

# ÍNDICES DE SATISFAÇÃO TÉRMICA E NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA EM AMBIENTES ESCOLARES



Paula Roberta Pizarro<sup>1</sup>

Léa Cristina Lucas de Souza<sup>2</sup>

PIZARRO, P. R.; SOUZA, L. C. L. de. Índices de satisfação térmica e níveis de iluminância em ambientes escolares. *Revista Educação Gráfica*, Bauru, n.10, p.97-107, 2006.

## Resumo

O conforto ambiental em arquitetura de escolas públicas não é considerado sistematicamente como requisito de projeto, sendo que um dos obstáculos é a impossibilidade de maximizar todas as variáveis do conforto simultaneamente. Este artigo analisa os níveis de iluminância de sala de aula e o grau de satisfação térmica dos alunos, definindo a importância e as relações entre as variáveis do conforto luminoso e térmico. É feito um modelo de previsão do grau de satisfação térmica do usuário. O método de pesquisa consiste em uma análise através da observação comportamental, questionário, medições dos níveis de iluminância e temperatura no ambiente. Faz-se uso de três ferramentas metodológicas: a extensão 3DSkyView como forma de obter a variável Fator de

---

<sup>1</sup> Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Paulista. Brasil. E-mail: paulapzr@hotmail.com

<sup>2</sup> Departamento de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo – FAAC – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – Universidade Estadual Paulista. Brasil. E-mail: leacrist@faac.unesp.br

Visão do Céu (fator de forma), Teoria dos Sistemas Nebulosos e as Redes Neurais Artificiais, como ferramenta de modelação das relações entre as variáveis levantadas. A variável Fator de Visão do Céu (FVC) apresentou os maiores valores de importância para o conforto visual, 21% para mês de maio e 37,1% para mês de novembro. Isto mostra a importância da posição do usuário em relação à localização da janela para o conforto luminoso.

**Palavras-chave:** Redes Neurais Artificiais, conforto luminoso, conforto térmico, escolas.

### Abstract

Environmental comfort in public school buildings is often not seen as a project parameter due to the difficulty in considering all comfort-related architectural variables at once. This paper focuses on the levels of illuminance in classrooms and the thermal satisfactions of students, by defining the importance and the relationship among lighting and thermal comfort variables. A prediction model is developed in order to simulate the level of user's thermal satisfaction. The research approach consists in the observation of the users' behavior with different illuminance and temperature levels of the environment. Three methodological tools are applied: the 3DSkyView extension, which was used for determining sky view factors, Fuzzy Sets and Artificial Neural Networks, which were applied for modeling the variables relationships. When compared to the other variables studied, sky view factor had the highest relevance for visual comfort, assuming an importance level of 21% in May and 37,1% in November. This result reveals that the users' location in classrooms, in relation to the window, determines its natural lighting comfort. The

application of the 3DSkyView extension to determine the visible sky area for analyzing indoor lighting comfort is one of the contributions of this work.

**Keywords:** Artificial Neural Networks, lighting comfort, thermal comfort, schools.

## 1. Introdução

O processo de aprendizado em salas de aula e o consequente desempenho do aluno sofrem influência direta das características físicas do ambiente (edifício) escolar. Muitas vezes, porém, esta relação é negligenciada e as condições de conforto não são consideradas como parâmetros de projetos em salas de aula.

Para o bem estar do usuário e seu melhor desempenho, os projetos de edifícios escolares devem contemplar muitas variáveis ambientais simultaneamente. Entretanto, muitos requisitos de projeto para favorecimento de uma destas variáveis ambientais específicas podem representar uma queda no desempenho do edifício para outras variáveis. Segundo Graça & Kowaltowski (2003), não é possível maximizar todos os tipos de conforto ao mesmo tempo, mas sim encontrar um conjunto de soluções de compromisso. Para isso, são necessários estudos que determinem e analisem a importância de cada variável para o desempenho do edifício.

Considerando a importância de diversas condicionantes referentes ao calor (perda ou ganho) em edifícios escolares e que podem influir no desempenho do aluno, esta pesquisa procura estabelecer, qualificar e quantificar o grau de satisfação térmica do usuário em salas de aulas.

Como forma de se estimar a influência da posição do aluno na iluminação natural

por ele recebida, propõe-se aqui a utilização da extensão *3DSkyView*. Ainda, são feitas modelagens matemáticas através da aplicação de um software de simulação de Redes Neurais Artificiais (RNA), identificando-se assim a importância das variáveis construtivas para o parâmetro luminoso. Considera-se a cidade de Bauru como área de pesquisa, sendo estudadas três escolas de ensino fundamental da rede pública municipal.

### 1.1 Objetivo

Identificar e determinar as importâncias das variáveis que caracterizam o nível de conforto térmico e luminoso dos alunos em salas de aulas, além de desenvolver um modelo de previsão de satisfação térmica dos alunos e análise do grau de iluminância do ambiente escolar.

### 2. Metodologia

A metodologia consiste primeiramente em uma definição das escolas e salas de aula a serem estudadas, sendo elas municipais, pertencentes à cidade de Bauru e do ensino fundamental. Logo após foram realizadas observações prévias ao estudo de fato nas salas, onde são notadas as condições do edifício e de conforto dos usuários, além do comportamento dos alunos frente aos mecanismos de controle de qualidade do ambiente.

A etapa de levantamento de dados engloba a catalogação de dados térmicos e luminosos com o auxílio de equipamentos, levantamento de dados construtivos da edificação e questionário sobre sensações térmicas, para enfim definir as variáveis da pesquisa. Para o levantamento de dados houve necessidade de adequação com o período letivo, de forma a ser evitado o

período de férias (dezembro, janeiro, fevereiro, junho, julho e agosto). Portanto foram escolhidos os meses de maio e novembro, correspondendo a início de inverno e verão, respectivamente. As medições ocorreram sempre pela manhã, das 08:00 às 12:00, pelo fato do ensino fundamental ser ministrado neste período.

Após estabelecidas as variáveis, foi feito um modelo de previsão do grau de satisfação térmica dos usuários e análise da iluminância das salas de aula.

### 2.1 Região de estudo e definição das escolas pesquisadas

Bauru está situada no Centro-Oeste paulista e pode ser classificada como uma cidade média com cerca de 340 mil habitantes em 2004 e área de 120 km<sup>2</sup>. Seus parâmetros geográficos variam de 22°15' a 22°24' de latitude Sul e 48°57' a 49°08' de longitude Oeste, com uma variação de altitude de 500 a 630m. Seu clima apresenta uma estação quente e úmida e inverno quente e seco. Este clima tem como principal característica amplitudes térmicas de valores apreciáveis. A temperatura média se encontra em torno de 23°C e a umidade relativa média, 60%. Há um desconforto pela temperatura elevada do dia, minorado à noite, principalmente no período seco. As radiações diretas são acentuadas no verão, chegando a ser mais fortes que igual latitude ao nível do mar. As radiações difusas também são mais intensas no verão, se comparadas ao inverno. As insolações médias dos meses analisados nesta pesquisa são de 7,5 horas/dia para maio e 7,4 horas/dia para novembro.

A escolha das três escolas baseou-se nas diferentes metodologias de ensino por elas adotadas e seu conseqüente rebatimento no projeto arquitetônico apresentado. Em

cada escola foram selecionadas duas salas que apresentavam orientações solares de aberturas mais críticas para o estudo em questão. Portanto, foram seis as salas escolhidas: Sala 06 e 09 na escola "Santa Maria", sala 01 e 16 na escola "Aníbal Difrância" e, sala de Português e Inglês no "Núcleo de Ensino Renovado".

## 2.2 Observações prévias em campo

O resultado das observações prévias evidenciou uma despreocupação geral dos

alunos em relação à performance luminosa das salas. A maioria das salas possui dispositivos internos de proteção aos raios solares – cortinas e persianas – pelo alto grau de ofuscamento que os ambientes sofrem. Tais dispositivos, quando fechados, proporcionam níveis insatisfatórios de iluminância no ambiente. Nesta situação, alguns professores optam por acender as luzes, entretanto, a maioria ministra aulas com iluminação baixa para tal tipo de tarefa, e os alunos em observação mostraram-se acomodados com esta situação (Figura 01-b).



(a)



(b)

Figura 01 – Situações de ofuscamento, proteção das cortinas e ambiente escuro (a) e luzes acesas (b).

O desconforto relatado pelos alunos é o ofuscamento direto no quadro-negro, chamado de reflexão veladora. Para este não há uma preocupação constante dos professores em sanar o problema, fechando uma cortina, por exemplo, e foi um alvo de reclamação comum nas seis salas analisadas (Figura 01-a).

Há ainda a preocupação na depreciação de conforto térmico. Embora a utilização de cortinas fechadas permita que o ambiente fique impedido de ofuscamento, as salas se tornam ambientes impróprios para a realização de tarefas, mesmo com ventiladores ligados. Tem-se então a impossibilidade de maximização dos confortos simultaneamente.

## 2.3 Levantamento de dados térmicos e luminosos

A fim de se realizar a coleta de dados estabeleceu-se que os ambientes estariam em condições determinadas pelos usuários, sem qualquer intervenção do pesquisador.

Para as coletas de dados térmicos (temperatura e umidade) são utilizados: um higrômetro de leitura direta da marca Incotherm e um termômetro com quatro sensores da Instrutherm. As medições climáticas consistem nas coletas de índices térmicos nos interiores das salas de aula.

Para a coleta de dados luminosos é utilizado o luxímetro digital LX – 101 da Luxtron, posicionado no plano horizontal a

uma distância de 80 cm do piso e obedecendo aos pontos de iluminância de interiores fixados pela NBR 5382 – ABNT. O período de estabilização do aparelho para que se iniciem as medições varia de 5 a 10 minutos.

## 2.4 Levantamento de dados construtivos

Para determinação das variáveis construtivas foram considerados os parâmetros, forma e orientação, conjuntamente. A orientação predominante de cada sala teve como parâmetro a parede com maior área de abertura, sendo que os ângulos foram obtidos a partir do Norte. A área de abertura foi catalogada como áreas vitrificadas, abertas ou não, com ou sem proteção de cortinas. A Figura 02 representa a ilustração da sala 06, da escola “Santa Maria” indicando sua forma em função da orientação.

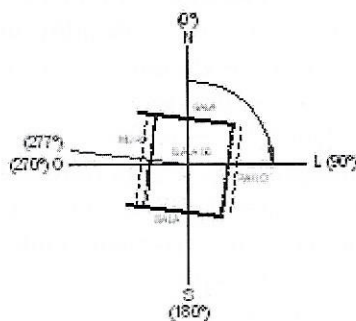


Figura 02 – Orientação da planta da sala 6

Como as áreas das paredes externas possuem 80% de semelhança entre as cores, este fator foi descartado como variável. Para determinar a importância das cores para a performance luminosa do ambiente é necessário um estudo de suas superfícies internas. Neste caso, adotou-se a multiplicação da área de cada superfície interna pelo coeficiente de absorção ( $\alpha$ ) em função da cor relativa de cada elemento.

Estabeleceu-se empiricamente uma relação entre as cores das superfícies das salas de aula e os resultados foram quantificados através da classificação expressa na Tabela 01.

Tabela 01 – Coeficientes de absorção ( $\alpha$ ) adotados

CORES	COEFICIENTE DE ABSORÇÃO ( $\alpha$ )
Claros	0,2 a 0,5
Médias	0,5 a 0,7
Escuras	0,7 a 0,9

Outro dado construtivo necessário foi o fator de visão do céu (FVC). Como é a abóbada celeste uma das principais fontes de luz natural, esta área torna-se um elemento determinante do conforto visual do usuário dentro da edificação. Esta visão do céu fica delimitada pela área de janela da sala de aula e para cada posição relativa de um aluno existe uma fração visível do céu específica, apesar da área da janela da sala ser sempre a mesma.

Na determinação do fator de visão do céu foi utilizada a extensão *3DSkyView*, criada por Souza, Rodrigues & Mendes (2003). Esta extensão foi desenvolvida a partir do software *ArcViewGIS 3.2* e permite obter de forma automatizada o delineamento e a determinação da área visível de céu na malha urbana. A proposta da utilização desta extensão neste trabalho é transformá-la em um aplicativo para ambientes internos, já que foi desenvolvida a partir de situações em escala urbana, e definir o fator de forma para cada posição relativa do aluno em salas de aulas (Figura 03).

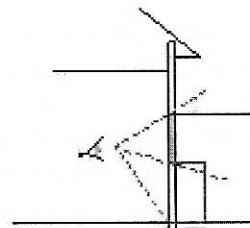


Figura 03 – Visibilidade do céu a partir do interior.

## 2.5 Levantamento de dados pessoais

A satisfação do usuário perante o seu ambiente de estudo foi analisada mediante um questionário com questões referentes às características físicas pessoais dos usuários (peso, altura, idade, sexo e vestimenta) e a satisfação dos mesmos com a temperatura apresentada pelo ambiente em questão naquele momento.

Os dados dos questionários foram todos transformados em valores numéricos para servirem de variáveis do modelo. Os dados de peso e altura foram transformados em índice de massa corpórea (ICM) e as vestimentas em valores de resistência superficial de roupas (que tem como unidade o "clo", conforme método de Fanger, 1970).

Para as questões relativas às sensações dos usuários, a qualificação foi realizada através da Teoria dos Sistemas Nebulosos (Fuzzy sets), desta forma a escala semântica do questionário foi transformada em dados quantitativos. Utilizando o grau de pertinência e considerando uma escala que vai de 0 a 1, sendo que 0 é a pior situação encontrada mediante as alternativas apresentadas e 1 é a melhor. Valores estabelecidos entre esta variação são considerados e assim é possível fazer uma leitura objetiva e quantitativa de variáveis lingüísticas.

## 2.6 Redes Neurais Artificiais

Outra ferramenta primordial desta pesquisa, as Redes Neurais Artificiais (RNAs) são aqui utilizadas para determinar as variáveis e estabelecer relações entre elas, desenvolvendo um modelo para o grau de iluminância dentro de salas de aula. Em relação à modelagem através de Redes Neurais Artificiais, esta aparece como um substituto potencial aos modelos estatísticos convencionais, devido à fácil interface dos

programas com o usuário e a não necessidade de conhecimento prévio da relação entre as variáveis envolvidas (BRONDINO, 1999) apud (COSTA, 2003).

O procedimento constitui de duas etapas que conferem resultados. A primeira se refere ao desenvolvimento do modelo de previsão, determinando como resultado a tabela de importância das variáveis estabelecidas na coleta de dados. A segunda etapa consiste de testes de verificação simulando o cruzamento entre as variáveis, proporcionando uma análise do grau de iluminância das salas de aula e de satisfação térmica dos usuários.

## 3. Desenvolvimento do Modelo de Previsão

A variável de "saída" dos modelos das Redes compreende os valores de iluminância, coletados através do luxímetro e de satisfação térmica, coletados através de questionários, sendo que as variáveis de "entrada" são as demais, levantadas na coleta de dados. São elas: fator de visão do céu, orientação, área de abertura, cor do forro, cor da parede interna, cor do piso e cor da cortina, para o parâmetro luminoso e índice de massa corpórea, idade, área de aberturas, orientação, umidade, FVC, sexo, temperatura do ar e vestimentas, para o parâmetro térmico.

Vários modelos foram rodados, gerando resultados, dos quais apenas os que obtiveram melhor desempenho foram selecionados. A medida de desempenho do modelo foi estabelecida através do coeficiente de determinação  $R^2$ , obtido para cada um dos modelos desenvolvidos, como mostra a Figura 04.

As Tabelas 02 e 03 mostram os resultados das importâncias de variáveis, em porcentagem.

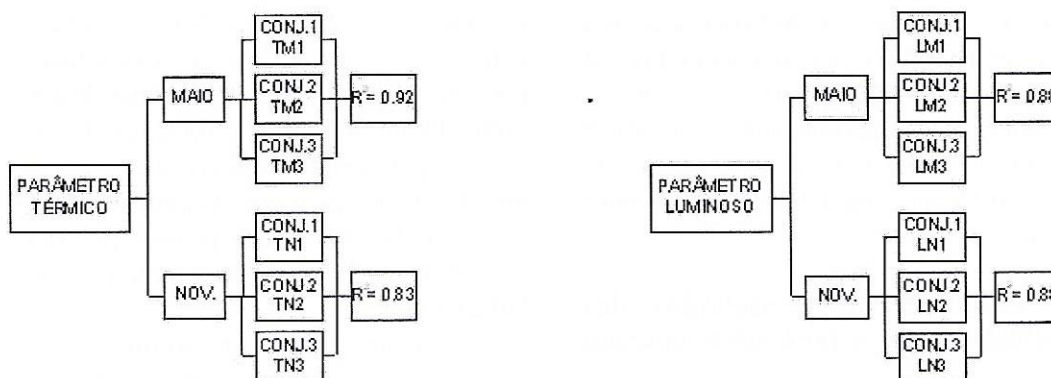


Figura 04 – Fluxograma dos conjuntos de Redes Neurais

Tabela 02 – Relevância das variáveis do parâmetro luminoso para as melhores simulações, em %

GRAU DE ILUMINÂNCIA MAIO		GRAU DE ILUMINÂNCIA NOVEMBRO	
Cor da Cortina	6.7	Cor da Cortina	5.8
Orientação	7.3	Cor do Piso	7.5
Área de Abertura	10	Cor da Parede Interna	9.5
Cor do Piso	11.1	Orientação	11.2
Cor da Parede Interna	12.1	Área de Abertura	13.2
Cor do Forro	15.4	Cor do Forro	15.4
FVC	21	FVC	37.1

Tabela 03 – Relevância das variáveis do parâmetro térmico para as melhores simulações, em %

GRAU DE SATISFAÇÃO TÉRM. MAIO		GRAU DE SATISFAÇÃO TÉRM. NOV.	
IMC	8.4	Ar. Abertura	6
Idade	8.8	Sexo	8
Ar. Abertura	8.9	IMC	8
Orientação	9.2	Vestimenta	10
Umidade	9.4	Orientação	10
FVC	10.2	Umidade	11
Sexo	10.4	Temperatura	11
Temperatura	13.4	FVC	13
Vestimenta	21	Idade	19

Em relação às cores das superfícies os resultados anteriores evidenciam o forro como o elemento mais determinante do grau de iluminância de um ambiente, se comparado às paredes e ao piso. As diferenças de porcentagem entre parede e piso chegam, ao máximo, de 2%, enquanto que o forro apresenta diferenças de até 8% de importância em novembro.

Para o parâmetro térmico, os valores

de importância do Fator de Visão do Céu encontram-se sempre maiores que os de Orientação, evidenciando, através dos parâmetros térmicos, a elevada contribuição das posições relativas de cada usuário se comparadas às demais variáveis.

Ainda, comparando-se as variáveis do modelo de maio, a Vestimenta obteve a maior importância, com 21%, enquanto que o Índice de Massa Corpórea ocupa o último

lugar, com 8%, demonstrando que, além das características físicas dos usuários, os mecanismos adaptativos – como a quantidade de roupas utilizadas – constituem elementos imprescindíveis do estudo do conforto térmico para temperaturas mais baixas.

### 3.1 Avaliação dos Resultados das Simulações para o parâmetro luminoso

A variável Fator de Visão do Céu (FVC) mostrou-se fundamental em ambos os modelos, alcançando 21% para maio e 37.1% para novembro, mais relevante que a própria orientação solar de cada ambiente estudado. Sendo assim, realizou-se um cruzamento entre os pontos de iluminância medidos com o luxímetro e os pontos de fator de visão do céu para a localização de cada aluno, como pode ser observado na Figura 05.

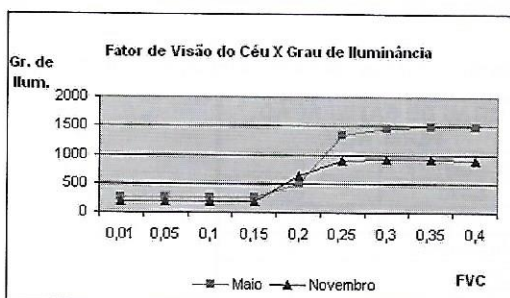


Figura 05 – Iluminância em função do fator de visão do céu

Considerando a iluminância geral mínima média a ser atingida em um ambiente de sala de aula sendo 300 lux e, considerando a proporção de 3:1, ideal para

contraste entre tarefa e entorno imediato, determinam-se aqui como valores aceitáveis para iluminação localizada em salas de aula iluminâncias entre 900 e 1000 lux. Ainda, sabe-se que o rendimento visual é crescente de 10 a 1000 lux e que, valores acima de 1000 lux distribuídos em grandes porções, em determinados ambientes, podem causar fadiga visual.

Considerando a importância desta variável para a análise do parâmetro lumínico, atribui-se aqui a necessidade de um mapeamento dos valores de iluminação natural nas plantas das salas de aula. Desta forma foi elaborada uma tabela de classificação de graus de iluminância, contendo os resultados obtidos nas curvas do gráfico para os dois meses em questão, como pode ser observado na Tabela 04.

A sala que exemplifica o mapeamento, mostrada na Figura 06, é a sala de Inglês, no Núcleo de Ensino Renovado, a qual possui um lay-out diferenciado, com a planta em formato octogonal. As diferentes tonalidades de azul expressam a distribuição de entrada de luz natural no ambiente, medida através do Fator de Visão do Céu (FVC). Os pontos coloridos referem-se à classificação do grau de iluminância da Tabela 04. A orientação de suas principais aberturas foi catalogada como sendo 0° ao Norte (Figura 06), o mesmo que exatamente direcionada à orientação solar Norte. O mapeamento mostra que o ambiente apresenta grande entrada de iluminação natural, porém distribuída de uma forma heterogênea e, portanto, errônea, visto a sua

Tabela 04 – Classificação dos níveis de iluminância de acordo com FVC (grau de ilum. relativo)

CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE ILUMINÂNCIA	FVC PARA MAIO	FVC PARA NOV.
Baixa	< que 300 lux	< que 0,17	< que 0,17
Média	De 300 a 900 lux	0,17 a 0,21	0,17 a 0,25
Boa	De 900 a 1000 lux	0,21 a 0,24	0,25 a 0,44
Fadiga visual	> que 1000 lux	0,24 a 0,44	Não há valores



função de abrigar tarefas escolares. Somando-se a este fator, a falta de utilização de cortinas, os valores localizados de níveis

de iluminância relativos aumentam, podendo provocar fadiga visual em determinados pontos da sala.

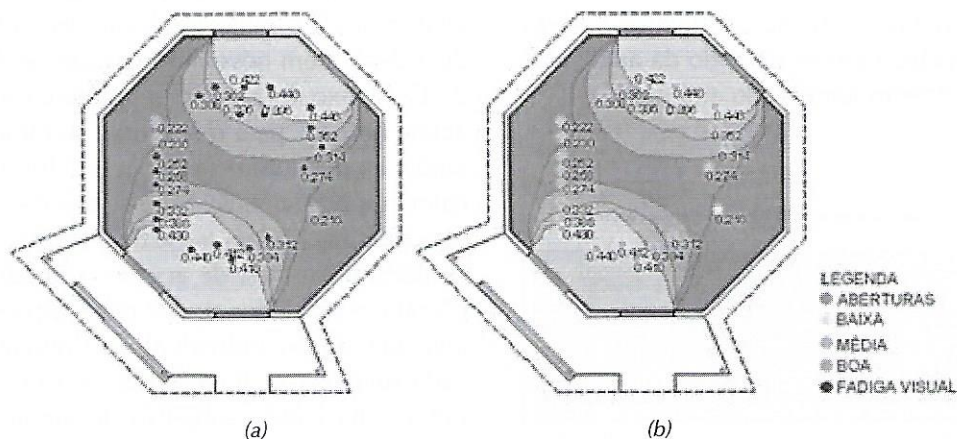


Figura 06 – Pontos de iluminância relativos da sala Inglês em maio (a) e sala de Inglês em novembro (b)

A fim de otimizar os resultados das Redes Neurais Artificiais, foram realizados treinamentos com algumas combinações de variáveis que possuem características passíveis de serem analisadas conjuntamente. À modelagem da variável Área de Abertura foram adicionados os dados da variável Orientação e as curvas dos dois meses são representadas na Figura 07.

Apontam para um aumento no grau de iluminação a partir de 7,5m<sup>2</sup> de Área de Abertura no ambiente, ainda que os níveis de iluminação descritos na Figura sejam insatisfatórios se considerados como pontos localizados em salas de aula (Tabela 04). Este resultado permite supor que em relação à entrada de iluminação natural a área mínima de abertura tolerada para salas de aula é de 7,5m<sup>2</sup>.

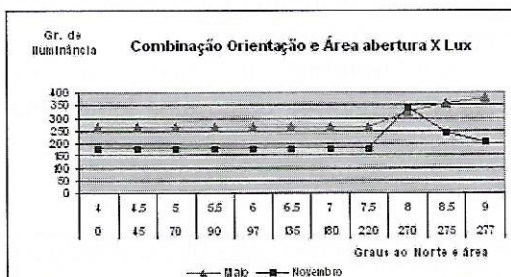


Figura 07 - Iluminância em função da Orientação e Área de Abertura

Da mesma forma que o gráfico representativo do fator de Visão do Céu, as curvas de Orientação e Área de Abertura apresentam maiores níveis para maio.

Tem-se que os modelos de maio e novembro se mostram com valores diferentes de importância, mas com classificação semelhante para as principais variáveis, o que fortalece a idéia de um possível padrão de modelo para as diferentes estações do ano e ainda, intensifica sua relação com o estudo da iluminação natural penetrante no ambiente em função da posição do usuário analisado por esta pesquisa (Fator de visão do céu).

### 3.2 Avaliação dos Resultados das simulações para o parâmetro térmico

Algumas variáveis pessoais mostram-

se mais importantes que as variáveis climáticas na análise da satisfação térmica, justamente por considerarem o estudo individual do usuário. Entretanto, é natural que a temperatura do ar alcance valores consideráveis em se tratando da análise de um parâmetro térmico do ambiente.

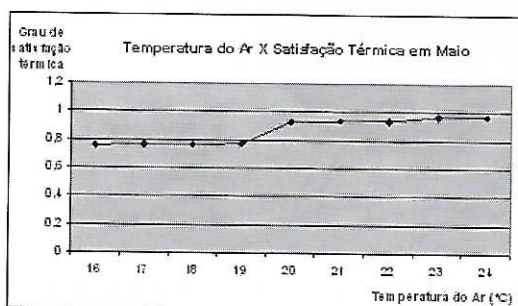


Figura 08 – Satisfação térmica em função da temperatura do ar – maio

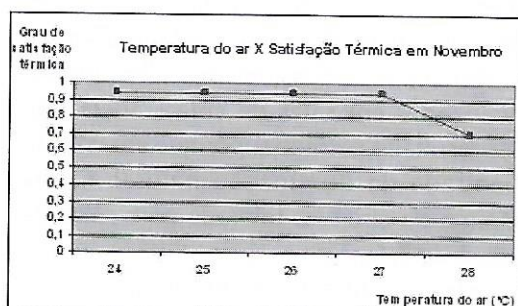


Figura 09 – Satisfação térmica em função da temperatura do ar – novembro

As curvas mostradas nas Figuras 08 e 09 revelam a faixa de temperatura na qual os estudantes analisados sentem-se praticamente confortáveis para os dois meses analisados. Em maio estes valores vão de 20 a 24°C e em novembro passam de 24 a 27°C. Abaixo de 20° para o primeiro mês e, acima de 27°C para o segundo, os mesmos tendem a manifestar sensações de frio e de calor, respectivamente. Sabe-se que mesmas temperaturas podem traduzir sensações de conforto diferentes, de acordo com fatores climáticos revelados através das estações do ano, percepção individual e fisiologia de cada sujeito, etc. Trata-se de variáveis que influem na leitura subjetiva do ambiente. Atribui-se neste trabalho 24°C como sendo a temperatura do ar na qual os alunos estão satisfeitos, tanto em meses de temperaturas mais altas, quanto mais baixas.

#### 4. Conclusão

A Tabela 05 mostra um resumo da análise contendo os índices de (in)satisfação térmica do usuário em escolas, para cada variável determinada neste estudo. Os espaços "X" conferem resultados de modelagem insignificantes para serem expressos no trabalho.

A metodologia das Redes Neurais Artificiais revelou-se como uma ferramenta

Tabela 05 – Índices de (in)satisfação térmica do aluno em escolas

VARIÁVEIS	SATISF. MÊS DE MAIO	SATISF. MÊS DE NOVEMBRO
Vestimenta	A partir de 0,85 clo	X
IMC	A partir de 21 IMC	X
Sexo	X	Menor para mulheres
Temperatura do ar	Entre 20 a 24°C	Entre 24 a 27°C
Umidade Relativa	Acima de 56%	Acima de 56%
Área de abertura	Acima de 8m <sup>2</sup>	Abaixo de 5m <sup>2</sup>
Orientação	Até 135°N	X
FVC	Até 0,1 FVC	Até 0,3 FVC
Idade	X	Mais de 12 anos

valiosa para o tipo de análise aqui proposta, pois resultou em identificações de padrões, que não seriam possíveis de serem identificados com a rapidez e exatidão obtidas, devido ao número de variáveis envolvidas.

Ainda, as observações demonstraram que os estudantes estão habituados a realizar tarefas em índices de iluminância baixos ou altos demais, os quais provocam a fadiga visual. Relatos de desconfortos causados pelo ofuscamento velador do quadro-negro são constantes entre os usuários. Em muitos casos a situação poderia ser remediada com o movimento de abrir ou fechar portas e cortinas, portanto, demonstra falta de consciência em relação aos mecanismos de conforto e a preocupação em depreciar o conforto térmico.

### **Agradecimentos**

As autoras expressam seus agradecimentos a CAPES e ao CNPq, pelo apoio financeiro em diversas etapas da pesquisa e ao Departamento de Transportes da Escola de Engenharia de São Carlos pela disponibilização do software Easy NN.

### **Referências bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5382 – Verificação de Iluminância de Interiores: 1985**. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

BRONDINO, N.C.M., SILVA, N.A.R. Combinig Artificial Neural Networks and GIS for land valuation purposes. In: **Proc. 6 International Conference on Computers in Urban Planning amd Urban Manegement**, Venice – Italy, 1999. CD-ROM.

COSTA, P.T. da. **Uma análise do consumo de energia em transportes nas cidades**

**portuguesas utilizando Redes Neurais Artificiais**. 2003. 133f. Dissertação (Mestrado em engenharia Municipal) – Universidade do Minho, Braga, 2003.

FANGER, P.O. **Thermal comfort**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

GRAÇA, V.AZ.; KOWALTOWISKI, D.C.C.K. Metodologia de avaliação de conforto ambiental com o conceito de otimização multicritério para projetos escolares. In: **ENCAC – VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Curitiba, 5-7 de novembro, 2003. CD-ROM.

SOUZA, L.C.L. de; RODRIGUES, D.S.; MENDES, J.F.G. A 3D – GIS extension for Sky View factors assessment in urban environment. In: **Proc of the 8 International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Manegement**. Sendai, Japan, 27-29 may, 2003.

Faint, illegible text at the top of the page.

Second block of faint, illegible text.

Third block of faint, illegible text.

Fourth block of faint, illegible text.

Fifth block of faint, illegible text.

Sixth block of faint, illegible text.

Seventh block of faint, illegible text.

Eighth block of faint, illegible text.

Ninth block of faint, illegible text.

Tenth block of faint, illegible text.

Faint, illegible text in the right column, first section.

Faint, illegible text in the right column, second section.

Faint, illegible text in the right column, third section.

Faint, illegible text in the right column, fourth section.