



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

O CÓDIGO DE OBRAS DE RIBEIRÃO PRETO E O CONFORTO TÉRMICO EM EDIFICAÇÕES

Luciana Pagnano Ribeiro (1), Rosana M. Caram (2)

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, EESC - USP, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: lupagnano@terra.com.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo, EESC - USP, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: rcaram@sc.usp.br

RESUMO

Proposta: Em se tratando de uma cidade onde são registradas temperaturas médias muito altas durante grande parte do ano, é imprescindível a preocupação com as questões de conforto térmico nos ambientes internos. A utilização de elementos construtivos considerando as características climáticas locais pode proporcionar um melhor acondicionamento térmico natural e a redução na utilização de equipamentos artificiais, resultando em edificações com maior eficiência energética. O código de obras tem uma influência direta na elaboração dos projetos de edificações através de suas leis. Este trabalho tem como objetivo analisar o código de obras de Ribeirão Preto e detectar a necessidade de atualizações e complementações deste sob a ótica do conforto térmico. **Método de pesquisa / Abordagens:** estudo comparativo entre as recomendações do método de Mahoney, as normas da ABNT para conforto ambiental e o código de obras da cidade. Foram também analisados alguns edifícios recentemente construídos no intuito de retratar o panorama atual da construção civil da cidade em relação às questões de conforto térmico. **Resultados:** apesar dos vários estudos sobre conforto térmico existentes, o código de obras da cidade ainda é baseado em antigas leis sanitárias. Seria então necessário que o código incorporasse parâmetros mínimos e recomendações condizentes com as condições climáticas locais. **Contribuições / Originalidade:** Inserção de recomendações visando o conforto térmico e eficiência energética em edificações no código de obras de Ribeirão Preto

Palavras chave: conforto térmico, código de obras, Ribeirão Preto

ABSTRACT

Propose: Regarding a high temperature city for most part of the year the concern with questions as thermal comfort in intern environment are consider essential. The practice of constructive elements considering the local climate can bring a better natural thermal condition and a reduction of artificial equipments utilization resulting in buildings more efficient energetically. The code of practice has a direct influence in buildings projects. The objective of this work is detecting the code complement needs by the thermal comfort viewpoint. **Methods / Approach:** comparison study between Mahoney method, ABNT standard to environment comfort and the code. There were analyzed some recently constructed buildings to be able to see the actual figure of civil construction in the city regarding thermal comfort parameters. **Findings:** beside all existing studies about thermal comfort, the code is still based in old sanitary laws. Would be necessary to incorporate in the code amendments within local climate conditions. **Originality / Value:** insert amendments in the Ribeirão Preto code of practice to aim the thermal comfort and energy efficiency.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização da cidade

O município de Ribeirão Preto está localizado na região nordeste do estado de São Paulo, a uma latitude de 21°10'42" Sul, longitude 47°48'42" Oeste e uma altitude de 518,16m na sua região central. Possui clima tropical com temperaturas médias anuais elevadas sendo o inverno seco e o verão úmido. A incidência de ventos tem predominância de aproximadamente 42% da direção sudeste, com velocidades médias entre 1,5 e 2,0m/s. Além das altas temperaturas próprias da região em que Ribeirão Preto se encontra, a cidade possui como característica um relevo onde a região central encontra-se em área de fundo de vale e é circundada por áreas mais elevadas, aproximadamente 80,00 metros acima da área central. Este fator dificulta a incidência de ventos e a circulação das massas de ar nesta área, contribuindo para um aumento da temperatura em toda a área urbana.

Como se pode ver nas figuras 1, 2 e 3, nas últimas décadas a cidade vem passando por um significativo processo de expansão da malha urbana que, devido às antigas legislações e à especulação imobiliária, direcionou-se essencialmente para a zona sul, caracterizando este como o vetor de crescimento da cidade.

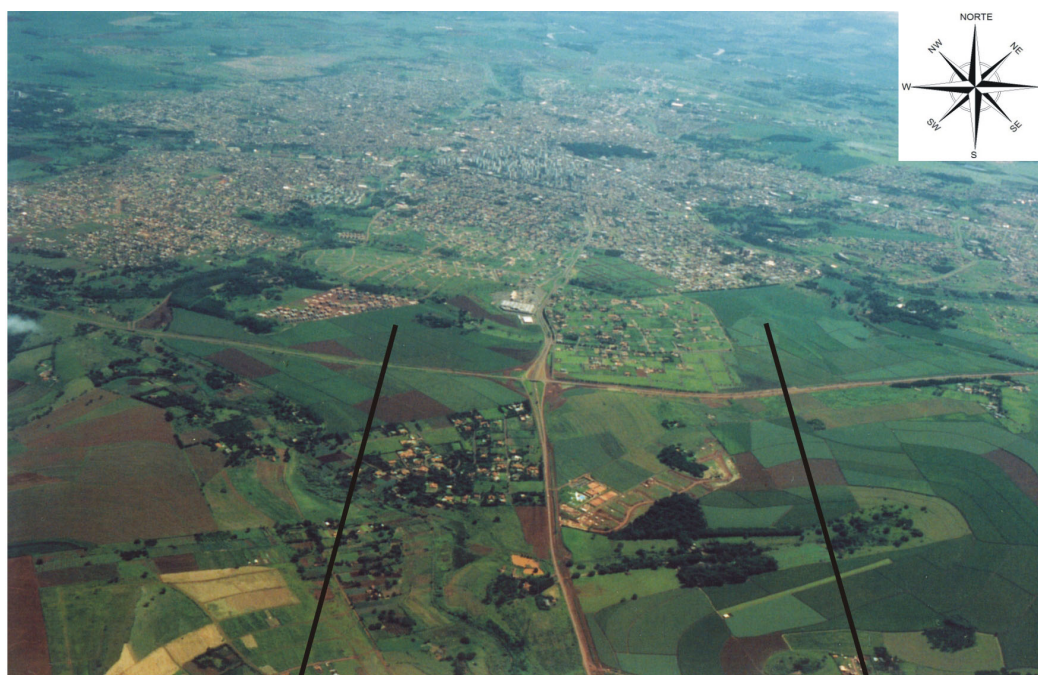


Foto da cidade em 1997



Zona sul em 2004



Zona sul em 2004

Figuras 1, 2 e 3 – Fotos aéreas de Ribeirão Preto

Trata-se de uma área nobre pelo dimensionamento dos lotes e padrão das edificações e pelo seu valor comercial. É também uma área privilegiada em relação à área central: não é tão adensada devido às leis de recuo mais restritivas para o local, possui maior concentração de áreas verdes e encontra-se numa região mais elevada em relação à cidade e portanto com condições de temperatura e ventilação muito mais favoráveis.

Estes fatores podem propiciar um bom aproveitamento da ventilação e iluminação naturais e melhor implantação dos edifícios no lote no sentido de criar edificações com melhor acondicionamento térmico natural e mais eficientes do ponto de vista energético. Para isso, é imprescindível que os profissionais atuantes no mercado da construção civil tenham essas preocupações ainda na fase de projeto.

Um freqüente objeto de consulta para os profissionais da construção civil é o Código de Obras da cidade. Este tem um importante papel no sentido de regulamentar e legislar a ocupação e as construções em uma cidade como também no sentido de informar os profissionais que ao desenvolverem um projeto, o utilizam como material de consulta. Uma vez que nele, supostamente, constam leis com parâmetros mínimos de iluminação e ventilação dos ambientes construídos, devem estas leis ser baseadas em profundos estudos voltados exclusivamente para a cidade em questão, levando em conta características peculiares da região. Assim, para a criação de parâmetros que sejam relacionados com questões de conforto térmico, devem ser consideradas as condições climáticas que caracterizam a cidade.

1.2. Conforto térmico e o consumo energético em edificações.

De acordo com dados do PROCEL e do Ministério das Minas e Energia, as edificações residenciais e comerciais são responsáveis por 42% de toda a energia consumida no Brasil. Desta porcentagem estima-se que 20% venham do consumo de aparelhos de condicionamento térmico como os condicionadores de ar. Não há dados registrados para a cidade de Ribeirão Preto, mas acredita-se que esta porcentagem possa ser ainda maior em função do clima e das elevadas temperaturas locais.

Acredita-se que se houver, por parte dos profissionais, uma preocupação ainda na fase de projeto com as questões de ventilação e iluminação naturais, orientação das fachadas, especificação de materiais considerando as características do clima local, pode-se minimizar significativamente a utilização de mecanismos artificiais de condicionamento e iluminação e ainda assim conseguir atingir boas condições de conforto térmico na maioria dos casos. Considerando a crise energética pela qual o país vem passando nos últimos anos e a Lei Federal nº10295, que dispõe a Política Nacional de Conservação e Uso de Energia, tais preocupações deveriam ser essenciais na elaboração dos projetos de edificações.

2. ESTUDO COMPARATIVO

2.1. ABNT - Normas de Desempenho Térmico em Edificações

De acordo com a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) o Brasil é dividido em oito diferentes zonas bioclimáticas onde estima-se que as cidades pertencentes a uma mesma zona possuam condições climáticas semelhantes. Para cada uma destas zonas, o conjunto de normas da ABNT tece recomendações de projeto no intuito de otimizar o desempenho térmico das edificações. De acordo com o zoneamento, a cidade de Ribeirão Preto pertence à zona bioclimática nº 4 (*figuras 4 e 5*).

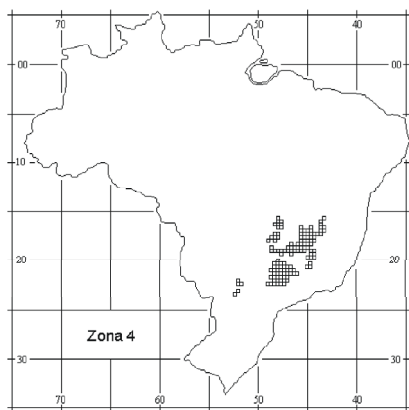


Figura 4 - Zona bioclimática 4

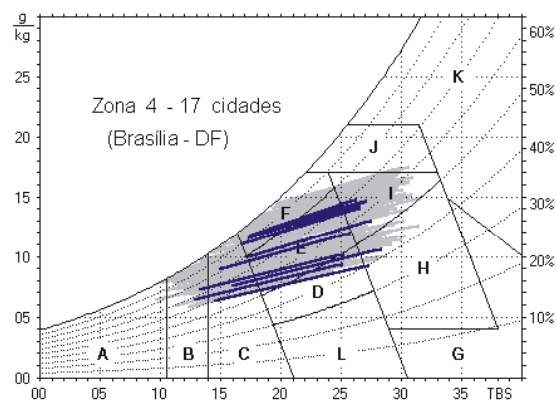


Figura 5 - Carta Bioclimática para a zona 4

Para a Zona Bioclimática 4 as normas da ABNT recomendam as seguintes diretrizes construtivas:

- as aberturas para ventilação devem ser médias ou seja, ter entre 15% e 25% da área de piso do ambiente (para ambientes de longa permanência como dormitórios, cozinhas e salas). Deve-se atentar para que estas porcentagens sejam somente da área ventilada de um caixilho e não de sua área total.
- as aberturas devem ser sombreadas, protegidas da incidência direta do sol mas sem que estas proteções funcionem como obstáculos aos ventos ou dificultem a circulação do ar e sua ascensão tornando-se uma barreira física.
- as paredes devem ser pesadas, com transmitância térmica menor ou igual a $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas e fator de calor solar menor ou igual a 3,5% ; um exemplo de parede ideal para atender a estes parâmetros seria uma parede dupla de tijolos furados com reboco nas duas faces e pintura clara na face externa.
- as coberturas devem ser leves e isoladas, com transmitância térmica menor ou igual a $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, atraso térmico menor ou igual a 3,3 horas e fator de calor solar menor ou igual a 6,5%

Além destas recomendações, há estratégias de condicionamento passivo para a zona bioclimática 4. No período do verão são indicados: o resfriamento evaporativo, que pode ser obtido pelo uso de vegetação, fontes de água ou outros recursos que promovam a evaporação da água no ambiente que se deseja resfriar; a massa térmica para resfriamento, onde vedações com maior massa térmica devolvem o calor armazenado em seu interior durante o dia ao exterior durante a noite, quando as temperaturas externas diminuem. No inverno são indicados o aquecimento solar da edificação e vedações pesadas, que impedem que o calor saia do interior da edificação. Porém acredita-se que estas estratégias de inverno podem não ser adequadas especificamente para a cidade de Ribeirão Preto pois temperaturas muito baixas são detectadas em pouquíssimos dias no ano. Não há recomendações quanto às questões de implantação e orientação .

Certamente estas recomendações são generalizadas pois o zoneamento bioclimático acaba reunindo em uma mesma região cidades que possuem características climáticas muito distintas como por exemplo as cidades de São Carlos e Ribeirão Preto. Portanto algumas recomendações podem atender a uma determinada cidade e não atender à outra ainda que pertençam à mesma zona. O ideal seria que a partir destes dados, fosse feito um estudo específico de cada cidade e até mesmo de seus diferentes microclimas para que então se formulassem recomendações adequadas. Como ainda não há um estudo com estes critérios para a cidade de Ribeirão Preto, serão adotadas as recomendações das normas da ABNT como objeto de comparação com o Código de Obras da cidade.

2.2. Metodologia de Mahoney

Pela simplicidade e adaptabilidade às condições climáticas em questão, o método de Mahoney (UNITED NATIONS, 1971) foi escolhido entre outros para constituir o comparativo deste trabalho. As recomendações do método para a cidade são:

- edifícios alongados, com fachadas maiores voltadas para norte e sul para reduzir a exposição ao sol.
- Aumentar a distancia entre edificações com possibilidade de controlar a ventilação.
- Para obter ventilação cruzada permanente as habitações devem ser dispostas em fila simples ao longo do edifício.
- Os tamanhos das aberturas devem ser de 15 a 25% das fachadas.
- As aberturas devem estar nas fachadas norte e sul permitindo a ventilação ao nível dos corpos dos ocupantes.
- As paredes e pisos devem ser pesadas, com transmitância térmica menor ou igual a $2,0\text{W/m}^2\text{K}$, atraso térmico maior ou igual a 8 horas e fator de calor solar menor ou igual a 4%.
- As coberturas devem ser pesadas, com transmitância térmica menor ou igual a $0,85\text{W/m}^2\text{K}$, atraso térmico maior ou igual a 8 horas e fator de calor solar menor ou igual a 3%.

2.3. O Código de Obras de Ribeirão Preto

Segue abaixo os artigos presentes no Código de Obras de Ribeirão Preto que dispõem de critérios que influenciem no conforto térmico das edificações.

O decreto 12.342 de 27/09/1978, primeira parte, Livro III, Título II, Capítulo II dispõe sobre insolação, ventilação e iluminação em edificações:

“- Artigo 44 - a área iluminante dos compartimentos deverá corresponder no mínimo a:

I - Nos locais de trabalho e nos destinados a ensino, leitura e atividades similares: 1/5 da área do piso

II - Nos compartimentos destinados a dormir, estar, cozinhar, comer e em compartimentos sanitários: 1/8 da área do piso, com o mínimo de $0,60\text{m}^2$

III - Nos demais tipos de compartimentos: 1/8 da área do piso, com o mínimo de $0,60\text{m}^2$

- Artigo 45 - A área de ventilação natural deverá ser em qualquer caso de, no mínimo, a metade da superfície de iluminação natural.

- Artigo 51 - As paredes terão espessuras e revestimentos suficientes a atender às necessidades de resistência, isolamento térmico, acústico e impermeabilidade segundo sua posição e os materiais nela empregados.”

O artigo acima propõe uma preocupação em relação ao isolamento térmico. Porém não há no Código uma indicação sobre quais as condições deveriam ser adotadas para servir como parâmetros no momento da especificação dos materiais em um projeto nem indica quais seriam os materiais mais indicados. Há ainda a lei 2442 de 05/03/1971:

“... estabelecida a obrigatoriedade da instalação de aparelhos de ar condicionado em todos os cinemas e teatros do Município - a serem instalados e de categoria de luxo.”

O Código admite então que um dormitório ou sala tenha como iluminação natural apenas 12,5% de sua área de piso e que metade desta, ou seja, 6,25% de área de piso seja de ventilação natural. Estando estes dados no Código de Obras, presume-se que um ambiente com estas características tenha condições mínimas de conforto térmico. Porém, a partir de estudos mais recentes, sabe-se que um ambiente nestas condições certamente necessitaria de mecanismos artificiais que lhe conferissem conforto térmico, pois as exigências mínimas de ventilação e iluminação natural do Código de Obras estão muito aquém das recomendações presentes nas Normas da ABNT e no método de Mahoney.

Conclui-se então que o Código de Obras de Ribeirão Preto encontra-se desatualizado em relação aos mais recentes estudos sobre conforto térmico e eficiência energética em edificações, temáticas atualmente de grande relevância. Como objeto de consulta, orienta de forma errônea os profissionais admitindo a aprovação de projetos que não conferem às edificações condições mínimas de ventilação e iluminação natural que resultem numa situação de conforto ambiental.

3. PANORAMA ATUAL DAS EDIFICAÇÕES NA CIDADE

3.1. Considerações gerais

Para analisar a recente produção de projetos de edificações realizados na cidade, foram escolhidos intencionalmente edifícios concluídos recentemente na zona sul, vetor de crescimento da cidade (*figura 6*).

Trata-se de uma área que vem recebendo atualmente edificações de alto padrão e justamente por essa razão espera-se que haja critérios mais rigorosos na definição dos materiais e tipologias construtivas, já que estes empreendimentos se direcionam para classe social A. Além disto, esta é uma área pouco adensada e que conta com uma legislação de recuos apropriada, o que favorece a utilização da ventilação e iluminação natural nos ambientes.



Figura 6 – Foto de Edifícios na zona sul

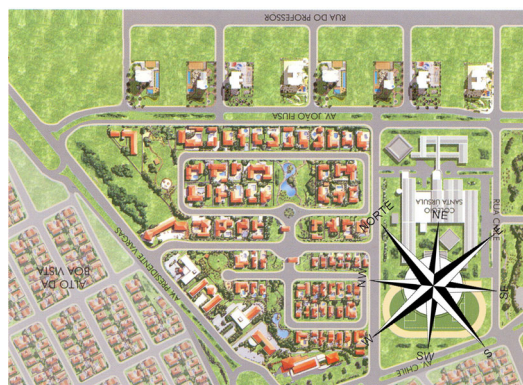


Figura 7 – Implantação dos edifícios da figura 6

Pode ver-se claramente em muitas edificações recentes na cidade a adoção de tipologias e elementos construtivos inadequados as condições climáticas locais, resultando em edificações desconfortáveis do ponto de vista térmico e lumínico e conseqüentemente de alto consumo energético. Consta-se que há então nos projetos uma preocupação muito maior com as questões estético formais e com o “status” do edifício do que com a principal função que este deveria ter: proporcionar conforto e proteção ao indivíduo que o utiliza. Os edifícios estudados estão localizados em uma área privilegiada, circundada por bairros onde a verticalização é vetada e onde são exigidos recuos mínimos de 30,00 metros para edifícios altos. Esta situação seria ideal para que se projetassem edificações que possibilitassem um máximo aproveitamento da ventilação natural. No entanto as características dos edifícios lá implantados impedem este aproveitamento. As aberturas são dimensionadas apenas com o intuito de cumprir a legislação do Código de Obras. A implantação e orientação adotada em todos os edifícios (*figura 7*) colocam as fachadas principais e de maior abertura voltadas para oeste, o que, para o caso do clima de Ribeirão, é prejudicial ao conforto térmico. Como consequência vê-se a utilização de sacadas para amenizar a incidência solar, o que nem sempre significa uma boa solução. Por se tratarem de edifícios altos, as sacadas além de não resolverem o problema da insolação em muitos dos apartamentos, podem prejudicar a ventilação dos ambientes a ela adjacentes. Além disto, as edificações são construídas com fechamentos externos em alvenaria simples de tijolo cerâmico furado que possuem atraso térmico em torno de 4,5 horas.

3.2. Análise de edifícios

3.2.1. Edifício New Century

No edifício de escritórios New Century foi adotada a tipologia da fachada em “pele de vidro”, constituída de vidros com película refletiva de cor azul (*figura 8*). As fachadas paralelas entre si são iguais e tem sua extensão quase que totalmente ocupadas por este fechamento apesar das diferentes orientações. As janelas, com abertura tipo “maxim ar” não permitem uma boa ventilação natural nas unidades. Pode-se detectar em visita ao edifício que as unidades voltadas para a face sul recebem pouca iluminação natural devido à película utilizada nos vidros, tendo que utilizar iluminação artificial durante o dia, enquanto que as fachadas voltadas para norte e oeste têm incidência direta da radiação solar o que contribui para o aumento excessivo da temperatura interna. Obrigando-as a utilizar condicionadores de ar durante quase todo o tempo.



Figura 8 – Foto Edifício New Century

3.2.2. Edifício Candeias

No caso do edifício Candeias o que mais chama a atenção são as dimensões das aberturas dos ambientes (*figura 9 e 10*). Nos dormitórios as janelas têm dimensões de 1,20m x 1,20m para dormitórios de 2,80m x 4,00m. As dimensões destas aberturas correspondem ao limite mínimo exigido pelo código de obras da cidade, porém o tipo de caixilho adotado (de correr) permite que somente metade desta área seja de ventilação e iluminação natural, proporção permitida pelo Código apenas para ventilação e não para iluminação. As janelas dos banheiros não atendem ao mínimo de 0,60m² de vão exigidos. Percebe-se na maioria dos ambientes, em boa parte do dia uma situação de desconforto ambiental decorrente de uma insuficiente ventilação e iluminação natural.



Figura 9 – Foto Edifício Candeias



Figura 10 – Foto Edifício Candeias

3.2.3 Edifício Columbia

Aqui se percebe uma preocupação com o dimensionamento das aberturas, que em sua maioria chegam a ter 15% da área de piso com exceção dos banheiros que também não atendem ao mínimo de 0,60m². O modo de abertura dos caixilhos dos dormitórios permite a passagem de iluminação natural em toda sua extensão mas somente metade do vão permite a ventilação. Na sala a única abertura é protegida do sol pela sacada. Porém, esta proteção também lhe priva de parte da ventilação e iluminação natural (*figura 11*). Chama-se a atenção para os apartamentos de cobertura, que tem toda a extensão da fachada principal (face oeste) com fechamento em vidros com películas refletivas na cor bronze e sem possibilidade de abertura (*figura 12*).



Figura 11 – Foto Edifício Columbia



Figura 12 – Foto Edifício Columbia

3.2.4 Edifício Victoria Hill

Mais uma vez tem-se a sacada como proteção à incidência direta do sol nos ambientes internos. Porém a utilização de toldos é indispensável (*figura 13*) pois sem eles o sol penetraria também nos ambientes adjacentes à sacada. Os toldos impedem a penetração direta dos raios solares mas não impedem o aumento da temperatura no ambiente. Além disto, quando são utilizados impedem a

ventilação não só na sacada como em todos os ambientes que possuem abertura para esta. O mesmo acontece com a iluminação natural nestas áreas. Há ainda um volume de vidro que é uma extensão da sala, funcionando como uma espécie de “bay window” (*figura 14*). Não fosse pelo tipo de vidro utilizado (fixo e refletivo na cor fume), o volume, que está voltado para a face sul, teria um importante papel na ventilação cruzada e iluminação natural da sala.



Figura 13 – Foto Edifício Victória Hill



Figura 14 – Foto Edifício Victória Hill

3.2.5 Edifício Place dès Voges

Neste edifício temos em praticamente toda a extensão de duas fachadas, uma voltada para sudoeste e a outra voltada para noroeste, a utilização da sacada como proteção solar (*figura 15*). Mais uma vez, torna-se imprescindível a utilização de toldos na maior parte do dia. Assim, toda a área social do apartamento, que possui aberturas apenas para a sacada (*figura 16*), fica com a ventilação e iluminação natural comprometidas pela utilização dos toldos, levando a maioria dos moradores a instalarem aparelhos condicionadores de ar nesta área e utilizarem iluminação artificial durante boa parte do dia.



Figura 15 – Foto Edifício Place dès Voges



Figura 16 – Foto Edifício Place dès Voges

4. CONCLUSÃO

Observa-se através deste trabalho que, apesar da importância da preocupação com o conforto térmico e a eficiência energética em edificações, as mais recentes e significativas produções da construção civil em Ribeirão Preto não dispensam uma atenção especial a estas questões. Esta situação é decorrente de dois principais fatores: a desinformação dos profissionais responsáveis pelos projetos e a falta de interesse destes, que adotam tipologias inadequadas visando apenas valores estético-formais em detrimento de outros.

Seria então de grande valia que o Código de Obras da cidade fosse revisado, incorporando normas e sugestões que promovessem melhor desempenho térmico nas edificações, tornando-se um instrumento não só de caráter legislativo mas também informativo tanto aos profissionais envolvidos quanto à população em geral. Talvez seja este um dos principais caminhos para que se possa contribuir para uma conscientização geral e, conseqüentemente melhorar a qualidade das futuras edificações do ponto de vista do conforto térmico e eficiência energética.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

PROCEL - **Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Disponível em www.eletrobrás.com/procel

ABNT. **Normas de Desempenho Térmico em Edificações**. Disponível em www.labee.com.br

AEAARP. **Manual do Código de Obras de Ribeirão Preto**. Ribeirão Preto, BMV, 1996

LAMBERTS, R.; DUTRA, L. e PEREIRA, F.O.R. (1997). **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo : PW Editores.

UNITED NATIONS. (1971). Climate and House Design – Vol. I: Design of Low-Cost Housing and Community Facilities. Department of Economic and Social Affairs. New York.