba

EMPRESA / ESTADO	PAREDE	PAREDE
1 MLC-Engenharia /RS	Painéis de concreto armado com camada isolante interna de lajotas cerâmicas.	Laje pré-fabricada e telha em fibrocimento.
2 Battistella/SC	Painéis de madeira com revestimento acrílico.	Forro de madeira, câmara de ar com ventilação e telhas de fibrocimento.
3 Kürten/PR	Painéis de madeira de pinus.	Forro de madeira e telha cerâmica.
4 3P-Construtora/RS	Chapas de madeira prensada, composta de fibras longas e mineralizada.	Forro de chapas de madeira mineralizada, câmara de ar com ventilação e telhas de fibrocimento.
5 Constroyer /SP	Painéis monolite de poliestireno expandido entre telas de aço, revestidos com argamassa.	Painéis monolite revestidos c/argamassa na face inferior e concreto na face superior, com telhamento cerâmico.
6 Andrade Gutierrez/MG	Tijolos de solo-cimento.	Forro de madeira e telha cerâmica.
7 Todeschini/MS	Kit pré-fabricado de madeira de lei.	Forro de madeira e telha cerâmica.
8 Epotec/PR	Painéis de madeira com interior de poliuretano rígido, revestidos com argamassa epóxi.	Forro de aglomerado c/ revestimento acrílico e telha cerâmica.
9 ABC Construtora/MG	Painéis de concreto celular.	Forro de madeira, câmara de ar com ventilação e telha cerâmica.
10 Eternit/SP	Painéis de madeira revestidos com chapas de fibrocimento.	Forro de madeira, câmara de ar com ventilação e telhas de fibrocimento.
11 Andrade Ribeiro/PR	Painéis duplos de concreto com câmara de ar.	Forro de chapas prensadas em concreto, câmara de ar com ventilação e telha de fibrocimento.
12 Faci Casas/PR	Placas de concreto armado.	Forro de madeira e telha cerâmica.
13 Paineira/DF	Painéis duplos de concreto com câmara de ar, rebocados externamente.	Forro de painéis de concreto, câmara de ar com ventilação e telhas de fibrocimento.
14 José Tureck/SP	Painéis duplos de concreto leve com argila expandida e espaço interno de poliestireno expandido.	Forro de madeira e telha cerâmica.
15 Cohab-Pará/PA	Tijolos cerâmicos vazados.	Forro de madeira, câmara de ar com ventilação e telha cerâmica.
16 Castellamare/PR	Blocos de concreto vazados.	Forro de madeira e telha de fibrocimento.
17 Tetolar/PR	Placas de concreto armado.	Forro de madeira e telha cerâmica.
18 CHJ/SP	Painéis monolíticos de concreto armado sem reboco.	Forro de gesso acartonado, câmara de ar com ventilação e telhas cerâmicas.

4. ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA

Os princípios da Tecnologia Apropriada são aplicáveis não apenas nas construções como no planejamento das cidades: a otimização dos recursos naturais, o respeito à cultura local, a adequação da edificação ao local onde está inserida, dentre outros, sugerem o respeito à topografia, a previsão de lagoas de oscilação e infiltração, o direcionamento das ruas conforme a orientação solar e dos ventos, o dimensionamento diferenciado das ruas conforme suas funções etc. Até mesmo o respeito às referências urbanas e à cultura local com a limitação da altura dos edifícios próximos aos monumentos, encontram relação com as questões energéticas, de conforto ambiental e da arquitetura bioclimática.

Vinculada ao conceito de Tecnologia Apropriada, a Arquitetura Bioclimática é uma forma de se obter habitabilidade com baixos custos, adotando soluções locais para problemas locais. As técnicas passivas de condicionamento propiciam adequação ao clima e eficiência energética para obtenção de um maior grau de conforto térmico na arquitetura.

Inicialmente o abrigo, como proteção às intempéries e ao perigo, era totalmente integrado ao ecossistema, mas ao longo do tempo foi se distanciando dessa idéia inicial. Através dos séculos, a arquitetura vernácula se adaptou às diversas regiões climáticas do globo, sempre com utilização de matéria-prima abundante no local e tecnologia dominada pelas comunidades e integrada à sua cultura. Vários desses exemplos foram descritos por OLGYAY (1998): das migrações indígenas vindas do Norte, com suas moradias adequadas aos diferentes tipos de climas no Canadá e Estados Unidos (frio, temperado, quente-úmido e quente-seco) às verdadeiras cidades subterrâneas do norte da China.

Aqui no Brasil, podemos pensar nas habitações leves e abertas da região amazônica (clima quente-úmido) ou na casa colonial de paredes grossas e pátios abertos dos gaúchos do interior, adaptadas ao mesmo tempo a um clima frio no inverno e quente no verão.

Procurando utilizar esses princípios, projetos tais como o de Normalização em Conforto Ambiental (RORIZ *et alii*, 1999; ABNT, 1998) vêm sendo desenvolvidos no Brasil. A esse respeito, a Norma de Desempenho Térmico das Edificações para Habitação de Interesse Social tem como objetivo promover a diminuição do desconforto térmico da população menos favorecida. Através do estabelecimento de um Zoneamento Bioclimático Brasileiro, com a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima, a Norma fornece diretrizes construtivas e estratégias de condicionamento térmico passivo, que otimizem o desempenho térmico das edificações através da adequação climática.

Das 8 zonas definidas conforme a Norma de Desempenho Térmico de Edificações, Curitiba se encontra na Zona Bioclimática 1, correspondente a apenas 0,8% do território nacional, sendo a capital mais fria do Brasil. As estratégias de condicionamento térmico passivo sugeridas pela referida Norma para esta Zona Bioclimática são: Aquecimento Solar da Edificação e Vedações Internas Pesadas (Inércia Térmica). Alerta-se que o condicionamento térmico passivo é insuficiente durante o período mais frio do ano.

O Aquecimento Solar Passivo pode ser obtido através do acesso da radiação solar direta ao interior da edificação pelas aberturas, incidindo sobre os materiais que se aquecem e emitem radiação de onda longa (calor). Como os materiais transparentes não per-

mitem a passagem de ondas longas, o calor fica retido, superaquecendo o interior da edificação e formando o fenômeno conhecido como efeito estufa. Outra forma de Aquecimento Solar Passivo é através do ganho indireto, por jardins de inverno, que captam e redistribuem o calor ou por paredes de acumulação, de elevada massa térmica nas orientações mais expostas ao sol.

Quanto à estratégia do uso de Vedações Internas Pesadas (Inércia Térmica), em climas frios, com paredes e coberturas mais espessos e pequenas aberturas orientadas para o sol, é possível fazer com que a massa térmica acumule o calor recebido de dia pelas vedações e seja liberado lentamente ao interior da edificação durante a noite, quando a temperatura exterior é mais baixa.

5. AVALIAÇÃO DAS MORADIAS SOB O ASPECTO DO DESEMPENHO TÉRMICO

Como metodologia para a avaliação do desempenho térmico das moradias da Vila Tecnológica de Curitiba, adotou-se o seguinte procedimento:

1. *Definição dos períodos de análise;*
2. *Medições in situ de temperatura e umidade;*
3. *Análise bioclimática.*

A avaliação térmica das moradias habitadas foi realizada com medições no próprio ambiente. Para que se obtivesse informações precisas sobre o desempenho térmico das habitações, foram observados os padrões de uso das moradias (ocupação, operação de portas, janelas, equipamentos etc.).

As medições foram realizadas com medidores de temperatura e umidade, abrangendo os seguintes períodos: de 09/07 a 03/08/2000 (inverno) e de 12/12/2000 a 10/01/2001 (verão). Os aparelhos foram programados para medir a temperatura e umidade relativa a cada 15 minutos, sendo os dados coletados inseridos no software ANALYSIS (LMPT/EMC e NPC/ECV, 1994), que, a partir deles, gera como resultado a porcentagem de horas na zona de conforto para países em desenvolvimento (GIVONI, 1992).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir do tratamento dos dados obtidos pela medição *in situ*, foi possível identificar a porcentagem de horas em conforto e desconforto por frio e por calor para cada tecnologia. A taxa de temperatura de conforto, conforme estudos realizados por GIVONI (1992), e estimada para os países em desenvolvimento como o Brasil (cuja população possui maior tolerância às baixas e altas temperaturas devido à falta de condicionamento artificial nas suas edificações) entre 18 e 29°C. Acima destes valores, há desconforto por calor e abaixo deles, por frio. Consideramos como de melhor desempenho térmico para os períodos medidos, as tecnologias que apresentaram maior número de horas de conforto. As Figuras 2 e 3 mostram para cada sistema construtivo a porcentagem de horas dentro ou fora do intervalo de conforto.

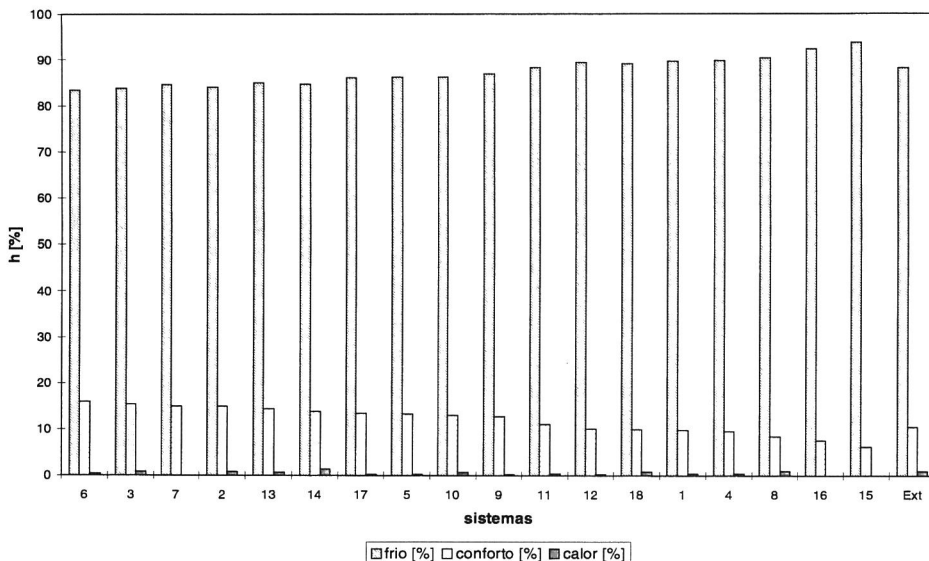


Fig. 2: Gráfico de horas de conforto para o inverno.

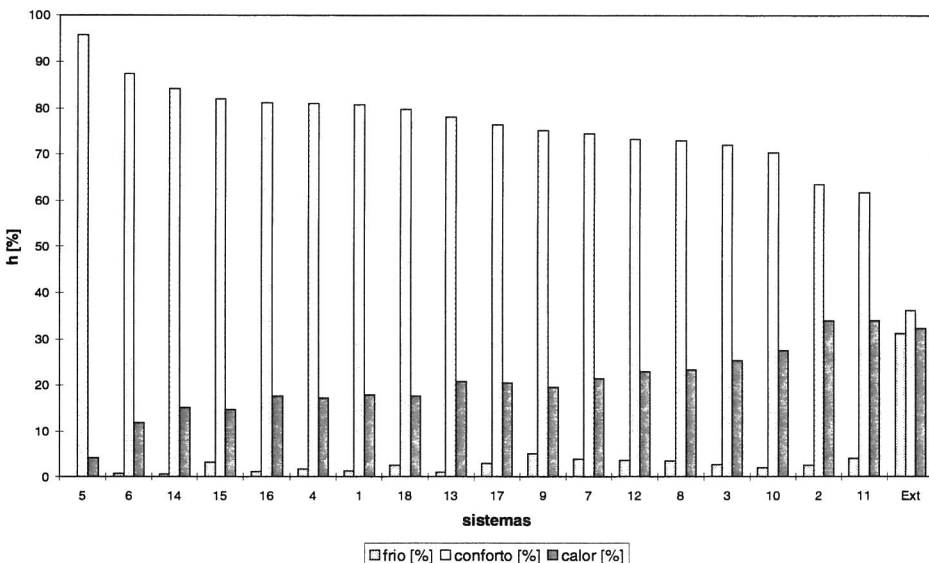


Fig. 3: Gráfico de horas de conforto para o verão.

Sendo Curitiba a capital mais fria do País, com 73,1% das horas anuais apresentando desconforto por frio (GOULART *et al.*, 1998), analisaremos aqui exclusivamente o período de inverno (Figura 2), com atenção às seguintes questões:

1. *Aplicação de sistema construtivo oriundo de empresa local;*
2. *Uso de matéria-prima local; e,*
3. *Uso de técnica tradicional conhecida pela população.*

Dos dezoito sistemas estudados, o mais adequado ao clima de Curitiba é sem dúvida o 6, de tijolos de solocimento, de melhor desempenho no inverno e segundo melhor no verão. A empresa não é local, mas oriunda de Belo Horizonte (MG), que se situa em outra Zona Bioclimática: a de número 3. Analisando do ponto de vista do uso dos materiais locais e de técnica conhecida pela comunidade, podemos afirmar que embora o tijolito de solo-cimento não exista à venda no local, sua fabricação torna-se viável devido à possibilidade de se obter matéria-prima na região. Além disso, a técnica construtiva se assemelha à alvenaria tradicional sendo ainda mais simples que esta, pois os tijolos são apenas encaixados, não havendo necessidade de argamassa de assentamento.

Os três sistemas construtivos seguintes (Fig. 2) baseiam-se no emprego de madeira, técnica tradicional na região Sul do País. Desta forma, por seu bom desempenho no inverno, estes sistemas não podem ser descartados como alternativa para habitação, levando-se em conta também seu fator cultural. Quanto à sua origem, dois deles (o 3 e o 2), são de empresas locais e utilizam madeiras da região. O sistema 2, no entanto, apesar de sua produção ser em outro Estado (SC), é oriundo de empresa situada em Lages, que possui características climáticas semelhantes às de Curitiba, sendo a Zona Bioclimática a mesma: 1. O sistema 7, por sua vez, é proveniente de outra região (MS), não utilizando matéria-prima local, porém fazendo uso de técnica tradicional.

O sistema construtivo seguinte, o 13, provém de outra região (DF), porém faz uso de materiais encontráveis na região e de técnica conhecida, em concreto. Nesta categoria, se incluem também os sistemas 9, 12, 18 e 1. Além desses sistemas de concreto, há também alguns desenvolvidos por empresas locais, como o 17, que apresentou desempenho semelhante, o 11 e o 16, que apresentou baixo desempenho térmico.

Os sistemas que fizeram uso de técnicas e materiais não encontráveis no local e pouco conhecidos pela população, provenientes de empresas de outras regiões (14, 5, 10 e 4), apresentaram resultado mediano na avaliação de desempenho térmico, como, por exemplo, o sistema 5, cuja empresa fabricante é de São Paulo e de origem italiana. A exceção foi o sistema 8, baseado também no uso de um material isolante térmico, o poliuretano, que obteve o terceiro pior desempenho térmico no inverno, mas cuja empresa é da região.

O sistema menos adequado ao clima foi o 15, de tijolos vazados e com procedência de Belém (PA: Zona Bioclimática 8), que apresentou pior desempenho térmico no inverno, mas um dos melhores desempenhos no verão, o que demonstra ser apropriado para regiões de clima mais quente, mas não havendo nenhuma preocupação de adaptação ao clima de Curitiba para sua aplicação na Vila Tecnológica de Curitiba.

Tanto para inverno quanto para verão, verificou-se entre as tecnologias que apresentaram pior desempenho o predomínio de coberturas de telhas de fibrocimento. Em ambos os períodos, observou-se a importância do tipo de telha na obtenção do conforto térmico, notando-se um desempenho superior das moradias com telhas cerâmicas. Neste particular, enquanto a telha cerâmica é material usualmente encontrável na região e sua técnica de fabricação em olarias bastante difundida no País, o amianto empregado na

fabricação das telhas de fibrocimento provém em grande parte do exterior, sendo encontrado no Brasil apenas nos Estados de Goiás e Tocantins. Além disso, a fabricação e o uso do amianto envolve consequências ambientais, sendo a técnica não tão difundida quanto à da indústria cerâmica.

7. CONCLUSÕES

Dentre as principais idéias norteadoras da proposta original de Vila Tecnológica do PROTECH, sugeriu-se como proposta do Programa a *identificação regionalizada de tecnologias alternativas para a construção de habitação de baixo custo, respeitando-se a cultura e os fatores ambientais locais*, e das Vilas, em particular, que *representassem unidades demonstrativas de tecnologias adaptadas ao meio real*. Entendemos que as tecnologias só estariam adaptadas ao meio real se demonstrassem bom desempenho térmico, utilizassem matéria prima abundante no local e técnicas conhecidas ou facilmente assimiláveis pela comunidade, o que não ocorre em grande parte dos sistemas construtivos.

Constatamos, através da análise realizada, que a adequação climática se relaciona de forma inegável com a cultura construtiva tradicionalmente empregada na região. Na verdade, ambos se inter-relacionam, havendo uma relação entre fatores culturais, sejam eles construtivos ou não, e fatores do meio, climáticos ou não. Assim, enquanto sistemas tradicionais apresentaram bons resultados, o sistema construtivo da Cohab-Pará, por exemplo, proveniente de um outro extremo do País, de condições climáticas, ambientais, sócio-econômicas e tecnológicas bastante diferentes de Curitiba, mostrou-se pouco adaptado à realidade local. Da mesma forma, podemos citar os sistemas que utilizam materiais não encontráveis na região ou os que fazem uso de matéria-prima cuja extração e manuseio causam problemas ambientais como a madeira de lei ou o fibrocimento.

Verifica-se então que, com a união das propostas da Rua das Tecnologias que vinha sendo desenvolvida pela Cohab-Curitiba e a das Vilas Tecnológicas do PROTECH, predominou na Vila Tecnológica de Curitiba o objetivo original da Cohab, executora do projeto, de possibilitar às empresas a demonstração de seu sistema construtivo e a divulgação de seu produto, sobre os objetivos de promover a difusão dos novos sistemas construtivos, ou a difusão de tecnologias apropriadas, do PROTECH.

Em Curitiba, as casas foram avaliadas pelo Instituto de Pesquisa e Assessoria Tecnológica do Paraná (INTEC), da Pontifícia Universidade Católica, e pelo chamado Conselho Técnico, que reúne 18 diferentes entidades sob a coordenação pela Cohab-Curitiba. Essa avaliação não foi realizada durante o período de 5 anos, conforme a proposta inicial.

A avaliação do INTEC foi realizada em 3 modalidades: sócio-cultural, técnica em engenharia e técnica em arquitetura. Não foram reunidas por sistemas construtivos e não se observou a reunião de categorias semelhantes. Em se tratando de tecnologias apropriadas, a importância da avaliação aumenta, sendo a única atividade realizada após a implantação da Vila Tecnológica. Como as atividades de geração e de desenvolvimento tecnológico não existiram, selecionar e avaliar passaram a ser atividade central. Sendo, no entanto, o objetivo a busca de tecnologias apropriadas para a habitação popular, a

avaliação deveria ter utilizado os critérios para avaliações de tecnologias apropriadas, o que não aconteceu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. *Desempenho térmico de edificações*. Projeto 02:135.07-003:1998. Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Projeto UFSC/FINEP.
- CARVALHO, M.G.. Antropologia e as culturas organizacionais. *Revista Educação & Tecnologia*, Curitiba, n.02, p.107-114, dez. 1997.
- ESPÍNDOLA, O. S.; IAROSZINSKI, M. H.; PASSINI, J. J.; VOLPATO, M.. *O Processo de Inovação Tecnológica no Setor Habitacional: O Caso da Vila Tecnológica de Curitiba*. Curitiba: CEFET-PR, 1997.
- GIVONI, B. Comfort, Climate Analysis and Building Design Guidelines. *In: Energy and Buildings*, Vol. 18, 1992.
- GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis : PROCEL/ Núcleo de Pesquisa em Construção / UFSC, 1998.
- IANNI, O.. *A era do globalismo*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1997.
- LACEY, H.. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Discurso, 1995.
- LMPT/EMC e NPC/ECV, UFSC. *Analysis*, versão 1.5: Programa Analysis para avaliação bioclimática e de conforto térmico. LMPT e NPC/UFSC, 1994. Programa. 3 Disquetes 3 ½ pol.
- OLGYAY, V.. *Architectura y clima*. Barcelona: Gustavo Gili,1998.
- PRADO, E.S. e PELIN, E.R. *Moradia no Brasil*. São Paulo: CBMM/FIPE, 1993.
- Programa de Difusão Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo (PROTECH). *Programa de Difusão Tecnologia para Construção de Habitação de Baixo Custo*. Brasília: PROTECH, 1994.
- RATTNER, H.. Uma tecnologia para combater a pobreza. *Revista Brasileira de Tecnologia*, Brasília, abr./jun. 1981.
- RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Uma proposta de norma técnica sobre desempenho térmico de habitações populares. *In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 5., 1999, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ANTAC, 1999.1 CD.
- SACHS, Ignacy. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. São Paulo: Vértice, 1996.
- SANTOS, Milton. *Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional*. São Paulo : Hucitec, 1998.
- SCHUMACHER, E.F. *Small is beautiful*. Reino Unido: Vintage, 1993.