

EDUARDO ANTONIO NOGUEIRA

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO
EM UMA AGÊNCIA BANCÁRIA

São Paulo
2018

EDUARDO ANTONIO NOGUEIRA

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO
EM UMA AGÊNCIA BANCÁRIA

Monografia apresentada à
Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para
a obtenção do título de
Especialista em Engenharia de
Segurança do Trabalho

São Paulo
2018

Dedico este trabalho aos meus sobrinhos Matheus e Júlia, que já contagiam com suas curiosidades e descobertas, e Ícaro, que ainda se desenvolve na barriga de sua mamãe. Que eles trilhem um caminho de sucesso nos seus estudos.

AGRADECIMENTOS

À grande amiga e parceira Prof.^a Mestre Michele Datore, que dedicou boa parte de seu tempo a me ajudar com a elaboração deste trabalho acadêmico. No decorrer das semanas em que trabalhamos juntos pude admirar o amor que ela tem às Letras e à Educação e desfrutar de sua prazerosa companhia.

À Universidade Banco do Brasil, que, com seu programa de bolsa de estudos, apoiou financeiramente minha Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho.

À minha mãe, por apoiar-me desde meus primeiros passos até que eu pudesse andar com minhas próprias pernas.

A meus irmãos, que são meus parceiros de toda vida.

A meus filhos amados Cícero e Aparecido (ou carinhosamente, Ciço e Cidinho) que diariamente me recebem com alegria e me dão motivo para persistir em minhas jornadas.

Aos colegas de curso Gustavo Guerra e Túlio Sakomoto que compartilharam viagens, estadias, estudos, experiências e companhias durante os encontros semestrais.

A todos os demais amigos, colegas de trabalho, familiares e pessoas queridas.

“Só compreendemos realmente uma coisa se formos capazes de explicá-la à nossa avó.”

Albert Einstein

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo medir a sensação de conforto térmico em uma agência bancária localizada na região central da cidade de Araçatuba-SP.

Para isso, foram realizadas medições de temperatura ambiente, umidade e velocidade do ar e utilizadas ferramentas e métodos de avaliações propostas por Fanger (1970, 1982) em conjunto com outros indicadores destacados por normas vigentes no Brasil. Os dados e indicadores obtidos foram comparados aos valores recomendados para o conforto térmico, com a finalidade de se discutir possíveis mudanças dos fatores ambientais. Além disso, foi elaborado um questionário com o propósito de identificar as variáveis de conforto térmico levando em consideração aspectos individuais, a fim de diagnosticar a sensação térmica dos trabalhadores que ali atuam. O trabalho atingiu seu objetivo, mostrando que a agência, por estar em uma região de clima predominantemente quente, ainda não apresenta um conforto térmico satisfatório, que entenda a necessidade do trabalhador.

Palavras-chave: Conforto térmico. Conforto ambiental. Saúde do trabalhador. Agência bancária.

ABSTRACT

This paper aimed to measure the sensation of thermal comfort in a banking agency located in the central region of the city of Araçatuba-SP.

For this, ambient temperature measurements, humidity and air speed were carried out and used tools and methods of assessments proposed by Fanger (1970, 1982) in conjunction with other indicators highlighted by current standards in Brazil. The data and indicators obtained were compared to the recommended values for thermal comfort, for the purpose of discussing possible changes of the environmental factors. In addition, a questionnaire was drawn up to identify the thermal comfort variables considering individual aspects to diagnose the thermal sensation of the workers who act there. The paper has reached its goal, showing that the agency, being in a region of predominantly hot weather, still does not present a satisfactory thermal comfort, which understands the need of the worker.

Keywords: Thermal comfort. Environmental comfort. Worker's health. Bank branch.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Clima do município de Araçatuba.....	16
Figura 2 - Temperatura média horária de Araçatuba.	17
Figura 3 - Níveis de conforto térmico em umidade em Araçatuba.....	18
Figura 4 - Representação da fisiologia humana e as trocas térmicas.....	22
Figura 5 - Escala de percepção térmica.....	25
Figura 6 - Índice de satisfação ou insatisfação térmica.....	26
Figura 7 - Psicrômetro e Termo Anemômetro.	31
Figura 8 - Questão aberta e facultativa sobre o conforto térmico.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Equipamentos de medição.....	31
Tabela 2 – Medição às 9h	36
Tabela 3 – Medição às 12h	36
Tabela 4 – Medição às 15h	37
Tabela 5 – Medição às 18h	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Faixa etária dos trabalhadores da agência bancária.	38
Gráfico 2 - Gênero sexual dos trabalhadores da agência bancária.....	39
Gráfico 3 - Setores de trabalho de cada funcionário.	39
Gráfico 4 - Sensação térmica individual dos trabalhadores da agência bancária.	40
Gráfico 5 - Questionário de frequência de sintomas.	41
Gráfico 6 - Percentual acumulado de insatisfeitos no ambiente.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>
CEPAGRI	Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional de Normalização)
NHO	Norma de Higiene Ocupacional
NR	Norma Regulamentadora
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i> (Voto Médio Predito)
PPD	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i> (Porcentagem Estimada de Insatisfeitos)
SAA	Sala de Autoatendimento

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVO.....	14
1.2. JUSTIFICATIVA	15
2. REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1. CLIMATOLOGIA DE ARAÇATUBA – SP	16
2.2. CONFORTO TÉRMICO	18
2.3. FATORES COMPONENTES DO CONFORTO TÉRMICO	19
2.3.1 Temperatura do ar (t_a)	19
2.3.2 Temperatura radiante (t_r)	20
2.3.3 Velocidade do ar (v_a)	20
2.3.4 Umidade relativa do ar	21
2.3.5 Taxa metabólica (M)	21
2.3.6 Índice de isolamento das roupas (I_{cl})	24
2.4. VOTO MÉDIO PREDITO E PORCENTAGEM ESTIMADA DE INSATISFEITOS (PMV e PPD).	24
2.5. PARÂMETROS CONSIDERADOS PELA LEGISLAÇÃO E NORMAS QUE REGEM O CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE DE TRABALHO.....	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO.....	30
3.2. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	31
3.3. METODOLOGIA EMPREGADA.....	32
3.4. MEDIÇÕES	34

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
4.1. ANÁLISE DE TEMPERATURA, UMIDADE E VELOCIDADE DO AR NO INTERIOR DA AGÊNCIA.	35
4.2. QUESTIONÁRIO	38
4.3. CONSIDERAÇÕES	43
5. CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	50
ANEXO I.....	50
ANEXO II.....	52
ANEXO III.....	53

1. INTRODUÇÃO

O conforto térmico pode ser definido como a relação entre a produção de calor metabólico, as diferentes variáveis ambientais (velocidade do vento, temperatura do ar, umidade relativa e temperatura média radiante) e a vestimenta. O grau de conforto ou desconforto térmico percebido depende da interação desses elementos (ABRAHÃO et al., 2009).

Diante de tal conceito, cabe considerar que as condições climáticas ambientais podem interferir no equilíbrio da temperatura do organismo humano, sobretudo se essa temperatura do ambiente ultrapassar a capacidade de termorregulação dos indivíduos a ela expostos (FANGER, 1970).

Seguindo a tendência de se preocupar com a relação entre o trabalhador e seu ambiente de trabalho (sendo uma delas a questão da temperatura do local de trabalho, o governo brasileiro, através da Portaria 3.214/78 instituiu as Normas Regulamentadoras e, dentre elas, a NR-17, que trata dos aspectos ergonômicos relacionados às condições de trabalho (GRANDI, 2006).

Essa norma tem como objetivo estabelecer os parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (BRASIL, 1990).

Os artigos 176, 177 e 178 são os que tratam de conforto térmico na CLT e a NR-17 normatiza o Índice de Temperatura Efetiva entre os 20°C e 23°C para ambientes de trabalho onde a atenção constante e solicitação intelectual se fazem necessárias. A mesma norma estabelece que a velocidade do ar não pode ser superior a 0,75 m/s e a umidade relativa do ar não inferior a 40% (MANDALOZZO E COSTA, 2010).

1.1. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo analisar a sensação de conforto término em uma agência bancária na cidade de Araçatuba-SP.

1.2. JUSTIFICATIVA

O autor desenvolve suas atividades de trabalho na agência objeto deste estudo e presenciou problemas de conforto térmico com certa frequência. Em consonância, havia constantes reclamações dos funcionários e clientes sobre desconforto relacionado a variações de temperatura e sensações térmicas de frio ou calor.

Em virtude desse impasse, este trabalho propõe-se a responder o seguinte questionamento: há de fato um conforto térmico ambiental nessa agência?

Considerando que conforto térmico é de grande importância para o trabalho e que a exposição do trabalhador a altas ou baixas temperaturas pode causar consequências à sua saúde, torna-se válido investigar se o funcionamento do sistema de refrigeração atende aos parâmetros e limites estabelecidos nas normas regulamentadoras e leis vigentes. A intenção é, por fim, constatar se há equilíbrio entre temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do ar e a taxa de metabolismo das tarefas executadas pelos funcionários.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. CLIMATOLOGIA DE ARAÇATUBA – SP

A região de Araçatuba, cidade localizada no noroeste paulista, é caracterizada por um clima predominantemente tropical. Dentre as estações, o inverno é mais seco e o verão é a estação cuja pluviosidade é mais intensa (CEPAGRI, 2018).

A temperatura média da cidade, de acordo com a tabela climática do Cepagri da Unicamp, representada na Figura 1, é de 23,8°C ao ano. E a temperatura máxima média anual gira em torno dos 30,5°C.

Figura 1 – Clima do município de Araçatuba

Araçatuba				
Latitude: 21g 7m Longitude: 50g 15m Altitude: 400 metros				
Classificação Climática de Koeppen: Aw				
MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)			CHUVA (mm)
	mínima	média	máxima	
JAN	20.1	31.7	25.9	237.4
FEV	20.2	31.8	26.0	185.5
MAR	19.6	31.6	25.6	151.9
ABR	17.0	30.4	23.7	66.1
MAI	14.4	28.6	21.5	58.1
JUN	13.2	27.5	20.3	37.1
JUL	12.6	27.9	20.2	24.0
AGO	14.2	30.5	22.4	25.1
SET	16.3	31.5	23.9	56.0
OUT	17.9	31.7	24.8	110.0
NOV	18.6	31.7	25.2	131.3
DEZ	19.6	31.4	25.5	185.2
Ano	17.0	30.5	23.8	1267.7
Min	12.6	27.5	20.2	24.0
Max	20.2	31.8	26.0	237.4

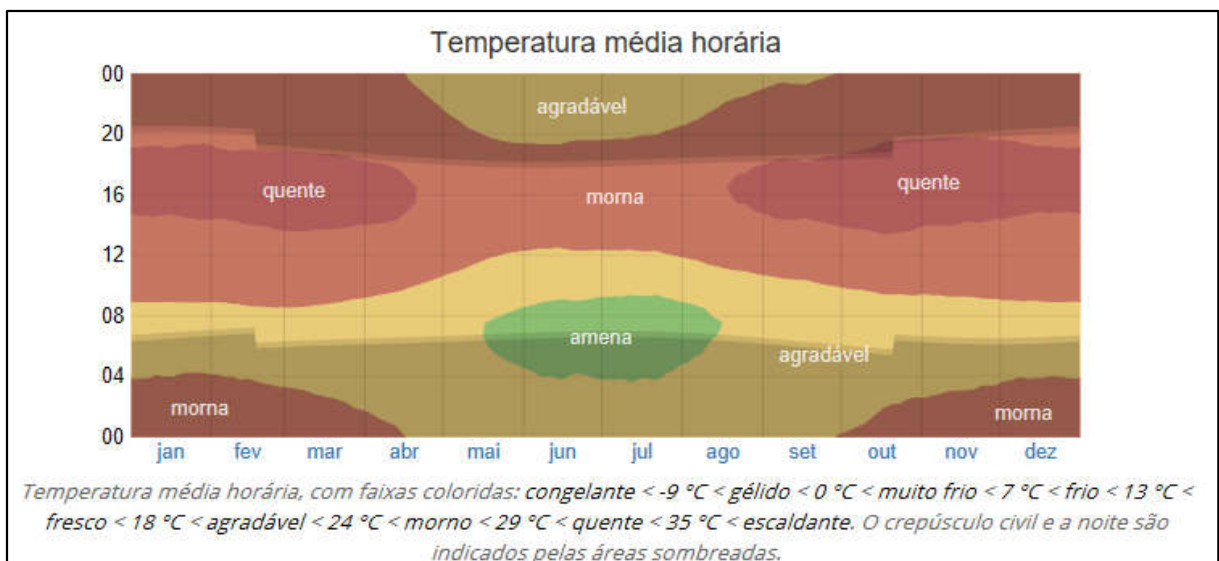
Fonte: UNICAMP, 2018

O site Weather Spark afirma que, em Araçatuba, o verão é longo, quente, abafado, com precipitação e de céu quase encoberto, enquanto o inverno é curto, agradável e de céu quase sem nuvens. Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 17°C a 32°C e raramente é inferior a 12°C ou superior a 36°C.

Os dados apresentados na Figura 1 evidenciam que a estação quente dura entre sete a oito meses, com temperatura máxima média diária acima de 31°C; e a estação fresca dura entre dois a três meses, com temperatura máxima média diária abaixo de 28°C.

Se for considerado o horário de funcionamento da agência bancária com atendimento ao público sendo das 11h às 16h, há que se atentar à temperatura média desse período. A Figura 2 demonstra as temperaturas médias em intervalos de horas no decorrer de todo o ano. Observa-se que justamente durante o horário de funcionamento bancário é que as temperaturas são mais altas.

Figura 2 - Temperatura média horária de Araçatuba.

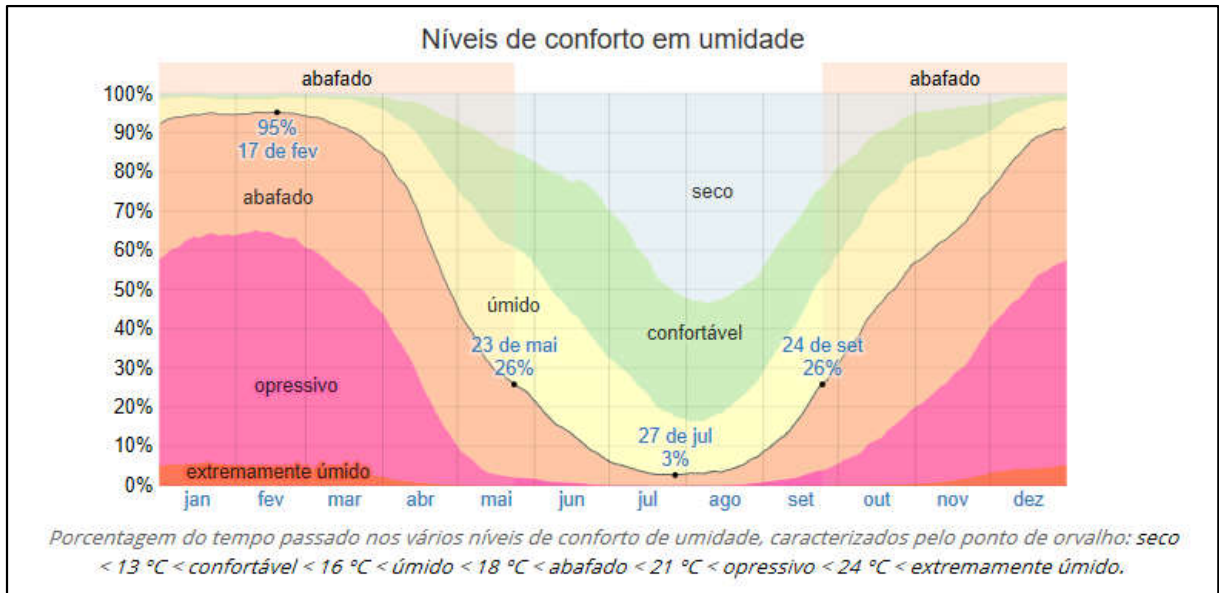


Fonte: WEATHER SPARK, 2018

Outro item a ser levado em conta para definição do conforto térmico é a umidade do ar, que pode ser baseada no ponto de orvalho. Ele designa a temperatura na qual a transpiração vai evaporar da pele e, conseqüentemente, esfriar o corpo. Pontos de orvalho mais elevados provocam maior sensação de umidade enquanto pontos de orvalho inferiores provocam sensação de secura (MONTEIRO, 2008).

Araçatuba tem extrema variação sazonal na sensação de umidade. Não obstante, ao longo de oito meses por ano o nível térmico é abafado, opressivo ou extremamente úmido, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Níveis de conforto térmico em umidade em Araçatuba



Fonte: WEATHER SPARK, 2018

Por conta dessas variáveis, é necessário que o banco considere as características climáticas específicas dessa região e esteja sempre atento para que seus sistemas de refrigeração do ar sejam apropriados para proporcionar um conforto térmico eficaz.

2.2. CONFORTO TÉRMICO

A ASHRAE 55 - *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy* define conforto térmico como sendo: “condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”, que, além de dar a entender que conforto térmico é avaliado de forma subjetiva, enfatiza que “corretamente, o julgamento de conforto é um processo cognitivo envolvendo muitos fatores influenciados por processos físicos, fisiológicos, psicológicos e outros mais”.

Höppe (2002) afirma que, além das abordagens psicológica e termo fisiológica, há também a baseada no balanço térmico do corpo humano. Com respeito à

abordagem energética - voltada ao balanço térmico do corpo humano -, considera-se que o conforto térmico é obtido quando o fluxo de calor entre o ambiente e o corpo são equilibrados, e a temperatura da pele e a taxa de suor estão dentro de uma faixa de conforto que dependem somente do metabolismo.

Complementarmente, Fanger (1982) realizou uma pesquisa relacionando quatro critérios climáticos: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa do ar e velocidade do ar; e dois critérios pessoais: taxa metabólica, gerada pela atividade humana e o índice de isolamento das roupas utilizadas.

A relação desses critérios culminou na definição de modelo matemático que demonstrou a interação do corpo humano com o ambiente térmico que o rodeia. O modelo proposto é adotado pela norma internacional ISO 7730 (2005).

O conforto térmico é obtido através de trocas térmicas entre o corpo humano e o ambiente que o envolve. Essas trocas dependem de fatores ambientais e pessoais, inter-relacionados por processos físicos como radiação, evaporação, convecção e ocasionalmente condução. A movimentação do ar é importante para o conforto térmico porque aumenta as trocas de calor e possibilita a retirada de ar quente e umidade bem como a insuflação de ar frio nos ambientes (FANGER, 1982).

A medição da temperatura e velocidade do ar é realizada com termômetro e anemômetro, respectivamente. A umidade relativa do ar é a relação, em porcentagem, da quantidade real de vapor de água que o ar contém e a quantidade que o ar poderia conter, se estivesse saturado à mesma temperatura. A medição é realizada através de psicrômetro (USP, 2016).

2.3. FATORES COMPONENTES DO CONFORTO TÉRMICO

2.3.1 Temperatura do ar (t_a)

Segundo a ISO 7726 (1998), a temperatura do ar é particularmente importante quando são analisadas as trocas de calor por convecção com o corpo humano, devendo esta ser considerada em seu entorno.

Apesar da norma não indicar exatamente a distância ideal para sua medição,

deve-se considerar que, naturalmente, a temperatura do ar varia e a troca de calor entre os corpos é um processo contínuo. Por outro lado, faz-se necessário ponderar dois outros aspectos: tanto a temperatura do ar, aferida a certa distância do corpo, pode não representar precisamente o fluxo de calor existente como também sua verificação muito próxima do corpo vestido pode sofrer influência de uma fina camada levemente mais aquecida presente sobre a superfície coberta (ANDREASI, 2009).

2.3.2 Temperatura radiante (t_r)

Além da influência da temperatura do ar, o corpo humano também pode ser afetado pela temperatura radiante, em que o calor é trocado por radiação entre os corpos. Duas formas de temperatura radiante são comumente estudadas em conforto térmico: a temperatura radiante média e a temperatura radiante plana, definidas pela ISO 7726 (1998) como:

Temperatura radiante média (t_r): É a temperatura superficial uniforme de um ambiente imaginário, negro sob o aspecto de radiação, no qual uma pessoa trocaria a mesma quantidade de calor por radiação que em um ambiente real não uniforme. O cálculo da temperatura radiante média pode ser feito através da determinação da temperatura de termômetro de globo e da temperatura do ar.

Temperatura radiante plana (T_{rp}): É a temperatura uniforme de um ambiente imaginário, onde a radiação sobre um lado de um pequeno elemento plano é igual a de um ambiente real não uniforme.

2.3.3 Velocidade do ar (v_a)

O movimento do ar em torno do corpo influencia o fluxo de calor emitido e recebido por esse corpo e, conseqüentemente, a temperatura do corpo. Para a ISO 7726 (1998), a velocidade do ar é um parâmetro “definido por sua magnitude e direção”, e é expressa em metros por segundo (m/s).

Os equipamentos mais comumente utilizados para medição da velocidade do ar são os anemômetros de fio quente direcionais, os de esferas aquecidas e os

onidirecionais (capazes de captar, com a mesma eficácia, deslocamentos de ar emanados de qualquer direção). Em ambientes térmicos, o que é considerado é a velocidade efetiva do ar, ou seja, a magnitude do vetor velocidade do fluxo no ponto de medição considerado. Para o caso de ambientes fechados, a velocidade do ar normalmente varia entre 0 e 0,5 m/s e devem ser mensuradas com intervalos entre três e cinco minutos para a obtenção de um valor médio (FEDERSPIEL, 1998).

2.3.4 Umidade relativa do ar

É definida como a quantidade de vapor de água contida em um volume de ar úmido, em relação ao total de vapor de água que poderia estar contido nesse volume de ar à mesma temperatura. Juntamente com a velocidade do ar, influi na perda de calor por evaporação (COUTINHO, 2005).

A umidade relativa do ar é expressa em porcentagem, e varia de 0%, quando a quantidade de vapor é nula, até 100%, quando o ar úmido está saturado. Quando a umidade relativa do ambiente está elevada e o ar se torna saturado, a capacidade de remoção de calor através da evaporação é diminuída. Analogamente, é possível obter-se os valores de umidade absoluta, que é a relação entre a massa de vapor d'água e a massa de ar seco, expressa na unidade $\text{kg}_v/\text{kg}_{ar}$ (LAMBERTS et al., 2011).

2.3.5 Taxa metabólica (M)

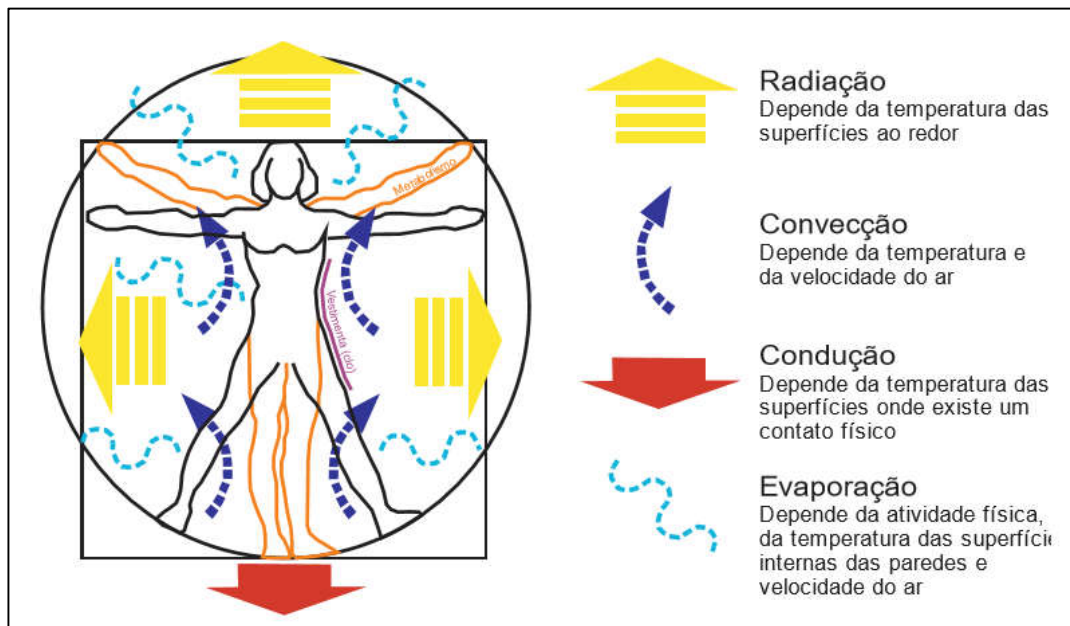
Estimar corretamente a produção de calor metabólico do corpo humano é fundamental para a avaliação do ambiente térmico. O processo do metabolismo humano é caracterizado pela transformação de oxigênio, carboidratos, gorduras e proteínas em energia interna e calor. Após diversas transformações das moléculas envolvidas, a energia acumulada nas células é consumida na manutenção das funções fisiológicas – atividades basais, atividades involuntárias -, realização de trabalhos mecânicos – atividades externas, prática de exercícios – e o restante é dissipada na forma de calor (RUAS, 1999).

O homem é um animal homeotérmico, ou seja, tende a manter sua temperatura corporal interna constante, entre 35°C e 37°C. E faz isso através da geração e troca

de calor com o meio. Segundo Andreasi (2009), essa dissipação acontece por mecanismos de trocas térmicas, através da pele e da respiração, e são elas:

- Pele
 - perda sensível de calor por convecção (C);
 - perda sensível de calor por radiação (R);
 - perda latente de calor por evaporação do suor (E_s);
 - perda latente de calor por difusão da umidade da pele (E_{DIF}).
- Respiração
 - perda sensível de calor por convecção (C_{RES});
 - perda latente de calor por evaporação (E_{RES}).

Figura 4 - Representação da fisiologia humana e as trocas térmicas.



Fonte: Lamberts, UFSC, 2011.

Conhecidos esses processos de trocas térmicas, Coutinho (2005) descreve a equação [1] do balanço térmico entre o corpo e o ambiente como a soma algébrica das perdas:

$$M - T = Q_S + Q_{RES} = (C + R + E_S + E_{DIF}) + (C_{RES} + E_{RES}) + S \quad [1], \text{ onde:}$$

Q_S = Perda total de calor através da pele (W/m^2)

Q_{RES} = Perda total de calor através da respiração (W/m^2)

S = Taxa de armazenamento de calor interno

A diferença entre o calor gerado pelo corpo (M) e o calor convertido em trabalho útil (T) é igualada pelos processos de transferência térmica ocorridos na pele e no aparelho respiratório e somada a um eventual saldo (S). O valor da taxa metabólica é fornecido em *met*, sendo que 1 *met* equivale a $58,2 W/m^2$ ou $50Kcal/h.m^2$ e M pode ser obtido em laboratório usando-se a equação [2]:

$$M = 5,88 * (0,23.RQ + 0,77) * V_{O_2}/A_D \quad [2], \text{ onde:}$$

RQ = quociente respiratório

V_{O_2} = volume de oxigênio consumido

A_s = superfície corporal (m^2), demonstrado na equação [3]

Segundo DuBois *apud* Coutinho (2005), a unidade de medida do metabolismo é dada em termos de energia por unidade de área. Área esta que se refere à superfície do corpo nu, e é adotada por base como $1,80m^2$. Esse valor é obtido tomando-se como padrão homens de $1,70m$ e peso $70Kg$ e mulheres de $1,60m$ e peso $60Kg$. A superfície corporal pode ser estimada pela “área de DuBois” (A_s), calculada pela expressão:

$$A_s = 0,007184 * m_c^{0,425} * h^{0,725} \quad [3], \text{ onde:}$$

m_c = massa do corpo (kg)

h = altura do corpo (cm)

2.3.6 Índice de isolamento das roupas (I_{CL})

Trata-se de característica peculiar das roupas, e indica a resistência que ela oferece à transferência do fluxo de calor entre a pele e o meio ambiente. A capacidade de funcionar como um isolante térmico depende principalmente do tecido e do modelo da vestimenta. Sua representação convencional é “I_{CL}”, e é medido em “clo”, sendo que 1 clo corresponde a $0,155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$ (RUAS, 1999).

A questão do conforto térmico também está relacionada a aspectos humanos específicos, tais como os processos físicos, fisiológicos e psicológicos que expressam a satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE Standard 55-2004).

Desse modo, as condições de conforto térmico devem levar em consideração os fatores subjetivos e individuais, por isso a importância de se realizar uma avaliação que englobe tais fatores e, em sequência, efetuar a análise das respostas dos participantes com base em seus *feedbacks*. Além dos aspectos subjetivos compreendidos na pesquisa, outros fatores como a aclimação, expectativa e aceitabilidade térmica também precisam ser considerados, a fim de obter uma visão ampla da importância do conforto térmico no ambiente em estudo (GIAMPAOLI et al., 2017).

2.4. VOTO MÉDIO PREDITO E PORCENTAGEM ESTIMADA DE INSATISFEITOS (PMV e PPD).

Para a avaliação de conforto térmico no ambiente, é proposta a aplicação do modelo de Fanger ou PMV/PPD, normatizado pela ISO 7730 (2005). Esse modelo é baseado no princípio físico do balanço térmico entre homem e meio ambiente. Ele considera também a relação entre as sensações térmicas sentidas pelas pessoas e a carga térmica que atua sobre seus corpos. Esta última é definida como a diferença entre a produção interna de calor do corpo - representada pela taxa metabólica - e os mecanismos fisiológicos de transferência desse calor para o ambiente.

As diversas combinações das variáveis ambientais e pessoais resultam em inúmeras possibilidades de conforto térmico e, também, na sensação de desconforto térmico. Segundo Ruas (1999), o pesquisador Ole Fanger desenvolveu diagramas de

conforto levando em consideração diferentes combinações. E utilizou um critério para avaliar o grau de desconforto térmico, que denominou *Predicted Mean Vote* (PMV) – Voto Médio Predito.

A escala sétima da ASHRAE, ou escala de sete pontos, utilizada nos estudos de Fanger e empregada para determinação real das sensações térmicas das pessoas, é representada pela Figura 5:

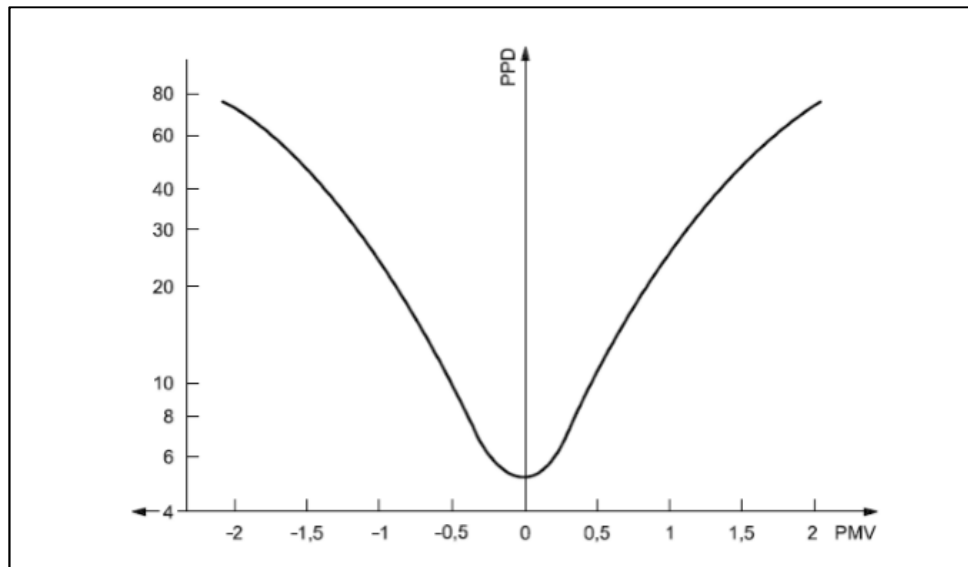
Figura 5 - Escala de percepção térmica

+ 3	Muito quente
+ 2	Quente
+ 1	Levemente Quente
0	Neutro
- 1	Levemente Frio
- 2	Frio
- 3	Muito Frio

Fonte: Ruas, 1999

Fazendo uso dessa escala de sensações térmicas em pesquisa de campo, é possível calcular a percentagem do grupo que gostaria que o ambiente estivesse mais quente ou mais frio, ou seja, dos que votam +3, +2 ou -3 e -2 (SILVA, 2001). O índice que designa a quantidade de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente é o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* - Porcentagem Estimada de Insatisfeitos). A Figura 6 representa esse índice:

Figura 6 - Índice de satisfação ou insatisfação térmica



Fonte: Lamberts, UFSC, 2011.

De acordo com a ISO 7730 (2005), um ambiente é considerado termicamente aceitável quando pelo menos 80% das pessoas estiverem satisfeitas (GRANDI, 2006). Quando o PMV = 0, o que representa neutralidade térmica, o total estimado de insatisfeitos será de 5%, conforme Figura 6. O PPD pode ser determinado analiticamente pelo método de Fanger (1970), por meio da equação [4]:

$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)} \quad [4]$$

2.5. PARÂMETROS CONSIDERADOS PELA LEGISLAÇÃO E NORMAS QUE REGEM O CONFORTO TÉRMICO NO AMBIENTE DE TRABALHO

Há inúmeras normas referentes à adequada manutenção do ambiente de trabalho. Os estudos de conforto térmico receberam relativa atenção por parte dos pesquisadores, uma vez que as normas existentes nessa área abrangem estudos sobre as variáveis que influem no conforto térmico, seja em ambiente condicionado ou ventilado naturalmente.

CLT: É assunto tratado na CLT, tal sua importância:

“SEÇÃO VIII
DO CONFORTO TÉRMICO

Art. 176 - Os locais de trabalho deverão ter ventilação natural, compatível com o serviço realizado. Parágrafo único - A ventilação artificial será obrigatória sempre que a natural não preencha as condições de conforto térmico.

Art. 177 - Se as condições de ambiente se tornarem desconfortáveis, em virtude de instalações geradoras de frio ou de calor, será obrigatório o uso de vestimenta adequada para o trabalho em tais condições ou de capelas, anteparos, paredes duplas, isolamento térmico e recursos similares, de forma que os empregados fiquem protegidos contra as radiações térmicas.

Art. 178 - As condições de conforto térmico dos locais de trabalho devem ser mantidas dentro dos limites fixados pelo Ministério do Trabalho.”

NR-17: referente à Ergonomia, adota parâmetros com relação ao conforto térmico para os locais de trabalho onde são executadas atividades que requerem esforço intelectual e atenção constantes, tais como: laboratórios, escritórios, salas de controle e salas de desenvolvimento ou análise de projetos. Os parâmetros são:

- Índice de temperatura efetiva entre 20°C e 23°C;
- Velocidade do ar não superior a 0,75m/s;
- Umidade relativa do ar não inferior a 40%.

NR-15: referente às Atividades e Operações Insalubres, descreve as atividades, operações e agentes insalubres, inclusive seus limites de tolerância, definindo os meios de proteger os trabalhadores de exposições nocivas à sua saúde. Em seus Anexos III e IX contempla os trabalhos em ambiente com alta exposição ao calor e ao frio, respectivamente.

ISO 7730: dispõe sobre a Ergonomia do ambiente térmico, que faz a determinação analítica e a interpretação do conforto térmico usando o cálculo dos índices PMV e PPD e critérios de conforto térmico local. Propõe um método de determinação da sensação térmica e o grau de desconforto das pessoas expostas a ambientes térmicos moderados e especifica condições térmicas aceitáveis para o conforto.

ISO 7726: fixa sobre os Ambientes Térmicos: Instrumentos e métodos para medições das quantidades físicas: Segundo Ruas (2009), faz-se necessário conhecer essa norma antes de efetuar a avaliação do conforto térmico pela ISO 7730, já que ela especifica as características mínimas dos instrumentos de medição das variáveis físicas, assim como apresenta métodos de medição desses parâmetros. A ISO 7726 classifica o ambiente e identifica as variáveis a serem medidas. As características dos instrumentos de medição, assim como suas faixas e precisão de medição, e tempo de resposta dos sensores são tabelados. Os métodos de medição das variáveis físicas do ambiente se distinguem para os ambientes homogêneos e heterogêneos (LAMBERTS et al., 2011).

ISO 8996: sobre Ergonomia: determinação da produção de calor metabólico, tipifica diferentes métodos para a determinação e medição da taxa de calor metabólico, no contexto da ergonomia do ambiente de trabalho. Também pode ser utilizada para outras aplicações, como, por exemplo, a verificação da prática de atividades, o custo energético de atividades específicas ou atividades físicas, bem como o custo total energético das atividades.

ISO 9920: trata da Ergonomia do ambiente térmico: estimativa do isolamento térmico e da resistência evaporativa de um conjunto de vestimentas, descreve métodos para a estimativa das características térmicas, resistência à perda de calor seco e à perda por evaporação, em condições de estado estacionário para um traje de roupa, baseado em valores de vestimentas conhecidas, trajes e tecidos.

ASHRAE 55: sobre os Ambientes Térmicos: Condições para ocupação humana, especifica condições ambientais aceitáveis para a saúde das pessoas sujeitas a pressões atmosféricas equivalentes a altitudes superiores a 3,00m, em ambientes internos projetados para ocupação humana por períodos não inferiores a 15 minutos. Segundo Markov (2002, *apud* GALLO E RIBEIRO, 2007), as características internas associadas a fatores pessoais devem gerar satisfação térmica para, no mínimo, 80% dos ocupantes do local.

Resolução 09 da ANVISA: promulgada em 16/01/2003, esclarece que os parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza do ar, deverão estar de acordo com a NBR 6401, que aborda instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto e Parâmetros Básicos de Projeto da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1980). Esta, por sua vez, indica faixas máximas e mínimas de temperatura, umidade relativa, velocidade e taxa de renovação do ar a serem observadas nas operações, levando em consideração as diferentes estações do ano, ambientes, áreas da empresa, finalidades das instalações e rotatividade de pessoas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento de campo foi realizado com a presença de 20 colaboradores e cerca de 30 clientes rotativos em uma agência bancária localizada na região central da cidade de Araçatuba - SP.

Foram realizadas medições de temperatura, umidade e velocidade do ar, limitadas à capacidade dos equipamentos utilizados. Todos os 20 trabalhadores (envolvendo funcionários, terceirizados e menor aprendiz) voluntariamente responderam ao questionário - cujo modelo é apresentado no Anexo I - para análise subjetiva.

Previamente à realização das medições e da aplicação do questionário, os colaboradores foram comunicados sobre o trabalho, com o objetivo de esclarecer os propósitos do estudo, explicar as finalidades de uma análise de conforto térmico, assim como informar da necessidade de colaboração de todos na identificação das condições de trabalho inadequadas, para a adoção de medidas preventivas e/ou de regularização.

3.1. CARACTERÍSTICAS DO ESTABELECIMENTO

A agência analisada possui área de 1400m² de prédio em alvenaria com acabamento externo em vidro, massa fina e pintura látex. O piso é basicamente em carpete exceto os setores: Atendimento Expresso e Suporte PJ (cerâmico), Tesouraria (Paviflex) e Bateria de Caixas (tablado de madeira elevado com Paviflex); o teto é em placas de fibra mineral. A planta baixa da edificação pode ser visualizada no Anexo II.

O sistema de ar condicionado é ligado às 8h e desligado às 18h, de segunda a sexta-feira. O período de maior concentração de pessoas é durante o horário de atendimento ao público externo, ou seja, das 11h às 16h. É mantido desligado aos finais de semana e feriados.

3.2. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Para realizar as medições necessárias a este trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos, devidamente calibrados:

Tabela 1 - Equipamentos de medição

Equipamento	Nº de série	Certificado de Calibração
Psicrômetro Amprobe THWD 1	9106702	07492/17
Termo Anemômetro CEM DT-8880	11126388	52545

Fonte: Banco do Brasil, 2017.

Figura 7 - Psicrômetro e Termo Anemômetro.



Fonte: Mercado Livre, 2018.

O Psicrômetro THWD 1, usado para medir a temperatura e umidade relativa do ar ambiente, é um aparelho digital com amplitude de detecção de temperaturas entre -20°C a 50°C (com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa entre 0 a 100% (AMPROBE INSTRUMENT, 1994).

O Anemômetro de Fio Quente DT-8880, usado para medir a velocidade do ar e corroborar as temperaturas mostradas pelo psicrômetro, é um aparelho digital com amplitude de detecção de velocidades entre 0,1 a 25,0 m/s (com precisão de $\pm 0,1$ m/s) e temperaturas entre 0°C e 50°C (com precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$) (INSTRUTEMP, 2012).

3.3. METODOLOGIA EMPREGADA

Os principais fatores que influenciam o conforto térmico determinaram as variáveis a serem medidas e os métodos a serem utilizados. Esta pesquisa apoia-se nos procedimentos técnicos de medição das variáveis ambientais da ISO 7726 e NHO 06. Antes de se proceder às medições conforme essas normas orientam, é importante verificar se no ambiente há sobrecarga térmica e se as condições nos pontos a serem estudados são homogêneas (GIAMPAOLI et al., 2017).

A situação térmica do ambiente estudado foi de proximidade ao conforto, logo foram seguidas as especificações e métodos preconizados pela ISO 7726. Todos os valores medidos, tanto com o termo anemômetro quanto com o psicrômetro, foram tomados na altura do abdômen do trabalhador, que por sua vez encontrava-se sentado a uma altura de 50 cm do nível do solo.

Os tipos de atividades realizadas determinam as taxas de metabolismo que serão consideradas. Enquanto a ISO 7730 estabelece os valores em W/m^2 , a NR-15 estipula estes dados em kcal/h. A atividade realizada de serviços bancários é abalizada como padrão, portanto os valores metabólicos levados em conta para todos os pontos analisados serão os mesmos, ou seja, $70 W/m^2$ de acordo com a ISO 7730 (2005) e 125 kcal/h conforme a NR-15.

Coutinho (2005) menciona que para análise dos ambientes termicamente moderados devem ser seguidos os modelos de Fanger (1970), citados na ISO 7730. Já para os espaços com temperatura efetiva constante, deve ser obedecida a norma internacional ASHRAE 55.

Com base nesses estudos e normas, foi elaborado um questionário (apresentado no Anexo I) para coletar informações acerca das variáveis individuais. A análise efetuada por esta pesquisa envolve os aspectos do ambiente a que estão expostos os trabalhadores.

O grupo pesquisado foi composto por 20 funcionários de uma agência bancária, que realizam atividades similares de caráter leve. Foram escolhidos e analisados 10 pontos, distribuídos em setores distintos no interior do edifício. Os pontos localizam-se ou em áreas intermediárias entre postos de trabalho ou em áreas compartilhadas por mais de um funcionário. O croqui apresentado no Anexo II ilustra todos os pontos,

que são identificados da seguinte maneira:

P1 – Sala de Autoatendimento

P2 – Caixas

P3 – Tesouraria

P4 – Telefonia

P5 – Gerência

P6 – Atendimento Pessoa Física

P7 – Atendimento Pessoa Física Personalizado

P8 – Atendimento Empresas

P9 – Suporte

P10 – Copa / Cozinha

Os fatores estudados na análise do conforto térmico foram divididos em ambientais e pessoais. Concernente aos fatores ambientais, foram feitas medições das temperaturas, umidade relativa e velocidade do ar, necessárias à obtenção do cenário térmico efetivo do local. Para a formulação de um panorama dos fatores pessoais, foram distribuídos os questionários subjetivos para os funcionários lotados em cada um dos dez pontos estudados, permitindo concatenar as principais percepções dos trabalhadores relacionadas ao conforto térmico.

As medições foram realizadas durante o verão, especificamente no mês de janeiro de 2018, em dia com céu claro e sem precipitação, contexto que representa melhor o clima local.

Para o início da coleta de dados esperou-se o tempo de aclimatação, sendo a primeira medição, com os termômetros calibrados, mensuradas após a primeira hora da entrada dos funcionários em seus postos. As medições foram realizadas no mesmo dia, com a pretensão de se evitar alterações climáticas significativas que pudessem influenciar nos resultados.

No decorrer das medições, os funcionários dos respectivos postos de trabalho

responderam aos questionários de sensação térmica, adaptados de estudos embasados na ISO 9920 (2007), que especifica métodos para mensurar subjetivamente a sensação térmica dos colaboradores e as suas vestimentas.

As medidas das umidades relativas do ar e velocidades do ar foram tiradas após 1 minuto do posicionamento do psicrômetro e termo anemômetro, respectivamente, em cada ponto selecionado.

Logo em seguida foram medidas as temperaturas do ar com os dois aparelhos, tomando-se o cuidado de se certificar da ausência de fontes de radiação que pudessem prejudicar e gerar um erro durante a coleta (FANGER, 1970).

Para cada ponto analisado foram observados os indicadores de PMV e PPD obtidos a partir da análise dos questionários, e os resultados alcançados foram comparados com as normas e legislações em vigor.

3.4. MEDIÇÕES

As medições foram realizadas entre 9h00 e 18h00, compreendendo os horários em que agência está com poucos funcionários e o horário de atendimento, em que se encontra presente o efetivo total mais os clientes.

Foram executadas quatro medições, com intervalos iguais entre elas:

9h - Antes da jornada de trabalho principal, com número reduzido de funcionários;

12h - Horário com maior movimentação de funcionários, no período matutino;

15h - Horário vespertino, com o maior número de pessoas, e;

18h - Após a jornada principal, com o número de pessoas diminuído.

Para fins de comparação, foram consultadas as temperaturas fornecidas pelo site *The Weather Channel*, nos mesmos horários das medições. O tempo decorrido entre a medição do primeiro ponto e do último foi de aproximadamente 30 minutos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A fim de atender às disposições sobre conforto térmico, os estabelecimentos bancários se utilizam de sistemas de climatização para fornecer uma melhor sensação de conforto às pessoas, uma vez que o Brasil tem um clima predominantemente quente e úmido.

A empresa analisada, por sua vez, adotou uma arquitetura padronizada desde seu período de expansão, iniciado em 1992. Essa busca por uma padronização das fachadas, entretanto, fez com que os ambientes bancários nem sempre atendessem às características climáticas de cada região do território nacional.

Por conta dessa variação limitada na instalação e modernização das agências, as necessidades particulares de determinadas localidades por vezes foram desconsideradas, prejudicando, assim, ambientes onde seriam oportunas algumas alterações.

Um ponto que compromete o desempenho térmico das dependências, por exemplo, são as fachadas e portas de vidro na Sala de Autoatendimento (SAA) e/ou nas portas de acesso às agências. Elas permitem maior passagem de luz solar e, conseqüentemente, de calor através das vidraças.

4.1. ANÁLISE DE TEMPERATURA, UMIDADE E VELOCIDADE DO AR NO INTERIOR DA AGÊNCIA.

No dia da análise, segundo os resultados exibidos pelo site *The Weather Channel*, a temperatura externa em Araçatuba nos horários das medições variou entre 25°C e 30°C, enquanto a umidade variou entre 50% e 60% e a velocidade do vento oscilou entre 0,5 m/s e 2,0 m/s. Os resultados obtidos nos pontos pré-estabelecidos são apresentados nas Tabelas 2 a 5, onde também são exibidos os dados do ambiente externo para fins de comparação. Todos os valores medidos são apresentados, de forma compilada, no Anexo III.

Na primeira medição, os valores apurados de velocidade do ar e de umidade

relativa permaneceram dentro dos limites estipulados pelas normas vigentes. Já para a temperatura, obteve-se valores entre 22,2°C e 24,0°C, sendo que em três pontos, P1, P9 e P10, as temperaturas ultrapassaram a recomendação de 23°C da NR-17.

Tabela 2 – Medição às 9h

Ponto	Temperatura (°C)	URA (%)	Var (m/s)
Araçatuba	25,0	50,0	0,50
P1	24,0	50,1	0,16
P2	22,5	45,1	0,15
P3	22,6	47,8	0,17
P4	22,3	47,0	0,17
P5	22,2	48,0	0,15
P6	22,5	48,4	0,13
P7	22,6	48,3	0,12
P8	23,0	48,2	0,12
P9	23,5	50,8	0,14
P10	24,0	49,9	0,18

Fonte: Arquivo pessoal

Na segunda medição, os valores apurados de velocidade do ar e de umidade relativa novamente permaneceram dentro dos limites, enquanto a temperatura oscilou entre 22,7°C e 24,2°C, tendo ultrapassado a temperatura recomendada em seis pontos, P1, P3, P7, P8, P9 e P10.

Tabela 3 – Medição às 12h

Ponto	Temperatura (°C)	URA (%)	Var (m/s)
Araçatuba	29,0	55,0	1,50
P1	24,2	50,6	0,17
P2	23,0	46,5	0,16
P3	23,1	49,2	0,18
P4	22,8	48,4	0,18
P5	22,7	49,4	0,16
P6	23,0	49,8	0,14
P7	23,1	49,7	0,13
P8	23,5	49,6	0,13
P9	24,0	52,3	0,15
P10	24,2	55,4	0,19

Fonte: Arquivo pessoal

Na terceira medição, a velocidade do ar e a umidade relativa ainda se mantiveram dentro dos limites, ao passo que a temperatura excedeu os 23°C em sete pontos, P1, P3, P6, P7, P8, P9 e P10.

Tabela 4 – Medição às 15h

Ponto	Temperatura (°C)	URA (%)	Var (m/s)
Araçatuba	30,0	58,0	2,00
P1	23,4	53,2	0,17
P2	23,0	48,6	0,16
P3	23,1	50,8	0,18
P4	23,0	50,0	0,18
P5	22,9	51,0	0,16
P6	23,1	51,5	0,14
P7	23,1	51,4	0,13
P8	23,3	51,3	0,13
P9	23,5	54,1	0,15
P10	23,6	55,4	0,19

Fonte: Arquivo pessoal

Na última medição, a velocidade e umidade do ar continuaram dentro dos limites estabelecidos. A novidade foi que a temperatura também se enquadrou nos limites, tendo variado entre 22,0°C e 23,0°C.

Tabela 5 – Medição às 18h

Ponto	Temperatura (°C)	URA (%)	Var (m/s)
Araçatuba	29,0	60,0	2,50
P1	23,0	55,7	0,20
P2	22,2	50,6	0,17
P3	22,3	52,5	0,19
P4	22,1	51,6	0,18
P5	22,0	52,7	0,16
P6	22,1	53,2	0,15
P7	22,1	53,1	0,14
P8	22,3	53,0	0,14
P9	23,0	55,9	0,15
P10	23,0	55,4	0,20

Fonte: Arquivo pessoal

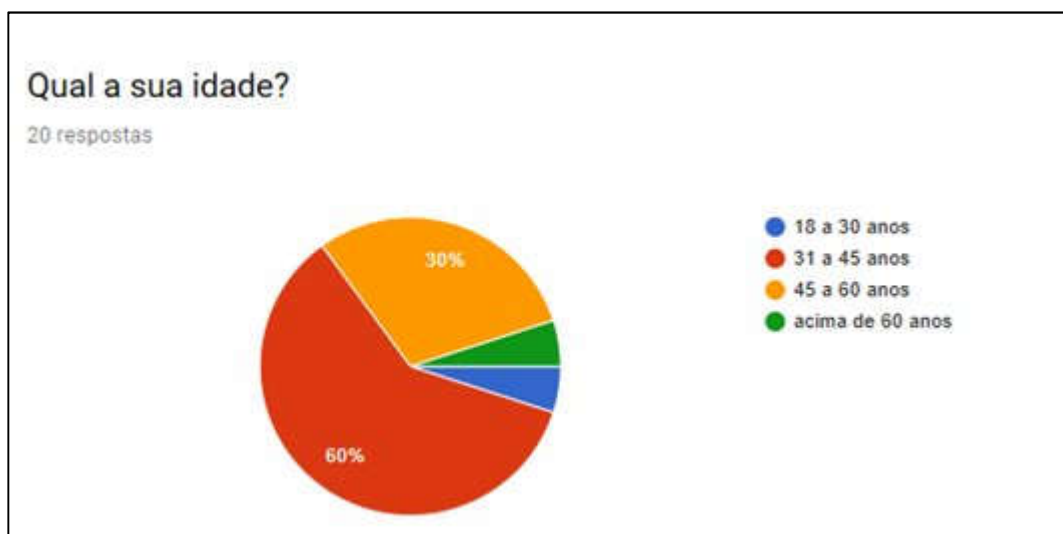
4.2. QUESTIONÁRIO

O foco do questionário era identificar, por meio da análise subjetiva, as sensações térmicas individuais, levando em consideração as características pessoais e o posto de trabalho do funcionário, além dos sintomas que podem surgir em razão do desconforto térmico.

As respostas obtidas por meio do questionário aplicado corroboraram a suposição inicial acerca da saúde do trabalhador. Os gráficos 1 a 6 foram elaborados a partir das respostas coletadas tendo como base a norma ISO 9.920.

A primeira questão buscou saber a faixa etária predominante da equipe de trabalho da agência e o que prevaleceu foi o grupo que compreende a faixa dos 31 aos 45 anos, seguido do grupo dos 45 aos 60 anos.

Gráfico 1 - Faixa etária dos trabalhadores da agência bancária.



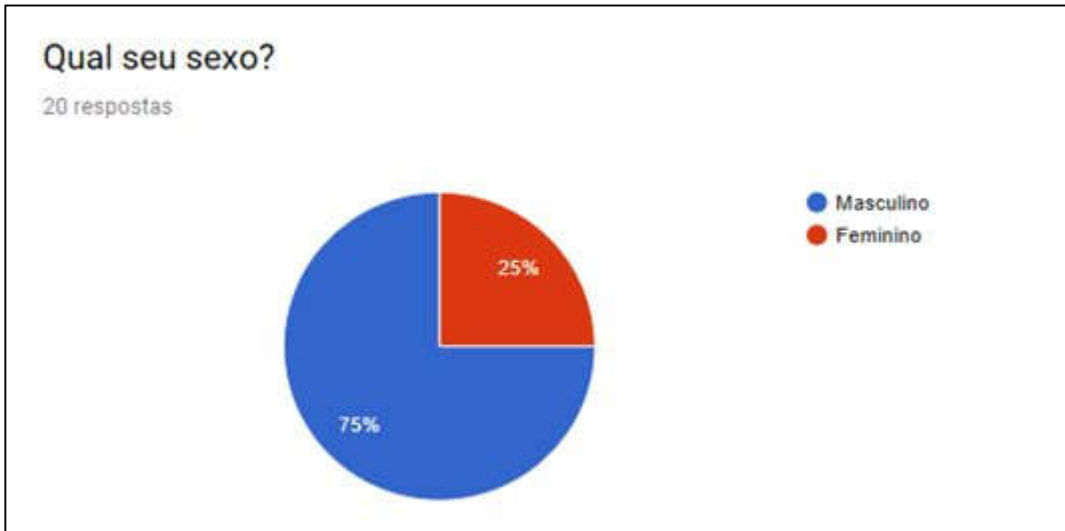
Fonte: Arquivo pessoal

O item seguinte procurou identificar o sexo dos funcionários e foi constatado que a maioria é do gênero masculino, numa proporção de três homens para cada mulher. Cabe ressaltar que esse fator é considerável, uma vez que, biologicamente falando, o homem sente mais calor que a mulher.

Além disso, a vestimenta masculina, levando em conta o traje de trabalho no banco, que geralmente é composto de camisa de manga e calça social, é bem mais

quente se comparado aos trajes femininos, que podem ser compostos de saias, vestidos, blusas mais cavadas, etc.

Gráfico 2 - Gênero sexual dos trabalhadores da agência bancária.



Fonte: Arquivo pessoal

A terceira pergunta detectou o setor onde cada funcionário trabalha. A maioria está concentrada no setor de atendimento. O restante está dividido entre bateria de caixas/tesouraria e sala de suporte, contando com 20% do contingente e apenas 10% na sala de autoatendimento.

Gráfico 3 - Setores de trabalho de cada funcionário.

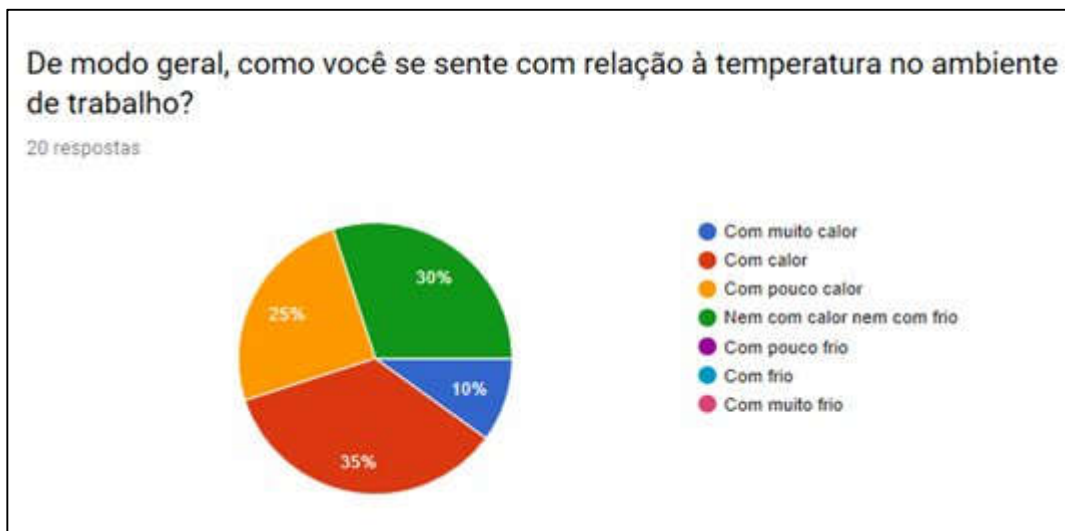


Fonte: Arquivo pessoal

A pergunta quatro especifica acerca do conforto térmico no ambiente da agência e questiona ao funcionário como ele se sente com relação à temperatura daquele local. As respostas dadas a essa questão foram, em sua maioria, voltadas à condição do calor, sendo que 10% dos bancários alegam sentir muito calor, 35% declararam se sentir com calor e 25% se dizem com pouco calor.

Assim, 70% dos funcionários sentem algum desconforto com relação ao calor no ambiente de trabalho. Os outros 30% afirmam não sentir nem calor nem frio. Nenhuma resposta foi voltada à sensação térmica de frio. As repostas referentes à percepção e sensação térmica predominantes podem ser observadas no gráfico 4:

Gráfico 4 - Sensação térmica individual dos trabalhadores da agência bancária.



Fonte: Arquivo pessoal

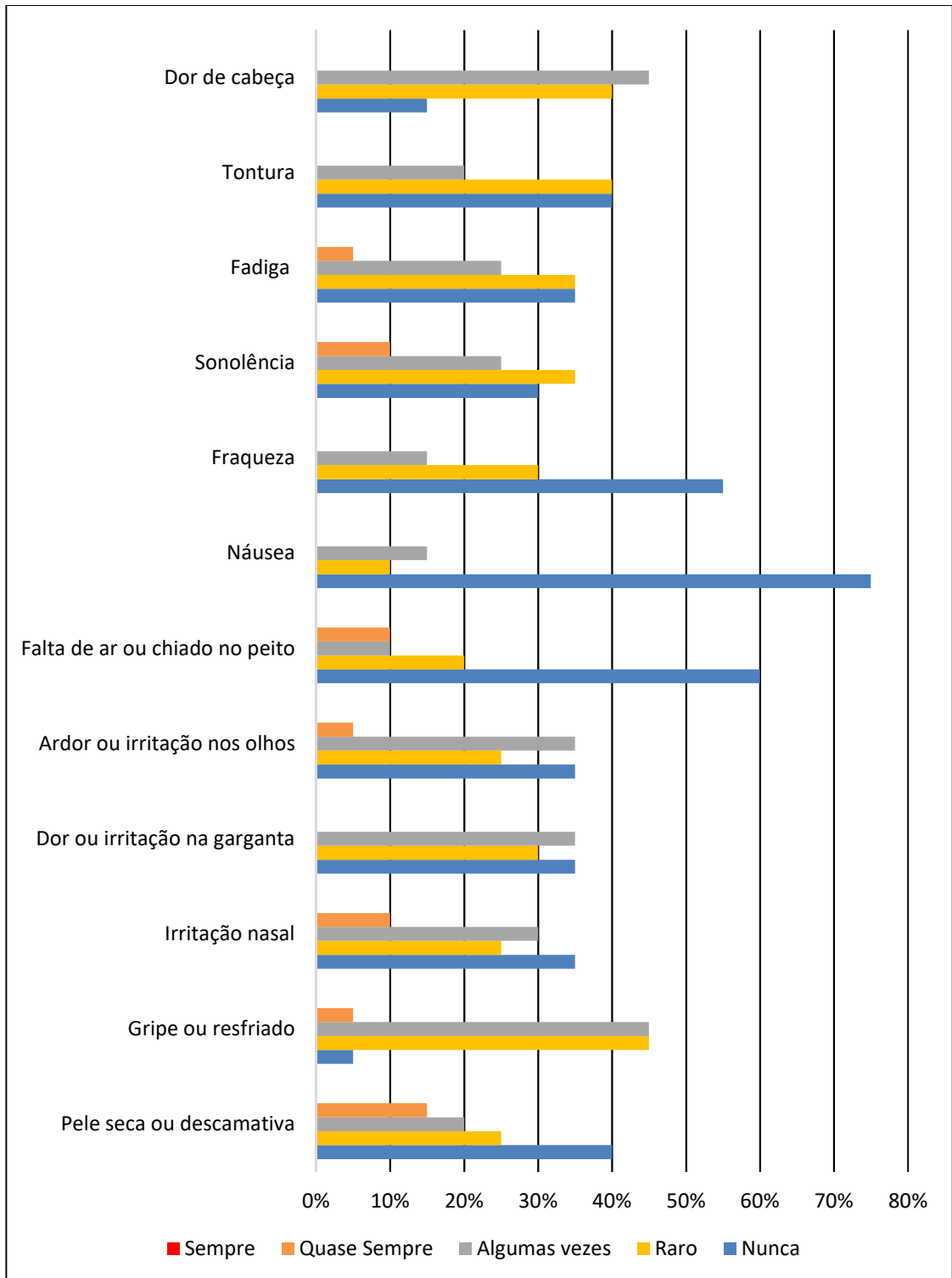
A penúltima pergunta representa as respostas referentes à periodicidade com que os entrevistados apresentam alguns sintomas que podem vir a ser relacionados às condições de temperatura, tais como dor de cabeça, dor ou irritação na garganta, pele seca, entre outros.

O resultado mostrou que nenhum dos trabalhadores dessa agência apresenta sintomas frequentes, pois não houve nenhum registro na opção “sempre” e poucos apontamentos na opção “quase sempre”.

Essa parte do questionário engloba fatores subjetivos que podem estar sujeitos a erro, uma vez que sintomas relativos à saúde dependem de diversas condições que não sejam associadas apenas ao conforto térmico. Há aspectos biológicos,

ambientais, psicológicos, entre outros que não poderão ser validados neste estudo.

Gráfico 5 - Questionário de frequência de sintomas.



Fonte: Arquivo pessoal

No entanto, os sintomas que apresentaram maior frequência foram aqueles relacionados à mudança brusca de temperatura, tais como dor de cabeça, dor ou irritação no nariz e na garganta, ardor e irritação nos olhos, gripe ou resfriado. Isso, provavelmente, se deve ao fato da cidade apresentar um clima predominantemente quente e a agência bancária oferecer um ambiente climatizado com uma temperatura consideravelmente inferior à externa, por volta de 6°C de diferença.

O último item do questionário deixou um espaço ao trabalhador, em caráter facultativo, para descrever algo que a pesquisa em si ainda não tivesse abordado sobre a temática do conforto térmico.

As respostas, de apenas três dos vinte participantes, concordaram com todo o trabalho realizado ao longo dessa pesquisa. Em outras palavras, os funcionários descreveram, de modo geral, que também percebem a discrepância e a necessidade de manutenção em uma temperatura constante e agradável.

Figura 8 - Questão aberta e facultativa sobre o conforto térmico.

Há ainda algum aspecto sobre a questão térmica da agência que você gostaria de comentar?

3 respostas

Nos horários de atendimento ao público a temperatura fica quente enquanto nos horários de serviço interno fica fria.

Falta de consideração com os homens que geralmente são mais calorentos e geralmente também são os que usam mais roupas (aumentando a retenção do calor corporal) e sem opção, alternativas de roupas. Outra observação: o clima, temperatura exterior varia durante o dia e, obviamente, interfere no clima, na sensação térmica no interior da agência. Outros fatores além do decorrer do dia: número de pessoas dentro do ambiente, tempo em que as máquinas estão ligadas. Embora haja variação e interferência desses fatores, o termostato permanece na mesma temperatura do início do dia (entre 8 e 9h da manhã) até o final do expediente, externo (16 ou 17h) e interno (18h).

Falta de noção por parte de quem não sente calor: vivemos num país tropical, numa região pra lá de quente, homens sentem diferente a temperatura e infelizmente tem de usar + roupas, aumentando a sensação térmica ainda mais.

Fonte: Arquivo pessoal

4.3. CONSIDERAÇÕES

Nenhum funcionário respondeu que teve a sensação de frio, em qualquer um dos três níveis sugeridos. Por sua vez, os que responderam que estavam com sensação de calor, somados os três níveis sugeridos, representam 70% do total de participantes, sendo que a maior parcela atribuiu conceito 2 (com calor) ao modo como se sente, geralmente, no ambiente de trabalho.

Substituindo o valor de PMV por 2, que foi o conceito mais votado, na equação [4], tem-se o resultado:

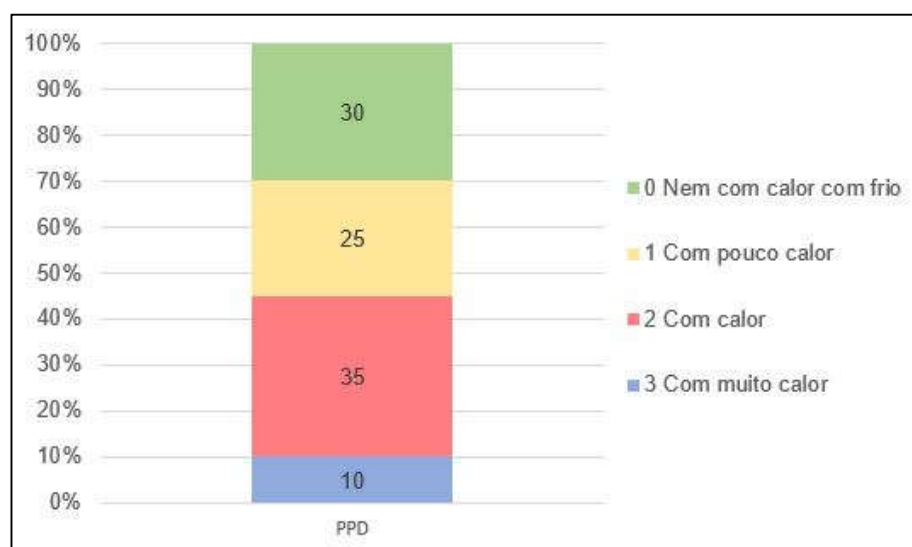
$$PPD = 100 - 95 \cdot e^{-(0,03353 \cdot PMV^4 + 0,2179 \cdot PMV^2)} = 76,76 (\%),$$

que dá um valor próximo dos 70% apurados na pesquisa.

Considerando o número baixo da população investigada, pode-se deduzir que os resultados referentes à sensação térmica dos bancários foram semelhantes ao índice PMV x PPD.

O Gráfico 6 mostra as distribuições, individuais e agrupadas, das sensações térmicas segundo a escala definida por Fanger (1970).

Gráfico 6 - Percentual acumulado de insatisfeitos no ambiente



Fonte: Arquivo pessoal

Os dados coletados foram comparados com os parâmetros estabelecidos no item 17.5.2 da NR-17, que diz respeito às condições de conforto em locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes, tais como: salas de controle, laboratórios, escritórios, salas de desenvolvimento ou análise de projetos, dentre outros.

Constatou-se que, em todos os 10 pontos analisados, tanto a umidade relativa quanto a velocidade do ar atendem às recomendações da norma. Já para os índices de temperatura efetiva, notou-se que alguns pontos excedem os limites propostos, que devem se manter na faixa entre 20°C e 23°C.

Os dados mostraram temperaturas no ambiente de trabalho entre os 22°C e 24°C enquanto a temperatura externa à agência se manteve numa média de 29°C. Os pontos onde os limites propostos foram extrapolados ou ficaram no limiar durante todo o dia são: P1 - Sala de Autoatendimento, P9 - Suporte e P10 – Copa. Outros, como P3 - Tesouraria, P7 - Atendimento Pessoa Física Personalizado e P8 - Atendimento Empresas apresentaram temperaturas acima dos 23° durante o horário de atendimento ao público.

As altas temperaturas em P1 se explicam pela elevada incidência de luz solar na área, já que o sol bate de frente com a fachada de vidro; pela constante abertura das portas, que propicia troca de calor com a rua; pelo grande número de pessoas presentes no recinto e pela quantidade de caixas eletrônicos gerando calor durante o funcionamento.

As altas temperaturas em P9 se fundamentam pela disposição mal distribuída e muito próxima das estações de trabalho, cujas divisórias dificultam a circulação de ar e cujos espaços entre as mesas e as paredes criam corredores de acesso com menos de 1,0m.

As altas temperaturas em P10 se justificam por este ambiente não ser atendido pelo sistema de refrigeração. Porém, este é um local de paradas breves dos colaboradores e cujo trabalho não exige esforço intelectual.

Os picos de temperatura em P8 podem acontecer pela proximidade das janelas, que também recebem luz solar direta no horário da tarde.

As medições indicaram que a agência não atende por completo a todas as especificações estabelecidas pelas normas e legislações a qual se submete e seu sistema térmico apresenta resultados aquém do satisfatório. Como consequência, as variáveis pessoais se sobressaltaram às condições térmicas que o local de trabalho oferece.

O clima específico da região, com elevado índice de temperatura média anual, contribui para o índice significativo de desconforto térmico associado ao calor excessivo manifestado pelos bancários.

Como o serviço bancário é um tipo de trabalho que demanda atenção constante e esforço intelectual, seria prudente que os responsáveis pela agência se atentassem a essa lacuna e buscassem formas de adequar a climatização do interior da dependência. Seria indicado investigar também a relação de outros possíveis fatores causadores de desconforto aos funcionários.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo atendeu o seu objetivo inicial, tendo em vista que foi possível realizar as medições e verificações pertinentes à identificação do conforto térmico da agência bancária em estudo, confrontando as diversas informações coletadas a fim de direcionar melhorias à saúde do trabalhador.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR. 6401. **Instalações de centrais de ar-condicionado para conforto– Parâmetros básicos de projeto**. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.
- ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET M.; PINHO, D. **Introdução à ergonomia: da prática à teoria**. São Paulo: Blucher, 2009.
- AMPROBE INSTRUMENT, **Operating Instructions: Digital Sling Psychrometer Model THWD-1**. 7p., 1994.
- ANDREASI, A. W. **Método para avaliação de conforto térmico em região de clima quente e úmido do Brasil**. 204 fls. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- ASHRAE Standard 55-2004. Fundamentals. American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers, cap. 8: **Thermal comfort**, Atlanta. USA, 2004.
- BANCO DO BRASIL. **Análise Ergonômica dos Postos de Trabalho**: Agência São João – SP. São Paulo: SESMT-SP, 2017.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº9, de 16 de janeiro de 2003. **Dispõe sobre os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados artificialmente de uso público e coletivo, e dá outras providências**. 10p. Disponível em: <<http://legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>> Acesso em 20 jan. 2018.
- _____. **CLT e Constituição Federal**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- _____. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 15, de 08 de junho de 1978 - **Atividades e Operações Insalubres**. DOU. Brasília, 26 nov 1990. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15.pdf>> Acesso em 19 jan. 2018
- _____. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora 17, de 08 de junho de 1978 - **Ergonomia**. DOU. Brasília, 26 nov 1990. Disponível em: <trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR17.pdf> Acesso em 19 jan. 2018
- CEPAGRI – Unicamp. **Meteorologia Atualizada**. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/>>. Acesso em 10 jan. 2018.
- COUTINHO, A. S. **Conforto e insalubridade térmica em ambientes de trabalho**. 2. ed. João Pessoa: Universitária, 2005.
- USP. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Apostila para disciplina do curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, eST-202 **Higiene do Trabalho – Parte B**, São Paulo: EPUSP/PECE, 2016. 412 p.

- FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. Florida: Robert E. Krieger Publishing Co., 1982.
- _____. **Thermal confort: Analysis and Application in Environmental Engineering**. New York: McGraw-Hill, 1970.
- FEDERSPIEL, C. C. **Statistical analysis of unsolicited thermal sensation complaints in commercial buildings**. ASHRAE Transactions, 1998, v.104 (1B), p. 912-923.
- GALLO, E. A.; RIBEIRO, F. N. **Índice de Conforto Térmico ISO7730 em Automação Predial**. Projeto de Graduação em Engenharia de Controle e Automação, Faculdade de Tecnologia, (Departamento de Engenharia Elétrica) - Universidade de Brasília, 2007, 98p.
- GIAMPAOLI, E.; SAAD, I.F.S.D.; CUNHA, I. A.; SHIBUYA, E. K. **Norma de Higiene Ocupacional NHO-06: avaliação da exposição ocupacional ao calor: procedimento técnico**. 2ed. São Paulo: Fundacentro, 2017.
- GRANDI, M. S. **Avaliação da percepção da sensação térmica em uma sala de controle**. Dissertação de mestrado em engenharia de produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2006.
- HOPPE, P. **Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort**. Energy and Buildings, v. 34, n. 6, p. 661-665, 2002.
- INSTRUTEMP. **Anemômetro de fio quente**: Manual do usuário DT-8880. 11 p., 2012.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 7726**: ergonomics of the thermal environments: instruments for measuring physical quantities. Genève, 1998.
- _____. **ISO 7730**: ergonomics of the thermal environments: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Genève, 2005.
- _____. **ISO 8996**: Ergonomics – Determination of metabolic heat production. Genève, 2004.
- _____. **ISO 9920**: ergonomics of the thermal environment: estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genève, 2007.
- LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. **Desempenho térmico de edificações**. Laboratório de eficiência energética, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2011.
- MANDALOZZO, S. S.; COSTA, L. C.; **Breves considerações sobre ergonomia no ambiente de trabalho**. Lumiar: Revista de Ciências Jurídicas, v. 1, n. 1, p. 31-37, 2010.

MONTEIRO, L.M. **Modelos preditivos de conforto térmico:** Quantificação de relação entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2008.

RUAS, C.A. **Avaliação do conforto térmico:** Contribuição a aplicação das normas internacionais. 90 fls. Dissertação. (Mestrado em Engenharia civil) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1999.

SILVA, L. B. **Análise da relação entre produtividade e conforto térmico: o caso dos digitadores do centro de processamento de dados e cobrança da Caixa Econômica Federal do estado de Pernambuco.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

WEATHER SPARK: **O clima típico de qualquer lugar da Terra.** Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/>>. Acesso em 10 jan. 2018.

ANEXOS**ANEXO I - QUESTIONÁRIO APLICADO**

Olá, este questionário faz parte do meu Trabalho de Conclusão de Curso da Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, preciso de sua colaboração. O tempo estimado para respondê-lo é de apenas 5 minutos. Obrigado.

1. Qual a sua idade?

18 a 30 anos

45 a 60 anos

31 a 45 anos

acima de 60 anos

2. Qual seu sexo?

Masculino

Feminino

3. Em qual setor você trabalha? (Considerando a maior parte do tempo)

Bateria de caixas/Tesouraria

Sala de autoatendimento

Atendimento

Sala de suporte

4. De modo geral, como você se sente com relação à temperatura no ambiente de trabalho?

Com muito calor

Com calor

Com pouco calor

Nem com calor nem com frio

Com pouco frio

Com frio

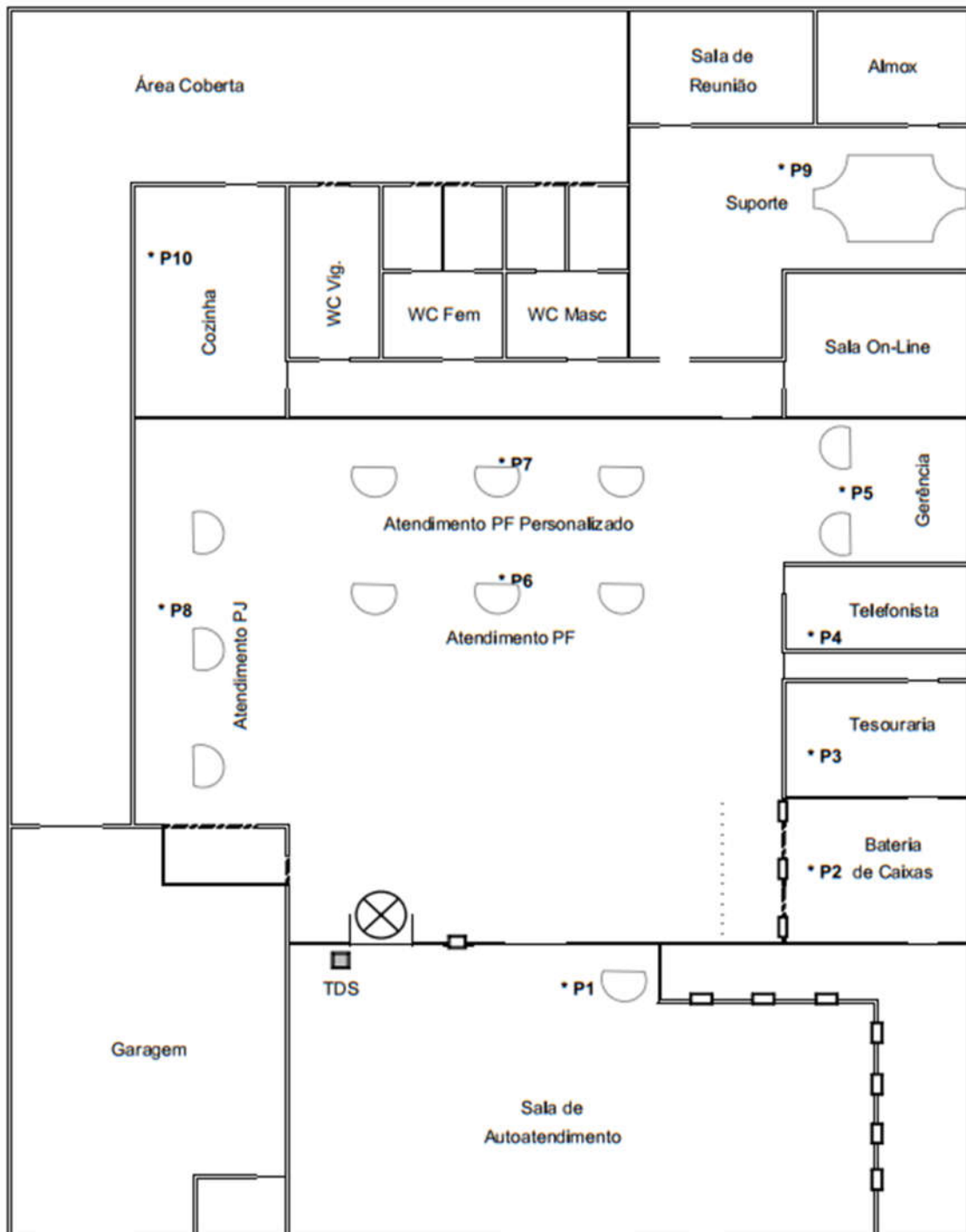
Com muito frio

5. Com qual frequência ocorrem os sintomas abaixo?

	Sempre	Quase sempre	Algumas vezes	Raro	Nunca
Dor de cabeça	()	()	()	()	()
Tontura	()	()	()	()	()
Fadiga	()	()	()	()	()
Sonolência	()	()	()	()	()
Fraqueza	()	()	()	()	()
Náusea	()	()	()	()	()
Falta de ar ou chiado no peito	()	()	()	()	()
Ardor ou irritação nos olhos	()	()	()	()	()
Dor ou irritação na garganta	()	()	()	()	()
Irritação nasal	()	()	()	()	()
Gripe ou resfriado	()	()	()	()	()
Pele seca ou descamativa	()	()	()	()	()

6. Há ainda algum aspecto sobre a questão térmica da agência que você gostaria de comentar?

ANEXO II - CROQUI DA AGÊNCIA COM OS PONTOS DE MEDIÇÃO



ANEXO III - COMPILAÇÃO DE MEDIÇÕES OBTIDAS EM CAMPO

Ponto	Temperatura (°C)				URA (%)				Var (m/s)				
	Horário de Medição	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
Araçatuba		25,0	29,0	30,0	29,0	50,0	55,0	58,0	60,0	0,50	1,50	2,00	2,50
P1		24,0	24,2	23,4	23,0	50,1	50,6	53,2	55,7	0,16	0,17	0,17	0,20
P2		22,5	23,0	23,0	22,2	45,1	46,5	48,6	50,6	0,15	0,16	0,16	0,17
P3		22,6	23,1	23,1	22,3	47,8	49,2	50,8	52,5	0,17	0,18	0,18	0,19
P4		22,3	22,8	23,0	22,1	47,0	48,4	50,0	51,6	0,17	0,18	0,18	0,18
P5		22,2	22,7	22,9	22,0	48,0	49,4	51,0	52,7	0,15	0,16	0,16	0,16
P6		22,5	23,0	23,1	22,1	48,4	49,8	51,5	53,2	0,13	0,14	0,14	0,15
P7		22,6	23,1	23,1	22,1	48,3	49,7	51,4	53,1	0,12	0,13	0,13	0,14
P8		23,0	23,5	23,3	22,3	48,2	49,6	51,3	53,0	0,12	0,13	0,13	0,14
P9		23,5	24,0	23,5	23,0	50,8	52,3	54,1	55,9	0,14	0,15	0,15	0,15
P10		24,0	24,2	23,6	23,0	49,9	55,4	55,4	55,4	0,18	0,19	0,19	0,20