



## ELEMENTOS ARQUITETURAIS E O CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE DE TRABALHO

**ROCHA, Germana C. (1); SILVA, Bueno (2), COUTINHO, Antônio (3)**

(1) Msc. UNIPÊ, Rua Daid Luna 117-1002, telefone:(83) 226 6158,

e-mail:[germanarocha\\_au@hotmail.com](mailto:germanarocha_au@hotmail.com)

(2) Dr. UFPB/CT/PPGEP, Caixa Postal 5045/ CEP 58.051-970, telefone:(83)216 7124

e-mail:[bueno@producao.ct.ufpb.br](mailto:bueno@producao.ct.ufpb.br)

(3) ) Dr. UFPB/CT/PPGEP, Caixa Postal 5045/ CEP 58.051-970, telefone:(83)216 7124

e-mail:[coutinho@producao.ct.ufpb.br](mailto:coutinho@producao.ct.ufpb.br)

### RESUMO

Esta pesquisa analisou a relação entre os elementos arquiteturais de uma indústria gráfica e as variáveis do conforto térmico, com base nos princípios ergonômicos. Sua metodologia utilizou-se de medições termoambientais de acordo com os preceitos da ASHRAE (1997) e através da aplicação do Modelo de PMV (ISO 7730/94) proposto por Fanger (1970), e da análise ergonômica das atividades baseada nas planilhas elaboradas por Fialho e Santos (1997). Os resultados demonstraram grande insatisfação dos usuários com as condições térmicas do ambiente de trabalho, provocado pela inadequação da arquitetura da indústria gráfica ao clima local, tendo-se em conta as atividades nele desenvolvidas. Recomenda-se o incremento das estratégias bioclimáticas e dos elementos de ergonomia nas pesquisas, no ensino e na prática projetual da arquitetura, visando a requalificação dos espaços que abrigam as atividades humanas, em particular o ambiente de trabalho.

Palavras-Chave: Arquitetura; Ergonomia; Ambiente Industrial, Conforto térmico, Clima.

### ABSTRACT

This research analysed the relation between the architectural elements of a graphic industry and the thermal comfort variables, based on the ergonomics principles. Its methodology applied the thermal comfort measurement accorded to the ASHRAE (1997) norm and through the application of the Model of PMV (ISO 7730/94) proposed by Fanger (1970), and analysed the ergonomic activities based on the tables elaborated by Fialho and Santos (1997). The results demonstrated a great thermal dissatisfaction at the work environment caused by the inadequacy of the graphic industry architecture to the climate, considering the activities developed. It was recommended the increment of the bioclimatic strategies and of the ergonomics elements in the researches, in the teaching and in the architecture design practice, aiming to a requalification of the human activities places, in particular the working environment

Key words: Architecture; Ergonomics; Industry Environment, Thermal Comfort, Climate.

## 1. INTRODUÇÃO

Grande parte dos edifícios destinados à produção fabril tem evidenciado problemas de qualidade ambiental, principalmente com relação às condições térmicas de conforto, decorrentes das decisões tomadas no ato de projetar tais ambientes. Geralmente, o projeto arquitetônico desses edifícios é

direcionado para atender às exigências espaciais das máquinas, equipamentos e processos produtivos, não sendo considerado o fator humano.

A diversidade dos fatores intervenientes no processo de concepção, projeção e execução da arquitetura, permite que a mesma seja analisada sob diversos ângulos. Não ignorando a importância de uma avaliação integrada do ambiente para obter espaços mais adequados ao homem e suas atividades, o presente estudo teve seu foco direcionado à dimensão termoambiental no espaço de trabalho, mais especificamente no setor de produção de uma indústria gráfica.

O conforto ambiental, em particular o conforto térmico, é uma das condicionantes da adequabilidade e usabilidade dos espaços construídos, questões essas também pertinentes ao âmbito das preocupações da ergonomia, a qual tem se constituído em uma importante interface com a arquitetura.

## 2. ABORDAGEM TEÓRICA

### 2.1 Elementos Arquiteturais

Ao criar lugares arquitetônicos, o homem está diferenciando e qualificando os espaços para desenvolver suas atividades. Para análise ambiental a respeito do edifício com relação às condições de conforto térmico, a qualidade desses espaços está condicionada aos elementos arquiteturais que os definem e que, por sua vez, devem estar em harmonia com o clima local. Esses elementos são a **forma** e a **função**.

A forma arquitetônica, com seus planos de fechamentos, o sítio, no qual é implantado o edifício, e sua orientação, exercem grande influência no conforto ambiental do mesmo, sendo importante variável para as condições internas de conforto, bem como para o consumo de energia, pois, interfere diretamente sobre os fluxos de ar no seu interior e no exterior e na qualidade de luz e calor solar recebida pelo edifício (LAMBERTS et al, 1997).

Com o objetivo de otimizar a análise desta pesquisa, os fechamentos da envolvente foram divididos em três tipos de planos manipulados pela arquitetura: o plano de cobertura, o plano das paredes e o plano de solo. As propriedades de cada plano e dos materiais que os constituem - tamanho, formato, cor, textura, características térmicas, opacidade, transparência, etc. - bem como a relação espacial dos planos entre si, determinam atributos visuais da forma que definem e as qualidades do espaço que delimitam (CHING, 1999).

A função, o segundo elemento arquitetural analisado nesta pesquisa, é entendida, conforme Greaff (1978), como a atividade exercida na forma, isto é, no espaço arquitetônico, no ambiente edificado. Ao envolver seres humanos, essa atividade é exercida com mais eficiência e economia, quanto melhor forem atendidas as exigências físicas e psicológicas que ela implica.

### 2.2 Conforto Térmico

Entre as condições satisfatórias à ocupação humana nos espaços construídos está a de conforto térmico. A sensação de conforto térmico está intimamente relacionada com o esforço que o organismo realiza para manter o equilíbrio térmico do corpo humano. Este, por ser um sistema termodinâmico que produz energia, interage continuamente com o ambiente, através de trocas térmicas regidas pelas leis da física e influenciadas por mecanismos de adaptação fisiológica, pelas condições ambientais e por fatores individuais.

Dentro deste contexto, o conceito de conforto térmico é definido como sendo "*a condição mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico circundante*" (ISO 7730, 1994).

Num ambiente interno são muitas as variáveis físicas presentes, sendo as seguintes as associadas às sensações de conforto ou desconforto térmico dos usuários: temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade relativa do ar e umidade relativa do ar, denominadas variáveis ambientais. Essas são

associadas às variáveis psicofisiológicas: tipo de atividade e tipo de vestimenta do usuário, e juntas definem o equilíbrio térmico da pessoa. Assim, a fim de otimizar o desempenho de qualquer atividade, o ambiente de trabalho deve proporcionar condições de conforto térmico, evitando sensações desagradáveis como: perda exagerada de calor pelo corpo, dificuldade de eliminar excesso de suor produzido pelo organismo, além da desigualdade de temperatura nas diversas partes do corpo. Essas sensações são função, não apenas das condições ambientais e pessoais acima citadas, mas, também, dos hábitos alimentares, da altura, do peso, da capacidade de aclimação ao meio ambiente, da idade e do sexo.

### **2.3 Arquitetura e Ergonomia**

Atualmente, diversos estudos têm procurado demonstrar importantes vínculos entre a arquitetura e a ergonomia, que podem ser observados ao analisar as principais características de ambos os campos do conhecimento, das quais são relevantes a humanocentricidade e a interdisciplinaridade, como coloca Charytonowicz (2000). A arquitetura bem como a ergonomia são ciências centradas no ser humano, as quais utilizam conhecimentos provindos de diversas disciplinas, tais como: fisiologia, psicologia, antropometria, biomecânica, entre outras, com o objetivo de atender às necessidades e bem estar do homem. Segundo Almeida (2000), a ergonomia não apenas aplica tais conhecimentos, mas, também, atua integrando-os e, por consequência, transformando-os.

Reis e Morais (2001), enfatizam que a ergonomia é "fator fundamental nos processos de projeção em arquitetura de locais de trabalho", ao considerar a necessidade de compreensão das atividades de trabalho, do teor e do desempenho das tarefas e das capacidades cognitivas do trabalhador, introduzindo o conceito de "Ergo- arquitetura". Este conceito considera os resultados e recomendações estabelecidos pelas metodologias de pesquisa e análises ergonômicas como subsídios necessários para que a concepção dos locais de trabalho, além de suas funções estéticas, cumpra com suas funções de conforto, saúde, segurança e produtividade.

A prática ergonômica tem se expandido em novos segmentos como a antropotecnologia, a macroergonomia e a ergonomia do ambiente construído. A ergonomia, ao focar a adequação dos espaços ao desenvolvimento do trabalho que neles é realizado, implementa estudos com o objetivo de adaptar as condições ambientais dos locais onde são executadas as atividades produtivas às características psico-fisiológicas do ser humano (VILLAROUÇO, 2001). Esses estudos têm sido auxiliados pelos trabalhos de Avaliação Pós-Ocupação (APO), a qual se constitui num método que busca o entendimento das relações entre o homem e o espaço que ocupa, através de avaliações do ambiente construído. Método esse utilizado nesta pesquisa.

## **3. ABORDAGEM METODOLÓGICA**

Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos nas quatro etapas seguintes:

**Etapa 1** - Identificação da unidade produtiva

**Etapa 2** - Identificação e descrição dos elementos arquiteturais

Para a verificação da adequação da arquitetura da indústria gráfica ao clima local e ao conforto térmico do ser humano, foram identificados os elementos arquiteturais que compõem o setor de produção da indústria gráfica:

- Caracterização do sítio e orientação
- Caracterização dos fechamentos (a envolvente)
- Caracterização do espaço interior .

**Etapa 3** - Análise ergonômica das atividades

#### Etapa 4 - Medições das variáveis termoambientais

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 4.1 Contexto e Edifício

Para a verificação da adequação da arquitetura da indústria gráfica ao clima local e ao conforto térmico do ser humano, foram identificados os elementos arquiteturais que compõem o GP 1 da indústria gráfica, os quais são descritos a seguir:

- Caracterização do sítio

A indústria gráfica está localizada numa região de clima quente úmido, com temperatura e umidade do ar média anual no entorno de 25°C e 80%, respectivamente. Possui regime de ventos característico de zonas costeiras, permanecendo durante todo o ano dentro da faixa correspondente aos ventos alísios do sudeste, os quais sopram, caracteristicamente, nos meses menos quentes com maior frequência e velocidade, as quais são alteradas através dos ventos de leste e de nordeste, nos meses mais quentes.

O distrito industrial onde está localizada a unidade produtiva, possui uma ocupação composta por edificações com tipologia predominantemente horizontal, implantadas em lotes de grandes extensões, com topografia plana e vegetação de pequeno e médio porte.

- Caracterização dos fechamentos (a envolvente)

O partido adotado, comum à arquitetura industrial, teve o predomínio da forma horizontal, sendo a edificação constituída de blocos retangulares (Fig. 1). A implantação dos galpões de produção, GP1 e GP2, se deu no sentido longitudinal do terreno, ficando sua maior extensão orientada no sentido Norte-Sul, resultando em fachadas com superfícies maiores voltadas para o Leste e Oeste, o que implica numa maior incidência de energia solar na edificação e, conseqüentemente, no aumento da carga térmica produzida pela mesma. Essa orientação, também não favorece muito a ventilação natural no interior do edifício, o qual por estar localizado numa região de clima quente-úmido, deveria ter sua forma alongada orientada no sentido perpendicular aos ventos dominantes, neste caso os ventos alísios do sudeste, proporcionando melhor ventilação no interior da edificação, necessária ao conforto térmico dos trabalhadores, nesse tipo de clima.

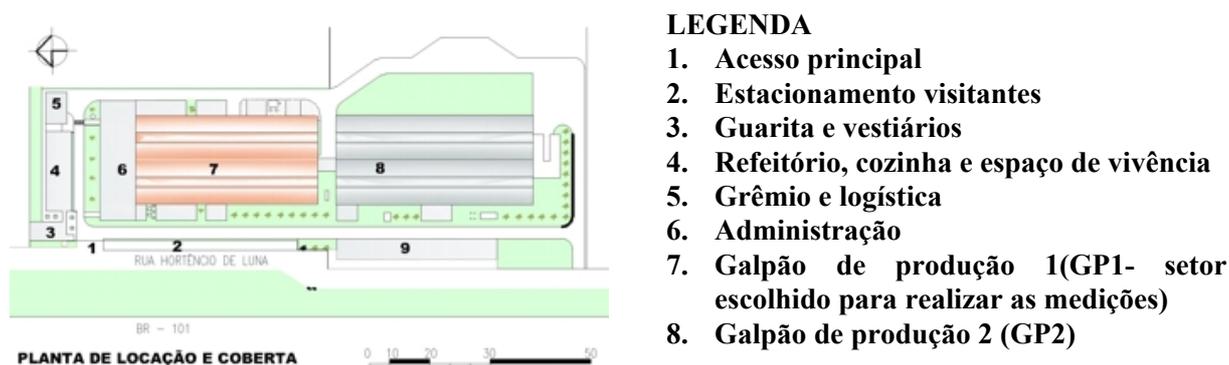


Figura 1 – Implantação da indústria gráfica

Os planos dos fechamentos verticais, ou seja, das paredes, do GP1, além de não estarem adequados devido à forma e orientação da edificação, não foram projetados de modo a permitir um melhor comportamento térmico da edificação, considerando às características do clima local. A fachada Norte apesar de estar protegida da incidência dos raios solares, pela ligação direta com o Bolco B, não possui nenhuma abertura para o exterior que permita a ventilação nordeste nos meses mais quente. Já a

fachada Sul, deveria possuir maior permeabilidade, a fim de permitir a passagem dos ventos alísios do sudeste.

A existência dos ambientes adjacentes ao GP1, na fachada leste, dificulta a entrada dos ventos alísios de sudeste nos meses menos quentes e dos ventos leste e nordeste nos meses mais quentes, já que apenas 19,7% da superfície deste fechamento possui abertura para o exterior, estando apenas 1,97% localizada na zona de pressão positiva, favorável a entrada dos ventos dominantes.

Na fachada orientada para Oeste, a grande extensão da superfície de fechamento (72,60%) em contato direto com o exterior, permite uma incidência direta da energia solar nesse plano, sendo agravado pela quantidade de superfícies translúcidas (janelas), provocando o aumento da carga térmica através da maximização da absorção da radiação solar e a transmissão de calor. Esse fato é observado claramente na Foto1, onde pode-se ver a penetração dos raios solares, atingindo o maquinário, que por si já é uma fonte de calor para o ambiente, e o trabalhador, aumentando seu desconforto térmico, além de provocar desconforto visual. Devido a grande superfície de material translúcido (vidro) que as janelas possuem, deveriam existir nas mesmas, elementos de proteção contra a incidência dos raios solares diretos.



**Foto 1- Incidência dos raios solares na janela da fachada oeste**

No plano de cobertura, apesar da existência dos lanternins, na zona de menor pressão, a fim de facilitar o resfriamento da mesma através da ventilação *por efeito chaminé*, esta não é favorecida devido à insuficiente superfície de abertura localizada na zona de maior pressão, próxima ao piso e de preferência nas fachadas leste e sul, que facilitasse a penetração do ar externo, geralmente mais frio, assim como, devido à insuficiente superfície de abertura dos próprios lanternins, que permitisse a remoção do ar interior, mais quente, através dos mesmos. Além disso, a reduzida extensão dos seus beirais, permite a incidência da radiação solar no interior do ambiente aumentando o desconforto térmico e provocando o desconforto visual dos trabalhadores.

- Caracterização do espaço interior

Além das características físicas dos fechamentos do galpão de produção, foi realizado o levantamento das características do espaço interior. Este possui vão livre, com pé-direito igual a 6m de altura, sendo a divisão dos sub-setores (editorial, acabamento, impressão, etc) e circulações feita por faixas pintadas no piso e pelo próprio lay-out das máquinas, do mobiliário e de outros equipamentos. O *lay-out* do setor de produção analisado pode ser visto na.

No centro do galpão existem os setores de informática delimitados por divisórias da Eucatex e vidro, com forro de pvc, com 2,30m de pé direito. Esses ambientes são climatizados artificialmente com aparelhos de ar-condicionado de janela (ACJ – 7.000btu/h cada) em número de seis, instalados dentro do galpão de produção, emitindo calor e ruído para o ambiente.

Apesar do número considerável de esquadrias do tipo basculante em alumínio e vidro, e de portões localizados nos fechamentos entre o interior e exterior, a iluminação natural não é suficiente, tendo que ser complementada com iluminação artificial. O sistema de iluminação artificial adotado é disposto longitudinalmente ao galpão, contendo 144 luminárias em canaletas de alumínio, cada uma com duas lâmpadas fluorescentes de 120 watts, sendo suspensas por fios de aço a uma altura de 4,10m do piso.

Os maiores problemas, quanto às condições térmicas, com implicações no aumento da temperatura do meio ambiente interno do GPI, deve-se ao calor gerado pelas máquinas, pelo sistema de iluminação artificial durante todo o dia, pelos aparelhos de ar-condicionados do setor de informática e pelo calor gerado pelos trabalhadores, os quais, em conjunto, provocam aumento da temperatura do no interior do galpão. Essa situação é agravada pela acumulação dos efeitos dos ganhos de calor produzidos pela radiação solar na cobertura, devido à insuficiente ventilação da mesma e do próprio ambiente, principalmente, a ventilação de conforto, resultado da incorreta orientação do edifício quanto à radiação solar e da composição dos demais elementos constitutivos da envolvente, conforme descritos nos itens anteriores, gerando um grande desconforto térmico para a realização das atividades dos trabalhadores.

## **4.2 Análise Ergonômica das atividades**

No GPI encontram-se os setores de Impressão e de Acabamento. Estes setores são compostos por um número elevado de postos de trabalho, no entorno de 14, como também de uma grande diversidade de atividades quanto aos esforços exercidos (elevado, médio e baixo); quanto à postura (sentado, sentado/em pé, em pé) e quanto ao deslocamento.

A fim de obter um valor médio da taxa metabólica (M), que corresponde à quantidade de energia exigida pelo corpo para o desempenho das atividades, foram escolhidas, para análise ergonômica, as atividades que possuíam semelhanças quanto à postura (em pé) e quanto ao esforço exercido (baixo ou leve), as quais são desenvolvidas no setor de acabamento, nas suas sub-áreas promocional, editorial, encadernação e manual.

Apesar das diferentes tarefas, as atividades se assemelhavam quanto à sua postura, em pé, e ao esforço exercido, leve, não havendo deslocamento do trabalhador. A postura em pé se mantinha durante toda a jornada de trabalho, como mostra as Fotos 4 e 5, sem interrupção, havendo pausa apenas no intervalo de uma hora para o almoço. Apesar das atividades possuírem esforços serem leves, suas frequências eram bastante elevadas, o que, aliado às condições térmicas desfavoráveis do ambiente, colaborava para o aumento insatisfação térmica dos trabalhadores, resultando em possíveis desmotivações para o desenvolvimento de suas tarefas.

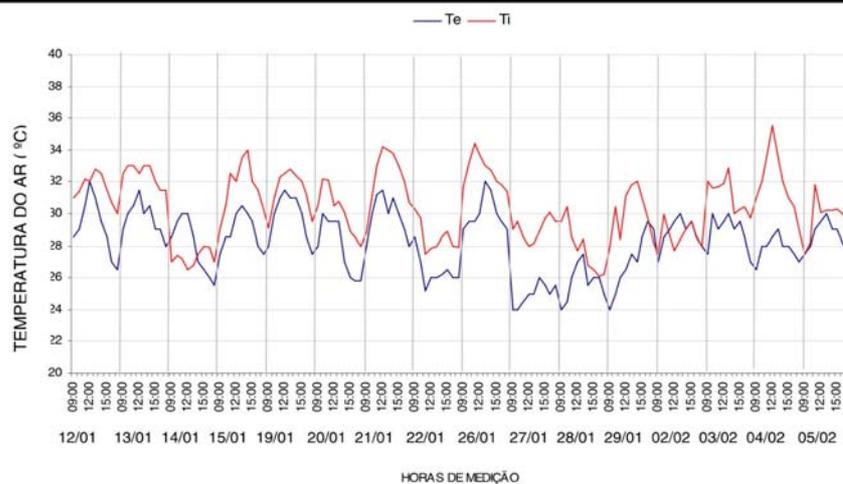
## **4.3 Medições das Variáveis Termoambientais**

### **4.3.1 Variáveis ambientais**

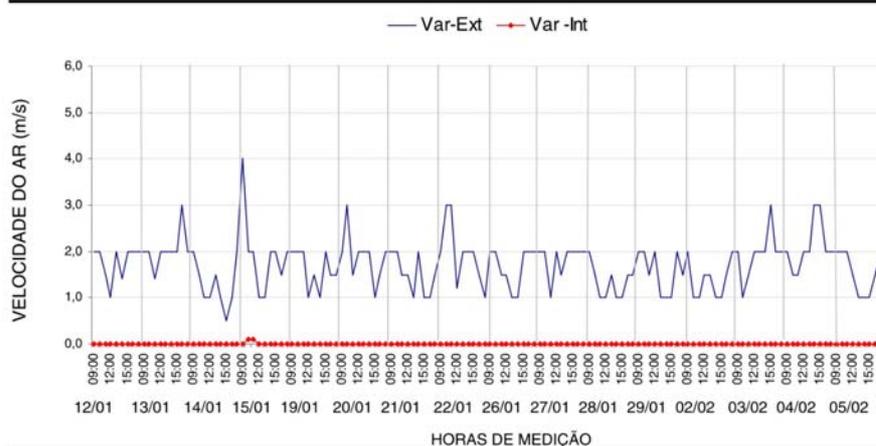
Os dados dos parâmetros climáticos, temperatura, umidade e velocidade do ar, obtidos por dia e hora de medição ao longo do período de medições, estão representados nos Gráficos 1, 2 e 3.

O Gráfico 1 corresponde às curvas de temperatura do ar externas e internas, as quais apresentaram comportamento térmico semelhante. Os níveis de temperatura interna superam, na maioria das vezes, os níveis de temperatura no exterior da edificação, ou seja,  $t_a$  interna  $>$   $t_a$  externa, em quase todos os dias, apresentando valores completamente fora da zona de conforto térmico.

O Gráfico 2 correspondente às curvas da velocidade do ar no exterior e no interior do galpão, no período de medições, comprovaram a existência considerável de ventos no ambiente externo à edificação e a ausência de ventilação no interior da mesma, corroborando com as observações supracitadas. A velocidade máxima no exterior atingiu 4,0 m/s, enquanto que no ambiente interno se manteve praticamente nula.

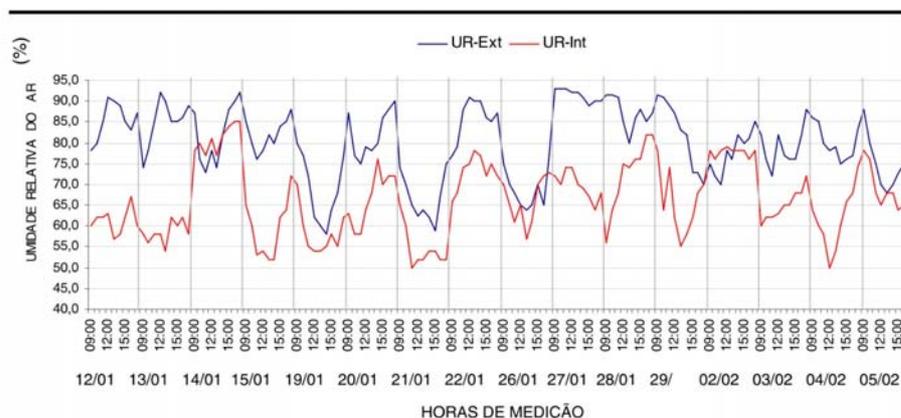


**Gráfico 1- Temperatura do ar externa e internamente**



**Gráfico 2 – Velocidade do ar interna e externamente**

As curvas da umidade relativa do ar, Gráfico 3, também apresentam comportamento semelhante no interior e no exterior do galpão, porém, a umidade no interior se apresentou na maior parte do tempo inferior a registrada no ambiente externo do GPI. Este comportamento pode ser explicado pelas altas temperaturas e ínfima umidade do ar interna.



**Gráfico 3 – Umidade do ar externa e internamente**

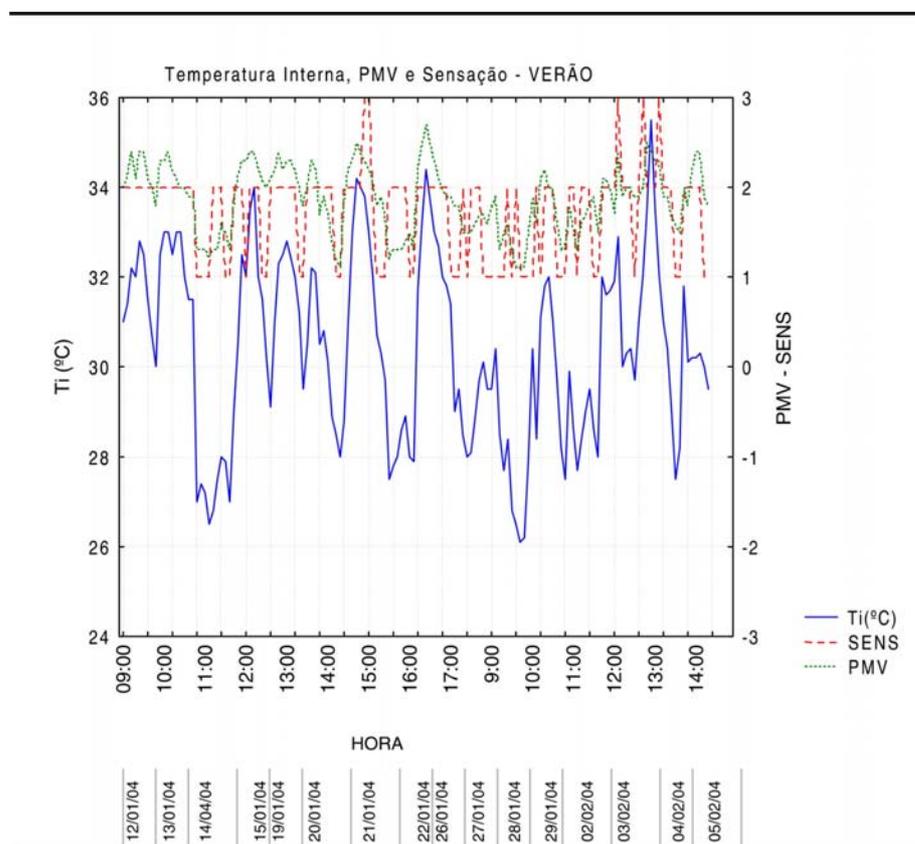
### 4.3.2 Variáveis Psicofisiológicas

Para a determinação dos valores das variáveis psicofisiológicas, as atividades dos trabalhadores entrevistados foram classificadas de acordo com as Tabelas B.1 e A.1 ISO 8996/90, enquadrando-se na ocupação “Atividade gráfica, encadernação de livros”, cujo metabolismo varia de 85 a 100W/m<sup>2</sup>. Considerou-se para a análise desta pesquisa o valor máximo 100W/m<sup>2</sup>, devido à alta frequência dos movimentos realizados com as mãos e ao trabalho realizado em pé.

Quanto ao valor da resistência térmica das vestes ( $I_{cl}$ ), este se baseou na tabela B.1 do Anexo B da norma ISO 9920/95 e na tabela 8 da ASHRAE FUNDAMENTALS (1997). Como no GP1 todos os trabalhadores usam uniformes iguais durante toda a jornada de trabalho, o valor do  $I_{cl}$  foi o mesmo para todos, 0,53 clo, independente do sexo.

### 4.3.3 Parâmetros Subjetivos

As escalas de valores previstas da sensação dos trabalhadores a nível térmico e do Voto Médio Estimado (PMV) estão representadas no Gráfico 4, correspondentes ao período de medições, além dos valores das temperaturas medidas no interior do GP1, nesse período.



**Gráfico 4 – Sensação declarada dos trabalhadores, Voto Médio Estimado e Temperatura do ar no interior do GP1**

Observando-se as escalas de valores previstas da sensação dos trabalhadores a nível térmico, percebe-se que há uma frequência maior de opiniões acerca do desconforto, entre 1 e 3, isto é, levemente quente, quente e muito quente, as quais puderam ser comprovadas com os registros do aumento da temperatura interna entre 26 e 35,5°C. Esses resultados ratificam as análises relativas à orientação e composição dos elementos arquiteturais da envolvente da edificação.



## 5. CONCLUSÕES

O objeto arquitetônico, destinado ao abrigo das diversas atividades humanas, compõe-se de massas e vazios, definindo espaços internos e externos, os quais devem integrar-se entre si e com a paisagem onde se inserem formando um todo harmônico, a fim de conferir qualidade à arquitetura. Essas massas e vazios, ou elementos arquiteturais, são variáveis determinantes não apenas da qualidade estética do conjunto edificado, mas, também, do conforto térmico dos seus ambientes internos e externos.

- Em locais de trabalho as condições termoambientais estão entre os fatores que afetam o bem estar dos trabalhadores, com implicações na sua produtividade, devendo a arquitetura possuir qualidades para adequar-se aos usuários e suas atividades. Assim, após verificar-se a arquitetura da indústria gráfica e as condições térmicas no seu galpão de produção, através de uma abordagem ergonômica, obtiveram-se resultados que conduziram às seguintes conclusões:
- A orientação do GP1 com relação aos ventos é boa, mas, a má distribuição das aberturas de entrada e saída de ar, e a reduzida diferença de altura entre as mesmas nos planos das paredes (Leste – Oeste), bem como o pequeno diferencial de temperatura entre o exterior e o interior, não possibilitam à ventilação natural *por efeito chaminé* e nem a ventilação natural dinâmica no interior do galpão, as quais consistem na estratégia bioclimática mais eficiente para a obtenção de conforto térmico, em climas quentes e úmidos;
- A baixa taxa de ventilação natural no interior do GP1, devido às características físicas de sua envolvente, não consegue amenizar o calor gerado pelas máquinas, pelas pessoas e pela radiação solar incidente nos planos de fechamento, contribuindo para o desconforto térmico naquele ambiente de trabalho;
- Em virtude do processo industrial da empresa analisada permitir a climatização natural do edifício, seria necessário uma grande permeabilidade do envelope para o ar e a luz, combinada, evidentemente, com um controle solar efetivo em todas as orientações, junto com uma adequada inércia térmica, que permitisse manter durante o dia uma temperatura interna adequada às atividades desenvolvidas, proporcionando o alcance das condições aceitáveis de conforto térmico no seu interior;
- As condições térmicas desfavoráveis do ambiente de trabalho analisado são comprovadas pela sensação de desconforto térmico declarada pelos próprios trabalhadores;
- A arquitetura do GP1 não está adequada ao clima local, resultando no mal comportamento do ponto de vista térmico, para as atividades ali desenvolvidas, causando o desconforto dos trabalhadores;
- Os resultados encontrados mostram a relevância de empregar a abordagem ergonômica no estudo das qualidades que o objeto arquitetônico precisaria possuir para adequar-se aos usuários e suas atividades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHRAE FUNDAMENTALS – 1997 ASHRAE Handbook – *Thermal Comfort Atlanta*. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc, E.U.A., cap XVIII, 1997.
- ALMEIDA, Maristela Moraes de - *Ergonomia e arquitetura: uma vinculação transdisciplinar*. In VII Congresso Latino-Americano de Ergonomia. ABERGO 2002. Recife, PE. Anais...
- CHARYTONOWICZ, Jerzy. *Architecture and Ergonomics*. In IEA 2000/ HFES 2000 CONGRESS, 2000, San Diego, Califórnia - USA. Anais...

- CHING, Francis D. K. *Arquitetura, forma, espaço e ordem*. (tradução Alvamar Helena Lamparelli). São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- FANGER, P.O. *Thermal confort - analysis and applications in environmental engineering*. United States: McGraw-Hill Book Compony, 1970. 244 p.
- FIALHO, Francisco, SANTOS, Neri dos. *Manual de análise ergonômica do trabalho*. Curitiba: Genesis, 1997.316p.
- GRAEFF, Edgar A. *Edifício*. Cadernos Brasileiros de Arquitetura, Projetos Editores Associados Ltda, São Paulo, Sp, 1978.144p.
- ISO 7730. *Moderate Thermal Environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal confort*. International Organization for Standardization, Genebra, 1994.
- LAMBERTS, Roberto, et al. *Eficiência energética na arquitetura*. Editora PW. São Paulo. 1997. 192 p.
- REIS, T.C., MORAES, A. *Ergo-arquitetura - a ergonomia como fator fundamental nos processos de projeção em arquitetura de locais de trabalho*. In: ABERGO 2001, Gramado, RS, 2001. Anais...
- VILLAROUCO, Vilma, NERI, dos Santos - *Ambiente para o usuário, ou usuário para o ambiente?*. In VI Congresso Latino-Americano de Ergonomia. ABERGO 2001. Gramado, RS. Anais