

CONFORTO TÉRMICO NAS HABITAÇÕES DA VILA TECNOLÓGICA DE PORTO ALEGRE: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DA PERCEPÇÃO DE SEUS MORADORES

**MAIA, Marco Antônio Lopes; MANFREDINI, Constance; BEVILACQUA, Décio;
SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATTLER, Miguel Aloysio**

PPGEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
NORIE – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
Av. Osvaldo Aranha, 99 – 3º andar, CEP 90035-190 – Porto Alegre – RS
Tel.: (51) 3316.3900; Fax: (51) 3316.4054
e-mail: marco.maia@terra.com.br

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o desempenho térmico de quatro sistemas construtivos concebidos para a Vila Tecnológica de Porto Alegre, com base na percepção dos seus moradores. Visa, ainda, complementar avaliação anteriormente realizada pelo NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – UFRGS), através da utilização de modelo de simulação. Espera-se, com os resultados aqui apresentados, aportar contribuição à série de trabalhos que vêm sendo desenvolvidos quanto ao desempenho dos diferentes sistemas construtivos utilizados nas habitações da Vila Tecnológica, visando otimizar futuras aplicações.

ABSTRACT

This work presents the thermal performance analysis of four prototypes developed for the “Vila Tecnológica de Porto Alegre”. Based on a survey, performed with community cooperation, the work tries to produce a real contribution on previous developed works, on the same subject, at NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação – UFRGS). The analyzed data will contribute to the intensive works developed to acquire the prototype’s performance and to the optimization process in future applications.

1. INTRODUÇÃO

A proposta para uma Vila Tecnológica em Porto Alegre procurou oferecer à fração mais carente da população uma melhor qualidade de habitação e, para o município, a possibilidade de seleção de tecnologias tecnicamente confiáveis a um custo mais baixo. Os sistemas construtivos selecionados pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre possuem diferentes tipologias arquitetônicas que proporcionam maior flexibilidade de projeto. A disposição dos sistemas construtivos, na área da Vila Tecnológica, é esquematizada na Figura 1.

O local da implantação do núcleo experimental consiste em uma área urbanizada – dotada de redes de água, esgoto cloacal/pluvial, de energia elétrica, iluminação pública e pavimentação – na zona urbana de Porto Alegre. O projeto conta com lotes de dimensões mínimas que atendem a legislação de parcelamento do solo vigente na cidade.

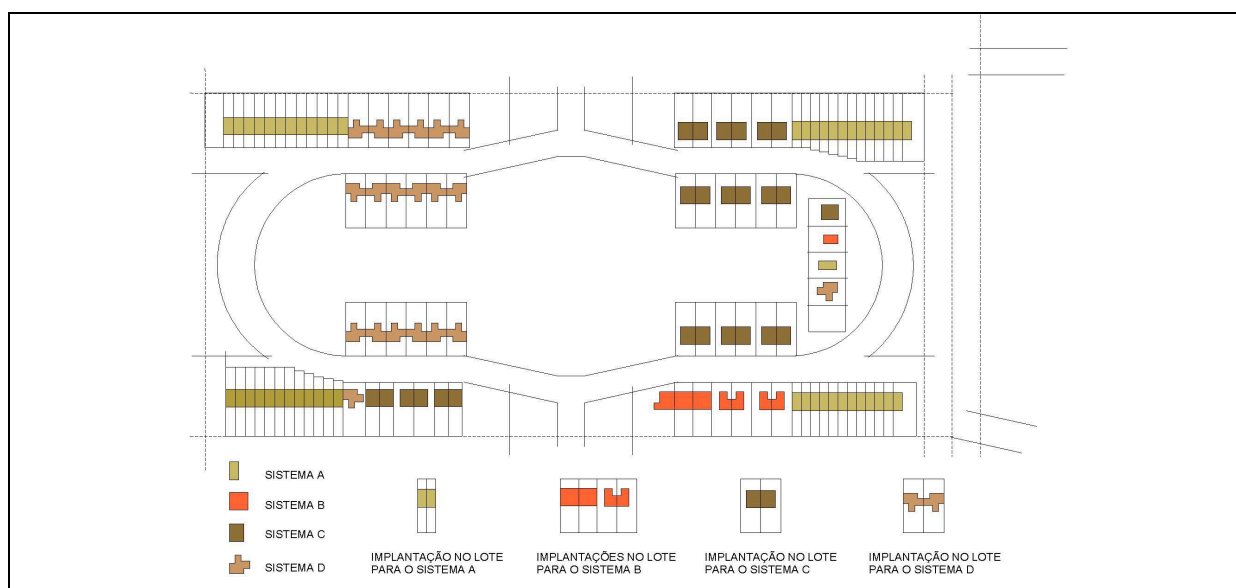


Figura 1 – Implantação Geral da Vila Tecnológica de Porto Alegre

A cidade de Porto Alegre possui características climáticas de uma região subtropical úmida, onde a temperatura média anual é de 19,5°C e as temperaturas extremas oscilam entre 40,7°C e -2,4°C (MASCARÓ, 1996). Apresenta grande variação climática ao longo do ano. O período de horas de conforto é de apenas 22,4% das horas, enquanto o período de desconforto equivale a 77,5% das horas do ano. Do período de desconforto 25,9% das horas são provocadas por calor excessivo e 51,6% por frio (LAMBERTS et al., 1997).

2. ABORDAGEM CONCEITUAL E METODOLÓGICA

Na avaliação de conforto térmico realizada na Vila Tecnológica foram definidos como aspectos principais a serem pesquisados entre os moradores: *adequação da moradia ao calor*, *adequação da moradia ao frio*, *ventilação e umidade*.

O instrumento de pesquisa, um questionário, foi aplicado a aproximadamente 30% das unidades habitacionais existentes: 27 unidades foram pesquisadas, do total de 98 (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Composição da amostra pesquisada

Sistema Construtivo	Número de unidades	Unidades com frente Norte	Unidades Pesquisadas
A	44 (44,9%)	20	12
B	11 (11,3%)	11	6
C	24 (24,5%)	12	5
D	19 (19,3%)	7	4
Total	98 (100%)	50	27

A seleção dessas unidades obedeceu a alguns critérios previamente estabelecidos: a) o número de casas avaliadas deveria respeitar, aproximadamente, a proporção de ocorrência de cada tipologia construtiva na Vila Tecnológica; b) as habitações, independentemente do tipo de sistema construtivo, deveriam ter a mesma orientação solar; c) possibilitar comparações com trabalho de simulação pelo Programa Thedes (SATTLER, 1986), já realizado (GRIGOLETTI et al., 2002). Face aos critérios b e c, definiu-se que as casas pesquisadas seriam de orientação Norte.

O tempo médio de moradia das famílias entrevistadas é de cerca de um ano (11,16 meses), o que lhes permitiu vivenciar diferentes estações climáticas. A composição das famílias é de, em média, 4 pessoas (4,37).

3. AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DAS HABITAÇÕES

A síntese das informações obtidas é apresentada a seguir, sendo a análise dos resultados organizada por sistema construtivo.

3.1 Análise do Sistema Construtivo A

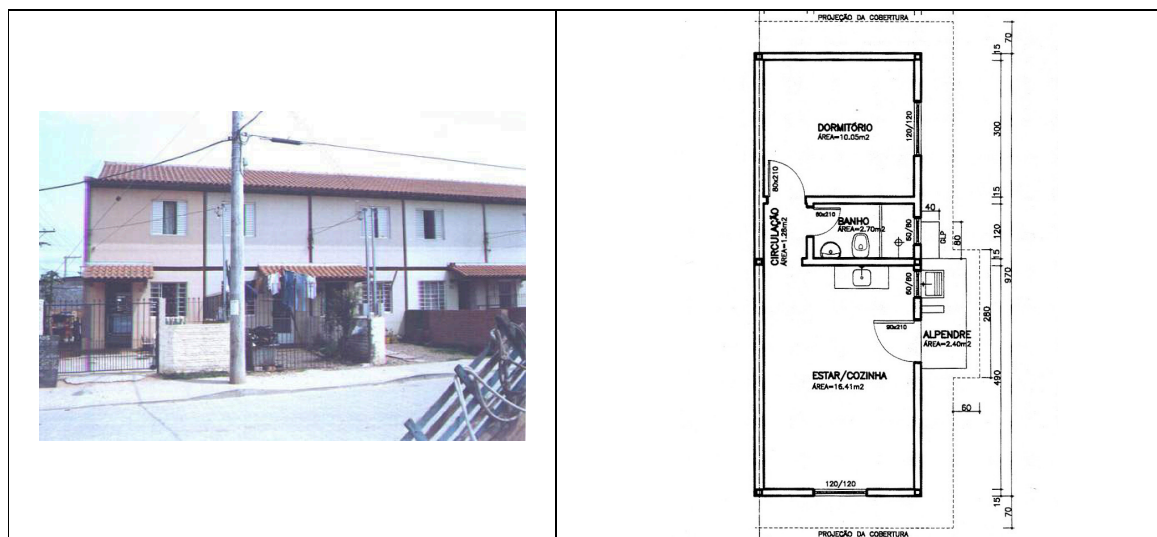


Figura 2 – Sistema Construtivo A – térrea e 2 pavimentos (Fonte: adaptado de SPERB, 2000)

A unidade é geminada, com dois pavimentos e sótão, com área por pavimento de 24,57 m² e telhado em duas águas voltadas para as orientações Norte e Sul (Figura 2). O protótipo é baseado em um sistema construtivo em estrutura metálica, com paredes de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos (21,5x16x10,5 cm), rebocadas em ambos os lados com argamassa de cimento e areia. As paredes têm 15 cm, com exceção da parede divisória, a qual tem 13 cm. O piso é composto por uma camada de 5 cm de brita, 5 cm de concreto magro e uma camada de cimento alisado com 4 cm de espessura. As esquadrias externas são metálicas, com janelas venezianas e vidros com espessura de 3 mm. As esquadrias internas são em madeira semi-oca. A estrutura da cobertura é metálica, com telhas cerâmicas (SPERB, 2000). Na parte superior está o mezanino, utilizado para o dormitório. A cobertura da construção não possui forro de proteção, ficando as telhas expostas e o pé direito bastante baixo.

Dos entrevistados, 75% responderam que o cômodo mais quente no verão é o mezanino, tanto de dia como à noite. O pavimento térreo da residência não foi mencionado por nenhum dos entrevistados, 16,67% não responderam e 8,33% consideram que nenhum dos compartimentos é quente, tanto de dia como à noite. Durante o inverno, o cômodo mais frio no período diurno é o localizado no mezanino, conforme 50% dos entrevistados. Do restante, 25% não responderam e 16,67% disseram que o pavimento térreo é mais frio durante o dia. Para 58,33% o mezanino é mais frio durante a noite, 16,67% não responderam e outros, 16,67%, disseram que o pavimento térreo, onde estão localizadas a cozinha e a sala, é o mais frio.

Considerando o lugar da habitação que as pessoas ficam quando faz calor, a sala obteve a maior frequência, com 75% das opções, a cozinha obteve 58,33% das opções, o pátio, 25%, e apenas 8,33% utilizam a rua como refúgio nos dias quentes. A sala, neste caso, é a melhor opção: existe a possibilidade de abertura da porta e da janela permitindo, com isto, um fluxo maior de ventilação.

A respeito do comportamento deste sistema construtivo no verão, 50% julgaram a casa menos quente que a rua, 16,67% responderam que a temperatura na casa é igual a da rua, 16,16% responderam que a casa é bem menos quente que a rua, apenas 8,33% responderam que a casa é mais quente que a rua, e 8,33% não responderam. Para 75% dos moradores, a casa, no inverno, é menos fria que a rua, 16,67% acham que é mais fria que a rua, e 8,33 não responderam.

A existência de vento encanado foi apontada por 83,33% dos entrevistados, e o sentido predominante da circulação deste vento é da frente da casa para os fundos.

Considerando as questões que se referem a reformas na casa, 66,67% dos entrevistados responderam que não fizeram reformas ou melhorias, e 33,33% fizeram alguma melhoria (ex.: execução de forro na cobertura e colocação de piso cerâmico).

Dos entrevistados, 50% responderam que existe umidade ou mofo em alguma parte da casa, os outros 50% não são afetados por este problema. A maior parte dos problemas de umidade aparece no banheiro ou nas fissuras (localizadas nas juntas entre a estrutura metálica e a alvenaria). Com relação às frestas, 66,67% apontaram este problema na cobertura, 25%, na porta dos fundos e, 8,33%, na porta da frente. A proximidade da cobertura, a falta de forro e as frestas no telhado têm, como consequência, espaços menos confortáveis, tanto para uma situação de calor quanto para uma situação de frio.

3.2 Análise do Sistema Construtivo B



Figura 3 – Sistema Construtivo B – térrea (Fonte: adaptado de SPERB, 2000)

A unidade é térrea, isolada no lote ou geminada, com área de 40,00 m² e telhado em duas águas (Figura 3). O sistema construtivo é composto por painéis-parede pré-industrializados com as seguintes camadas: uma estrutura interna de madeira, em forma de grelha, com 5 cm de espessura, as quais sustentam duas camadas (em cada uma das faces da parede) de chapas de 3 mm em madeira e que, por sua vez, são revestidas com uma camada de 1,2 cm de argamassa. As paredes internas e externas recebem pintura. O piso é composto por uma camada de 5 cm de brita, uma laje de concreto com 7 cm de espessura e piso de cimento alisado, com 4 cm de espessura. As esquadrias externas são metálicas e as internas são em madeira semi-oca. O forro é em chapa de madeira de 5 mm. A estrutura da cobertura é em madeira, com telhas cerâmicas (SPERB, 2000).

Quanto ao local mais quente no interior da edificação, várias foram as indicações, inclusive de peças dos fundos, orientadas para Sul – provavelmente pelo fato de, em alguns dos casos, a fachada Oeste não ser geminada, recebendo radiação solar direta. Já para uma situação de frio, 50% dos moradores definiram os cômodos dos fundos como os mais frios durante o dia e 33,3% durante a noite. No entanto, observa-se que um terço dos entrevistados não identificou peças frias em suas casas, tanto de dia quanto à noite.

Na avaliação da maioria dos moradores, 83,3%, suas casas oferecem melhor sensação de conforto térmico do que a rua, tanto quando faz frio, como quando faz calor.

Em relação à possibilidade de ventilação cruzada, 100% declaram obtê-la, basicamente abrindo porta e janelas nas fachadas norte e sul, sobretudo nos ambientes da sala e da cozinha (frente/fundos).

Umidade ou mofo foi um problema identificado em apenas 16,7% das residências. Já a existência de frestas, foi apontada por 50% dos moradores, especialmente sob as portas e janelas, havendo, inclusive, penetração de água da chuva. Nenhuma das moradias pesquisadas passou por qualquer reforma ou melhoria até o momento.

3.3 Análise do Sistema Construtivo C

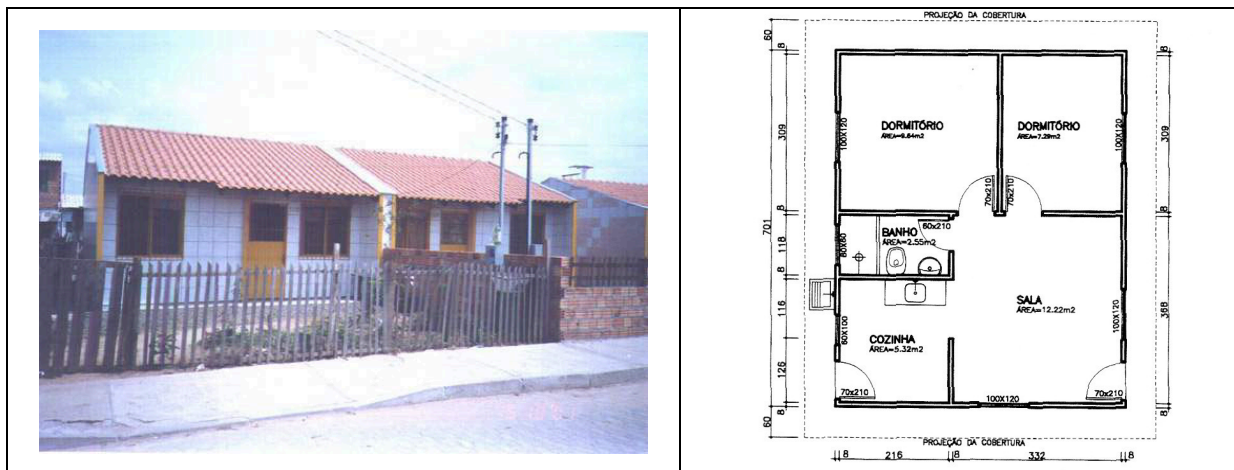


Figura 4 – Sistema Construtivo C (Fonte: adaptado de SPERB, 2000)

A unidade é térrea, associadas duas a duas, com área de 36,55 m² e telhado em duas águas voltadas para as orientações Norte e Sul (Figura 4). O sistema proposto é composto por paredes, em duas camadas de lajotas cerâmicas, esmaltadas ou não, com 21x31 cm, cujo espaço entre elas é preenchido com concreto, formando uma parede monolítica revestida por cerâmica em ambos os lados, com espessura total de 10 cm. As paredes internas e externas não recebem revestimento, apresentando a cor natural das lajotas. O piso é composto por laje de concreto com 10 cm de espessura, e um revestimento cerâmico, para as áreas úmidas, com, aproximadamente, 5 mm de espessura. Para as áreas secas, fica a critério do morador a colocação de revestimento. As esquadrias externas são metálicas e as internas são em madeira semi-oca. A estrutura da cobertura é formada por um sistema em vigas pré-moldadas de concreto armado, revestidas externamente por telhas cerâmicas, tipo canal (SPERB, 2000).

Em geral, as pessoas não indicaram nenhuma peça como sendo a mais quente durante o dia, alegando que a casa possuía, toda, a mesma temperatura. Uma única moradora indicou que a peça mais quente era o dormitório. Esta casa possui uma posição diferente das outras, a parede geminada é a leste, estando à parede oeste totalmente desprotegida (final da fita de casas). Já no período da noite, 40% das pessoas responderam que o dormitório é a peça mais quente da casa, talvez por ser o espaço de maior permanência neste período.

Segundo 60% dos moradores, durante o dia, a peça mais fria é a sala, apesar desta se localizar para a orientação norte. E, 40% indicaram a cozinha situada nos fundos, direcionada para o sul. De noite, 40% responderam que a peça mais fria é a sala.

Em situações de calor, 40% declararam que permanecem na sala e 40% que saem para o pátio como alternativa. A respeito da sensação térmica dentro da casa no verão, os resultados não foram conclusivos, pois parte dos entrevistados ainda não enfrentaram este período na nova moradia. Por outro lado, 20% disseram que a casa fica mais quente que a rua e, 40%, menos quente que a rua.

No inverno a casa tem bom desempenho: um percentual de 60%, julga que a casa é bem mais quente que a rua e os outros, 40%, responderam que a casa é mais quente que a rua. Dos entrevistados, 80%, apontaram para a existência de ventilação cruzada. O mesmo percentual, 80% das pessoas, declararam que não fizeram reformas na casa. Quanto à presença de mofo, 60% a identificaram, principalmente no dormitório (teto), no período de inverno.

3.4 Análise do Sistema Construtivo D

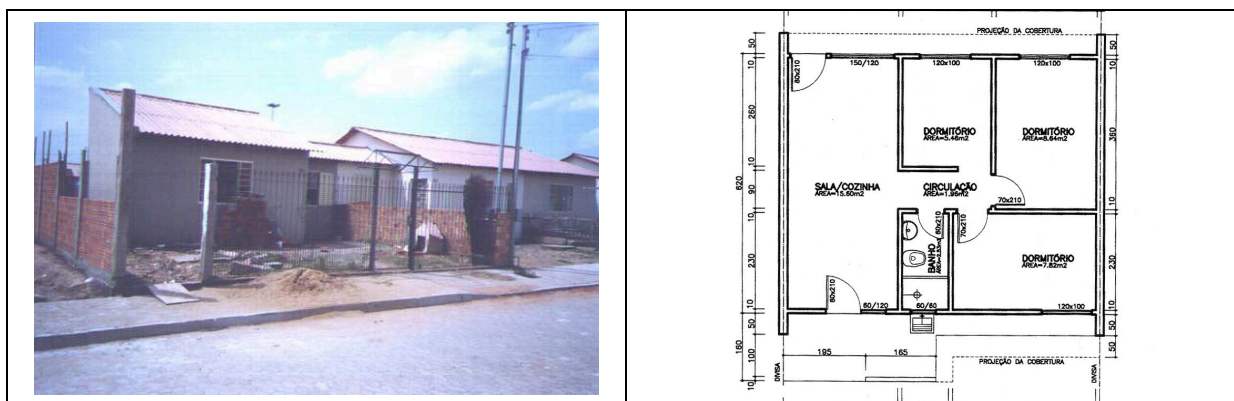


Figura 5 – Sistema Construtivo D (Fonte: adaptado de SPERB, 2000)

A unidade é térrea, em fita, com área de 64,29 m² e telhado em duas águas orientadas nas direções Norte e Sul (Figura 5). O sistema construtivo é composto por paredes em blocos de concreto vazados, com espessura de 14 cm, revestidos externamente com argamassa de cimento e areia, na espessura de 1 cm. As paredes da cozinha e banheiro recebem revestimento cerâmico. As demais paredes são pintadas. O piso é composto por camada de 5 cm de brita, camada de concreto com 5 cm de espessura e uma camada de cimento alisado. As esquadrias externas são metálicas, em ferro, com vidro de 3 mm de espessura. As esquadrias internas são em madeira semi-oca. O forro interno é em madeira. A estrutura da cobertura é em madeira com telhas de fibrocimento, com espessura de 5 mm, com pintura na cor ocre (SPERB, 2000).

A análise das respostas às questões sobre quais os cômodos mais frios e mais quentes da casa permite verificar percepções absolutamente distintas entre os moradores, uma vez que as mesmas distribuíram-se equitativamente entre as possíveis opções – 25% para cada resposta. A reduzida amostra dessa tipologia poderia explicar, em parte, tal observação. Quanto ao melhor lugar para ficar quando está muito quente, houve uma preferência pelo pátio (75% de indicações) e pela cozinha (50%), orientados para o Sul.

No que se refere à avaliação da sensação de calor e frio comparativamente às condições externas, o desempenho da casa foi considerado satisfatório por 40% dos moradores, no período de verão (casa menos quente que a rua) e por 100% no período do inverno (40% acham a casa menos fria que a rua e 60% julgam-na bem menos fria). Cabe observar que, até aquele momento, alguns dos entrevistados não haviam passado um verão na residência, abstendo-se de responder esse item.

A possibilidade de ventilação cruzada existe, segundo 75% dos entrevistados, abrindo portas e janelas. Essa tipologia possui venezianas, que permitem ventilar a casa com segurança, mesmo à noite. A existência de frestas, principalmente sob as portas, apontada por 50% dos moradores, também permite a penetração de chuva. Nenhuma das casas apresenta problema de umidade ou mofo. Embora, 50% dos moradores, tenham relatado que tiveram que cortar o abastecimento do reservatório de água, que trazia problemas de goteiras e infiltrações.

3.5 Avaliação Geral

As questões que geraram os dados para a Tabela 2 eram de múltipla escolha, assim os percentuais não totalizam os 100 % por sistema, pois se referem a quantas vezes foi citada determinada alternativa.

Nos quatro sistemas a opção mais empregada para a situação de dias quentes, é a abertura das janelas: alternativa facilmente justificável por ser a mais simples e economicamente mais acessível. Uma alternativa, com percentual relativamente elevado, de 50% ou mais, é a utilização de ventilação mecânica, através de ventiladores. Se desconsiderarmos a divisão por sistemas, verificamos que 15 famílias, ou seja, 55,5% do total levantado utiliza este equipamento.

A Tabela 2 mostra que também para a situação de dias frios, em todos os sistemas, as janelas são citadas como dispositivos de controle mais utilizados. Outras alternativas como o uso de aquecedores ou fogão tem um índice baixo, provavelmente pelo custo energético trazido por estes equipamentos. A única exceção, em que os aquecedores aparecem mais é no sistema C. Segundo observações isto não significa que estas casas são mais frias, verificamos que a sua utilização está relacionada com a posse ou não deste, e com o consumo. Analisando os sistemas conjuntamente, a estratégia de ir para a rua não é significativa (18,5%), pois os espaços abertos são inadequados para estas situações, sendo carentes de vegetação e estruturas de lazer.

Tabela 2 – Providências tomadas quando está muito quente ou muito frio, por sistema construtivo

	ESTRATÉGIA	SISTEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C	SISTEMA D
Muito quente	Abre as janelas	75%	50%	60%	100%
	Liga o ventilador	50%	50%	60%	75%
	Vai para a rua	8,33%	33,3%	-	50%
	Outro	-	-	-	-
Muito frio	Fecha as janelas	83,33%	100%	80%	100%
	Liga o aquecedor	-	-	60%	25%
	Acende o fogão	8,33%	-	-	-
	Outro	33,3%	-	-	-

Tabela 3 – Ocorrências identificadas pelos moradores, por sistema construtivo

OCORRÊNCIA	SISTEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C	SISTEMA D
Ventilação cruzada	83,33%	100%	80%	75%
Reformas	33,33%	0%	20%	50%
Umidade ou mofo	50%	16,7%	40%	0%
Frestas	91,67%	50%	60%	50%

Como apresenta a Tabela 3, em todos os sistemas existe o registro de ventilação cruzada, no entanto só quando as esquadrias são abertas. As reformas, nos sistemas A, C e D, são referentes a pequenas melhorias, como colocação do piso e reparo de pequenas fissuras nas paredes.

A presença de umidade ou mofo se acentua nos sistemas A e C. No caso do sistema A, a presença destas patologias está relacionada com o elevado número de frestas, de 91,67%. No sistema C, possivelmente a umidade é proveniente da cobertura, pois as manchas aparecem no teto. Os sistemas B e D também possuem um elevado número de frestas. Em ambos, o problema aparece em 50% dos casos.

Tabela 4 – Percepção de conforto térmico, por sistema construtivo

Classificação da casa pelo morador		SISTEMA A	SISTEMA B	SISTEMA C	SISTEMA D
No verão	Muito mais quente que a rua	-	16,7%	-	25%
	Mais quente que a rua	8,33%	-	20%	-
	Igual à rua	16,67%	-	-	-
	Menos quente que a rua	50%	33,3%	40%	25%
	Bem menos quente que a rua	16,16%	50%	-	25%
No inverno	Muito mais fria que a rua	-	-	-	-
	Mais fria que a rua	16,67%	16,7%	-	-
	Igual à rua	-	-	-	50%
	Menos fria que a rua	75%	50%	40%	50%
	Bem menos fria que a rua	-	33,3%	60%	-

Nota 1: Os percentuais por sistema construtivo, para cada situação, não somam 100% pois alguns moradores residem há menos de um ano no local. Nota 2: As faixas hachuradas indicam o maior percentual de respostas.

Com relação à percepção do conforto térmico, como mostrado na Tabela 4, a maior parte dos moradores classifica os sistemas em situações favoráveis. A maioria das famílias no sistema B, o classificou como bem menos quente que a rua. Nos sistemas A e C a classificação foi menos quente que a rua. Já no sistema D, podemos dizer que houve uma concentração em torno destas duas alternativas.

Para a situação de inverno, o sistema que tem melhor desempenho é o C, localizado na faixa caracterizada por considerar que a casa é bem menos fria que a rua – observa-se, porém, que 60% dos casos utilizam climatização com aquecedores (Tabela 2). Em seguida se classificam os sistemas A e B, com a maioria dos moradores indicando uma situação de menor frio que a rua. No entanto, o sistema B aparenta uma pequena vantagem, pois há um considerável número de famílias que classificaram a sua casa como bem menos fria que a rua. Já o sistema D, é o de pior desempenho, se concentrando entre as faixas de menor frio que a rua ou de igual temperatura em relação à rua.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exame dos dados levantados através da pesquisa realizada entre moradores da Vila Tecnológica permitiu estabelecer um conjunto de análises e relações, acima apresentadas, que traduzem a maior ou menor eficiência dos sistemas construtivos adotados na obtenção do conforto térmico, sob a ótica dos moradores. Vale lembrar que este tipo de avaliação tem algumas limitações, inerentes ao método de abordagem – o fato de apenas um dos moradores de cada residência ser entrevistado, o número reduzido da amostra em algumas das tipologias, as características sócio-culturais da população, além das próprias limitações dos recursos envolvidos na pesquisa. Mesmo assim, julga-se ter obtido um quadro significativo da percepção dos usuários das habitações quanto ao seu conforto térmico.

A comparação direta da análise aqui desenvolvida com os resultados obtidos na simulação através do Programa Thedes não é viável para os objetivos propostos, uma vez que só uma unidade de cada sistema construtivo é exatamente igual àquela simulada – as demais diferem em relação ao projeto arquitetônico, implantação no lote (fachada livre ou geminada), o que alteraria os resultados da simulação. Entretanto, algumas observações podem ser apontadas.

Segundo o relatório da simulação, os quatro protótipos não revelaram bom desempenho térmico, em função das horas de desconforto a que estariam submetidos os habitantes. Tal fato se agravaria no verão, quando a temperatura ambiental interna manteve-se sempre acima da temperatura externa. No inverno a situação seria mais amena, pois, embora não obtendo o nível de conforto mínimo da temperatura de 18°C, a temperatura interna seria mais suportável que a externa.

A constatação referente ao verão não é totalmente partilhada pelos usuários, como se viu nas análises aqui realizadas: embora alguns admitam que suas casas são quentes, a maioria considera dispor de maior conforto térmico no seu interior do que na rua. Destaque-se que, enquanto os dados da simulação são balizados pelos dias mais críticos de inverno e de verão, as impressões transmitidas pelas pessoas tendem a representar uma avaliação retrospectiva “média” registrada na memória.

Além disso, é fundamental lembrar que o grau de satisfação de um indivíduo com determinado produto ou situação está intimamente ligado a um referencial de experiências vivenciadas - e os habitantes da Vila Tecnológica tinham por moradia anterior a precariedade das sub-habitações de núcleos irregulares.

5. BIBLIOGRAFIA

- GRIGOLETTI, G. C.; et al. **Avaliação de Variáveis relacionadas ao Conforto Térmico de Tipologias Habitacionais da Vila Tecnológica de Porto Alegre**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002.
- LAMBERTS, R. et al. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 192 p. il.
- MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto Ed., 1996.
- NORIE –UFRGS. **Vila Tecnológica de Porto Alegre – Proposta de Projeto**. P.Alegre: UFRGS, 2000.
- PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre / DEMHAB. Ofício/DG/No. 243/93. P. Alegre. 1993.
- SATTLER, M. A. **A computer program for the thermal design of unconditioned buildings**. Sheffield: University of Sheffield, 1986.
- SPERB, M., R. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção**. 2000. 149p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, UFRGS, P. Alegre.