

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

ETIANNE ALVES SOUZA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS
ARQUITETÔNICOS, O CONFORTO TÉRMICO E A
PRODUTIVIDADE EM ESCRITÓRIOS COM VENTILAÇÃO
NATURAL**

DISSERTAÇÃO

**PONTA GROSSA
2015**

ETIANNE ALVES SOUZA DE OLIVEIRA

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS
ARQUITETÔNICOS, O CONFORTO TÉRMICO E A
PRODUTIVIDADE EM ESCRITÓRIOS COM VENTILAÇÃO
NATURAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau Mestre em Engenharia de Produção, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Gestão da Produção e Manutenção.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier.

Coorientador: Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski.

PONTA GROSSA

2015

Ficha catalográfica elaborada pelo Departamento de Biblioteca
da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa
n.38/15

O48 Oliveira, Etienne Alves Souza de

Análise da relação entre os parâmetros arquitetônicos, o conforto térmico e a produtividade em escritórios com ventilação natural. / Etienne Alves Souza de Oliveira. -- Ponta Grossa, 2015.

115 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

1. Ergonomia. 2. Produtividade do trabalho. 3. Conforto humano. 4. Arquitetura e clima. I. Xavier, Antonio Augusto de Paula. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Título.

CDD 670.42



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº 277/2015

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS ARQUITETÔNICOS, O CONFORTO
TÉRMICO E A PRODUTIVIDADE EM ESCRITÓRIOS COM VENTILAÇÃO NATURAL**

por

Etianne Alves Souza de Oliveira

Esta dissertação foi apresentada às 9 horas de 16 de junho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, com área de concentração em Gestão Industrial, linha de pesquisa em Ergonomia em Processo Produtivo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Luis Bueno da Silva (UFPB)

Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski (UTFPR)

Prof. Dr. Antônio Carlos Frasson (UTFPR)

**Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier
(UTFPR) - *Orientador***

**Prof. Dr. Antônio Carlos de Francisco
(UTFPR)
Coordenador do PPGEP**

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NO DEPARTAMENTO DE
REGISTROS ACADÊMICOS DA UTFPR –CÂMPUS PONTA GROSSA**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por minha saúde e pelas pessoas que fazem parte da minha vida.

À minha família, por me ensinarem com simplicidade, disciplina, segurança e amor o maravilhoso caminho da vida.

Ao orientador Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier e coorientador Prof. Dr. Arial Orlei Michaloski pela oportunidade e orientação durante a realização deste trabalho.

Às empresas FAUEPG, 2º Cartório de Ponta Grossa, APAE Ponta Grossa e Sindicato Rural de Ponta Grossa, que aceitaram participar da pesquisa e disponibilizaram seus espaços para a realização desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção PPGEPP – Ponta Grossa, PR.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Ponta Grossa, pela acolhida durante o mestrado.

Ao IFMA - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão, pela liberação para qualificação.

Aos demais colegas e familiares, que estiveram comigo em algum momento nessa caminhada e que, com certeza, contribuíram de alguma forma para esta conquista.

RESUMO

OLIVEIRA, Etianne Alves Souza de. **Análise da Relação entre os Parâmetros Arquitetônicos, o Conforto Térmico e a Produtividade em Escritórios com Ventilação Natural**. 2015. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

O objetivo deste estudo foi encontrar correlação entre o conforto térmico, produtividade de trabalhadores e variáveis arquitetônicas de escritórios naturalmente ventilados. O problema proposto foi: quais as variáveis arquitetônicas de ambientes de escritórios naturalmente ventilados podem interferir nas variáveis de conforto, a ponto de influenciar a produtividade dos trabalhadores? O referencial teórico envolveu os seguintes temas: conforto térmico, arquitetura das construções, ergonomia e avaliação de desempenho. A abordagem metodológica usada foi estudo transversal de natureza aplicada, quantitativa, descritiva e exploratória, fazendo uma análise causa-efeito, através de um estudo de caso. Na coleta de dados foram utilizados dois instrumentos para medir as variáveis térmicas, duas avaliações subjetivas, uma para medir o conforto térmico e outra para medir a produtividade subjetiva dos trabalhadores, e levantamento de dimensões físicas do ambiente construído, onde cada trabalhador desempenhava suas tarefas. A amostra é composta por 04 empresas, 10 ambientes arquitetônicos e 25 trabalhadores de escritório, e totalizam 45 avaliações em diferentes períodos de tempo. A análise estatística envolveu a identificação de *outliers*; normalidade e correlação entre as variáveis. Como resultados, 2% dos valores de produtividade podem ser explicados pelos níveis de conforto térmico calculado. As correlações entre as variáveis arquitetônicas e a variável conforto térmico apresentaram correlações baixas, sendo que a única que foi estatisticamente significativa foi a porcentagem de janela envidraçadas, que se associaram em 36,7% aos valores de conforto térmico calculado; as outras correlações encontradas foram 7,2% com a variável volume do espaço, 17,3% com área de parede externa de 0.20m de espessura, 15,5% com a implantação, usando análise não paramétrica, e 0,0% usando análise paramétrica. As correlações entre as variáveis arquitetônicas e a produtividade também apresentaram valores baixos, sendo 1,9% com a variável implantação, 5,7% com o volume do espaço, 21,9% com a variável porcentagem de janela envidraçada externa; a área de parede externa de 0.20m se associou em 48,3% aos valores de carga de trabalho relatado pelos pesquisados, sendo este valor estatisticamente significativo, mas empiricamente não lógico. Embora as correlações encontradas não sejam significativas, não sendo possível afirmar que as variáveis arquitetônicas de ambientes de escritório naturalmente ventilados sejam capazes de interferir nas variáveis de conforto térmico, a ponto de influenciar na produtividade dos trabalhadores, este trabalho apresenta como resultados que os valores de carga de trabalho tiveram maior variação quando os trabalhadores estavam sob leve desconforto por frio ou calor (+/-14, 50%), do que quando estavam em níveis de conforto entre $-0,5 > PMV < +0,5$ (+/-8,50%). Isto mostra que o nível de conforto interfere na produtividade, porém não se sabe como e quanto.

Palavras-chave: Ergonomia. Produtividade. Conforto térmico. Arquitetura.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Etianne Alves Souza de. **Analysis of Relationship Between Parameters Architectural, Thermal Comfort and Productivity in Office with Natural Ventilation.** 2015. 114 p. Dissertation (Master in Production Engineering) – Federal University of Technology, Ponta Grossa, 2015.

The objective of this study was to find correlation between thermal comfort, productivity workers and architectural variables of naturally ventilated offices. The proposed issue was: what are the architectural variables of naturally ventilated office environments can interfere on of comfort's variables influencing worker productivity? The theoretical framework involved the topics: thermal comfort, architecture of the buildings, ergonomics and performance evaluation. The methodological approach used was cross-sectional study of an applied nature, quantitative, descriptive and exploratory making a causal analysis by a case study. In collecting data we used two instruments to measure thermal variables two subjective evaluations, one to measure the thermal comfort and the other to measure the subjective worker productivity, and samples physical dimensions of the built environment where each worker played their tasks. The sample consists of 4 companies, 10 architectural environments and 25 office workers conducted 45 reviews in different time periods. Statistical analysis involved the identification of outliers; normality and correlation between variables. As results, 2% of yield values can be explained by the thermal comfort levels calculated. The correlations between the architectural variables and the thermal comfort variable showed low correlations, and the one that was statistically significant was the percentage of glazed window that were associated in 36.7% to the calculated thermal comfort values, the other correlations were 7.2% with the variable volume of space, 17.3% with external wall area of 0.20 m thick, 15.5% with the implantation of space using non-parametric analysis and 0.0% using parametric analysis. The correlations between the architectural variables and productivity also showed low values, being 1.9% with the implantation of space variable, 5.7% with the volume of space, 21.9% with the variable percentage of external glazed window, the area outer wall of 0.20m was associated in 48.3% the workload values reported by respondents, and this was statistically significant but empirically not logical. Although the correlations are not significant, it is not possible to say that the architectural variables naturally ventilated office environments, researched, are able to interfere with the thermal comfort variables to interfere in worker productivity, this paper presents results as the workload values had higher variation when workers were under discomfort by cold or heat (+/-14. 50%) than when they were in comfort levels between $-0.5 > PMV < +0.5$ (+ / -8.50%). This shows that the comfort level interferes with productivity, but it is unknown how and how much.

Keywords: Ergonomics. Productivity. Thermal comfort. Architecture.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA MENTAL DA PESQUISA	17
FIGURA 2 - PPD EM FUNÇÃO DO PMV	23
FIGURA 3 - PPD CAUSADO POR ASSIMETRIA DE TEMPERATURA RADIANTE	28
FIGURA 4 - ZONA 2 – CÓDIGOS BIOCLIMÁTICA BRASILEIRO.....	37
FIGURA 5- SALA DA COORD. PEDAGÓGICA - FAUEPG.....	47
FIGURA 6 - SALA DA SECRETARIA GERAL - FAUEPG	47
FIGURA 7 - SALA MUSICALIZAÇÃO - FAUEPG.....	47
FIGURA 8 - SALA DE PROFESSORES - FAUEPG	47
FIGURA 9 - VARIÁVEIS DA PESQUISA.....	49
FIGURA 10 - ESTRUTURA DE ANÁLISE DAS VARIÁVEIS.....	50
FIGURA 11 - EMPRESA 01 – SALA 01	53
FIGURA 12 - EMPRESA 02 – SALA 01	53
FIGURA 13 - EMPRESA 02 – SALA 02	53
FIGURA 14 - EMPRESA 02 – SALA 02	53
FIGURA 15 - EMPRESA 02 – SALA 04	53
FIGURA 16 - EMPRESA 03 – SALA 01	53
FIGURA 17 - EMPRESA 04 – SALA 01	54
FIGURA 18 - EMPRESA 04 – SALA 02	54
FIGURA 19 - EMPRESA 04 – SALA 03	54
FIGURA 20 - EMPRESA 04 – SALA 04	54
FIGURA 21 - CONFORTÍMETRO SENSU	56
FIGURA 22 - HOB0 003- 04	57
FIGURA 23 - BOXPLOT CONFORTO TÉRMICO - PMV	62
FIGURA 24 - BOXPLOT PRODUTIVIDADE	62
FIGURA 25 - BOXPLOT DA VARIÁVEL IMPLANTAÇÃO	63
FIGURA 26 - BOXPLOT DA VARIÁVEL VOLUME	63
FIGURA 27 - BOXPLOT DA VARIÁVEL % DE JANELA EXTERNA DE VIDRO	63
FIGURA 28 - BOXPLOT DA VARIÁVEL PAREDE EXTERNA DE 20CM.....	63
FIGURA 29 - HISTOGRAMA PMV	65
FIGURA 30 - QUANTIS NORMAL PMV.....	65

FIGURA 31 - HISTOGRAMA PRODUTIVIDADE.....	66
FIGURA 32 - QUARTIS NORMAIS PRODUTIVIDADE.....	66
FIGURA 33 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL IMPLANTAÇÃO	67
FIGURA 34 - QUARTIS NORMAIS DA VARIÁVEL IMPLANTAÇÃO	67
FIGURA 35 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL IMPLANTAÇÃO	68
FIGURA 36 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL IMPLANTAÇÃO	68
FIGURA 37 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL PORCENTAGEM DE JANELA	68
FIGURA 38 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL PORCENTAGEM DE JANELA	68
FIGURA 39 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ÁREA DE PAREDE EXTERNA	69
FIGURA 40 - HISTOGRAMA DA VARIÁVEL ÁREA DE PAREDE EXTERNA.....	69
FIGURA 41 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO ENTRE PMV E PRODUTIVIDADE	71
FIGURA 42 - DIAGRAMA DE DISPERSÃO ENTRE IMPLANTAÇÃO E CONFORTO TÉRMICO.....	72

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ZONA 2 ESTRATÉGIA DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO PASSIVO	38
QUADRO 2 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE CARGA COGNITIVA.....	40
QUADRO 3 - SÍNTESE DE CONCEITOS E DEFINIÇÕES DE CARGAS DE TRABALHO MENTAL.....	41

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ESCALA DE SENSAÇÃO TÉRMICA, 2005	22
TABELA 2 - PARÂMETROS DE INTERVALO PARA CÁLCULO DE PMV, 2005	22
TABELA 3 - PPD E PMV POR CATEGORIA DE AMBIENTES, 2005	24
TABELA 4 - DIFERENÇA DE TEMPERATURA DO AR ENTE CABEÇA E TORNOZE- LO,2005	24
TABELA 5 - CRITÉRIOS PARA VÁRIOS TIPOS DE CONSTRUÇÃO, 2005	25
TABELA 6 - CRITÉRIOS TÉRMICOS DE ESPAÇOS EM DIVERSOS TIPOS DE CONS- TRUÇÃO, 2005	26
TABELA 7 - PORCENTAGEM DE PESSOAS INSATISFEITAS DEVIDO AO DESCON- FORTO TÉRMICO LOCALIZADO, 2010.....	27
TABELA 8 - ZONA 2 ABERTURA PARA VENTILAÇÃO E SOMBREAMENTO, 2013 .	37
TABELA 9 - ZONA 2 CRITÉRIOS PARA VEDAÇÃO EXTERNA – 2013.....	38
TABELA 10 - AMOSTRA DA POPULAÇÃO DE EMPRESAS,	52
TABELA 11 - CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO, 2014	55
TABELA 12 - DADOS LEVANTADOS NAS QUATRO EMPRESAS, 2014	59
TABELA 13 - CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICA DA MOSTRA, 2014	61
TABELA 14 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS ANALISADAS, 2014. ...	61
TABELA 15 - RESUMO DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS, 2014.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	TEMÁTICA	16
1.2	PROBLEMA	16
1.3	OBJETIVO GERAL	16
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.5	ESTRUTURA MENTAL DA PESQUISA	17
1.6	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1	CONFORTO TÉRMICO	19
2.1.1	Medição de Conforto Térmico	20
2.1.2	Porcentagem de Insatisfeitos	22
2.1.3	Desconforto Localizado	25
2.1.4	Abordagem Adaptativa	28
2.2	ARQUITETURA DAS CONSTRUÇÕES	31
2.2.1	Fatores que Influenciam às Construções	33
2.2.2	Orientações Bioclimáticas para Ponta Grossa – PR	36
2.3	ERGONOMIA E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	39
2.3.1	Condições Térmicas e Desempenho Humano	43
3	METODOLOGIA	46
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	46
3.2	ESTUDO PILOTO	47
3.3	VARIÁVEIS DA PESQUISA	48
3.4	ESTRUTURA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS	49
3.5	CRITÉRIO DA PESQUISA	51
3.6	AMOSTRAGEM	52
3.7	CRONOGRAMA DE COLETAS DE DADOS	54
3.8	FERRAMENTAS UTILIZADAS	55
3.8.1	Avaliação de produtividade	55
3.8.2	Avaliação de Conforto Térmico	56
3.8.3	Levantamento Temperaturas Externas	57
3.8.4	Levantamento das Variáveis Arquitetônicas	57
4	RESULTADOS	59
4.1	DEMONSTRATIVO DAS VARIÁVEIS LEVANTADAS	59
4.2	CARACTERÍSTICA DA POPULAÇÃO E ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO	60
4.3	ANÁLISE DOS VALORES ATÍPICOS DOS CONJUNTOS DE DADOS	62
4.4	ANÁLISE DA NORMALIDADE DOS DADOS	64
4.4.1	Verificação da Normalidade dos Dados de Conforto Térmico	65
4.4.2	Verificação da Normalidade dos Dados de Produtividade	66
4.4.3	Verificação da Normalidade dos Dados de Implantação	67
4.4.4	Verificação da Normalidade dos Dados de Volume do Espaço	67
4.4.5	Verificação de Normalidade dos Dados de Porcentagem de Área de Janela	68
4.4.6	Verificação de Normalidade dos Dados de Área de Parede Externa de 20 cm	69
4.5	CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS	70
4.5.1	Correlação entre Conforto Térmico e Produtividade	71
4.5.2	Correlação entre Implantação e Conforto Térmico	71
4.5.3	Correlação entre Volume do Espaço e Conforto térmico	72

4.5.4	Correlação entre Porcentagem de Janela e Conforto Térmico	73
4.5.5	Correlação entre Área de Parede Externa de 0.20 m e Conforto Térmico	73
4.5.6	Correlação entre Implantação e Produtividade	73
4.5.7	Correlação entre a Volume do Espaço e Produtividade	73
4.5.8	Correlação entre Porcentagem de Janela e Produtividade	74
4.5.9	Correlação entre a Área de Parede Externa de 0.20m e Produtividade	74
4.5.10	Resumo das Correlações entre as Variáveis Pesquisadas	74
5	DISCUSSÃO	76
5.1	CONFORTO TÉRMICO E PRODUTIVIDADE	76
5.2	VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS E CONFORTO TÉRMICO	79
5.3	VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS X PRODUTIVIDADE	81
6	CONCLUSÃO	83
6.1	PROBLEMA, OBJETIVO, HIPÓTESE E OS RESULTADOS	83
6.2	LIMITAÇÕES DA PESQUISA	84
6.3	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	84
	REFERÊNCIAS	86
	APÊNDICES A - Avaliação Subjetiva de Conforto Térmico	94
	APÊNDICE B - Avaliação Subjetiva de Carga de Trabalho	96
	APÊNDICE C - Carta de Apresentação e Aceite	98
	APÊNDICE D - Consulta a Especialista	102
	APÊNDICE E – Levantamento Arquitetônicos dos Espaços Analisados	105

1 INTRODUÇÃO

A ergonomia trabalha pesquisando e desenvolvendo boas práticas entre o homem e as atividades por ele desempenhadas, com o objetivo de melhorar as condições de trabalho, reduzir o custo-humano das atividades e permitir bem-estar ao trabalhador. Como a relação entre o homem e seu trabalho é composta de muitas variáveis intervenientes, faz-se necessário o estudo do desempenho humano em condições reais de trabalho.

O objetivo desta pesquisa é encontrar a correlação entre o conforto térmico, a produtividade de trabalhadores e as variáveis arquitetônicas de escritórios naturalmente ventilados, a fim de verificar a associação das variáveis arquitetônicas de escritórios naturalmente ventilados com o conforto térmico e a produtividade dos trabalhadores. Tal objetivo tem como referência as pesquisas na área, as quais indicam que o conforto térmico humano interfere na saúde, no bem-estar, humor e produtividade dos trabalhadores (; DANIELSSON e BODIN 2008; LAN, et al. 2009; LAN, et al. 2010; ARAÚJO 2012; CARDOSO e GONTIJO, 2012).

Este pesquisa está inserido dentro do grupo de pesquisa - Ergonomia em Processos Produtivos (PPGEP), do Mestrado em Engenharia de Produção, que estuda os processos de interação entre o homem e seu ambiente de trabalho, centrando-se na influência dos fatores físicos, psíquicos, ambientais e cognitivos que se estabelecem desta relação.

A pesquisa foi aplicada em quatro empresas localizadas na cidade de Ponta Grossa-PR, todas com espaço de trabalho naturalmente ventilado e com trabalhadores que desempenham tarefas administrativas dentro de escritórios. Estas atividades são classificadas como sedentária pela ISO 7730 (2005).

Autores que estudando a produtividade afirmam que a mão de obra pode representar uma parte pequena dos custos totais dentro da empresa, porém a automação e especialização das atividades presente nos últimos tempos têm elevado à carga intelectual das tarefas e ao nível de especialização do trabalhador (GAITHER E FRAZIER, 2002).

Sobre o assunto, Araújo (2012) afirma que “os trabalhos sedentários têm crescido à medida que se tem verificado um aumento significativo da complexidade das tarefas industriais que, muitas vezes, exigem um elevado nível cognitivo”. Corroborando esse posicionamento, Slack (2009) diz que “a organização do trabalho define a forma como as pessoas agem em relação ao trabalho e envolve vários elementos que se relacionam, sendo que o ambiente de trabalho é a interface entre o trabalhador e sua atividade”. Entender esta

interface passa por conhecer a influência que o ambiente construído tem sobre os trabalhadores, a fim de adequá-lo às necessidades humanas e produtivas.

Esta pesquisa parte de uma questão levantada por Halawa e Hoof (2012) que afirmam existir inúmeras questões sobre o conforto térmico adaptativo a serem estudadas, em particular os seus fundamentos e sua aparente negligência a vários fatores, que afetam as condições térmicas dos ambientes reais. Em vista disto, esta pesquisa questiona de que maneira as variáveis arquitetônicas de escritórios naturalmente ventilados podem interferir nas variáveis térmicas e no conforto térmico humano, a ponto de influenciar a produtividade dos trabalhadores de escritório.

Assim, a aplicação desta pesquisa ocorreu em quatro etapas, sendo a primeira um estudo transversal do estado da arte, obtendo-se informações de pesquisas recentes relativas às variáveis: conforto térmico, produtividade e variáveis arquitetônicas. A segunda etapa fez uso de medições *in loco* das variáveis térmicas do espaço, medição das variáveis arquitetônicas do espaço, das variáveis térmicas externas, com uso do Hobo 008-004 para medir o microclima local, e do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), para obter índices térmicos gerais e oficiais da cidade. Juntamente com as medições arquitetônicas e térmicas do espaço arquitetônico, foi solicitado aos trabalhadores que respondessem a questionários para coletar dados sobre sua percepção térmica e sua produtividade subjetiva. Na terceira etapa ocorreu o tratamento estatístico dos dados e a verificação de correlação entre as variáveis levantadas. Na quarta etapa, os resultados foram confrontados e comparados com outras pesquisas já realizadas, a fim de sugerir conclusões. A amostra é composta de 25 trabalhadores, que desenvolvem suas atividades em 10 escritórios instalados em quatro empresas, localizadas na cidade de Ponta Grossa - PR. A pesquisa está aprovada pelo CEP (Comitê de Ética na Pesquisa - UTFPR) CAAE nº 24498514.4.0000.5547.

Este trabalho apresenta a seguinte estrutura: introdução, contendo tema, problema, hipótese, objetivos, estrutura mental e delimitação da pesquisa; fundamentação teórica, baseada no tripé: conforto térmico, arquitetura das construções, avaliação de desempenho; metodologia, que contém classificação da pesquisa, variáveis, estrutura de análise, critérios, amostragem, estudo piloto, cronograma e ferramentas usadas na pesquisa; e, por fim, os resultados encontrados, discussão e conclusão.

Acredita-se que os resultados desta pesquisa possam trazer informações que contribuam para o avanço do estado da arte do conforto térmico, ergonomia em ambiente de trabalho e para avaliação pós-ocupação de ambientes construídos.

1.1 TEMÁTICA

Relação dos parâmetros arquitetônicos, em escritórios naturalmente ventilados, com o conforto térmico e a produtividade dos trabalhadores.

1.2 PROBLEMA

Quais as variáveis arquitetônicas de ambientes de escritórios naturalmente ventilados podem interferir nas variáveis de conforto térmico a ponto de interferir na produtividade dos trabalhadores?

1.3 OBJETIVO GERAL

Analisar a relação entre parâmetros arquitetônicos, o conforto térmico e a produtividade de trabalhadores.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar o conforto térmico analítico e subjetivo dos trabalhadores de escritório;
- Mensurar a produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório;
- Levantar as variáveis arquitetônicas dos ambientes de escritórios;

1.5 ESTRUTURA MENTAL DA PESQUISA

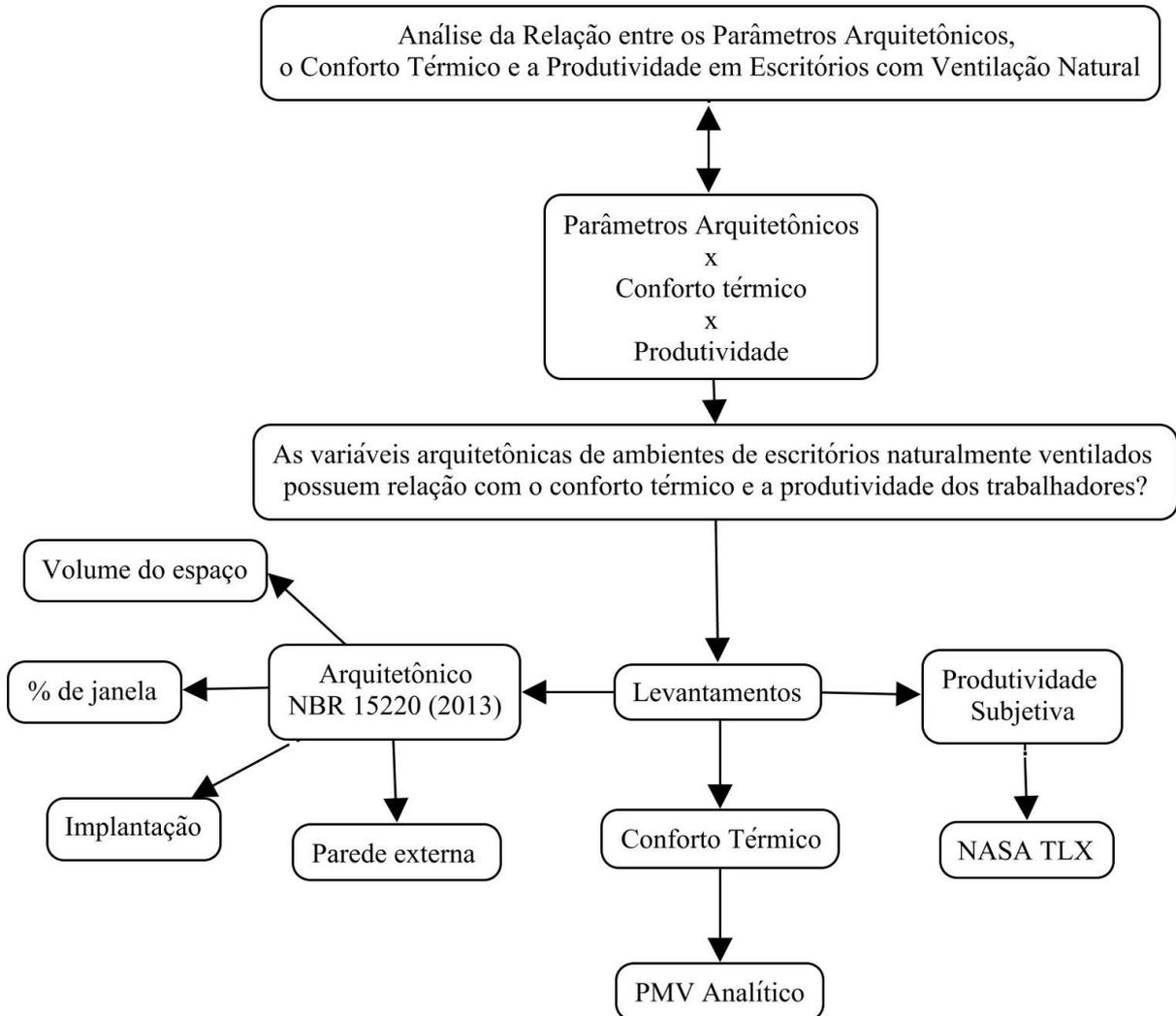


Figura 1 - Estrutura Mental da Pesquisa
Fonte: Autoria própria.

1.6 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada em empresas instaladas em edificações naturalmente ventiladas. Os trabalhadores têm carga mental maior que carga física. A atividade desempenhada pelos pesquisados são atividades típicas de escritório, que gera taxa metabólica

de 70W/m², estimada com base na ISO 8990 (2004). As empresas que compõem a amostra estão localizadas na cidade de Ponta Grossa – PR. A saber:

- 2º Tabelionato de Protesto de Títulos;
- Conservatório Mestre Paulino – FAUEPG;
- Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais – A.P.A.E;
- Sindicato Rural de Ponta Grossa – PR.

A amostra aleatória foi retirada de uma lista de lugares (cartórios, imobiliárias, lotéricas, empresa, secretarias de governo), que aceitaram participar da pesquisa, conta com 25 trabalhadores e 10 salas com função de escritório das quatro empresas citadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 CONFORTO TÉRMICO

Pesquisas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo entender e mensurar conforto térmico. Sabe-se que o conforto é influenciado por fatores ambientais, pessoais e da atividade desempenhada e tem efeito sobre o bem-estar, saúde e desempenho humano.

O conforto térmico humano está principalmente relacionado ao equilíbrio térmico do corpo como um todo, permitindo manter uma temperatura interna constante, sendo uma condição da mente que expressa satisfação térmica e relaciona-se com o ambiente (ISO 7730, 2005).

De acordo com a norma americana ANSI/ASHRAE 55 (2010), “o conforto térmico é uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Esta condição de espírito que expressa satisfação, capaz de gerar conforto térmico, varia entre os indivíduos e está sujeita a fatores psicológicos e fisiológicos individuais. Portanto, é difícil estabelecer uma condição térmica de conforto que equilibre condições ambientais tão variadas, de forma a atender a todos os indivíduos com suas subjetividades, preferências e aclimação.

A satisfação fisiológica de que fala o documento ocorre com o equilíbrio das trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, permitindo que este mantenha uma temperatura interna constante. O estudo revisional de Djongyang et al. (2010) apresenta três índices térmicos comuns ao corpo: 36,6°C (oral), 37°C (anal) e 35°C (temperatura da pele), sendo que a temperatura dos órgãos internos e da pele são as temperaturas de referência para sensação de conforto térmico.

A capacidade de uma edificação em gerar conforto térmico é chamada de desempenho térmico da edificação, sendo alcançado quando o usuário da edificação tem “satisfação psicofisiológica com as condições térmicas do ambiente arquitetônico” (ABNT 15220, 2013).

As normas internacionais, americana e brasileira consideram que o equilíbrio térmico se dá através de fatores que influenciam o corpo humano, sendo estes de origem fisiológica, psicológica e construtiva. Embora seja difícil estabelecer condições ideais de conforto a todos, faz-se necessário estabelecer condições térmicas confortáveis ao maior número de pessoas (ISO 7730, 2005).

A vertente tradicional de conforto térmico apresenta seis variáveis que compõem o conforto térmico humano, e estão agrupadas em pessoais e ambientais. As variáveis térmicas pessoais são duas: a primeira está relacionada ao tipo de roupa, pois as roupas isolam o corpo, dificultando ou não a troca térmica com o ambiente - o isolamento das roupas é medido em I_{cl} (m^2K/W), também chamado de clo. (ISO 7730, 2005); a segunda variável está relacionada à atividade desempenhada pelo indivíduo, pois a atividade metabólica aumenta a temperatura interna corporal e é medida em Met. (W/m^2) (ISO 7730, 2005). O corpo humano necessita eliminar esta carga térmica inerente à atividade para que o corpo possa manter uma temperatura interna em torno dos $37^\circ C$ (FROTA, 2003; DJONGYANG, et al., 2010).

As variáveis ambientais são quatro e são obtidas no espaço arquitetônico, caracterizando o ambiente termicamente. São elas: ar temperatura T_{ar} ($^\circ C$), temperatura radiante média t_{rm} , ($^\circ C$), velocidade do ar V_{ar} (m/s) e pressão parcial do vapor de água no ar ambiente P_{ar} , (KPa). Estas variáveis são responsáveis pelas trocas térmicas por condução, convecção e radiação, que permitem o equilíbrio térmico corporal através das chamadas trocas secas. Há ainda as trocas úmidas, que ocorrem por meio da evaporação da água presente no organismo humano. Esta troca é muito influenciada pelo índice de umidade relativa do ar. Sendo assim, o corpo humano pode ser equiparado a uma máquina termodinâmica, cuja eficiência é obtida pela relação entre a temperatura ambiente e a temperatura do corpo (DJONGYANG et al., 2010; FROTA, 2003)

Portanto, as avaliações de conforto térmico buscam verificar se as condições em que o indivíduo se encontra permitem o balanço térmico, e se estas condições são capazes de gerar conforto térmico. Permite ainda avaliar o ambiente e verificar se este oferece condições de saúde, segurança, rendimento e bem-estar ao homem, sendo esta uma avaliação ambiental com caráter psicofisiológico (BATIZ et al., 2009).

2.1.1 Medição de Conforto Térmico

Com a mensuração das seis variáveis térmicas, é possível identificar a sensação térmica para o corpo como um todo que é determinado através do Voto Médio Estimado (PMV) (ISO 7730, 2005).

Através da equação 01, calcula-se o PMV mensurando a carga térmica que atua sobre o corpo, definindo a diferença entre a produção interna de calor e a perda de calor para o ambiente (L).

$$PMV = [0,303e^{(-0,036M)}+0,028]L \quad \text{Equação 01}$$

Onde,

PMV = Voto médio estimado, ou voto de sensação de conforto térmico;

M = Taxa metabólica da atividade desempenhada pelo indivíduo;

L = Carga térmica atuante sobre o corpo;

A norma ISO 7730 (2005) prevê três formas de medir analiticamente o PMV: uma a partir de equação, usando programa específico, por tabela, contida no anexo E da mesma norma; e por medição direta, utilizando sensor. Dentre estas formas, a mais precisa é a medição por aparelhos, pois trabalha dados reais.

O PMV deve ser ainda medido subjetivamente, conforme a ISO 10551(1995), que trata da ergonomia de ambientes térmicos e mede a sensação térmica dos indivíduos presentes em ambiente térmico. Esta medição é feita através de escalas subjetivas de julgamento, com um índice que prevê o valor médio dos votos de um grupo de pessoas, através de uma escala de sete pontos que mede a preferência térmica individual. Esta escala é também usada pela ISO 7730 (2005) e ANSI/ASHRAE 55 (2010), tendo como referência a preferência térmica humana em relação ao ambiente que o circunda.

Esta avaliação subjetiva e individual é necessária já que a medição analítica do PMV pode até indicar que há equilíbrio térmico, mas as pessoas podem não estar em conforto, pois preferem sensações diferentes, mais quente ou mais frio, dependendo de sua preferência térmica, repertório térmico, cultura e da capacidade de adaptação de locais naturalmente ventilados, mecanicamente ventilados ou com ar-condicionado (MISHRA e RAMGOPAL, 2013; DEAR, 2004).

Ao analisar um espaço usando a forma analítica e a subjetiva é possível verificar a validade da norma para a situação pesquisada, bem como identificar quais das variáveis interferem no equilíbrio térmico e no conforto humano, a fim de adequar as preferências térmicas.

A tabela 1, apresenta a escala subjetiva de avaliação térmica, PMV subjetivo, conforme normas (ISO 10551,1995; ISO 7730, 2005; ANSI/ASHRAE 55, 2010).

Tabela 1 - Escala de Sensação Térmica, 2005

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

Fonte: ISO 10551 (1995).

Segundo Broday (2013), deve-se atentar para os limites das variáveis a serem mensuradas, quando se faz avaliação do conforto térmico calculando o PMV, pois a ISO 7730 (2005) indica que o cálculo de PMV não deve ser feito para valores $+2 < PMV < -2$, pois sob esta condição não existe conforto. Deve ser ainda observada as limitações das variáveis térmicas, conforme a tabela 2 contida na norma ISO 7730 (2005).

Tabela 2 - Parâmetros de Intervalo para Cálculo de PMV, 2005

M	I _{cl}	T _{ar}	T _{rm}	V _{ar}	P _{ar}
Taxa metabólica	Isolamento da vestimenta	Temperatura do ar	Temperatura radiante média	Velocidade do ar	Pressão parcial de vapor de água
46 a 232 W/m ²	0 a 0,310 K/Wm ² ou 0 a 2 clo.	10 a 30° C	10 a 40°C	0 a 1 m/s	0 a 2700 pa.

Fonte: ISO 7730 (2005).

2.1.2 Porcentagem de Insatisfeitos

Além do voto médio predito (PMV) e da porcentagem de pessoas com desconforto térmico localizado (DR), as normas ASHRAE 55 (2010) e ISO 7730 (2005) apresentam equação que estabelece a porcentagem de votos dos insatisfeitos (PPD), encontrada através da equação 3, que leva em consideração o PMV calculado.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2)$$

Equação 03

Para efeito da norma ISO 7730 (2005), os insatisfeitos termicamente são as pessoas que votam $-2 \leq PPD \leq +2$, ou seja, consideram o ambiente quente, morno, frio ou gelado; então os satisfeitos termicamente com o ambiente votam entre $-2 < PPD < 2$. Estes se sentem termicamente neutros, ligeiramente mornos ou ligeiramente frios. O PPD prevê a porcentagem de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente térmico, conforme figura 2. O $PMV = 0$ indica a neutralidade térmica entre o corpo e o ambiente. Contudo, este índice não indica, necessariamente, que o indivíduo está em conforto.

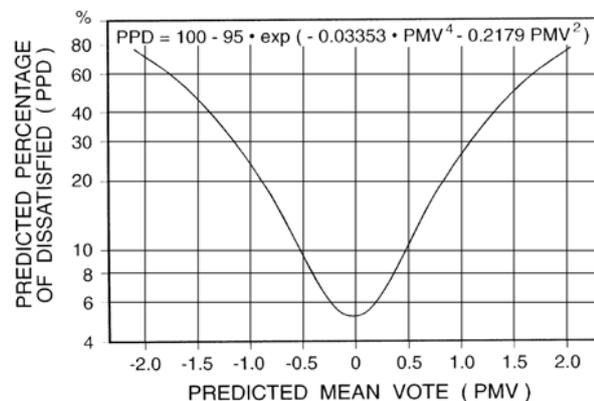


Figura 2 - PPD em função do PMV

Fonte: ISO 7730 (2005) / ASHRAE 55(2010).

Um ambiente é considerado aceitável termicamente quando 80% dos seus ocupantes estão satisfeitos termicamente com o ambiente, ou seja, 80% das avaliações térmicas estão com PMV entre -2 e 2, tanto analiticamente como subjetivamente. Ao tratar de ambientes de escritório, a norma ISO 7730 (2005) prevê parâmetros de 6% de pessoas com desconforto (PPD) e recomenda que todos os parâmetros apresentados devam ser satisfeitos simultaneamente para cada categoria, em todos os critérios, conforme tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - PPD e PMV por Categoria de Ambientes, 2005

Category	Thermal state of the body as a whole		Local discomfort			
	PPD %	PMV	DR %	PD % caused by		
				vertical air temperature difference	warm or cool floor	radiant asymmetry
A	< 6	- 0,2 < PMV < + 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < + 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < + 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Fonte: ISO 7730 (2005).

Devido à precisão dos instrumentos de medição e aos parâmetros de entrada, pode ser difícil verificar se o PMV está em conformidade com a categoria “A”, tabelas 3 e 4. A verificação pode ser baseada no intervalo equivalente de temperatura operativa (T_o), conforme tabela 5.

Tabela 4 - Diferença de temperatura do ar ente cabeça e tornozelo, 2005

Category	Vertical air temperature difference ^a °C
A	< 2
B	< 3
C	< 4

^a 1,1 and 0,1 m above floor.

Fonte: ISO 7730 (2005).

Tabela 5 - Critérios para vários tipos de construção, 2005

Type of building/space	Activity W/m ²	Category	Operative temperature °C		Maximum mean air velocity ^a m/s	
			Summer (cooling season)	Winter (heating season)	Summer (cooling season)	Winter (heating season)
Single office Landscape office	70	A	24,5 ± 1,0	22,0 ± 1,0	0,12	0,10
Conference room Auditorium		B	24,5 ± 1,5	22,0 ± 2,0	0,19	0,16
Cafeteria/restaurant Classroom		C	24,5 ± 2,5	22,0 ± 3,0	0,24	0,21 ^b
Kindergarten	81	A	23,5 ± 1,0	20,0 ± 1,0	0,11	0,10 ^b
		B	23,5 ± 2,0	22,0 ± 2,5	0,18	0,15 ^b
		C	23,5 ± 2,5	22,0 ± 3,5	0,23	0,19 ^b
Department store	93	A	23,0 ± 1,0	19,0 ± 1,5	0,16	0,13 ^b
		B	23,0 ± 2,0	19,0 ± 3,0	0,20	0,15 ^b
		C	23,0 ± 3,0	19,0 ± 4,0	0,23	0,18 ^b

^a The maximum mean air velocity is based on a turbulence intensity of 40 % and air temperature equal to the operative temperature according to 6.2 and Figure A.2. A relative humidity of 60 % and 40 % is used for summer and winter, respectively. For both summer and winter a lower temperature in the range is used to determine the maximum mean air velocity.

^b Below 20 °C limit (see Figure A.2).

Fonte: ISO 7730 (2005).

Os dados desta tabela foram baseados em pressupostos que consideram níveis típicos de atividade, isolamento das roupas de 0,5 clo durante o verão e 1,0 clo durante o inverno e turbulência do ar de aproximadamente 40% (ISO 7730, 2005).

Ambas as normas, ISO 7730 e ASHRAE 55, fornecem parâmetros de conforto térmico, mas deixam claras a existência de variação a depender do grau de adaptação do indivíduo à temperatura. Halawa e Hoof (2012) afirmam que “pessoas acostumadas a trabalhar e viver em climas quentes podem ter mais facilidade de aceitar e manter um desempenho de trabalho superior em ambientes quentes que aqueles que vivem em climas mais frios”. Isto é comprovado pelas pesquisas de Chen e Chang (2012), Zhang e Yang (2008).

2.1.3 Desconforto Localizado

As condições de conforto podem ser mensuradas e avaliadas para o corpo como um todo, porém existe a necessidade de se identificar a existência de algum desconforto localizado em parte do corpo. As pessoas que desenvolvem atividades sedentárias com atividade metabólica baixa estão suscetíveis ao desconforto localizado, quando, por exemplo,

existe grande diferença de temperatura entre os elementos que estão à sua volta. Segundo a norma ISO 7730 (2005), a causa mais comum deste tipo de desconforto é o ambiente arquitetônico. O desconforto térmico localizado é causado por arrefecimento ou aquecimento indesejado, que afeta uma ou mais partes do corpo. Segundo a norma existem três tipos de desconforto: o primeiro pode ser causado pela proximidade de parte do corpo com uma superfície mais quente ou fria que o desejado, sendo chamado de temperatura radiante de assimetria, a exemplo de paredes externas de edificações; o segundo é causado pela velocidade dos ventos acima do desejado, que pode estar associada a soluções construtivas dos ambientes os quais permitem movimentação do ar de forma desagradável; e o terceiro se dá pela diferença anormal de temperatura entre o tornozelo e a cabeça.

Para a norma ISO 7730 (2005), a causa mais comum de desconforto localizado está relacionada à movimentação indesejada de ar, gerando grande diferença de temperatura entre o ar na altura do piso e o ar na altura da cabeça, o que leva a uma diferença de temperatura muito elevada entre o tornozelo e a cabeça. Há ainda o desconforto pela corrente de ar, que afeta parte de um corpo, ou a proximidade com uma superfície, que emite energia térmica a ponto de gerar desconforto em parte do corpo. Como exemplo, têm-se os pisos e paredes. A norma estabelece parâmetros de temperatura operativa e velocidade do ar em função do tipo do ambiente, classificando-os em A, B e C, conforme tabela 6. Esta pesquisa foi aplicada em espaço de trabalho tipo escritório paisagem e escritório único, e os parâmetros previstos foram os da categoria “A”.

Tabela 6 - Critérios térmicos para espaços em diversos tipos de construção, 2005

Espaço	Atividade W/ m ²	Categoria	Temperatura operativa °C		Velocidade máxima do ar m/s	
			Verão (estação de arrefecimento)	Inverno (estação de aquecimento)	Verão (estação de arrefecimento)	Inverno (estação de aquecimento)
Escritório único	70	A	24,5 +/- 1,0	22,0 +/- 1,0	0,12	0,10
Escritório paisagem						
Sala de conferencia	70	B	24,5 +/- 1,5	22,0 +/- 2,0	0,19	0,16
Auditório						
Cafeteria/restaurante						
Sala de aula		C	24,5 +/- 2,5	22,0 +/- 3,0	0,24	0,21

Fonte: ISO 7730 (2005).

A porcentagem de insatisfeitos, devido ao desconforto térmico localizado em um ambiente, pode ser obtida pela fórmula abaixo:

Medição de Desconforto Localizado em Projeto (DR) - (ISO 7730, 2005)

$$Dr = (34 - t_{a,i})(v_{a,i})^{0,62} (0,34 * v_{a,i} * tu + 3,14) \quad \text{Equação 02}$$

Para:

$v_{a,i} < 0,005 \text{ m/s}$ usar $v_{a,i} < 0,005 \text{ m/s}$;

$DR > 100\%$ usar $DR = 100\%$

Onde:

$t_{a,i}$ - Temperatura do ar, em graus Celsius, 20 °C a 26 °C;

$v_{a,i}$ - Representa a velocidade média do ar local, em metros por segundo, < 0,5 m / s;

Tu - Representa a intensidade de turbulência local, em porcentagem, de 10% a 60% (se não forem conhecidos, 40% podem ser usados).

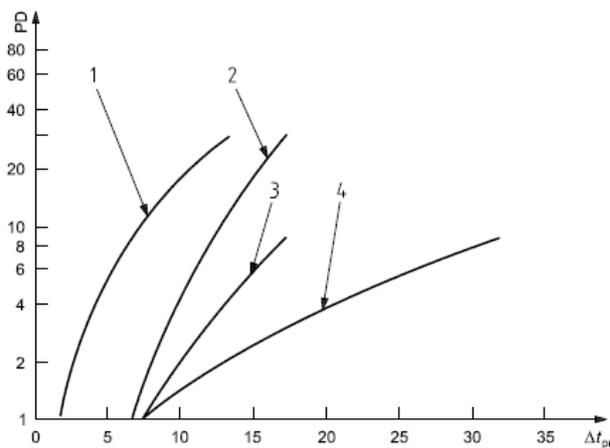
A SAHRAE 55/2010 estabelece valores de referência para a porcentagem de pessoas que se sentem insatisfeitas com cada fonte de desconforto térmico localizado, conforme a tabela 7.

Tabela 7 - Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas Devido ao Desconforto Térmico Localizado, 2010

Causado por corrente de ar no ambiente	Causado por diferença vertical de temperatura de ar	Causado por piso frio ou quente	Causado por radiação térmica assimétrica
<20%	<5%	<10%	<5%

Fonte: ASHRAE 55/2010.

A norma ISO 7730 (2005) atribui ao projeto a causa do desconforto localizado e apresenta critérios para a porcentagem de insatisfeitos com os elementos construtivos associados, conforme figura 3.



ONDE,

PD - percentual de insatisfeitos (%);

Δt_{pr} - temp. radiante de assimetria (° C);

1 - teto quente - (+/- 30%);

2 - paredes frias - (+/- 30%);

3 - teto frio - (+/- 8%);

4 - parede quente - (+/- 8%)

Figura 3 - PPD Causado por Assimetria de Temperatura Radiante

Fonte: ISO 7730 (2005).

Observando a porcentagem de insatisfeitos em função de elementos arquitetônicos é possível estimar se o ambiente construído gera conforto térmico a maior parte de seus ocupantes, figura 3, é possível estimar a quantidade máxima de usuários insatisfeitos e avaliar qual elemento construído gera maior desconforto. Observa-se que a mensuração analítica e subjetiva do PMV, a verificação da porcentagem de insatisfeitos (PPD), a porcentagem de pessoas com desconforto localizado (DR), e os parâmetros térmicos dos elementos arquitetônicos, como piso, paredes, forro, apresentados pelas normas, permitem verificar e adequar os espaços arquitetônicos à maioria dos ocupantes.

2.1.4 Abordagem Adaptativa

Resultados de avaliações de conforto térmico em ambientes reais naturalmente ventilados têm apresentado variações de preferência térmicas, que fundamentam a abordagem adaptativa, onde o conforto se dá em uma faixa mais ampla que a indicada pelas normas. Esta abordagem baseia-se no princípio que fatores contextuais adaptativos, história térmica individual e aspectos culturais modificam as expectativas térmicas dos ocupantes e as preferências (DEAR, 2004).

Batiz et al. (2009) e Halawa e Hoof (2012) afirmam que a abordagem adaptativa foi desenvolvida por Humphreys, Nicol e Mahoney, e muitas pesquisas e trabalhos têm confirmado que há discrepância entre o modelo apresentado pela norma e a preferência

térmica das pessoas em edificações naturalmente ventiladas. Dear e Candido (2012) afirmam que a abordagem adaptativa foi inserida na norma Americana ASHRAE 55 (2004) após análise de mais de vinte mil pesquisas sobre conforto térmico interior e microclima de edifícios em todo o mundo.

Outra norma que também considera a abordagem adaptativa é a Europeia EN 15251 (2007). O banco de dados ASHRAE 55 (2004) registra que as temperaturas interiores de edificações naturalmente ventiladas estavam relacionadas à temperatura externa no momento da pesquisa, provocando um número mínimo de preferências de condições mais quentes ou mais frias, conforme equação 4 a seguir.

Temperatura de conforto térmico em função da temperatura exterior.

$$T_{\text{conf}} = A * t_{\text{a.ext}} + B$$

Equação 04

Onde,

t_{conf} = temperatura de conforto °C

$t_{\text{a.ext}}$ = temperatura média mensal °C

A e B = Constantes

Nestes espaços, os ocupantes podem sentir-se confortáveis termicamente com um espaço levemente quente ou levemente frio, sendo que a temperatura interna é muito influenciada pela externa. Neste tipo de edificação, os indivíduos estão sujeitos a maiores variações de temperatura, o que os torna mais tolerantes termicamente, pois fazem ajustes de elementos como janelas operáveis e o uso de roupas, a fim de alcançarem conforto térmico (HALAWA e HOOFF, 2012).

Sobre o assunto, a norma ISO 7730 (2005) diz que depender da adaptação pode existir preferências por ambientes mais quentes ou mais frios, devido às preferências térmicas locais ou nacionais. Autores como Zhang e Yang (2008) e Cândido (2010) confirmam isto em suas pesquisas, ao concluírem que pessoas de clima quente preferem temperaturas internas mais altas e maior velocidade de ar do que as que as pessoas que vivem em climas frios, e estes parâmetros são diferentes da norma.

Moujalled et al.(2008) dizem que o padrão atual de conforto térmico para edifícios, baseada no modelo estático, é aceitável em edifícios com ar-condicionado, mas não é

confiável para o caso de edifícios naturalmente ventilados. Diversos estudos de campo confirmam que os ocupantes de edifícios naturalmente ventilados aceitam e preferem uma maior variedade de temperaturas em comparação com os ocupantes de edifícios que usam climatização mecânica (MISHRA e RAMGOPAL, 2013; ZHANG et al., 2008).

Os resultados destes e outros estudos têm contribuído para o desenvolvimento da abordagem adaptativa do conforto térmico. A ANSI/ASHRAE 55(2010) traz importantes avanços, os quais são frutos de pesquisas recentes que avaliam termicamente espaços naturalmente ventilados. São elas:

- Velocidade de ar superior aos padrões até então aceitos;
- A intervenção dos usuários a fim de adequar o ambiente termicamente;

Métodos diferentes são usados para a aquisição de temperatura média ao ar livre, incluindo uma média ponderada de temperaturas diárias. Candido e Dear (2012) dizem que, especialmente em ambientes naturalmente ventilados, a nova versão da norma ASHRAE 55 (2010) apresenta três avanços importantes:

- Incremento do movimento do ar versus desconforto por correntes;
- A necessidade de mecanismos de controle ambiental e seu impacto na satisfação dos ocupantes;
- A busca de deleite térmico no ambiente construído.

Dear et al. (2013) afirmam que em função das mudanças climáticas das últimas décadas, os estudos de conforto térmico têm gerado inovações tecnológicas capazes de gerar conforto com menor impacto ambiental. Segundo eles, a principal mudança ocorreu com a aceitação de conforto adaptativo, que apresenta novos parâmetros para a preferência de velocidade de ar, além da crescente procura por edifícios com eficiência energética que proporcionem ambientes internos confortáveis.

Halawa e Hoof (2012) afirmam que, embora a abordagem adaptativa reflita melhor a sensação térmica dos ocupantes em edifícios ventilados naturalmente, é importante lembrar que, do ponto de vista metodológico, existem inúmeras questões sobre a abordagem adaptativa a serem estudadas, em particular os seus fundamentos e sua aparente negligência de vários fatores que afetam as condições térmicas dos ambientes reais naturalmente ventilados.

Os elementos arquitetônicos do envelope construído são variáveis que, de forma isolada ou conjuntamente, pode influenciar a sensação e percepção de conforto dos usuários de uma construção, pois são eles que limitam o espaço interno do externo. Estes elementos

permitem, além de segurança, condições de conforto necessárias ao desenvolvimento das atividades humanas.

Com base nas inferências das pesquisas apresentadas, acredita-se que identificar quais variáveis arquitetônicas mais se associam ao conforto térmico dos ocupantes pode gerar informação de projeto que melhore o conforto térmico e a produtividade dos usuários. É dentro desta perspectiva que esta pesquisa está inserida.

2.2 ARQUITETURA DAS CONSTRUÇÕES

É dentro das construções que os indivíduos passam a maior parte do tempo. Cada uma delas é construída para atender um conjunto de necessidades específicas em função das atividades a serem desenvolvidas fazendo com que as pessoas estabeleçam uma relação de uso com as edificações. Desenvolver projetos que atendam bem as diversas necessidades é tarefa dos arquitetos/projetistas que buscam conhecer demandas a ser atendida, a localidade onde a edificação será construída, assim como as tecnologias disponíveis para sua execução.

A compatibilização destes fatores permite que as construções atendam aos usos e às necessidades dos seus usuários, assim como permite boa integração com o ambiente em sua volta. Sendo assim, arquitetura é definida por Burden (2006, p. 42) como: “a arte e a ciência que projeta e constrói edificações ou grupos de edificações, de acordo com critérios estéticos e funcionais”. As construções sofrem mudanças ao longo dos tempos e agregam valores específicos em função de contextos temporais e regionais. Atualmente, a arquitetura tem se afastado de considerar somente aspectos estéticos, construtivos e funcionais do edifício para atender as necessidades relacionadas à percepção e satisfação dos usuários, e à integração com o ambiente, o que tem gerado projetos mais centrados no usuário e no meio ambiente (ELALI, 1997).

Pesquisadores sugerem que, para ocorrer uma maior integração entre os usuários e o ambiente arquitetônico, faz-se necessário não somente conhecer as preferências dos usuários, como também a sua percepção com relação à construção. É ainda importante conhecer as características da região/área onde a edificação será ou está erguida. Tudo isto se dá através da geração de dados que possam ser analisados e transformados em informações e demandas

a serem atendidas pelas edificações, permitindo maior e melhor integração entre a edificação e seus usuários.

Para Araújo (2012), “deve existir uma preocupação em criar condições adequadas ao desenvolvimento de atividades e o bem-estar dos trabalhadores”, já que eles são afetados pelo meio. Elali (1997) afirma que “a Psicologia Ambiental habilita-se a ser o ramo da ciência, constituindo-se *locus* entre o conhecimento psicológico e o arquitetônico, contribuindo para a produção de um ambiente mais humanizado e ecologicamente coerente”. Assim, como a Psicologia Ambiental busca entender como o ambiente influencia o psicológico, a Ergonomia Ambiental busca entender como as pessoas interagem com o espaço e quais as consequências sobre os indivíduos. Existe uma interação contínua e dinâmica entre pessoas e seus arredores que produz esforço fisiológico e psicológico nas pessoas (PARSONS, 2000).

Araújo (2012) aponta três tipos de efeitos dos ambientes sobre o ser humano: os que afetam a saúde, os que afetam o conforto e os que afetem o desempenho. Acredita-se que os aspectos apresentados pelo autor apresentam relações de dependência, pois a saúde contribui para conforto que, por sua vez, interfere no desempenho, já que em análises de desempenho e conforto térmico é necessário desconsiderar os doentes, pois sua condição pode alterar o resultado da pesquisa (LAN, et al. 2010; ARAÚJO, 2012).

Na Ergonomia Ambiental torna-se fundamental a avaliação do contexto ocupacional, pois seus princípios e métodos identificam fatores ambientais que afetam pessoas, sendo parte integrante da disciplina da ergonomia, por isso, deve ser visto e praticado a partir dessa perspectiva. Portanto, cabe à arquitetura amenizar condições de desconforto que reduzam o desempenho e problemas de saúde, usando princípios e orientações da Ergonomia Ambiental (PARSONS, 2000; ARAÚJO 2012).

Em pesquisa sobre a influência das configurações espaciais em local de trabalho e a percepção dos ocupantes, os pesquisadores Hua et al. (2011) sugerem que o *layout* e a organização interna do espaço de trabalho contribuam para desempenho dos trabalhadores, pois podem facilitar ou não a distração e a comunicação. Então, locais de trabalho devem ser cuidadosamente projetados para garantir espaço com qualidade e bem-estar aos trabalhadores. Em outra pesquisa que avalia a relação das janelas, luz solar, vista do local de trabalho e o estresse ocupacional, Rashid e Zimring et al. (1998) mostraram que existe um efeito significativo e direto entre a penetração da luz solar sobre a satisfação no trabalho, a intenção de parar de fumar e o bem-estar geral dos trabalhadores.

Segundo Danielsson e Bodin (2008), o ambiente de escritório é visto como uma ferramenta de gestão e o ambiente físico como um dispositivo para alcançar maior

eficiência do trabalho e uma melhor interação entre os funcionários. As normas internacionais que abordam a ergonomia e o ambiente físico apresentam métodos práticos para avaliar as respostas humanas aos componentes que compõem o espaço, porém, os seres humanos possuem características que respondem diretamente a estímulos ambientais e devem servir como parâmetro de medição, a fim de verificar se a avaliação analítica corresponde à subjetiva (PARSONS, 2000).

Sobre conforto térmico em edificações, a ISO 7730 (2005) diz que as avaliações devem ser realizadas considerando o período de tempo em que a edificação está sendo usada. As avaliações devem acontecer para diferentes tipos de construção e sistema de climatização (ventilação natural, aquecimento ou ar condicionado), tanto em ambientes reais ou em simulações. Considerações econômicas e/ou ambientais podem levar a avaliações com intervalos de tempo limitados em que o PMV fique fora do estabelecido pela referida norma, sendo que a norma adota diferentes categorias de conforto. Caso estes parâmetros de conforto térmico não sejam atendidos, há de se ter um custo alto para aquecimento e/ou resfriamento independente da solução construtiva adotada. Portanto, faz-se necessário estabelecer valores de conforto para longo período (estação, ano), para que se possa comparar o desempenho de modelos e sistemas construtivos (ISO 7730, 2005).

Estas contribuições sugerem que o ambiente arquitetônico é o espaço físico onde a Ergonomia Ambiental se processa, onde ocorre a interação entre o ambiente e o ser humano, onde tarefas são executadas. Estes espaços são dinâmicos, sofrem influência e influenciam o homem, podendo contribuir para o desempenho dos funcionários, alterando o custo humano necessário ao desempenho de tarefas.

2.2.1 Fatores que Influenciam às Construções

Kwok e Grondzik (2013), ao discutir as vertentes que um projetista precisa abordar para adequar, atender e cumprir demandas que irão influenciar uma construção, afirmam que projetar é uma busca multifacetada por soluções que atentam para as demandas inerentes ao projeto; tendo este, caráter único. O programa de necessidades, também conhecido como exigência do projeto, é desenvolvido pelo arquiteto junto com o cliente a partir de um

conjunto de informações que são levantadas com o objetivo de atender necessidades futuras, requisitos específicos de usos, leis municipais, códigos e normas (NBR 6492, 1994).

As soluções arquitetônicas adotadas para atender os requisitos do projeto influenciam no comportamento das edificações, pois o *layout*, orientação solar, forma, aberturas, pé-direito, materiais de construção trazem, em si, a possibilidade de responder de diferentes formas as demandas do projeto. A distribuição adequada de paredes, janelas, beiras e elementos de sombreamento podem trabalhar para produzir diferentes formas de desconforto; entre eles o térmico, dentro das edificações (KWOK e GRONDZIK, 2013).

São muitas as variáveis ambientais externas que influenciam no comportamento das construções. Frota (2003), por exemplo, lista a oscilação diária e anual de temperatura, umidade relativa, quantidade de radiação solar incidente, nebulosidade, época do ano, sentido dos ventos e índices pluviométricos. Kwok e Grondzik (2013, p. 78) completam afirmando que “cada terreno é único e possui características únicas”, sendo assim, um mesmo projeto implantado em terrenos diferentes terá respostas ambientais diferentes, pois os fatores que o influenciam são únicos. A relação entre as características arquitetônicas, o ambiente interno, o externo e as preferências térmicas humanas, bem como sua relação com o desempenho humano, podem ser constatadas em diversas pesquisas:

Souza e Rodrigues (2012) identificaram que a taxa de renovação do ar é 3,5 vezes maior em ambientes com ventilação cruzada, e que a profundidade do espaço pode contribuir para a estagnação do ar no espaço. Destacam, ainda, que a condição de entorno das edificações, apesar de complexa e imprevisível, é importante para a eficiência das edificações naturalmente ventiladas. A ventilação dentro das edificações ocorre por meio das aberturas que permitem que o ar circule com maior ou menor intensidade em função das suas dimensões, posicionamento e da existência ou não de obstáculos internos ou externos.

As condições térmicas ambientais de um espaço podem interferir tanto na saúde como no bem-estar humano; assim como no desempenho e produtividade, pois engloba um conjunto de variáveis que condicionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente, onde o indivíduo se encontra, possibilitando ou não o conforto térmico (ARAÚJO, 2012).

O trabalho de Candido et al. (2010) mostram resultados que indicam existir uma maior preferência por maior movimentação de ar que as previstas nas normas de conforto. A ASHRAE 55 (2010) e ISO 7730 (2005) atribuem a preferência por maior ventilação à necessidade de restabelecer condições de conforto térmico.

Em outro trabalho, os mesmos autores afirmam que:

[...] quanto mais expostos a ambientes naturalmente condicionados os ocupantes tendem a preferir ventilação natural e ventiladores. Por sua vez, quanto mais expostos a ambientes com ar-condicionado, mais os ocupantes preferem esse tipo de condicionamento [...] (CANDIDO et al., 2011, p. 147).

Zhang et al. (2008), em uma avaliação de aceitabilidade térmica, revelam que o ambiente térmico interno em edifícios naturalmente ventilados não satisfaz aos 80% de aceitabilidade térmica, prescrito pela ASHRAE 55 (2010) e ISO 7730 (2005), e as pessoas tendem a se sentir mais confortáveis em ambientes com ar-condicionado. Esta pesquisa apresenta, em seus resultados, que os ambientes naturalmente ventilados tiveram aceitação de variabilidade térmica maior que os climatizados. Em seus estudos, as temperaturas ambientes dos espaços naturalmente ventilados variam entre 25°C a 31,6°C e aqueles com climatização artificial variaram entre 25,1°C a 30,3°C. Este resultado indica que os ocupantes de espaços com ventilação natural são um pouco mais tolerantes a variações de temperatura. As temperaturas preferidas foram 27,9°C e 27,3°C, sendo 0,4°C mais frias que as neutras. Analisando os resultados desta pesquisa, questiona-se se esta diferença de 0,6°C entre as temperaturas preferidas poderia ser alcançada por diferentes variáveis arquitetônicas.

Souza e Rodrigues (2012) alertam para fontes internas de calor, pois estas podem levar a uma maior recirculação do ar interno e gerar condição de desconforto térmico interno, ocasionado pela elevação da temperatura interna em relação às condições climáticas externas. Este resultado sugere que fatores internos às edificações naturalmente ventiladas podem alterar a temperatura interna gerando desconforto.

Kuchen et al. (2011), buscando desenvolver uma ferramenta para avaliar o conforto térmico em espaços de trabalho de edifícios de escritório, analisaram os trabalhos de Araújo e Araújo (1999), Yoon et al. (1999), Fanger (1974) e Xavier (2000), Lamberts e Volpato (2000) e mostram que a aceitação térmica dos indivíduos difere em espaços com ventilação natural e ar condicionado, o que também é apresentado na pesquisa de Candido et al. (2011) e no estudo revisional de Mishra e Ramgopal (2013).

A pesquisa aplicada por Kuchen et al. (2011) em 30 prédios de escritório em diferentes cidades da Alemanha, onde eram realizadas atividades de escritório e apresentavam sistemas térmicos diferentes - climatização total, climatização parcial e sem climatização -, apresentou que as condições ambientais interiores das edificações variam em função das estações do ano, pois foram observadas significativas oscilações de temperatura operativa entre as estações do ano. Dentro dos períodos climáticos transitórios e do verão foram

observadas grandes oscilações, sendo que os edifícios sem climatização apresentaram condições térmicas mais variadas.

A pesquisa também identificou que variáveis como o nível de atividade metabólica não apresentou variação anual significativa, embora tenha se apresentado acima do estabelecido pela norma para atividade sedentária. Já o isolamento da vestimenta varia por gênero e em função da estação do ano. A aceitabilidade de velocidade do ar também apresentou variação entre o inverno e verão, pois estas variáveis interferem na significativamente na sensação de conforto como já citado (KUCHEN, et al., 2011).

Para Candido et al. (2011), o projeto de um edifício deve adequar-se às características da zona climática onde será edificado, tendo em conta as estratégias bioclimáticas. Entre os requisitos que devem ser considerados estão a orientação e o planejamento local, estratégias bioclimáticas, planejamento de aberturas (localização, dimensão, operacionalização de aberturas), dispositivos complementares com protetor solar, coletores de vento e dispositivos mecânicos de climatização quando necessários. Para a autora, combinar aceitabilidade térmica e aceitabilidade no movimento do ar é o desafio dos arranjos espaciais de ambientes internos e do envelope da edificação.

A NBR 15575-1(2013) estabelece níveis de desempenho térmico mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) para recintos de permanência prolongada em edificações residenciais. Estes valores são para espaços sem fonte de calor, como ocupantes, lâmpadas e equipamentos. Optou-se por citar esta norma com referência por não existir norma brasileira para espaços comerciais.

Estas contribuições sugerem que as construções e o modelo de avaliação de conforto térmico devam ser feitos observando variáveis próprias do entorno local, assim como diferenças climáticas estacionais, geográficas, culturais e aceitabilidade térmica. Ao se considerar estas variáveis, é possível desenvolver construções que potencializem o funcionamento de edifícios com diferenças nos sistemas de ventilação/climatização, a fim de possibilitar maior conforto aos usuários e reduzir o custo ambiental das edificações.

2.2.2 Orientações Bioclimáticas para Ponta Grossa – PR

Conhecer as características ambientais do entorno de uma edificação é condição necessária para avaliá-la, visto que ela sofre interferência do meio onde está inserida, bem

como o altera. Conforme dados do plano diretor de Ponta Grossa, a cidade está localizada no Estado do Paraná, na região do segundo Planalto Paranaense, e situa-se entre 25° 09' S e 50° 16' O. Possui área total de 2.068 km², a altitude média do município é de 975 m e a população atual da cidade é de 311.611 habitantes. A cidade tem economia agroindustrial. Possui clima subtropical úmido mesotérmico e apresenta as seguintes características: regime térmico relativamente constante, com temperatura média anual entre 17° a 18° C, média mínima entre 13° a 14° C e máxima entre 24° a 25° C; umidade relativa no ar possui uma média geral de 65,3 %; velocidade média dos ventos é de 3,6 m/s (cerca de 13 km/h), sendo o vento nordeste claramente dominante e aparece durante mais da metade dos dias do ano. Os ventos das geadas advêm, geralmente, do Sudoeste ou do Noroeste. Segundo a norma ABNT 15220 (2013), a cidade de Ponta Grossa está localizada na Zona 2, conforme apresenta a figura 4, e deve cumprir estratégias de condicionamento térmico passivo nas tabelas 8, 9 e 10.

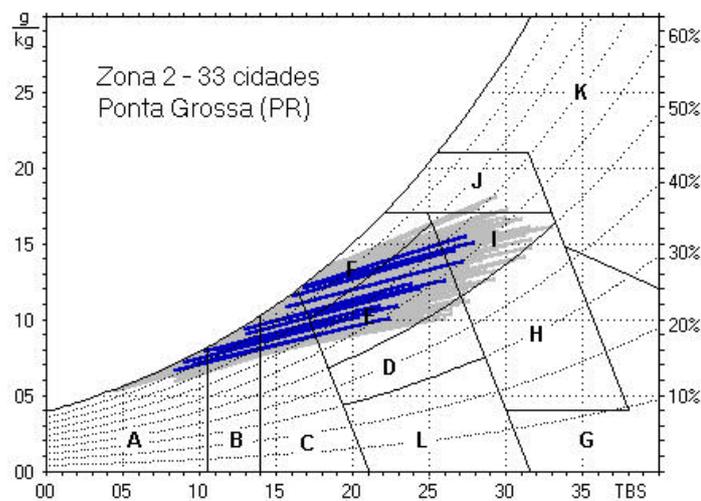


Figura 4 – Zona 2 Códigos Bioclimática Brasileiro
Fonte: NBR 15220(2013).

Tabela 8 – Zona 2 Abertura para ventilação e sombreamento, 2013

Abertura para ventilação	Sombreamento das aberturas
Médias: 15% < A < 25%	Permitir sol durante o inverno

Fonte: NBR 15220 (2013).

Tabela 9 – Zona 2, critérios para vedação externa – 2013

Vedações externas			
	Transmitância térmica- U W/m ² .K	Atraso térmico- ϕ HORAS	Fator solar - FSo %
Paredes: leve	$U \leq 3,00$	$\phi \leq 4,3$	FSo $\leq 5,0$
Cobertura: leve isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	FSo $\leq 6,5$

Fonte: NBR 15220 (2013).

Verão	Ventilação cruzada
Inverno	Aquecimento solar da edificação
	Vedações internas pesadas (inércia térmica)

Quadro 1 - Zona 2 Estratégia de condicionamento térmico passivo

Fonte: NBR 15220 (2013).

Estas recomendações melhoram a eficiência térmica das construções, como mostra o trabalho de Michaloski (2001), que constatou que quando analisadas as medidas de transmitância térmica das paredes, atraso térmico das paredes, redução da transmitância da cobertura e aumento da inércia da cobertura, as simulações indicam que a principal variável que melhora o desempenho térmico, considerando o local da pesquisa, é o aumento da inércia térmica das paredes, seguida da redução da transmitância térmica das paredes. Logo, este elemento arquitetônico é importante para o isolamento térmico das construções.

Uma pesquisa aplicada em Florianópolis encontrou a correlação entre as características arquitetônicas e construtivas, e o consumo de energia elétrica. A análise dos parâmetros da tipologia construtiva de edifícios de escritórios, que mais influenciam no consumo de energia elétrica, revelou que a cada 10% de aumento da área de janela na fachada obtêm-se um aumento de 2,9% no consumo de energia elétrica, sendo esta variável a mais significativa entre as estudadas (SANTANA, 2006).

Complementando este pensamento, a pesquisa de Gómez et al. (1995) concluiu que os edifícios que têm maior face voltada para a orientação leste e oeste, têm maiores consumos de energia, com diferença de 4% de consumo energético. Esse resultado sugere que a orientação solar, aliada à forma geométrica, pode influenciar no desempenho térmico de uma edificação. Kershaw e Lash (2013) afirmam que as mudanças climáticas devem trazer mudanças drásticas na arquitetura, no comportamento dos ocupantes e no uso de refrigeração artificial para manter o conforto térmico no futuro. Desta forma, ao se projetar um edifício, deve haver preocupação com sua forma, orientação e com os componentes do envelope

(paredes, aberturas e cobertura), pois eles têm relação com as cargas térmicas e a eficiência energética da edificação (SALDANHA, 2012).

2.3 ERGONOMIA E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Estudos em ambientes de escritório simulado têm fornecido evidências convincentes de que a temperatura ambiente do ar tem efeitos consideráveis sobre o desempenho dos trabalhadores e que este é mensurável dentro de uma faixa de temperatura aceitável (THAM e WILLEM, 2010; LAN. et al, 2010)

Autores usam avaliações de desempenho para medir a produtividade, pois permite mensurar o quanto um indivíduo estar sendo solicitado ao realizar uma tarefa, é o chamado custo humano. Este custo humano pode ser físico, psíquico, cognitivo e emocional. Várias são as ferramentas usadas para identificar e mensurar o custo humano no desempenho de suas tarefas, principalmente as cognitivas. Entre as ferramentas está a mensuração da carga mental de trabalho que envolve aspectos psíquicos e cognitivos, e não é apenas oriunda do trabalho, mas também de fatores individuais, socioculturais e ambientais (CARDOSO e GONTIJO, 2012).

Lan et al. (2010) afirmam que não existe procedimento padrão para medir produtividade em trabalhadores de escritório, sendo este um desafio das pesquisas ergonômicas que utilizam diferentes testes para medir a produtividade.

Oliveira (2010) levantou uma lista de avaliações ergonômicas feitas em trabalhadores que investigam o estresse, a ansiedade e a depressão de trabalhadores. Estas avaliações vêm sendo feitas por instrumentos cognitivos e subjetivos, como mostra o quadro 1, que traz uma lista de instrumentos e suas finalidades.

(continua)

AUTOR	CONTRIBUIÇÃO
Alves et al. (2004).	Investiga o estresse relacionado ao trabalho e privilegia duas dimensões psicossociais no trabalho. É feito por questionário.
Escala de ansiedade de Beck (Beck Anxiety Inventory)	Mede a ansiedade por meio de 21 itens que refletem somaticamente, cognitivamente e afetivamente os sintomas característicos de ansiedade.

(conclusão)

AUTOR	CONTRIBUIÇÃO
Inventário de Beck para depressão (BECK et al., 1961).	Mede a depressão
Escala de Oliveira-Castro, Borges-Andrade e Pilatti (1999).	Busca investigar a carga de trabalho, a gestão de desempenho; as práticas organizacionais de ascensão, promoção, salários e o suporte material sobre o trabalhador.
Martins e Santos (2006)	Adaptaram e validaram uma escala de satisfação no trabalho, sua escala engloba quatro fatores de satisfação com o trabalho: reconhecimento profissional; utilidade social da organização e do trabalho; suporte organizacional e relacionamento afetivo no trabalho. Com este questionário é possível identificar os fatores de insatisfação (com a falta de suporte social e com a sobrecarga de trabalho).
Ferreira et al. (2006).	Desenvolveram um questionário para avaliar a motivação associada com a organização do trabalho, com realização e poder, com o desempenho e com o envolvimento de trabalhadores em suas atividades.

Quadro 2 - Métodos de Avaliação de Carga Cognitiva**Fonte: Oliveira (2010).**

Diante do exposto, é possível observar que existem diversas técnicas de avaliação da carga cognitiva do trabalho, sendo necessário identificar a melhor ferramenta em função do objetivo da pesquisa e perfil dos pesquisados.

A escolha da melhor ferramenta pode ser conseguido com orientação de um profissional de psicometria, visto que a psicometria é a técnica de avaliação e mensuração dos processos mentais que tem como objetivo explicar e mensurar o sentido das respostas individuais dadas pelos sujeitos a uma série de tarefas desempenhadas. Esta teoria trabalha a mensuração quantitativa, a fim de permitir maior precisão dos dados (PASQUALI, 2009).

Velázquez, Lozano e Escalante (1995) classificam a carga do trabalho em física, psíquica e cognitiva, e é exercida com diferentes intensidades em função do tipo de trabalho executado. Já Falzon (2007, p. 87) diz que “fatores físicos (...) podem ter também efeitos no plano psicológico, cognitivo e social, e vice-versa”. Cardoso e Gontijo (2012, p. 879) defendem a importância de “investigar a carga mental, já que esta exerce influência direta na capacidade do homem em utilizar suas habilidades e competências para exercer suas atividades”. Estes autores deixam claras, ainda, as definições das cargas subjetivas de trabalho a que os indivíduos estão sujeitos, conforme o quadro 2.

Conceitos	Definições
Carga psíquica	Cargas que se relacionam aos aspectos afetivos presentes no trabalho ou à significação do trabalho para quem o realiza. Também se relaciona ao modo como o trabalhador se afeta com o trabalho que desempenha.
Carga cognitiva	Refere-se às cargas advindas das exigências cognitivas das tarefas. O uso da memória, da percepção, atenção, concentração, raciocínios e tomada de decisões relacionadas com a tarefa.
Carga mental	Contempla aspectos psíquicos e cognitivos, abrangendo os conceitos da carga psíquica e cognitiva ao mesmo tempo.

Quadro 3 - Síntese de Conceitos e Definições de Cargas de Trabalho Mental.

Fonte: Cardoso e Gontijo (2012).

Cardoso (2010, p. 89) diz que “medidas subjetivas são as mais indicadas para avaliar os níveis de carga mental de trabalho”, orientando que sejam combinados modelos de modo a avaliar a interação do homem com seu trabalho, dando maior consistência aos dados. Cardoso e Gontijo (2012) usaram NASA TLX e o SWAT para medir a carga mental de trabalho por ser, segundo elas, as duas técnicas mais usadas.

Na pesquisa de Lan et al. (2009) foram usados treze ensaios neurocomportamentais para medir o desempenho de trabalhadores de escritório. Estes avaliaram diferentes funções neurocomportamentais, incluindo a percepção visual, memória de trabalho, raciocínio, emoção e funções executivas.

Na pesquisa de Lan et al. (2010), em que se mediu a carga administrativa em trabalhadores de escritório, foi usada a ferramenta NASA-TLX (técnica de avaliação subjetiva multidimensional, que fornece uma estimativa de carga de trabalho associada ao desempenho da tarefa e esforço mental) por ser, segundo a autora, uma avaliação subjetiva de carga de trabalho com maior aceitação entre os usuários e ter menor variabilidade entre os sujeitos.

Segundo Soárez et al. (2007) o Questionário Limitação para o Trabalho (WLQ) validado para o português do Brasil é uma ferramenta confiável e pode ser útil para medir o impacto de problemas de saúde sobre a produtividade de trabalhadores brasileiros. O questionário contém 25 questões que abrangem quatro domínios: gerência de tempo, demanda física, demanda mental-interpessoal e demanda de produção.

Silva et al. (2011) apresentam a validação para o português do Índice de Capacidade para o Trabalho (ICT) como sendo:

Instrumento que avalia a percepção do trabalhador em relação ao quão bem está, ou estará, neste momento ou num futuro próximo, e quão bem ele pode executar seu trabalho, em função das exigências, de seu estado de saúde e capacidades físicas e mentais (SILVA, et al., 2011, p.1083).

Este instrumento é usado na área da saúde ocupacional e abrange sete dimensões: capacidade para o trabalho comparada com a melhor de toda vida; capacidade para o trabalho em relação às exigências físicas; número de doenças atuais diagnosticadas pelo médico; perda estimada para o trabalho por causa de doenças; faltas ao trabalho por doenças no último ano; prognóstico próprio da capacidade para o trabalho daqui a dois anos; e, finalmente, os recursos mentais.

A pesquisa de Araújo (2012), aplicada em atividade de escritório, usou três testes de avaliação cognitiva: o *Digit Span* para avaliar a memória; o teste *Odd One Out* para avaliar a raciocínio; e, por último, o teste *Feature Match* para avaliar a concentração. Estes e outros testes são fornecidos gratuitamente pela Cambridge Brain Sciences, no Instituto de Cérebro e Mente, do Departamento de Psicologia da *The University of Western Ontario*, London, Canadá. Estas ferramentas não estão disponíveis em português e usam o tempo de resposta como parâmetro, portanto inviabilizam sua aplicação nesta pesquisa.

A avaliação de carga mental Nasa TLX é uma das ferramentas mais indicadas e discutidas por pesquisadores (CARDOSO, 2010; LAN, LIAN e PAN, 2010; THAM e WILLEM, 2010) foi desenvolvida pelo Grupo de *Humana Performance* da *NASA Center Ames Research* - EUA, em 1988, por *Hart and Staveland*. Esta ferramenta já foi submetida a uma série de avaliações independentes, em que sua confiabilidade, sensibilidade e utilidade foram avaliadas e comparadas com outros métodos de medição da carga de trabalho (HART, 2006).

Pesquisas recentes apontam que a ferramenta Nasa TLX, como sendo um instrumento que teve boa aceitação pelos respondentes, é considerada menos cansativa, ligeiramente mais sensível em termos de dimensões associadas à carga mental, típica da atividade de escritório e a mais indicada para sujeitos que realizam uma mesma tarefa (CARDOSO, 2012; HART, 2006). Esta ferramenta foi usada por Lan et al. (2010) em trabalhadores de escritório, pois, segundo a autora, é a mais válida para medir carga de trabalho subjetivo, tem menor variabilidade entre sujeitos e é uma ferramenta multicritérios de autoavaliação, que fornece uma estimativa da carga de trabalho global associada à tarefa, desempenho e esforço mental. O Nasa-TLX se baseia em um constructo multidimensional para obter uma pontuação global da carga de trabalho, com base em uma média ponderada

das classificações em seis domínios: demanda mental, demanda física, demandas temporais, desempenho, esforço e nível de frustração (CAO et al, 2009; HART, 2006).

Cardoso (2010) afirma que há a necessidade de construção de instrumento com maior confiabilidade, pois “atualmente nenhum dos instrumentos existentes na literatura especializada cumpre todos os critérios propostos pela teoria”. Esta ferramenta foi escolhida após análise de diferentes metodologias e tentativas de consulta a especialistas em psicometria da UNB e pesquisador da UFSC, conforme apêndice D, e está disponível para *download*, após cadastro, em <http://humansystems.arc.nasa.gov/groups/TLX/computer.php/>. Seu uso é livre para aplicação não comercial.

Diante do exposto, questiona-se se os resultados apresentados em laboratórios se repetem em ambiente real de trabalho. Esta pesquisa irá aplicar a avaliação de carga de trabalho Nasa TLX para medir a produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório em ambiente real de trabalho. Deseja-se verificar se os resultados são similares aos apresentados em ambientes simulados, conforme o questiona Lan et al (2009, 2010).

2.3.1 Condições Térmicas e Desempenho Humano

Buscando o bem-estar do trabalhador, a ergonomia objetiva gerar boas práticas entre o homem e o trabalho por ele desempenhado. Para contemplar todas as variáveis desta relação, é necessário o estudo do desempenho humano em condições reais de trabalho.

A pesquisa de Araújo (2012), que analisou três variáveis do desempenho cognitivo em ambiente termicamente moderado, revela que 49,60% dos trabalhadores estavam insatisfeitos com o ambiente térmico do seu local de trabalho, embora estes se encontrassem dentro das normas ISO 7730 (2005). A pesquisa observou que o tempo de resposta ao teste de memória independe das condições objetivas e subjetivas de conforto térmico, embora tenha relação com desconforto por calor localizado na cabeça e por frio nos pés. Para o teste de raciocínio, os resultados não apresentaram relação com as condições térmicas ambientais; já o teste de concentração apresentou resultados melhores com temperaturas mais quentes e sensações térmicas mais elevadas, pois ambos independem do período do dia. O teste de concentração tendeu a ter resultados diferentes ao longo do dia, apresentando melhores resultados em temperaturas mais elevadas e sensações mais quentes.

As investigações de Wang (2006) sobre o ambiente térmico e conforto térmico em edifícios mostraram que os homens são menos sensíveis às variações de temperatura do que as mulheres. Assim, a temperatura operativa entre os homens foi de 1,1° C inferior ao sexo feminino. Este fato também foi confirmado pela pesquisa de Karjalainen (2012), em que as mulheres apresentaram maior sensibilidade do que os homens para um desvio de temperatura e expressam maior insatisfação, especialmente em condições de baixa temperatura. Diante destes resultados, faz-se necessário caracterizar a amostra da pesquisa por gênero.

A pesquisa de Lan et al. (2010), feita em atividade de escritório, de forma simulada, relaciona os efeitos da temperatura com o bem-estar, carga de trabalho e produtividade, sugerindo que a carga imposta pelos testes neurocomportamentais usados para avaliar a carga de trabalho aumente em ambientes moderadamente desconfortáveis. Sob estas condições, os participantes têm que exercer maior esforço para manter o desempenho.

O desconforto térmico por frio ou calor teve influência negativa sobre a produtividade, sendo que as escalas subjetivas foram suplementos importantes para as medidas neurocomportamentais na avaliação de desempenho. No trabalho de Lan et al. (2009) fica claro que existe outras questões importantes na relação entre o ambiente térmico e a produtividade, pois a sensação térmica não se relaciona apenas com a temperatura do ar, mas também com a umidade, velocidade do ar, roupas.

A pesquisa de Danielsson e Bodin (2008), que relaciona saúde, bem-estar e satisfação de trabalhadores, além dos diferentes tipos de escritório, apresenta as diferenças na percepção dos indivíduos quanto ao estado de saúde e satisfação no trabalho em diferentes tipos de escritórios. Seus resultados apresentam que menor estado de saúde e satisfação foi encontrado em espaços de porte médio e pequeno, com planta livre. Nesses casos, a melhor saúde estava entre os funcionários em escritórios compartimentados e escritórios flexíveis, sugerindo que as características arquitetônicas dos espaços de trabalho podem estar relacionadas à satisfação e saúde do trabalhador.

Contrário a estes resultados, Gaoua (2010) apresenta que os efeitos de condições térmicas sobre o desempenho cognitivo é ainda vago, devido às discrepâncias metodológicas em avaliar se a exposição ao calor, por si só, tem efeito adverso na função cognitiva e em que condições ambientais estes efeitos aparecem. Ele destaca ainda a necessidade de mais pesquisas na área.

Portanto, melhor conhecimento sobre o conforto térmico e as características arquitetônicas do ambiente de trabalho pode contribuir para descobrir quais condições são mais favoráveis ao desempenho humano em seu espaço de trabalho. Podem ajudar, ainda, a

melhorar as condições de trabalho, influenciando a saúde, satisfação e produtividade dos trabalhadores. Assim, ganhos importantes podem ser alcançados a nível individual, organizacional e social.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa está inserida no grupo de pesquisa Ergonomia em Processo Produtivo – PPGEP, que estuda os processos de interação entre homem e o ambiente de trabalho, a partir da influência dos fatores físicos, psíquicos, ambientais e cognitivos que se estabelecem desta relação. Trata-se de uma pesquisa aplicada em vinte e cinco trabalhadores de dez salas de escritório, de quatro diferentes empresas, localizadas na cidade de Ponta Grossa – PR. Foram levantados três tipos de dados: variáveis térmicas, variáveis arquitetônicas e produtividade subjetiva, os quais foram avaliados estatisticamente, a fim de encontrar correlação entre as variáveis.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem natureza aplicada com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à melhoria das condições ergonômicas de trabalhadores que usam ambientes de escritório.

Sob o enfoque metodológico, este é considerado um estudo transversal, já que os dados foram coletados em períodos específicos de tempo, com o objetivo de responder ao problema de pesquisa que é: quais as variáveis arquitetônicas em ambientes de escritórios, naturalmente ventilados, podem interferir nas variáveis de conforto térmico, a ponto de interferir na produtividade dos trabalhadores? Parte-se da hipótese que existe correlação entre as variáveis arquitetônicas de edificações naturalmente ventiladas e o conforto térmico dos ocupantes a ponto de alterar a produtividade dos trabalhadores.

Segundo o problema, a pesquisa classifica-se como quantitativa, possuindo também muitas abordagens qualitativas, principalmente no que se refere às percepções subjetivas dos trabalhadores quanto as variáveis conforto térmico e produtividade.

Do ponto de vista dos objetivos, é uma pesquisa descritiva e exploratória, pois contém pesquisa bibliográfica, que apresenta os resultados de pesquisas recentes sobre conforto térmico e produtividade em atividade de escritório, fazendo a aplicação de estudo de caso. Este tipo de pesquisa permite ampliação de conhecimento sobre um determinado tema,

que pode ser discutido a fim de sugerir conclusões, contribuindo para o estado da arte de um dado estudo (LAKATOS, 2001).

3.2 ESTUDO PILOTO

Um estudo piloto foi aplicado em quatro ambientes de uma das empresas no mês de fevereiro de 2014, conforme figuras 5 a 8. Nestes espaços trabalhavam oito pessoas, desempenhando diferentes atividades administrativas. O piloto testou a metodologia proposta e verificou a aceitação da pesquisa entre os pesquisados.



Figura 5- Sala da Coord. Pedagógica - FAUEPG
Fonte: Autoria própria.



Figura 6 – Sala da Secretaria Geral - FAUEPG
Fonte: Autoria própria.



Figura 7 - Sala Musicalização - FAUEPG
Fonte: Autoria própria.



Figura 8 – Sala de Professores - FAUEPG
Fonte: Autoria própria.

A aplicação da ferramenta de avaliação de produtividade subjetiva testada foi a NASA - TLX - carga de trabalho. Esta foi feita juntamente com a avaliação de conforto térmico subjetivo. O tempo necessário para sua aplicação foi de dois minutos por cada pesquisado, e a avaliação ocorreu durante o período de medição das variáveis térmicas ambientais.

Para medição das variáveis térmicas ambientais, os aparelhos confortímetro e Hobo 03 foram instalados e os dados foram coletados a cada cinco minutos. Os aparelhos ficaram instalados durante todo o turno de trabalho e funcionaram corretamente. O confortímetro, que mediu as variáveis térmicas ambientais, foi instalado no ambiente interno e o Hobo 008-04 na parte externa da edificação para medir a umidade e a temperatura do ar local. Quanto ao monitoramento da temperatura e umidade geral da cidade de Ponta Grossa- PR, este foi feito junto ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Os dados eram fornecidos a cada 15 minutos e coletados durante todo o turno de trabalho.

Durante o período em que os aparelhos estiveram coletando os dados foi feito o levantamento arquitetônico, a fim de verificar quais as variáveis arquitetônicas seriam consideradas. As variáveis levantadas foram:

- Área de piso - m²;
- Altura dos ambientes - m;
- Área de alvenaria interna e externa e suas espessuras - m²;
- Área de fechamento em vidro - m²;
- Área de vão - m²;
- Área de esquadrias - m²;
- Implantação - orientação geográfica dos espaços analisados - norte, sul, leste, oeste.

3.3 VARIÁVEIS DA PESQUISA

Este trabalho faz uma análise causa-efeito, envolvendo conforto térmico, produtividade subjetiva e quatro variáveis arquitetônicas.

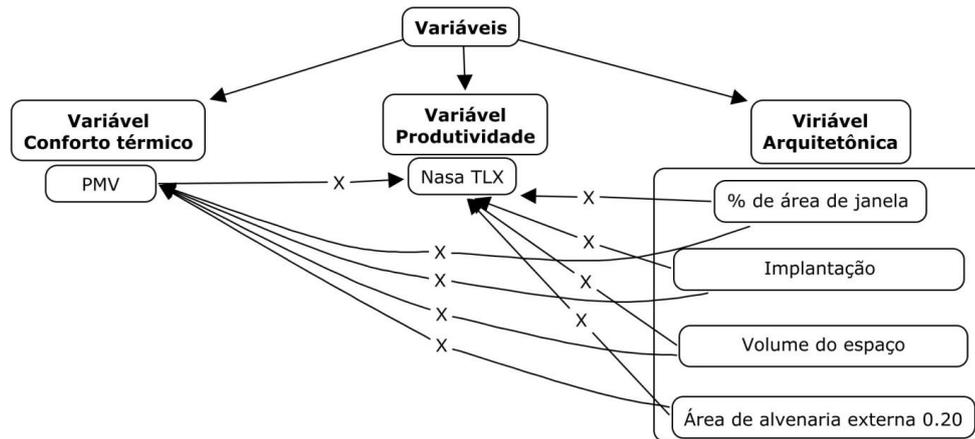


Figura 9 – Variáveis da Pesquisa
Fonte: Autoria própria.

Inicialmente, o conforto térmico foi analisado como dependente das variáveis arquitetônicas e, posteriormente, como causa de variação de produtividade subjetiva. Foram analisadas ainda as variáveis arquitetônicas como causa da variação de produtividade, conforme figura 9.

3.4 ESTRUTURA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS VARIÁVEIS

A análise estatística das variáveis foi realizada com a organização e associação dos dados analíticos levantados, verificação da existência de dados discrepantes, verificação da existência, ou não, de normalidade nos conjuntos de dados a serem analisados. O objetivo desta análise é estabelecer os métodos estatísticos apropriados a fim de fazer inferências de forma significativa.

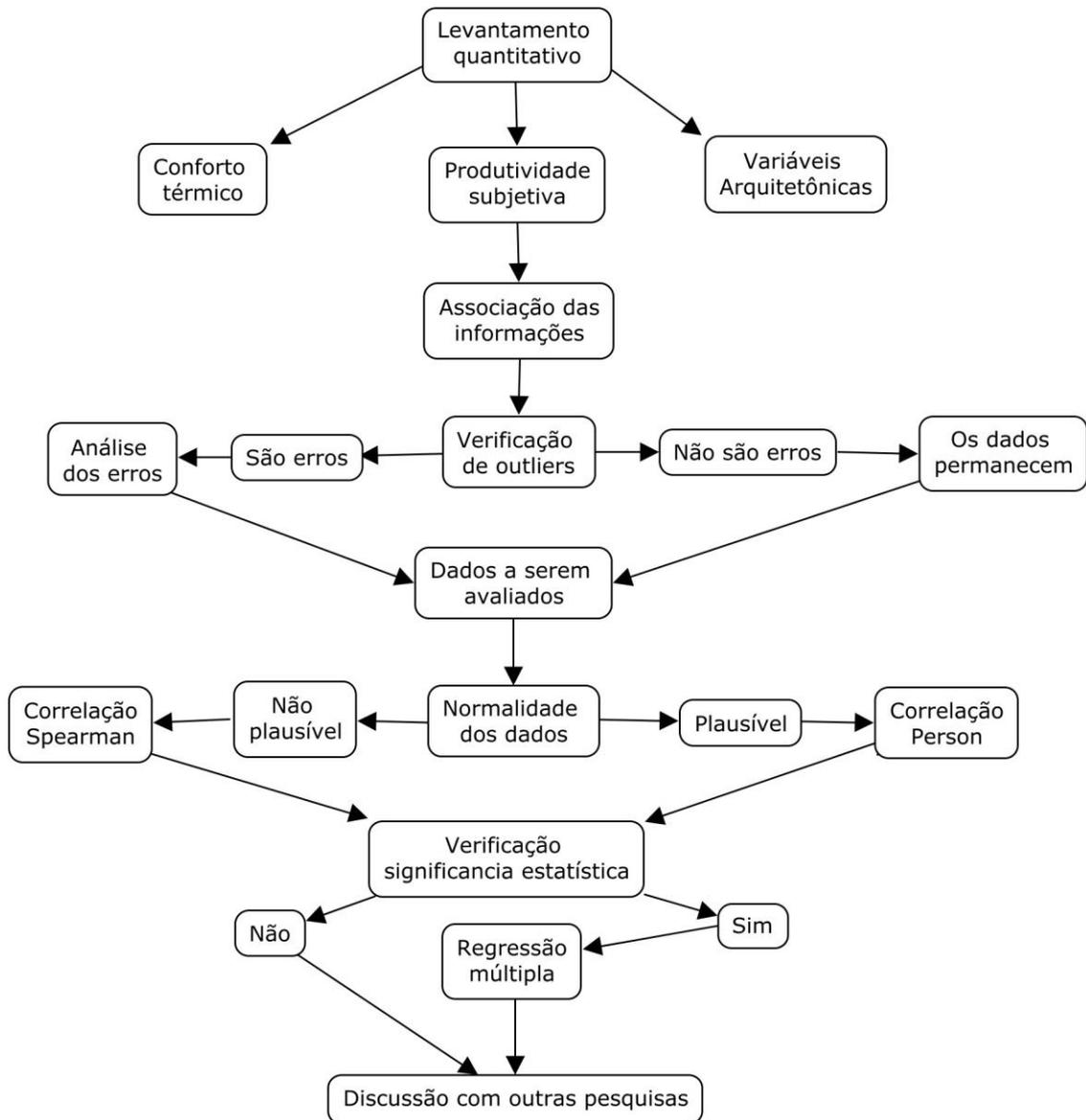


Figura 10 – Estrutura de Análise das Variáveis
 Fonte: Autoria própria.

Com a organização dos dados, fez-se a verificação da existência de dados discrepantes ou valores atípicos (*outliers*), usando o diagrama de caixa modificado (*boxplot*). Um ou mais dados discrepantes (*outliers*) podem ser identificados no gráfico *boxplot*, pois aparecem na forma de asterisco (*). O diagrama de caixas apresenta centro; dispersão; e a extensão e a natureza de qualquer desvio em relação à simetria, permitindo a identificação de *outliers* (HINES, 2006).

As medidas de dispersão ou variação medem o quanto os dados são diferentes entre si. O desvio-padrão é a medida de variação mais comumente usada, pois mostra quanto os dados amostrais variam em torno da média, já que a presença de um valor atípico em um

conjunto de dados pode facilmente alterar a média e o desvio-padrão, induzindo a erros. Para muitos conjuntos de dados, um valor é não usual se ele é diferente da média por mais de dois desvios-padrão. O *boxplot* é baseado em medidas resistentes à presença de algum valor atípico (HINES, 2006).

Um dado é considerado atípico se estiver acima do terceiro quartil (Q3) 1,5 vezes, ou abaixo do primeiro quartil (Q1) 1,5 vezes. Estes dados podem afetar a média e o desvio-padrão dos dados, de forma a comprometer a inferência feita com base nestes parâmetros estatísticos. Na exploração de um conjunto de dados, caso exista valor atípico, deve-se verificar se são provenientes de erros; caso não sejam, deve-se escolher entre considerar ou não o(s) dado(s) discrepante(s) (TRIOLA, 2013).

A análise dos dados é de natureza predominantemente quantitativa, pois os dados das variáveis arquitetônicas foram obtidos por equipamentos de medição, assim como foi considerado o conforto térmico analítico e a produtividade medida pela carga de trabalho.

3.5 CRITÉRIO DA PESQUISA

As empresas pesquisadas estão situadas em uma mesma região climática para garantir que as construções e os funcionários estejam sob as mesmas condições térmicas ambientais e os pesquisados estejam adaptados às condições da região. Os espaços de trabalho são naturalmente ventilados, portanto as edificações estão sujeitas às variações térmicas da região onde estão inseridas. Os trabalhadores desempenham atividade de escritório e desempenham suas atividades há mais de um ano; portanto, estão adaptados à tarefa. A tarefa desempenhada pelos trabalhadores possui taxa metabólica de 70 W/m², típica de atividade de escritório (ISO 7720, 2005; ISO 8990, 2004). Os trabalhadores desenvolvem atividade de trabalho, com carga de trabalho mental maior que a carga física. Todas as empresas e os pesquisados aceitaram participar da pesquisa, conforme determina o Comitê de Ética na Pesquisa e há aprovação Comitê de Ética na Pesquisa CAAE nº 24498514.4.0000.5547.

3.6 AMOSTRAGEM

Este estudo foi realizado em organizações localizadas no estado do Paraná, com sedes na cidade de Ponta Grossa – PR, conforme as figuras de 11 a 20. Os locais onde a pesquisa foi aplicada foram retirados de uma lista de órgãos governamentais e empresas localizadas na cidade de Ponta Grossa – PR, que aceitaram participar da pesquisa e que atenderam aos requisitos da pesquisa. Ao todo, foi realizado o levantamento de 45 dados, com 25 trabalhadores de quatro empresas, em 10 salas com função de escritórios. A pesquisa foi aplicada em diferentes épocas do ano.

As empresas pesquisadas foram:

Empresa 01 - 2º Tabelionato de Protesto de Títulos;

Empresa 02 - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Institucional Científico e Tecnológico da Universidade de Ponta Grossa – FAUEPG;

Empresa 03 - Associação de Pais e amigos dos Excepcionais - APAE;

Empresa 04 - Sindicato Rural de Ponta Grossa - PR.

A tabela 11 resume o número de empresas, trabalhadores e quantidade de salas de trabalho pesquisadas.

Tabela 10 - Amostra da População de Empresas, Trabalhadores e Salas, 2014

Nº empresas	Nº trabalhadores	Nº de salas
Emp. 01	7	1
Emp. 02	10	4
Emp. 03	4	1
Emp. 04	4	4
Total	25	10

Fonte: Autoria própria.



Figura 11 – Empresa 01 – Sala 01
Fonte: Autoria própria.



Figura 12 – Empresa 02 – Sala 01
Fonte: Autoria própria.



Figura 13 – Empresa 02 – Sala 02
Fonte: Autoria própria



Figura 14 – Empresa 02 – Sala 02
Fonte: Autoria própria



Figura 15 – Empresa 02 – Sala 04
Fonte: Autoria própria.



Figura 16 – Empresa 03 – Sala 01
Fonte: Autoria própria.



Figura 17 – Empresa 04 – Sala 01
Fonte: Autoria própria.



Figura 18 – Empresa 04 – Sala 02
Fonte: Autoria própria.



Figura 19 – Empresa 04 – Sala 03
Fonte: Autoria própria.



Figura 20 – Empresa 04 – Sala 04
Fonte: Autoria própria.

Esta pesquisa seguiu os protocolos do Comitê de Ética na Pesquisa (Comitê de Ética na Pesquisa - UTFPR), conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – BR. A pesquisa está aprovada pelo referido Comitê CAAE nº 24498514.4.0000.5547. O aceite em participar da pesquisa foi feito por escrito, após apresentação documental e oral da pesquisa aos participantes, de acordo com o apêndice C.

3.7 CRONOGRAMA DE COLETAS DE DADOS

Os dados foram coletados em diferentes estações do ano, conforme tabela 11, pois buscaram correlacionar diferentes sensações térmicas com os níveis de produtividade subjetiva e as diferentes variáveis arquitetônicas de espaços arquitetônicos naturalmente ventilados.

Tabela 11 - Cronograma de aplicação, 2014

Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03	Empresa 04
10.03.2014	19 e 20.02.2014	27.03.2014	11.08.2014
07.08.2014	14 e 15.08.2014	06.08.2014	17.11.2014

Fonte: Autoria própria.

3.8 FERRAMENTAS UTILIZADAS

3.8.1 Avaliação de produtividade

A avaliação de produtividade subjetiva foi feita pela avaliação da carga de trabalho Nasa TLX apresentada no apêndice B. Esta ferramenta é aplicada nos estudos da ergonomia cognitiva e permite conhecer o quanto o trabalhador está sendo solicitado ao desempenhar tarefas. A versão usada nesta pesquisa foi a NASA TLX - lápis e papel.

A Nasa TLX avalia seis demandas: pressão mental, pressão física, pressão de tempo, desempenho, esforço, e frustração. Ela é composta de duas questões.

Na primeira questão o avaliado escolhe entre duas demanda qual é mais significativa sob seu ponto de vista, sendo 15 opções diferentes a serem respondidas, entre as seis demandas. Com a primeira questão é possível identificar qual demanda é mais significativa para o avaliado, pois cada demanda terá um peso específico, a soma das demandas sempre tem como resultado 15.

Na segunda questão o avaliado identifica a intensidade da exigência de cada uma das seis demandas, de muito baixa a muito alta.

O resultado é obtido multiplicando a intensidade pelo peso de cada demanda. Por fim soma-se o valor e divide por 15 que é a soma dos pesos das demandas da questão anterior. Tem-se então a carga mental da tarefa avaliada.

O questionário foi aplicado durante o turno de trabalho, no momento da medição das variáveis térmicas ambientais e juntamente com a avaliação subjetiva de conforto térmico. Seus resultados foram tabulados e analisados.

3.8.2 Avaliação de Conforto Térmico

As variáveis térmicas ambientais, temperatura do ar, velocidade do ar, temperatura do globo e umidade relativa, necessárias para o cálculo do PMV que mede o conforto térmico, foram medidas e gravadas pelo aparelho Confortímetro Senu, apresentado na figura 21. O aparelho contém as especificações e as características mínimas, que devem possuir os instrumentos de medição das grandezas físicas de um ambiente, conforme norma Ergonomia de Ambientes Térmicos – Aparelhos para Medição das grandezas físicas - ISO 7726 (1998). As medições ocorreram em intervalos de cinco minutos durante a jornada de trabalho e após 30 minutos de sua instalação para estabilização do aparelho. O aparelho foi colocado no interior de cada ambiente de trabalho, de acordo com a ISO 7726 (1998), a uma altura de 0,60 m por se tratar de pessoas sentadas. Os pontos de medições em cada espaço foram determinados após análise física do espaço para determinar se o ambiente é homogêneo, com variação inferior a 5%, e estacionário com variância de pico a pico inferior a um (ISO 7730, 2005). As variáveis térmicas pessoais foram obtidas com uso do questionário de conforto térmico subjetivo, conforme apêndice A, com uso da escala subjetiva e referências indicadas pela ISO 9920 (2007) para vestuário. A taxa metabólica usada foi de 70 W/m^2 típica da atividade de escritório ISO 8996 (2004).



Figura 21 - Confortímetro Senu®
Fonte: Climus instrumentos Ltda.

Os dados foram organizados em planilha após serem processados pelo *software* Mdiapp2, desenvolvido pelo UFSC, que calcula os índices: clo, PMV e PPD, e temperatura operativa.

3.8.3 Levantamento Temperaturas Externas

O monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar da cidade de Ponta Grossa - PR foi feito com a obtenção dos dados fornecidos pela SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), que disponibiliza quatro dados por hora. Para obtenção de dados do microclima local, foi instalado na parte externa da edificação o equipamento HOBO 008-04, conforme apresentado na figura 22, com faixa de operação de -40% a +120% de temperatura e de 0 a 95% de umidade relativa.



Figura 22 - HOBO 003-04®
Fonte: Onset Ltda.

A coleta de dados foi feita a cada cinco minutos, durante a aplicação da pesquisa. O programa usado para leituras dos registros de programação foi o BoxCar 3.0 e os dados foram organizados em planilhas.

3.8.4 Levantamento das Variáveis Arquitetônicas

O levantamento das variáveis arquitetônicas foi feito com trena metálica. Já o registro das variáveis arquitetônicas foi feito por máquina fotográfica (Samsung ST 200F). Todas as informações foram processadas em software de desenho em 2D e, posteriormente, foram calculadas:

- Área de piso – m²;
- Altura dos ambientes – m;
- Área de alvenaria interna e externa e suas espessuras – m²;
- Área de fechamento em vidro – m²;
- Área de vão - m²;
- Área de esquadrias – m²;
- Implantação - orientação geográfica dos espaços analisados - norte, sul, leste, oeste.

Estes elementos foram levantados com base na norma ABNT 15575/2013 Desempenho Térmico de Edificações Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social, por não existir norma brasileira específica para edificações comerciais.

As variáveis escolhidas para serem analisadas neste estudo foram:

- Volume do espaço;
- Porcentagem de área de janela externa em vidro;
- M² de parede externa com 0.20 m de espessura;
- Orientação geográfica da fachada contendo janela.

A amostra pesquisada contém muitas variáveis diferentes, como tipos de revestimentos, tipologia arquitetônica e locação da edificação no terreno. Estas variáveis foram escolhidas por serem comuns a todos os ambientes pesquisados. O volume do espaço representa o produto entre área de piso e altura do espaço. Nele ocorrem às trocas térmicas entre o corpo e o ambiente. A porcentagem de área de janela é uma importante variável inerente aos projetos de arquitetura, sendo exigidas porcentagens mínimas em função do ambiente, além de ser um dos elementos que compõe o envelope da edificação, permitindo trocas térmicas entre o ambiente externo e o interno. A alvenaria externa que, neste caso, possui 0.20m de espessura, é feita com tijolo deitado, sendo uma prática construtiva das construções desta região. Também compõe o envelope das edificações e permite trocas térmicas entre o ambiente externo e o interno.

A outra variável escolhida foi a implantação do espaço que sofre influência das condições de radiação solar e ventilação externa, bem como das construções vizinhas, que podem influenciar as condições térmicas dos ambientes internos de uma edificação. Os levantamentos arquitetônicos dos espaços estão disponibilizados no apêndice E.

4 RESULTADOS

4.1 DEMONSTRATIVO DAS VARIÁVEIS LEVANTADAS

Foram avaliados 25 trabalhadores de quatro empresas, através de 45 avaliações feitas entre os meses de fevereiro e novembro de 2014, conforme cronograma, item 3.6.

Tabela 12 - Dados levantados nas quatro empresas, 2014

(continua)

	Empresa	Ambiente	Data	Conf. Analítico	Produtividade Nasa TLX	Código implantação	Volume do espaço	Janelas de vidro	Parede externa 0.20m
				PMV	ESCORE	Cód.	m ³	%	m ²
1°	02	SALA.PROF.	14.08.14	0.06	64.67	3.00	116.95	44.82	0.00
2°	02	COOR. PED	14.08.14	-0.46	58.00	2.00	67.96	79.67	0.00
3°	02	SEC.GERAL	14.08.14	-0.65	71.33	4.00	68.93	74.88	0.00
4°	02	SEC.GERAL	14.08.14	-0.70	69.33	4.00	68.93	74.88	0.00
5°	02	MUSICAL	15.08.14	-0.17	71.33	5.00	51.5	43.78	0.00
6°	02	COOR. PED	20.02.14	0.34	70.33	2.00	67.96	79.67	0.00
7°	02	COOR. PED	20.02.14	0.27	79.00	2.00	67.96	79.67	0.00
8°	02	COOR. PED	20.02.14	0.48	61.66	2.00	67.96	79.67	0.00
9°	02	SALA.PROF.	20.02.14	0.34	82.33	3.00	116.95	44.82	0.00
10°	02	SALA.PROF.	20.02.14	0.27	71.00	3.00	116.95	44.82	0.00
11°	02	SALA.PROF.	20.02.14	0.06	73.66	3.00	116.95	44.82	0.00
12°	02	SALA.PROF.	20.02.14	0.69	77.66	3.00	116.95	44.82	0.00
13°	02	MUSICAL	20.02.14	0.75	77.66	5.00	51.5	43.78	0.00
14°	02	MUSICAL	20.02.14	1.06	76.33	5.00	51.5	43.78	0.00
15°	02	SEC.GERAL	20.02.14	-0.13	59.66	4.00	68.93	74.88	0.00
16°	02	SEC.GERAL	20.02.14	-0.50	75.66	4.00	68.93	74.88	0.00
17°	02	SEC.GERAL	20.02.14	0.99	77.66	4.00	68.93	74.88	0.00
18°	02	SEC.GERAL	20.02.14	0.78	78.00	4.00	68.93	74.88	0.00
19°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-0.71	72.00	6.00	178.93	29.28	27.63
20°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-0.99	59.67	6.00	178.93	29.28	27.63
21°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-1.39	41.66	6.00	178.93	29.28	27.63
22°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-1.39	81.00	6.00	178.93	29.28	27.63
23°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-0.83	65.66	6.00	178.93	29.28	27.63
24°	01	CARTÓRIO	07.08.14	-0.42	69.33	6.00	178.93	29.28	27.63
25°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.45	70.66	6.00	178.93	29.28	27.63
26°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.15	84.33	6.00	178.93	29.28	27.63
27°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.51	82.00	6.00	178.93	29.28	27.63
28°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.31	82.00	6.00	178.93	29.28	27.63
29°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.21	67.00	6.00	178.93	29.28	27.63

Tabela 13 - Dados levantados nas quatro empresas, 2014

(conclusão)

	Empresa	Ambiente	Data	Conf. Analítico	Produtividade Nasa TLX	Código implantação	Volume do espaço	Janelas de vidro	Parede externa 0.20m
				PMV	ESCORE	Cód.	m ³	%	m ²
30°	01	CARTÓRIO	10.03.14	0.51	45.00	6.00	178.93	29.28	27.63
31°	03	SECRET.	6.08.14	1.43	61.33	5.00	64.82	31.08	7.78
32°	03	SECRET.	6.08.14	-0.97	62.33	5.00	64.82	31.08	7.78
33°	03	SECRET.	6.08.14	-1.16	61.00	5.00	64.82	31.08	7.78
34°	03	SECRET.	27.03.14	0.75	53.00	5.00	64.82	31.08	7.78
35°	03	SECRET.	27.03.14	-0.25	56.00	5.00	64.82	31.08	7.78
36°	03	SECRET.	27.03.14	0.45	58.00	5.00	64.82	31.08	7.78
37°	03	SECRET.	27.03.14	0.89	52.33	5.00	64.82	31.08	7.78
38°	04	SALA 1	11.08.14	-0.53	77	.....	29.48	0	0.00
39°	04	SALA 2	11.08.15	-0.79	43	3.00	47.57	21.13	18.60
40°	04	SALA 3	12.08.14	-0.3	87.67	.....	26.62	0	0.00
41°	04	SALA 4	12.08.14	-0.88	35.66	1.00	43.81	28.04	9.95
42°	04	SALA 1	17.11.14	-1.52	74.33	.....	29.48	0	0.00
43°	04	SALA 2	17.11.14	-1.14	55.33	3.00	47.57	21.13	18.60
44°	04	SALA 3	17.11.14	-0.37	91.33	.....	26.62	0	0.00
45°	04	SALA 4	17.11.14	-0.52	32	1.00	43.81	28.04	9.95

Fonte: Autoria própria.

Ao todo foram feitas 45 avaliações de conforto térmico e 45 avaliações de produtividade, nas quais foram levantadas, 6 variações de implantações, 10 diferentes volumes de escritórios, 8 diferentes porcentagens de área de janela externa e 4 diferentes áreas de parede externa de 0.20 m, apresentados na tabela 12, acima.

4.2 CARACTERÍSTICA DA POPULAÇÃO E ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO

As empresas 01 e 03 funcionam em espaço único; nela participaram dez e quatro trabalhadores, respectivamente. Na empresa 02 foram avaliados trabalhadores de quatro salas, cada uma possuindo número variável de trabalhadores. Ao todo, sete trabalhadores participaram da pesquisa. Na empresa 04 foram avaliados quatro trabalhadores em quatro salas diferentes.

A amostra é independente e aleatória simples, composta por trabalhadores de ambos os gêneros, com idade variando entre 18 a 67 anos, com média de 31 anos (+/- 11,79). A maioria possui ensino superior e trabalha na mesma função a cerca de cinco anos. As características sociodemográficas da amostra mostram que ela é representativa da população que esta pesquisa quer demonstrar, conforme tabela 13, acima.

Tabela 14 - Características sociodemográfica da mostra, 2014

Característica	Subtotal	%	Desv. Pad.
Gênero ¹			
Masculino	14	56	
Feminino	11	44	
Idade ²			
Idade média		30.66	12.74
Peso³			
Peso médio		70	12.72
Escolaridade ⁴			
Médio	6	24.24	
Superior	15	54.55	
Tempo na função			
< 1	6	24.00	
1 a 5	13	52,00	
5 a 10	5	20,00	
> 10	1	04,00	
Horário de trabalho	8 h		

01 não respondeu¹; 01 não respondeu²; 07 não respondeu³; 04 não responderam ⁴.

Fonte: Autoria própria.

A tabela 14 resume as variáveis estatísticas numéricas mais importantes do conjunto dos dados de conforto térmico, produtividade e variáveis arquitetônicas, que serão analisadas.

Tabela 15 - Estatística Descritiva das Variáveis Analisadas, 2014.

Variáveis	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desv. Pad	Int.conf	Amplitude
PMV	45	-0.11	-0.13	-1.52	1.43	0.57	0.74	0.22	2.95
Produtividade	45	67.02	70.33	32.00	91.33	187.58	13.70	4.00	59.33
Implantação	45	*	*	*	*	*	*	*	*
Volume	45	96.01	68.93	26.62	178.93	3036.96	55.11	16.10	152.31
% Janelas	45	39.79	31.08	0.00	79.67	524.68	22.91	6.69	79.67
Parede externa 0.20m	45	9.85	7.78	0.00	27.63	138.89	11.79	3.44	27.63

Fonte: Autoria própria.

Entre as medidas de centro, a média é relativamente mais confiável, pois tende a ser mais constante que outras medidas de centro e leva em consideração todos os dados. No entanto, como a média é sensível a cada valor, apenas um valor extremo pode afetá-la de maneira considerável. Portanto, é uma medida de centro não resistente (TRIOLA, 2013).

A comparação de desvio-padrão é recomendável quando as médias são relativamente iguais. Quando as médias não são semelhantes, usa-se o coeficiente de variação para comparar a variação de duas amostras diferentes (TRIOLA, 2013).

Observa-se que nos dados há grande variação na produtividade cerca de 2,80 vezes na média, e pouca variação nos níveis de conforto que estão entre -1,52 a + 1,43 com baixa variância. 0,57.

4.3 ANÁLISE DOS VALORES ATÍPICOS DOS CONJUNTOS DE DADOS

No conjunto de dados da variável conforto térmico, não foram encontrados valores discrepantes, conforme apresentado na figura 23, a escala de conforto térmico varia de -3 a +3, sendo zero o valor que indica equilíbrio de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, sugerindo conforto. Nesta amostra, os valores de conforto variaram entre - 1.52 a +1.43, configurando-se entre leve desconforto por frio, até leve desconforto por calor. A temperatura média de conforto analítico encontrada foi -0.13, próxima à média da temperatura de conforto subjetivo, que apresentou média zero.

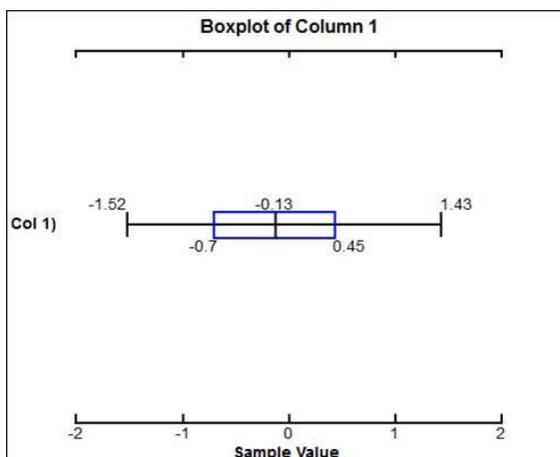


Figura 23 - Boxplot Conforto Térmico - PMV
Fonte: Autoria própria.

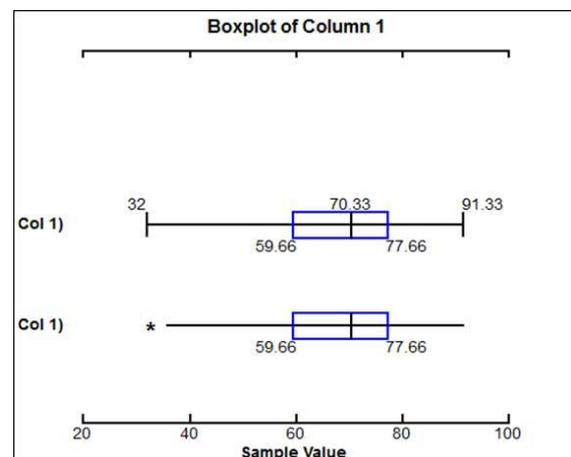


Figura 24 - Boxplot Produtividade
Fonte: Autoria própria.

O *boxplot* do conjunto de dados dos scores Nasa – TLX, que representam a produtividade subjetiva dos trabalhadores, de acordo com a figura 24, apresentou um *outlier*. O valor é correto, ou seja, não é proveniente de erro de mensuração ou digitação, porém difere muito do padrão encontrado no conjunto de dados coletados, pois o dado pertence a um pesquisado que teve dados extremos em duas medições diferentes. Conclui-se que o dado é *outlier* e compromete o conjunto de dados, não representando a amostra pesquisada. Então, optou-se por descartar os dois dados relativos ao pesquisado. A amostra final dos dados de produtividade, após a retirada dos *outliers* por comprometer a inferência com base nos parâmetros estatísticos, ficou com 43 dados.

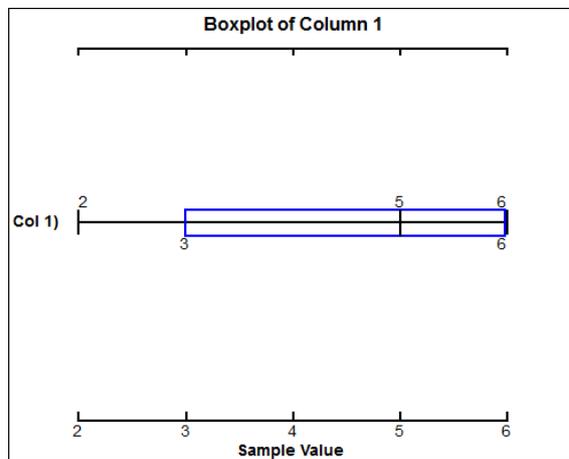


Figura 25 - Boxplot da Variável Implantação
Fonte: Autoria própria.

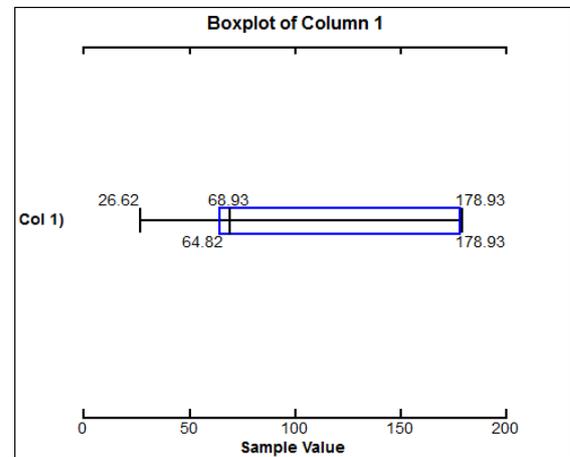


Figura 26 – Boxplot da Variável Volume
Fonte: Autoria própria.

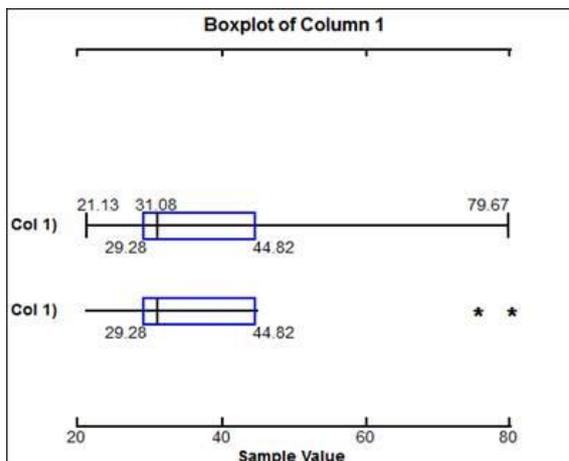


Figura 27 – Boxplot da Variável % de Janela Externa de Vidro
Fonte: Autoria própria.

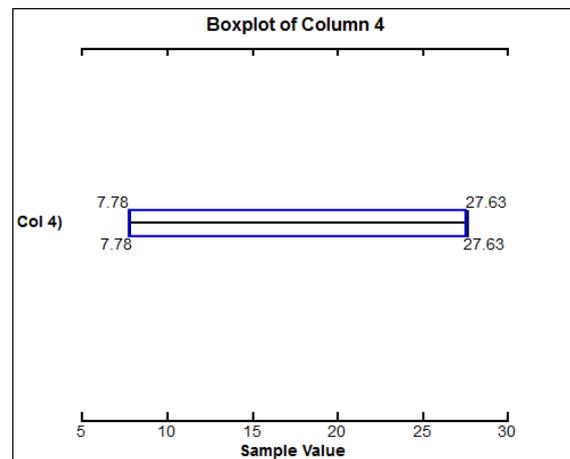


Figura 28 – Boxplot da Variável Parede Externa de 20cm
Fonte: Autoria própria.

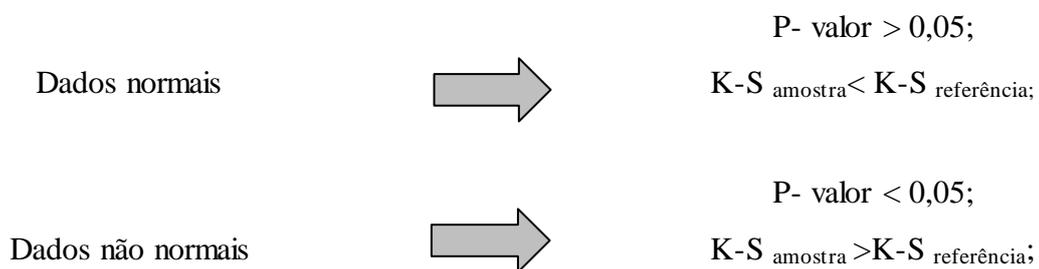
A figura 25, que representa o *boxplot* do conjunto de dados implantação, contém 41 dados válidos. Já a figura 26, que representa o *boxplot* dos dados de volume dos espaços, apresenta 45 dados válidos. Quanto à figura 27, que representa o *boxplot* porcentagem de janela, esta contém 41 medições válidas, embora apresente dois dados que aparecem como *outliers*, portanto, optou-se por considerá-los. Por fim, a figura 28, que representa a área de parede externa com 0.20m de espessura, apresenta 23 valores válidos.

4.4 ANÁLISE DA NORMALIDADE DOS DADOS

Com a identificação dos parâmetros estatísticos dos dados, é possível achar características importantes, tais como média e desvio-padrão. Mas, para inferir as afirmações, faz-se necessária a análise de distribuição dos dados. Assim, uma distribuição normal padrão ocorre quando o conjunto de dados tem média $\mu = 0$ e desvio-padrão $\sigma = 1$, e a área total da curva de densidade é 1. Parte-se, então, do princípio que há uma correspondência entre área e probabilidade. Quanto à verificação da normalidade dos dados, esta parte das hipóteses:

H0: $\mu = 0$ - os dados seguem uma distribuição normal;

H1: $\mu \neq 0$ - os dados não seguem uma distribuição normal.



A essência da inferência estatística se baseia em algum conhecimento de distribuição de probabilidade, pois sob uma dada hipótese, a probabilidade de um evento particular observado é extremamente pequena. Logo, conclui-se que a hipótese provavelmente não é correta (TRIOLA, 2013).

Como o objetivo desta pesquisa é correlacionar os dados de conforto térmico com produtividade e as variáveis arquitetônicas, há a necessidade que os conjuntos de dados tenham distribuição normal estrita. Por isso, foi realizada a análise de normalidade analítica e gráfica. A análise de normalidade analítica dos dados foi feita com uso do teste Kolmogorov-Smirnov (K-S), tendo como referência o nível de confiança de 95% (0,05). A análise de normalidade gráfica dos dados foi feita com uso de histograma, apresentando a distribuição dos dados e a expectativa de curva normal, bem como o gráfico de quartis normais, que apresentam os pontos x e y , onde cada valor de x é do conjunto original de dados, e cada valor de y é o correspondente score z , que é um valor esperado de quartil da distribuição normal padrão.

4.4.1 Verificação da Normalidade dos Dados de Conforto Térmico

A análise da normalidade analítica dos 45 dados de conforto térmico - PMV mostra que o teste Kolmogorov-Smirnov $_{amostra} = 0.10172 < \text{Kolmogorov-Smirnov}_{referência} = 0.205028$ e o P-valor $0.2 > 0,05$. Portanto, aceitar a H_0 . Os dados provêm de uma distribuição normal.

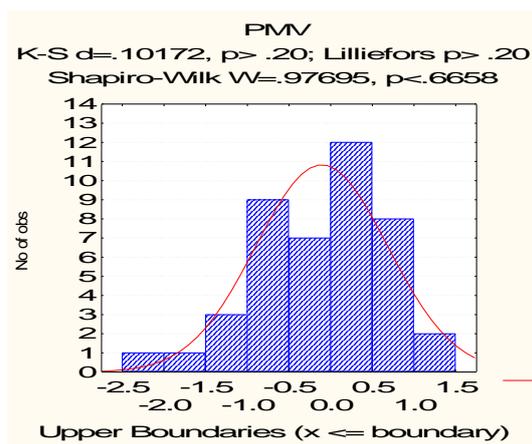


Figura 29 - Histograma PMV
Fonte: Autoria própria.

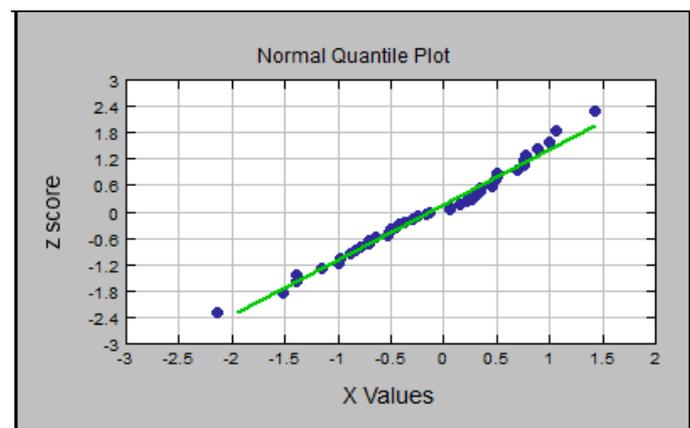


Figura 30 - Quartis Normal PMV
Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma se assemelha a uma curva normal, como mostra a figura 29. O gráfico de quartis normais (figura 30) mostra

que os dados apresentam um padrão simétrico a uma reta, ou seja, os dados são provenientes de uma amostra com distribuição normal.

4.4.2 Verificação da Normalidade dos Dados de Produtividade

A análise da normalidade analítica dos 43 dados de produtividade mostra que o Kolmogorov-Smirnov $\text{amostra} = 0.10709 < \text{Kolmogorov-Smirnov}_{\text{referência}} = 0.205028$ e o P-valor $0.2 > 0,05$. Logo, aceita-se a H_0 . Os dados provêm de uma distribuição normal.

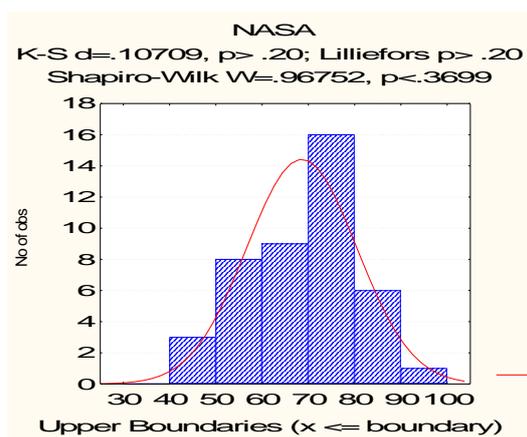


Figura 31 - Histograma Produtividade
Fonte: Autoria própria.

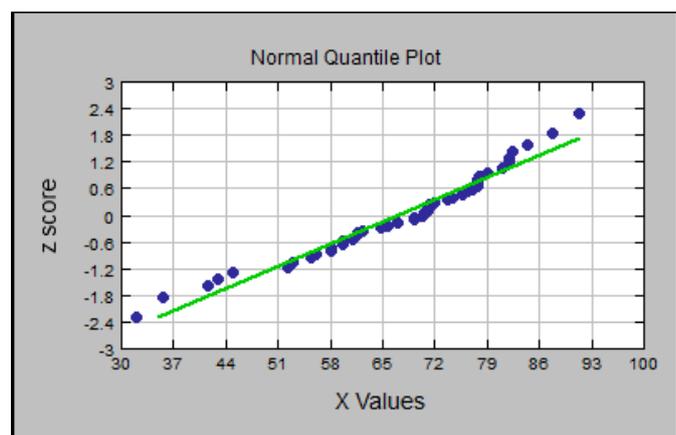


Figura 32 - Quartis Normais Produtividade
Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma se assemelha a uma curva normal, figura 31. O gráfico de quartis normais, figura 32, mostra que os dados apresentam um padrão simétrico a uma reta, ou seja, os dados são provenientes de uma amostra com distribuição normal.

4.4.3 Verificação da Normalidade dos Dados de Implantação

A normalidade gráfica e analítica dos 41 dados referentes à implantação mostra que $\text{Kolmogorov-Smirnov}_{\text{amostra}} = 0.20789 < \text{Kolmogorov-Smirnov}_{\text{referência}} = 0.210$ e P-valor $0.01 < 0,05$, portanto, aceitar a H_0 . Os dados provêm de uma distribuição normal.

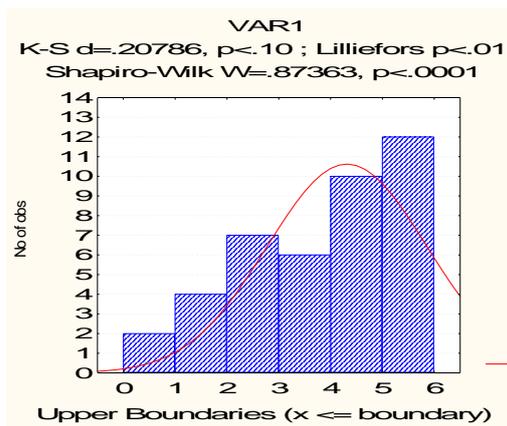


Figura 33 – Histograma da Variável Implantação
Fonte: Autoria própria.

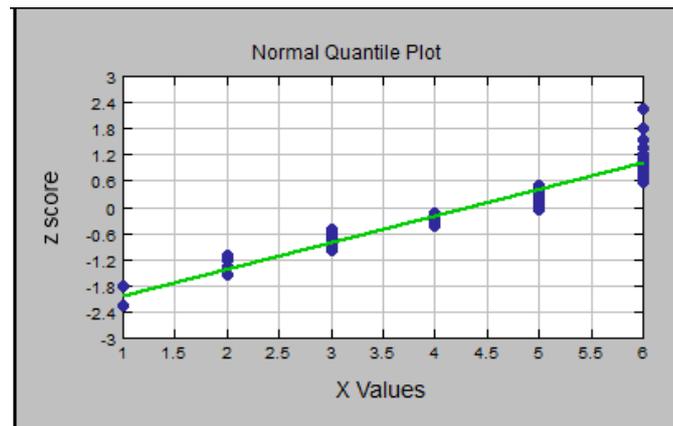


Figura 34 – Quartis Normais da Variável Implantação
Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma não se assemelha a uma curva normal (figura 33). O gráfico de quartis normais (figura 34) mostra que os dados apresentam um padrão simétrico a uma reta. Sugere-se que os dados são provenientes de uma amostra com distribuição normal não estrita.

4.4.4 Verificação da Normalidade dos Dados de Volume do Espaço

A normalidade gráfica e analítica dos 45 dados, referentes aos volumes dos espaços analisados, mostra que na análise analítica o $\text{Kolmogorov-Smirnov}_{\text{amostra}} = 0.31066 > \text{Kolmogorov-Smirnov}_{\text{referência}} = 0.203$ e P-valor $0.01 < 0,05$, portanto, rejeita-se a H_0 . Os dados não provêm de uma distribuição normal.

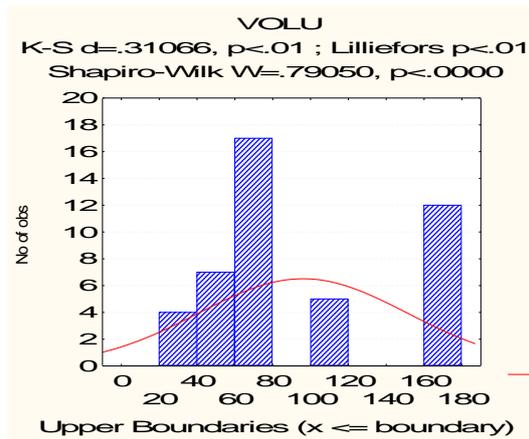


Figura 35 – Histograma da Variável Implantação
 Fonte: Autoria própria.

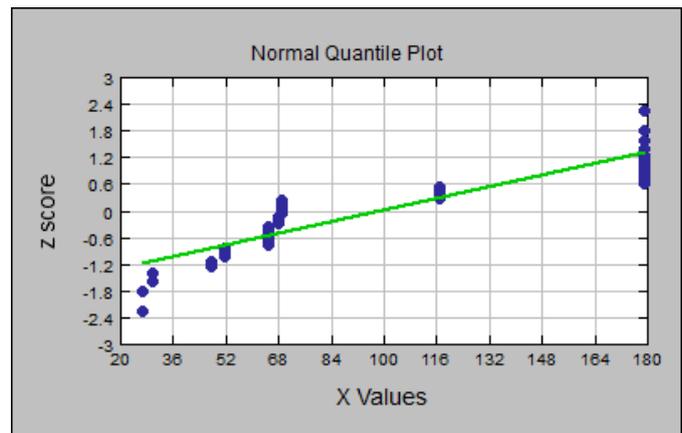


Figura 36 – Histograma da Variável Implantação
 Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma não se assemelha a uma curva normal (figura 35). O gráfico de quartis normais (figura 36) mostra que os dados não apresentam um padrão simétrico a uma reta, ou seja, os dados não são provenientes de uma amostra com distribuição normal.

4.4.5 Verificação de Normalidade dos Dados de Porcentagem de Área de Janela

A normalidade gráfica e analítica dos 41 dados referentes à porcentagem de janela analisados mostra que na análise analítica o Kolmogorov-Smirnov $amostra = 0.29568 > Kolmogorov-Smirnov_{referência} = 0.203$ e P-valor $0,01 < 0,05$, portanto, rejeita-se a H_0 . Os dados não provêm de uma distribuição normal.

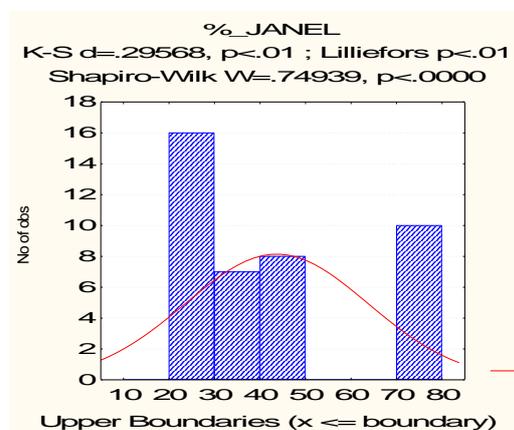


Figura 37 – Histograma da Variável Porcentagem de Janela
 Fonte: Autoria própria.

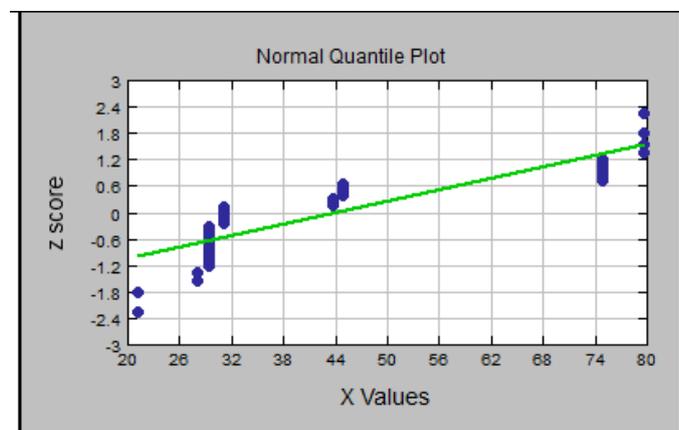


Figura 38 – Histograma da Variável Porcentagem de Janela
 Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma não se assemelha a uma curva normal (figura 37). O gráfico de quartis normais (figura 38) mostra que os dados não apresentam um padrão simétrico a uma reta, ou seja, os dados não são provenientes de uma amostra com distribuição normal.

4.4.6 Verificação de Normalidade dos Dados de Área de Parede Externa de 20 cm

A normalidade gráfica e analítica dos 23 dados referentes aos dados de área de parede externa de 0.20m dos espaços analisados mostra que Kolmogorov-Smirnov amostra = 0.30436 > Kolmogorov-Smirnov referência = 0.2836 e P-valor 0.01 < 0,05. Portanto, rejeita-se a H_0 . Os dados não provêm de uma distribuição normal.

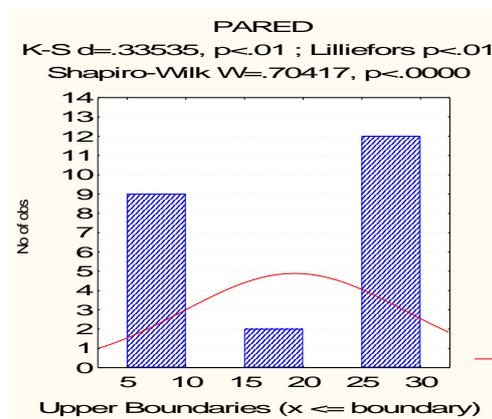


Figura 39 – Histograma da Variável área de Parede Externa
Fonte: Autoria própria.

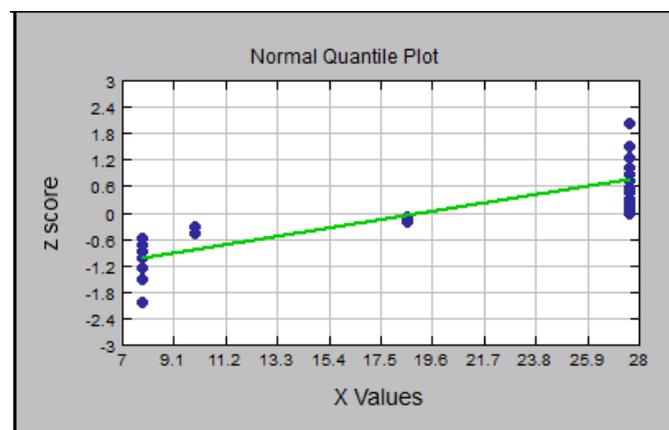


Figura 40 – Histograma da Variável área de Parede Externa
Fonte: Autoria própria.

A análise da normalidade gráfica dos dados mostra que o histograma não se assemelha a uma curva normal (figura 39). O gráfico de quartis normais (figura 40) mostra que os dados não apresentam um padrão simétrico a uma reta, ou seja, os dados não são provenientes de uma amostra com distribuição normal.

Com base nestas análises esta pesquisa apresenta conjunto de dados com distribuição normal e com distribuição não normal, sendo necessária inferência utilizando análise estatística paramétrica e não paramétrica.

4.5 CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS

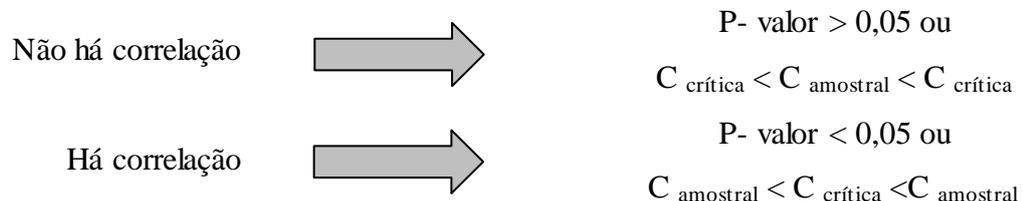
A correlação permite que seja feita inferência a partir de duas amostras e determina a existência, ou não, de uma relação entre duas variáveis. Quando se quer identificar uma equação que represente a relação entre as duas variáveis, estabelece-se a regressão que pode ser: linear ($y=1+2x$), logarítmica ($y=1+2x\ln x$), potencial ($y=3x^{2.5}$), quadrática ($y=x^2-8x+18$) e exponencial ($y=2y^2$). O coeficiente de determinação linear fornece um valor r que representa a força de correlação entre os valores quantitativos x e y , emparelhados em uma amostra. A correlação pode ser positiva ou negativa, sendo que quanto mais se aproxima dos valores $+1$ ou -1 , maior a correlação. Já r^2 representa o coeficiente de determinação múltipla ajustado ao número de variáveis e ao tamanho amostral, e corresponde à proporção de variação de y , que é explicada pela relação linear entre x e y , visto que na correlação há variáveis intervenientes aleatórias não incluídas nos estudos (TRIOLA, 2013).

O diagrama de dispersão apresenta em um plano cartesiano o conjunto de dados x e y . Quando uma das variáveis cresce e a outra em média também cresce, a correlação é positiva; e quando uma das variáveis decresce e a outra em média também decresce, a correlação é negativa. Tanto mais próxima do modelo proposto os dados estiverem mais forte é a correlação. Se os dados estiverem muito dispersos, sem definição de direção, a correlação é baixa, ou mesmo inexistente. No geral, os pontos do diagrama de dispersão não vão se ajustar perfeitamente à curva do modelo matemático proposto, pois haverá parte dos pontos do diagrama distantes do modelo matemático, visto que é um fenômeno que está sujeito à influência que acontece ao acaso.

Como os dados de conforto térmico - PMV e a produtividade apresentaram normalidade, foi feita a correlação de Pearson, indicada para dados normais. A análise de correlação entre as variáveis partiu da seguinte hipótese:

H0: $\rho = 0$ (não há correlação entre as duas variáveis)

H1: $\rho \neq 0$ (há correlação entre as duas variáveis)



4.5.1 Correlação entre Conforto Térmico e Produtividade

A correlação de Pearson entre os 43 dados válidos de conforto térmico - PMV e produtividade, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação de $r = 0.143$ e $r^2 = 0,02$. Ou seja, 2% das variações de produtividade podem ser explicadas pela variação de conforto térmico. Esta correlação é estatisticamente insignificante, pois é menor que o valor crítico ± 0.301 referente a 43 dados, e o P-valor = $0.358 > 0.05$.

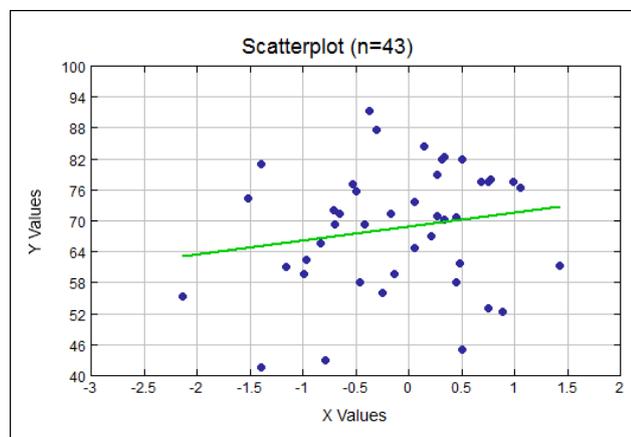


Figura 41 - Diagrama de Dispersão entre PMV e Produtividade
Fonte: Autoria própria.

O gráfico de regressão, figura 41, mostra que os dados não se ajustam a nenhum modelo matemático, ou seja, não se associam. Portanto, na amostra pesquisada, não é possível estabelecer um modelo matemático que associe o estado de conforto térmico ao nível de produtividade entre os trabalhadores de escritório.

4.5.2 Correlação entre Implantação e Conforto Térmico

A correlação de Pearson entre os 41 dados válidos de implantação e conforto térmico - PMV, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = -.004$ e $r^2 = 0.00$, mostrando que nenhum valor de conforto térmico pode ser explicado pela implantação do ambiente arquitetônico.

O gráfico de dispersão dos dados mostra que não existe qualquer associação entre os dados analisados.

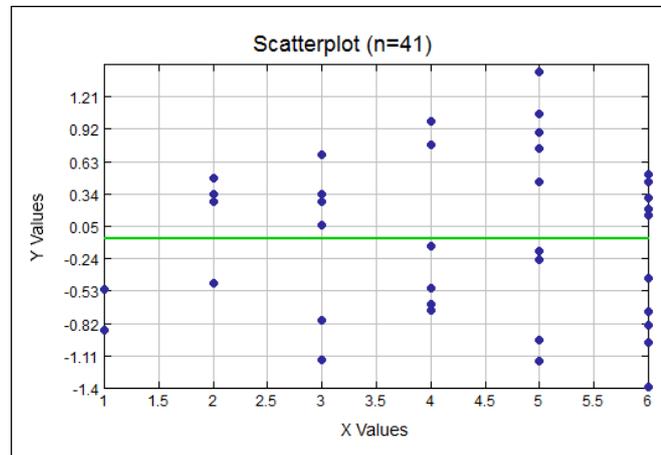


Figura 42 - Diagrama de Dispersão entre Implantação e Conforto Térmico
Fonte: Autoria própria.

O gráfico de dispersão dos dados (figura 42) mostra que não existe qualquer associação entre os dados analisados, não sendo possível estabelecer uma relação matemática entre os dados analisados nesta amostra.

Por conta dos dados de implantação não terem uma distribuição normal estrita, faz-se também a correlação de Spearman entre os 41 dados válidos de implantação e conforto térmico, considerando 0.05 como coeficiente crítico. Assim, apresentou-se correlação $r = 0.1550$, sendo o valor crítico $r = \pm 0.310$, comprovando que não existe correlação entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.3 Correlação entre Volume do Espaço e Conforto térmico

A correlação de Spearman entre os 45 dados válidos de volume dos espaços e conforto térmico - PMV, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.07$, sendo o valor crítico $r = \pm 0.295$. Este resultado mostra que não existe correlação entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.4 Correlação entre Porcentagem de Janela e Conforto Térmico

A correlação de Spearman entre os 41 dados válidos de porcentagem de janela e conforto térmico - PMV, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.361$, sendo o valor crítico $r = +/- 0.310$. Ou seja, existe correlação estatisticamente significativa, porém baixa entre as variáveis da amostra pesquisada.

4.5.5 Correlação entre Área de Parede Externa de 0.20 m e Conforto Térmico.

A correlação de Spearman entre os 23 dados válidos de área de parede externa de 0.20m e conforto térmico - PMV, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.1729$, sendo o valor crítico $r = +/- 0.415$. Isso mostra que não existe correlação estatisticamente significativa entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.6 Correlação entre Implantação e Produtividade.

A correlação de Pearson entre os 41 dados válidos de implantação e produtividade, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.0187$, e $r^2 = 0.000$ sendo o valor crítico $r = +/- 0.3160$. A correlação usando Spearman apresenta $r = 0.155$ e valor crítico $+/- 0.310$. Isso mostra que não existe correlação entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.7 Correlação entre a Volume do Espaço e Produtividade.

A correlação de Spearman entre os 43 dados válidos de volume do espaço e a produtividade, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.057$, sendo o valor crítico $r = +/- 0.305$. Este resultado mostra que não existe correlação entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.8 Correlação entre Porcentagem de Janela e Produtividade

A correlação de Spearman entre os 39 dados válidos de porcentagem de janela e a variável produtividade, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.2195$, sendo o valor crítico $r = \pm 0.318$. O resultado mostra que não existe correlação estatisticamente significativa entre as variáveis da amostra pesquisada.

4.5.9 Correlação entre a Área de Parede Externa de 0.20m e Produtividade

A correlação de Spearman entre os 21 dados válidos de porcentagem de área de parede externa de 0.20m e a variável score de produtividade, considerando 0.05 como coeficiente crítico, apresentou correlação $r = 0.483$, sendo o valor crítico $r = \pm 0.435$. Este resultado mostra que existe correlação estatisticamente significativa entre as variáveis na amostra pesquisada.

4.5.10 Resumo das Correlações entre as Variáveis Pesquisadas

Em resumo apresenta-se a tabela 15 contendo o tipo de distribuição do conjunto de dados, as variáveis correlacionadas a correlação encontrada seguido do valor de referência conforme o tipo de análise feita, seguido da conclusão de existência ou não de correlação.

Tabela 16 - Resumo de Correlação entre as Variáveis Analisadas, 2014

(continua)					
Distribuição	Variável 1	Variável 2	Correlação	Referência	Conclusão
Normais	Conforto Térmico	Produtividade	$r_p = 0.150 /$ $r_p^2 = 0,020$	$r_p = \pm 0.301$	Não
Baixa normalidade	Implantação	Conforto Térmico	$r_p = -.004 /$ $r_p^2 = 0.00$ $r_s = 0.1550$	$r_p \pm 0.308$ $r_s = \pm 0.301$	Não

Tabela 17 - Resumo de Correlação entre as Variáveis Analisadas, 2014

(conclusão)

Distribuição	Variável 1	Variável 2	Correlação	Referência	Conclusão
Não normal	Volume do Espaço	Conforto Térmico	$r_s = 0.072$	$r = \pm 0.295$	Não
Não normal	Porcentagem de Janela		$r_s = 0.361$	$r = \pm 0.310$	Sim
Não normal	Área de Parede Externa de 20 cm		$r_s = 0.173$	$r = \pm 0.415$	Não
Baixa normalidade	Implantação	Produtividade	$r_p = 0.019 /$ $r_p^2 = 0.000$ $r_s = 0.150$	$r_p = \pm 0.316$ $r_s = \pm 0.310$	Não
Não normal	Volume do Espaço		$r_s = 0.057$	$r_s = \pm 0.305$	Não
Não normal	Porcentagem de Janela		$r_s = 0.219$	$r_s = \pm 0.318$	Não
Não normal	Parede Externa de 20cm		$r_s = 0.483$	$r_s = \pm 0.435$	Sim

Fonte: Autoria própria.

5 DISCUSSÃO

5.1 CONFORTO TÉRMICO E PRODUTIVIDADE

A amostra desta pesquisa foi tirada de ambiente de trabalho real e é representada por trabalhadores de escritório, sendo 44% mulheres e 52% dos trabalhadores desempenhando a mesma função a cerca de cinco anos. Segundo Groes, Pejtersen e Valbjorn (1996), mulheres e trabalhadores que realizam trabalho de escritório são os que mais relatam percepções ambientais adversas, sendo a nacionalidade um fator significativo para a percepção das condições ambientais internas. Por isso, a amostra foi retirada de pessoas adaptadas às condições térmicas e às tarefas de escritórios. As verificações de conforto térmico analítico corresponderam a 87% das sensações de conforto térmico relatadas, indicando um bom ajuste entre a metodologia de avaliação de conforto térmico analítico e a sensação relatada pelos pesquisados.

A análise estatística entre o conforto térmico e a produtividade da amostra pesquisada, usando a ferramenta Nasa TLX, encontrou correlação de 15%, sendo que apenas 2% dos valores de produtividade podem ser explicados pelo desconforto térmico. Este valor é estatisticamente insignificante e sugere que, nesta amostra, a produtividade não é influenciada pelo estado de conforto térmico dos trabalhadores.

Nesta pesquisa, a temperatura ambiente nos espaços pesquisados variou de 27.6°C a 17.18°C, com temperatura média de 22,61°C. Embora a pesquisa mostre que, em ambiente real, a produtividade medida de forma subjetiva não se correlacionou com variáveis térmicas de forma significativa, os resultados mostram que existe uma variabilidade maior na produtividade quando os indivíduos estão em estado de desconforto térmico por frio ou calor (+/-14, 50%), do que quando os mesmos trabalhadores estavam em estado de conforto (+/- 8,50%).

Ao se analisar estatisticamente a hipótese, os *scores* de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório apresentam maior variação quando os trabalhadores estão sujeito ao desconforto térmico. O resultado, figura 34, mostrou que há evidência para garantir que o *score* de produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório apresente maior variação, visto que a estatística do *Teste F amostral*= 8.02 se situa na região crítica, que fica limitada por *F crítico*= 3.79, o *teste F* e o *teste Levine*, que apresentou *p*-valor <0.05. Os dados apoiam, com 95% de confiança, a afirmativa original. (OLIVEIRA et al, 2015)

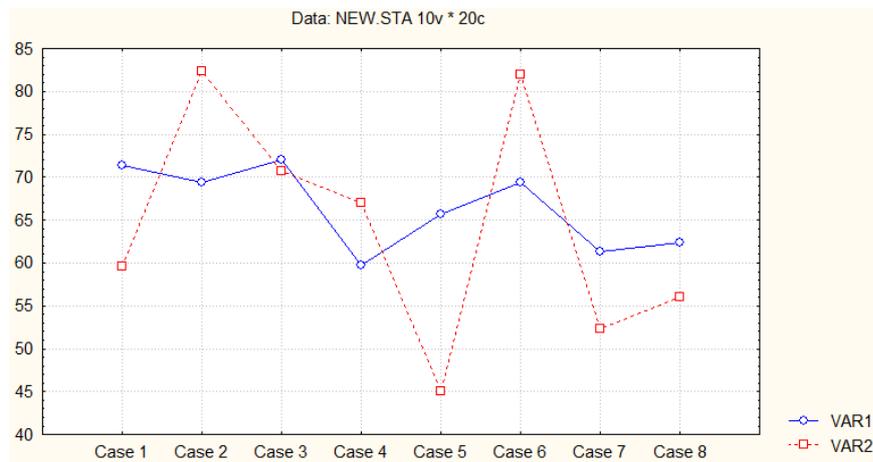


Figura 43 - Gráfico de polígonos com scores de produtividade Nasa TLX, 2014
Fonte: Autoria própria.

Corroborar esta pesquisa os dados de outra pesquisa em doze construções mecanicamente ventiladas, que relacionou a satisfação no trabalho com o conforto térmico e aceitabilidade do movimento do ar. A correlação encontrada foi baixa ($r < 0.02$, $p < 0.003$), mas estatisticamente significativa (HAGHIGHAT E DONNINI, 1999).

Apesar da fraca significância estatística encontrada nesta pesquisa, os dados mostram que o conforto interfere na produtividade dos trabalhadores em situação real de trabalho. Isto é confirmado por levantamento bibliográfico, que afirma que o conforto térmico é classificado pelos ocupantes do edifício, como sendo mais importante em comparação com o conforto visual, acústico e de qualidade do ar (FRONTCZAK E WARGOCKI, 2011).

Pesquisa similar de Lan (2009), feita em laboratório usando treze testes neurocomportamentais para avaliar de forma quantitativa a produtividade de trabalhadores de escritório, encontrou resultados divergentes aos desta pesquisa. Nela, o desempenho do teste neurocomportamental diminuiu quando o ambiente térmico desviou-se da condição neutra. A temperatura ambiente afetou o desempenho da tarefa de diferentes formas, dependendo da dificuldade, do tipo de processamento mental envolvido e do hemisfério cerebral das tarefas. Na pesquisa de Lan (2009) a amostra selecionada para o experimento era composta por 20 jovens estudantes saudáveis, não sendo representante da população de escritório. O período de pesquisa foi inferior a quatro horas, o que representa menos de meio turno de trabalho regular para cumprirem 13 testes neurocomportamentais.

O mesmo pesquisador, Lan (2010), analisando a produtividade através da carga mental usando a ferramenta Nasa TLX, teve como resultado que os participantes tiveram cargas de trabalho significativamente superiores a 17° C e 28 ° C do que a 21 ° C, sugerindo que a temperatura interfere na percepção de produtividade da amostra pesquisada. A pesquisa sugere, ainda, que o desconforto térmico causado pela temperatura do ar elevada ou baixa tinha influência negativa sobre a produtividade dos trabalhadores, sendo que as escalas de avaliação subjetiva foram importantes suplementos para as medidas neurocomportamentais de desempenho, especialmente quando se avalia os efeitos do ambiente sobre a produtividade.

Outros estudos mostram que a maioria das pessoas não consegue classificar, de forma consistente, como as condições ambientais internas são importantes para o conforto. Análises mostraram que as respostas da maioria das pessoas não são consistentes o suficiente para a criação de uma classificação plausível (LAI JHK, YIK FWH, 2007 e 2009).

A pesquisa de Akimoto et al. (2010) em ambiente real, usando a ferramenta NASA TLX para medir a produtividade subjetiva, também mostrou que quase não foram observadas diferenças entre cargas mentais de trabalho em diferentes condições térmicas.

Já o resultado de outra pesquisa, em ambiente de escritório simulado, forneceu evidências convincentes de que a temperatura do ar tem efeitos consideráveis sobre o desempenho do trabalho, e que este é mensurável dentro da faixa de configurações termicamente aceitáveis. Os resultados mostraram que a sensação de resfriamento ativa o cérebro e excita o sistema nervoso. O sistema de controle da termorregulação contribui para a ativação do sistema nervoso, elevando o estado de alerta mental ou atenção, sendo este o estado mental preferido para a realização de tarefas que exigem atenção, tempo e desempenho (THAM e WILLEM, 2010).

M. Frontczak, P. Wargocki (2011), após extensa pesquisa bibliográfica, levantando estudos entre 1977 a 2009, mostra que os estudos realizados usaram modelos quantitativos e avaliações qualitativas para examinar a importância de diferentes condições ambientais quanto à satisfação geral e à qualidade ambiental interna das construções. A pesquisadora defende a necessidade de modelos quantitativos; já que, até agora, poucos estudos têm utilizado esta abordagem. Segundo a autora, seria bastante útil medidas corretivas a respeito da melhoria da qualidade ambiental, indicando quais os parâmetros ambientais em ambientes fechados devem ser priorizados, como recomendado pela norma EN15251 (2007).

Comparando os resultados das pesquisas aqui apresentadas que correlacionam o nível de conforto térmico e a percepção de carga de trabalho, percebe-se alguma divergência quando se comparam amostras simuladas em laboratório das amostras retiradas de ambientes

reais de trabalho. Tanto os dados provenientes de laboratório como os de ambientes reais mostram que o nível de conforto interfere na produtividade, mas não esclarece o quanto, nem como ocorre, não sendo possível mensurar quantitativamente, nem sugerir medidas ergonômicas relativas ao nível de conforto térmico efetivas, com efeito direto sobre a produtividade. Tanto as pesquisas de laboratório como as de campo mostram que o conforto térmico gera alterações variadas e de diferentes formas entre os indivíduos, sendo recomendável manter níveis de conforto que atendam a maioria das pessoas, a fim de minimizar as variações e manter níveis regulares de carga de trabalho.

5.2 VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS E CONFORTO TÉRMICO

Das quatro variáveis arquitetônicas correlacionadas com o conforto térmico dos trabalhadores, três não apresentaram correlação estatisticamente significativa. A única variável que apresentou correlação com significância estatística foi a variável porcentagem de área envidraçada do envelope da edificação. O resultado mostra que 36,10% dos valores de conforto térmico dos ocupantes dos espaços podem ser explicados pela área envidraçada localizadas no envelope do espaço analisado. Embora esta correlação tenha significância estatística, ela é considerada baixa conforme a classificação apresentada por Munro (2001), que classifica correlações para variáveis físicas da seguinte forma: 0 a 0,25 pouca correlação; de 0,26 a 0,49 baixa ou pouca correlação; 0,5 a 0,69 correlação moderada; de 0,70 a 0,89 alta ou forte correlação; e de 0,9 a 1,0 correlação muito forte e muito alta.

Por outro lado, Xavier (2000, p. 159) afirma: “de maneira geral, pode-se considerar, para um modelo de utilização genérica, que um coeficiente de determinação $r^2 = 0,6$ é uma boa ferramenta de avaliação e predição”. Isto porque é muito complexa a obtenção de um modelo analítico para representar opiniões e sensações das pessoas, devido às inúmeras possibilidades de influências subjetivas atuantes.

Nesta pesquisa, o levantamento das variáveis em estudo foi feito duas vezes no ano, em período mais quente e mais frio, com o objetivo de perceber alterações ao longo do ano em função das alterações climáticas. O estado de conforto médio encontrado foi de -0.11 (+/- 0.73), com máxima de -1.52 a +1.43. Esta faixa de conforto representa estados de conforto entre levemente quente a levemente frio, sugerindo que as pessoas conseguem adequar bem suas roupas e o ambiente às condições térmicas, de forma a minimizar o desconforto térmico

gerado pelas variações climáticas. As temperaturas externas no local das pesquisas foram, em média, 23,06°C (+/- 5,56), com máximas de 13,98°C a 34,59°C. As temperaturas internas registradas variaram de 17,18°C a 28,71°C; a velocidade dos ventos variou de 0,05 m/s a 0,00 m/s, sendo a maioria 0,01m/s, praticamente inexistente.

Em encontro aos dados desta pesquisa, Frontczak e Wargocki (2011), ao resumirem dez estudos, mostram que o clima exterior e a estação influenciam no conforto térmico. As observações foram consistentes ao observar que as temperaturas interiores neutras e de conforto aumentaram com o aumento da temperatura externa, e que os níveis de conforto e temperaturas neutras eram mais elevados em climas mais quentes, quando comparado com as temperaturas em climas mais frios, além de serem maiores no verão do que no inverno.

Assim como no estudo de Saldanha (2012) avaliando o desempenho térmico e a eficiência energética em edifício de escritório mostrou evidências que apoiam a afirmativa que a orientação da edificação configura-se como um dos pontos mais importantes na elaboração do projeto, visando à eficiência energética. Gómez et al. (1995), em sua pesquisa, concluiu que os edifícios que têm maior face voltada para a orientação leste e oeste têm maiores consumos de energia, com diferença de 4% de consumo energético.

Pesquisadores ainda afirmam que a organização do espaço, orientação solar, forma, aberturas, pé-direito, materiais de construção trazem, em si, a possibilidade de responder de diferentes formas as demandas do projeto, pois a distribuição adequada de paredes, janelas, beiras e elementos de sombreamento podem trabalhar para produzir diferentes desconfortos, entre eles o térmico, dentro das edificações (KWOK E GRONDZIK, 2013).

Outra pesquisa que avalia as construções com usos e tipologias arquitetônicas bem diferenciadas mostra que o tipo de construção tem um impacto sobre o conforto térmico. Na pesquisa, ao avaliar o conforto térmico, as pessoas se sentiram mais quentes em casa e com mais frio no escritório. A temperatura neutra também foi diferente para os dois espaços pesquisados (OSELAND, 1995; HEIDARI, SHARPLES, 2002).

Nesta pesquisa, a variável área de parede externa com vinte centímetros de espessura não apresentou correlação com a variável conforto térmico, embora a pesquisa de Michaloski (2001) tenha constatado que a variável paredes tenha sido a principal variável por ele pesquisada, e que melhorou o conforto térmico dentro das edificações naturalmente ventiladas. Para ele, este elemento arquitetônico configurou-se como importante elemento no isolamento térmico das construções, como preconiza a NBR 15220 (2013) Desempenho Térmico de Edificações. Nesta pesquisa só foi possível obter quatro diferentes amostras de

espaços com envelope contendo 0.20m de espessura e parede, amostra considerada muito pequena.

Acredita-se que outras variáveis que não foram consideradas nesta pesquisa possam estar associadas com a contribuição das trocas térmicas entre a edificação e o ambiente externo, gerando diferentes níveis de conforto térmico dentro das edificações. A troca térmica feita pelo envelope da edificação pode ser capaz de gerar diferentes níveis de conforto térmico aos ocupantes.

Por se tratar de amostra com tipologias bem diferenciadas quanto às várias características arquitetônicas, tais como afastamentos, acabamentos, materiais de acabamento, envelope, implantação e ocupação dos espaços. É possível que outras características arquitetônicas possam estar influenciando de forma mais significativa o conforto térmico dos ocupantes. Outra hipótese é existirem muitas variáveis arquitetônicas associadas ao conforto térmico, de forma que cada uma contribua, um pouco, com as trocas térmicas capazes de gerar conforto térmico humano.

5.3 VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS X PRODUTIVIDADE

Nos resultados desta pesquisa, algumas variáveis arquitetônicas influenciaram minimamente a produtividade subjetiva dos trabalhadores, sendo que a variável implantação não apresentou nenhuma correlação $r^2 = 00$. A variável volume do espaço apresentou correlação de 5,7%. A porcentagem de janela em vidro localizadas no envelope se correlacionou em 21,9% e a variável área de parede externa com 0.20m foi a que mais se associou à variável produtividade em 48,3%, sendo esta última estatisticamente significativa e classificada por Munro (2001) como baixa correlação. Acredita-se que por se tratar de medida subjetiva associada às variáveis arquitetônicas que têm muitas variáveis correlacionadas, as correlações apresentam-se baixas.

Entre as variáveis que foram estudadas, a que teve maior correlação foi entre os valores de área de parede externa de 0.20m e a produtividade dos trabalhadores, 48,3%. Esta última variável apresentou apenas 17,3% dos seus valores correlacionados ao nível de conforto térmico dos ocupantes. Acredita-se que esta correlação seja fruto do acaso, não sendo correta a afirmação de que a área de parede externa com 0.20m de espessura esteja associada em 48,3% aos scores de carga de trabalho dos ocupantes destes espaços, já que esta

variável arquitetônica não foi capaz de associar-se ao conforto térmico de forma estatisticamente significativa e empiricamente lógica.

Parsons (2000) afirma existir uma interação contínua e dinâmica entre pessoas e seus arredores, o que produz esforço fisiológico e psicológico nas pessoas. Araújo (2012) aponta três tipos de efeitos dos ambientes sobre o ser humano: os que afetam a saúde, os que afetam o conforto e os que afetem o desempenho. Segundo Danielsson e Bodin (2008), o ambiente de escritório é visto como uma ferramenta de gestão e o ambiente físico como um dispositivo para alcançar maior eficiência do trabalho e uma melhor interação entre os funcionários. As normas internacionais que abordam a ergonomia e o ambiente físico apresentam métodos práticos para avaliar as respostas humanas e os componentes que compõem o espaço, sendo que os seres humanos possuem características que respondem diretamente aos estímulos ambientais e devem servir de parâmetro de medição, a fim de verificar se a avaliação analítica corresponde à subjetiva e as necessidades humanas (PARSONS, 2000).

Em pesquisa sobre a influencia das configurações espaciais em local de trabalho e a percepção dos ocupantes, os pesquisadores Hua et al (2011) sugerem que o *layout* e a organização interna do espaço de trabalho contribuam para o desempenho dos trabalhadores, pois podem facilitar ou não a distração e a comunicação. Portanto, locais de trabalho devem ser cuidadosamente projetados para garantir espaço com qualidade e bem-estar aos trabalhadores. Em outra pesquisa que avalia a relação das janelas, luz solar, vista do local de trabalho e o estresse ocupacional, Rashid e Zimring (1998) mostraram que existe um efeito significativo e direto entre a penetração da luz solar sobre a satisfação no trabalho e a intenção de parar de fumar e o bem-estar geral dos trabalhadores.

Embora se acredite que a associação entre os scores de produtividade subjetiva e a área de parede externa de 0.20m seja fruto do acaso, as correlações encontradas mostram que as características arquitetônicas podem estar associadas em proporções variadas à produtividade dos ocupantes do espaço. Como exemplo, a variável porcentagem de área de janela, que se correlacionou em 21,9% aos scores de produtividade, e o volume do espaço, que se correlacionou em 5% com os scores de produtividade.

Portanto, este trabalho avaliou a associação entre conforto térmico, quatro variáveis arquitetônicas a produtividade dos trabalhadores, apoiando-se na Ergonomia Ambiental que defende que pessoas interagem com o espaço arquitetônico e este gera consequências sobre os indivíduos. Este trabalho contribui com mais uma pesquisa realizada em ambiente de trabalho real, que levanta dados quantitativos sobre variáveis arquitetônicas, produtividade e conforto térmico.

6 CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais sobre a pesquisa. Retoma o problema de pesquisa, apresentando as variáveis escolhidas e analisadas, a fim de atender o objetivo geral e responder à hipótese levantada.

Este estudo mostra que variáveis arquitetônicas pesquisadas - implantação, volume do espaço, porcentagem de área de janela e parede externa de 20 cm - são variáveis que contribuem, minimamente, para o conforto térmico e produtividade dos ocupantes.

6.1 PROBLEMA, OBJETIVO, HIPÓTESE E OS RESULTADOS

O problema de pesquisa abordado foi: Quais as variáveis arquitetônicas de ambientes de escritórios, naturalmente ventilados, podem interferir nas variáveis de conforto térmico, a ponto de interferir na produtividade dos trabalhadores? Foram selecionadas quatro variáveis arquitetônicas: implantação, volume do espaço, porcentagem de área de janela e parede externa de 0.20m. A variável térmica foi o conforto térmico humano medido analiticamente pelo PMV. A variável relacionada à produtividade subjetiva utilizada foi o score Nasa TLX. Os valores encontrados foram tratados estatisticamente, a fim de encontrar correlação entre as variáveis.

O objetivo geral da pesquisa foi alcançado parcialmente, pois foram encontradas duas correlações com significância estatística, mas com baixa significância prática. Estas últimas foram a porcentagem de janela envidraçada e o conforto térmico com 36,10% de associação entre as variáveis, e a área de parede externa de 0.20m com a variável produtividade (48.30%), sendo esta empiricamente incoerente.

Os objetivos específicos - mensurar o conforto térmico analítico e subjetivo dos trabalhadores de escritório; mensurar a produtividade subjetiva de trabalhadores de escritório; e levantar as variáveis arquitetônicas dos ambientes de escritórios - permitiram coletar os dados necessários à análise proposta.

Com base nos resultados desta pesquisa, com este recorte de dados, não é possível afirmar que existe correlação entre as variáveis arquitetônicas de edificações naturalmente ventiladas e o conforto térmico dos ocupantes, a ponto de alterar a produtividade de

trabalhadores de escritórios, pois a variável que se correlacionou com o conforto térmico não é a mesma que se correlacionou com a produtividade e as correlações encontradas são muito próximas de zero e sem significância estatística.

Os dados gerais não apresentaram correlações estatisticamente significativas, as associações variaram de 0,01% a 30,38%. As associações que apresentaram maior correlação foram entre as variáveis arquitetônicas e as variáveis térmicas, porém todas apresentaram baixa correlação e sem significância estatística.

As correlações que envolvem a variável produtividade, de certa forma, eram esperadas como baixas, pois a produtividade é formulada a partir de opiniões individuais, sendo bastante sensível a alterações psicofisiológicas, o que torna uma variável bastante subjetiva e sensível às variáveis intervenientes, difíceis de serem identificadas.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Uma das limitações desta pesquisa é que não foram identificados trabalhos similares abordando variáveis arquitetônicas específicas, de construções naturalmente ventiladas, com o conforto térmico e a produtividade de trabalhadores de escritório, não sendo possível uma melhor discussão com a análise da metodologia trabalhada. Outra limitação é que seus resultados só representam o recorte populacional estabelecidos nas delimitações da pesquisa. Inferências realizadas neste estudo são válidas para a amostra de trabalhadores de escritório alvo da pesquisa, não sendo possível fazer previsões sobre uma população com características diferentes da apresentada. Assim, outras populações (como outros tipos de trabalho ou outro padrão de aclimação) requerem estudos específicos.

6.3 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos resultados obtidos, algumas sugestões para trabalhos futuros podem ser listadas, como coleta da dados de pressão arterial e frequência cardíaca dos trabalhadores, a ampliação da amostra, aplicando a pesquisa em regiões onde as condições térmicas ambientais externas favoreçam o maior desconforto por frio ou calor, dentro de edificações

naturalmente ventiladas; aplicação de uma metodologia de mensuração de produtividade analítica, reduzindo a subjetividade dos dados desta variável e estabelecendo outras variáveis arquitetônicas, com especificações técnicas bem definidas, a fim de torná-las mais similares e sensíveis.

REFERÊNCIAS

AKIMOTO, Takashi; TANABE, Shin-ichi; YANAI, Takashi; SASAKI, Masato. Thermal comfort and productivity - Evaluation of workplace environment in a task conditioned office. **Building and Environment**, 45 p. 45–50, 2010.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. **ANSI/ASHRAE Standard 55** - Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2010.

ARAÚJO, Maria Elisa Machado. **Desempenho Cognitivo em Ambiente Moderado**. 2012. 174 f. Dissertação - Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Braga, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492/ 94**: Representação de projeto de Arquitetura. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2013.

BATIZ, Eduardo Concepción; GOEDERT, Jean; MORSCH, Junir Junior; JUNIOR, Pedro Kasmirski; VENSKE, Rafael. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 477-488, set./dez. 2009.

BRODAY, Evandro Eduardo. **Análise comparativa entre os métodos de determinação da taxa metabólica visando o equilíbrio entre o homem e o ambiente**. 2013. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.

BURDEN, Ernest. **Dicionário Ilustrado de Arquitetura**. 2 ed. São Paulo: Bookman, 2006.

CANDIDO, Christhina; LAMBERTS, Roberto; BITTENCOURT, Leonardo; DEAR, Richard de. Aplicabilidade dos limites da velocidade do ar para efeito de conforto térmico em climas quentes e úmidos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre (RS), v. 10, n. 4, p. 59-68, out./dez. 2010.

CANDIDO, Christina; LAMBERTS, Roberto; DEAR, Richard de; BITTENCOURT, Leonardo; VECCHI, Renata de. Towards a Brazilian standard for naturally ventilated buildings: guidelines for thermal and air movement acceptability. **Building research & information**, v. 39(2), p. 145–153, 2011.

CANDIDO, C; DEAR, R. J. de; LAMBERTS, R.; Bittencourt, L. Air movement acceptability limits and thermal comfort in Brazil's hot humid climate zone. **Building and Environment** v.45, p. 222–229, 2010.

CANDIDO, Christina; DEAR Richard de. From thermal boredom to thermal pleasure: a brief literature review. **Ambiente Construído**, Porto Alegre (RS), v. 12, n. 1, p. 81-90, jan./mar. 2012.

CAO, Alex; CHINTAMANI, Keshav K; PANDYA, Abhilash K; ELLIS R. Dar. NASA TLX: Software for assessing subjective mental workload. **Behavior Research Methods**, v. 41 (1), p. 113-117, 2009.

CARDOSO, M. S. **Avaliação da Carga Mental de Trabalho e o Desempenho de Métodos de Mensuração: NASA TLX e SWAT**. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

CARDOSO, Mariane de Souza; GONTIJO, Leila Amaral. Avaliação de carga mental de trabalho e do desempenho de medidas de mensuração: NASA TLX e SWAT. **Gest. Produção**, São Carlos (SP), v. 19, n.4, p. 873-884, 2012.

CEN. EN15251. **Indoor environmental criteria for design and calculation of energy performance of buildings**. Brussels. Comité Européen de Normalisation, 2007.

CHEN, Ailu; CHANG, Victor W. C. Human health and thermal comfort of office workers in Singapore. **Building and Environment**, v.58, p.172-178, 2012.

DANIELSSON, Christina; BODIN, Lennart. Office Type in Relation to Health, Well-Being, and Job Satisfaction Among Employees. **Environment and Behavior**, v. 40, n. 5, p. 636-668, set./2008.

DEAR, R. de. Thermal comfort in practice. **Indoor Air**, 14 (7), p. 32–39, 2004.

DEAR, R. J. de; AKIMOTO, T.; ARENS, E. A.; BRAGER, G.; CANDIDO, C.; CHEONG, K. W. D.; B. Li5; NISHIHARA, N.; SEKHAR, S. C.; TANABE, S.; TOFTUM, J.; ZHANG, H.; ZHU Y. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. **Indoor Air**, Received for review 24 September 2012. Accepted for publication 10 April 2013

DJONGYANG, Noel; TCHINDA, Rene; NJOMO, Donatien. Thermal comfort: A review paper. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 2626–2640, 2010.

ELALI, Gleice Azambuja. Psicologia e Arquitetura: em busca do *locus* interdisciplinar. **Estudos de Psicologia**, v. 2(2), p. 349-362, 1997.

EN15251, Indoor Environmental Input Parameters for Design and Assessment of Energy Performance of Buildings – Addressing Indoor air Quality, Thermal Environment, Lighting and Acoustics, English version, 2007

FALZON, Pierre (Ed.). **Ergonomia**. [tradução: Giliane M. J. Ingratta, Marcos Maffei, Márcia W. R. Szelwar, Maurício Azevedo de Oliveira, Agnes Ann Puntch; Revisão Técnico-científica: Laerte Idal Szelwar, Fausto Leopoldo Mascia, Leila Nagin Zidam; revisão bibliográfica: Vera Lúcia Duarte; Coordenador da Tradução: Laerte Idal Szelwar]. Editora Blucher, 2007.

FRONTCZAK, Monika; WARGOCKI, Pawel. Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. **Building and Environment**, 46, p. 922-937, 2011.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

GAOUA, N. Cognitive function in hot environments: a question of methodology. **Scand J Med Sci Sports**, v.20 (Suppl. 3): p. 60–70, 2010.

GÓMEZ, L. A.; LAMBERTS, R. **Simulação da Influência de Algumas Variáveis Arquitetônicas no Consumo de Energia em Edifícios**. Departamento de Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis: UFSC, 1995.

GROES, L.; PEJTERSEN, J.; VALBJORN, O. Perceptions and symptoms as a function of indoor environmental factors, personal factors and building characteristics in office buildings. **Proceedings of the 7th International Conference on Indoor Air Quality and Climate**, Nagoya, Japan, v. 4, p. 237-242, 1996.

HALAWA, E. J.; HOOFF, Van. The adaptive approach to thermal comfort: A critical overview. **Energy and Buildings**, v. 51, p. 101-110, 2012.

HAGHIGHAT, F.; DONNINI, G. Impact of psycho-social factors on perception of the indoor air environment studies in 12 office buildings. **Build Environ**, 34 (4), p. 479-503, 1999.

HART, Sandra G. Nasa-task load index (nasa-tlx); 20 years later. **Proceedings of the human factors and ergonomics society 50th annual meeting**. 2006.

HART, S. G.; STAVELAND, L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research. In: Hancock, P.A., Meshkati, N. (Eds.), *Human Mental Workload*. North Holland Press, Amsterdam, p. 239-250, 1988.

HINES, William W. *et al.* **Probabilidade e estatística na engenharia**. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

HEIDARI, S.; SHARPLES, S. A comparative analysis of short-term and long-term thermal comfort surveys in Iran. **Energy Build**, 34 (6): p. 607-614, 2002.

HUA, Ying; LOFTNESS, Vivian; HEERWAGEN, Judith H.; POWELL, Kevin M. Relationship Between Workplace Spatial Settings and Occupant-Perceived Support for Collaboration. **Environment and Behavior**, 43: p. 807, 2011.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. **ISO 7730** - Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneva, 2005.

_____. **ISO 7726** – Ergonomia do Ambiente Térmico- Instrumentos para Medição de Grandezas Físicas, 1998.

_____. **ISO 10551** - Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Genebra, 1995.

_____. **ISO 8990** – Ergonomic of the thermal environment – Determination of metabolic rate. 2004.

_____. **ISO 9920** - Ergonomics of the thermal environment - Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble. Genebra, 2005.

KARJALAINEN, S. Review Article Thermal comfort and gender: a literature review. **Indoor Air**, v. 22: p. 96-109, 2012.

KERSHA, W. T.; LASH, D. Investigating the productivity of office workers to quantify the effectiveness of climate change adaptation measures . **Building and Environment** 69, p. 35-43, 2013.

KUCHEN, Ernesto; FISCH, Manfred Norbert; GONZALO, Guillermo Enrique; NOZICA, Graciela Noemí. Predição do índice de conforto térmico em edifícios de escritório na Alemanha. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 39-53, jul./set. 2011.

KWOK, Alison G.; GRONDZIK, Walter T. **Manual de arquitetura ecológica**. Tradução técnica: Alexandre Salvaterra. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LAI JHK, Yik FWH. Perceived importance of the quality of the indoor environment in commercial buildings. **Indoor Built Environ**, 16(4), p. 311-321, 2007.

LAI JHK, Yik FWH. Perception of importance and performance of the indoor environmental quality of high-rise residential buildings. **Build Environ**, 44(2), p. 352-360, 2009.

LAN, L.; LIAN, Z. W.; PAN, L.; Ye, Q. Neurobehavioral approach for evaluation of office workers' productivity: the effects of room temperature. **Build. Environ**, v. 44 (8), p. 1578-1588, 2009.

LAN, Li; LIAN, Zhiwei; PAN, Li. The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings. **Ergonomia Aplicada**, v. 42, Issue 1, p. 29-36, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MISHRA, AK; RAMGOPAL, M. Field studies on human thermal comfort - An overview, **Building and Environment**, doi: 10.1016/j.buildenv.2013.02.015, 2013

MICHALOSKI, Ariel Orlei. **Avaliação de desempenho térmico por meio de simulação computacional de habitação populares implantadas na vila tecnológica de Curitiba**. 2002. 208f. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Tecnologia, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, 2001.

MOUJALLED, Bassam; CANTIN, Richard; GUARRACINO, Gérard. Comparison of thermal comfort algorithms in naturally ventilated office buildings. **Energy and Buildings**. v. 40, p. 2215-2223, 2008.

MUNRO, B. H. **Statistical methods for health care research**. 4 ed. Philadelphia: Lippincott, 2001.

OLIVEIRA, Renata Melo e Silva de (org). **Engenharia de produção: tópicos e aplicações**. v. 1, Belém: EDUEPA, 2010.

OLIVEIRA, Etienne A. S.; XAVIER, Antonio Augusto de Paula; MICHALOSKI, Ariel Orlei; TORRES, Flavia; PIZYBSKI, Elisandra Montes. Subjective Productivity in Different states of Thermal Comfort. **Espacios**, v. 36(07), 2015.

OSELAND, NA. Predicted and reported thermal sensation in climate chambers, offices and homes. **Energy build**, 23(2), p.105-115, 1995.

PASQUALI, Luis. Psychometrics. **Rev Esc Enferm, USP**; v.43(Esp), p. 992-999, 2009.

PARSONS, K. C. Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. **Applied ergonomic**, v. 31(6), p. 581-94, 2000.

RASHID, Mahbub; ZIMRING, Craig. A Review of the Empirical Literature on the Relationships Between Indoor Environment and Stress in Health Care and Office Settings. **Environment and Behavior**. v. 40, n. 2, p. 151-190, Mar./2008.

ROELOFSEN, P. The impact of office environments on employee performance: the design of the workplace as a strategy for productivity enhancement. **Jornal of Facilities Management**, v. 1 (3), p. 247-264, 2002.

SALDANHA, Alessandra Migliorini. **Desempenho Térmico e Eficiência Energética em Edifício de Escritório: Análise do Uso de Fachadas de Vidro Diretamente Expostas à Radiação Solar na Cidade de Cuiabá-MT**. 2012. 190f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2012.

SANTANA, M. V. **Influência de Parâmetros Construtivos no Consumo de Energia de Edifícios de Escritório Localizados em Florianópolis-SC**. 2006. 182f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Henor Artur de; RODRIGUES, Luciano Souza. Ventilação natural como estratégia para o conforto térmico em edificações. **REM: R. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 65(2), p. 189-194, abr.-jun. 2012.

SOÁREZ, PC; KOWALSKI, CCG; FERRAZ, MB; CICONELLI, RM. Tradução para português brasileiro e validação de um questionário de avaliação de produtividade. **Rev Panam Salud Publica**. 22(1), p.21-28, 2007.

SILVA, Sérgio Henrique Almeida da Junior; VASCONCELOS, Ana Glória Godoi; GRIEP, Rosane Harter; ROTENBERGCA, Lúcia. **Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 27(6):1077-1087, jun./2011.

THAM, Kwok Wai; WILLEM, Henry Cahyadi. Room air temperature affects occupants' physiology, perceptions and mental alertness. **Building and Environment**, v. 45, p. 40–44, 2010.

VELÁZQUEZ, F. F.; LOZANO, G. M.; ESCALANTE, J. N. **Manual de ergonomia**. Madrid: Fundación MAPFRE, 1995.

WANG, Z. A field study of the thermal comfort in residential buildings in Harbin. **Building and Environment**, v. 43, p. 1034–1039, 2006.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula Xavier. **Condições de Conforto Térmico para Estudantes de 2º grau na Região de Florianópolis**. 1999. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividade sedentárias - teoria física aliada a estudos de campo**. 2000. 251f. Tese - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal do Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

ZHANG, Guoqiang; ZHENG, Cong; YANG, Wei; ZHANG, Quan; MOSCHANDREA, Demetrios J. Thermal Comfort Investigation of Naturally Ventilated Classrooms in a Subtropical Region. **Indoor Built Environ**, v.16 (2), p. 148–158, 2008.

APÊNDICES A - Avaliação Subjetiva de Conforto Térmico

TODAS AS INFORMAÇÕES FORNECIDAS SERÃO SIGILOSAS E SERÃO UTILIZADAS
SOMENTE PARA FINS DE PESQUISA ACADÊMICA.

QUESTIONÁRIO Nº

Qualquer dúvida pode ser esclarecida diretamente com a pesquisadora responsável:

Etianne Alves Souza de Oliveira, (41) 9937 – 7752, (98) 81960255, etianne_oliveira@hotmail.com.

Informações Gerais

Nome (OPCIONAL) Data:..... Peso:..... kg
Sexo: [] masc. [] fem. Horário: Altura:..... cm
Formação acadêmica:..... Profissão: Idade:

1. Há quanto tempo desempenha a mesma função neste local de trabalho?
2. Qual o seu horário habitual de trabalho?
3. Qual função desempenha?.....

ISO 7730 - Avaliação de Conforto Térmico

4. Marque com um "X" todas as vestimentas que está utilizando agora:

Roupa de baixo e acessório	[]	Camiseta de baixo manga longa	Vestidos e Saias
[] Sapato com sola fina	[]	Gravata	[] Saia leve, de verão
[] Sapato com sola grossa		Camisas e Blusas	[] Saia pesada, de inverno
[] Botinas	[]	Camisa de manga curta	[] Vestido de verão, mangas curtas
[] Meia soquete fina	[]	Camisa manga longa tecido fino	[] Vestido de inverno, manga longa
[] Meia soquete grossa	[]	Camisa manga longa normal	[] Vestido completo, fechado
[] Meia até o joelho	[]	Camisa de flanela ou moleton	Casacos e Suéteres
[] Meia de nylon longa fina	[]	Blusa leve fina, manga longa	[] Colete sem mangas fino
[] Meia calça com pernas longas	[]	Blusa leve fina, manga curta	[] Colete sem mangas grosso
[] Meia calça com pernas curtas	[]	Camiseta	[] Suéter manga longa fino
[] Cueca	[]	Calças	[] Suéter manga longa grosso
[] Calcinha	[]	Calça curta (bermuda)	[] Jaqueta leve
[] Soutien	[]	Calça tecido fino	[] Jaqueta/japona, normal
[] Camiseta de baixo	[]	Calça jeans	[] Paletó
	[]	Calça grossa, de lã ou flanela	[] Paletó de verão, blazer

5. Qual sua sensação térmica geral nesse momento?

[] Muito quente [] Muito frio
[] Quente [] neutro [] Frio
[] Levemente quente [] Levemente frio

6. De que maneira você se sente termicamente nesse momento?

[] confortável [] indiferente [] desconfortável
[] pouco confortável [] muito desconfortável

7. Como você preferia estar se sentindo agora?

[] bem mais quente [] bem mais frio
[] mais quente [] assim mesmo [] mais frio
[] um pouquinho mais quente [] um pouquinho mais frio

8. Para você a condição térmica deste ambiente é?

[] aceitável [] inaceitável

Você consente que um resumo desses dados seja usado em pesquisa científica: [] sim [] não

Assinatura:

APÊNDICE B - Avaliação Subjetiva de Carga de Trabalho

AVALIAÇÃO NASA TLX – AVALIAÇÃO DE CARGA DE TRABALHO

1. Para cada opção escolha entre os elementos o mais significativo no seu trabalho:

1ª	<input type="checkbox"/>	Pressão física	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão mental
2ª	<input type="checkbox"/>	Pressão de tempo	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão mental
3ª	<input type="checkbox"/>	Desempenho	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão mental
4ª	<input type="checkbox"/>	Frustração.....	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão mental
5ª	<input type="checkbox"/>	Esforço	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão mental
6ª	<input type="checkbox"/>	Pressão de tempo	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão física
7ª	<input type="checkbox"/>	Desempenho	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão física
8ª	<input type="checkbox"/>	Frustração	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão física
9ª	<input type="checkbox"/>	Esforço	ou	<input type="checkbox"/>	Pressão física
10ª	<input type="checkbox"/>	Pressão de tempo	ou	<input type="checkbox"/>	Desempenho
11ª	<input type="checkbox"/>	Pressão de tempo	ou	<input type="checkbox"/>	Frustração
12ª	<input type="checkbox"/>	Pressão de tempo	ou	<input type="checkbox"/>	Esforço
13ª	<input type="checkbox"/>	Desempenho	ou	<input type="checkbox"/>	Frustração
14ª	<input type="checkbox"/>	Desempenho.....	ou	<input type="checkbox"/>	Esforço
15ª	<input type="checkbox"/>	Esforço	ou	<input type="checkbox"/>	Frustração

2. Marque na escala de magnitude a intensidade de cada fator inerente ao seu trabalho

PRESSÃO MENTAL - Qual a demanda mental da sua tarefa?



PRESSÃO FÍSICA - Qual a demanda física da sua tarefa?



PRESSÃO DE TEMPO - Qual é a exigência de tempo da sua tarefa?



DESEMPENHO - Qual o seu nível de sucesso ao realizar sua tarefa?



ESFORÇO - Quão duro você tem que trabalhar para alcançar o seu nível de desempenho?



FRUSTAÇÃO - Qual o nível de insegurança, desânimo, irritação, estresse, e irritação você tem ao realizar sua tarefa?



Você consente que um resumo desses dados seja usado em pesquisa científica.

[] sim [] não

APÊNDICE C - Carta de Apresentação e Aceite



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



CARTA DE APRESENTAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, através do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, gostaria de poder conta com a sua cooperação para o desenvolvimento uma pesquisa intitulada: *PRODUTIVIDADE E CONFORTO TÉRMICO: A INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS EM ESCRITÓRIO NATURALMENTE VENTILADOS.*

Objetivo:

Verificar se há relação entre as soluções arquitetônicas em ambientes de escritórios naturalmente ventilados o conforto e a produtividade de usuários.

Metodologia:

- Medir parâmetros térmicos ambientais internos, através auxílio do aparelho *Confortímetro Sensus®*, a saber: temperatura, umidade, velocidade dos ventos, temperatura radiante;
- Avaliar o nível de conforto térmico dos trabalhadores através de questionário específico. (ver anexo);
- Avaliar a capacidade para o trabalho, através de avaliação subjetiva (ver anexo)
- Levantamento arquitetônico de onde se desenvolvem as tarefas.

Contribuição

Identificar quais soluções arquitetônicas naturalmente ventiladas que são mais favoráveis ao conforto e a produtividade de trabalhadores que desempenham atividade de escritório.

Responsáveis pela pesquisa

Arq. Etianne Alves Souza de Oliveira, telefone (42) 99377752, CPF: 84894954320, mestranda em Ergonomia em Processos Produtivos na pós-graduação da UTFPR.

Concordância em participar

Eu, Maria Roseli Blum Gomes
representante da empresa Quarta da Escola - APAE
concordo em participar da pesquisa e autorizo a sua realização ^{nas} em minhas dependências. da Escola.

Ass: Maria Roseli Blum Gomes Data: 27-01-14



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



CARTA DE APRESENTAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, através do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, gostaria de poder contar com a sua cooperação para o desenvolvimento uma pesquisa intitulada: *PRODUTIVIDADE E CONFORTO TÉRMICO: A INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS EM ESCRITÓRIO NATURALMENTE VENTILADOS.*

Objetivo:

Verificar se há relação entre as soluções arquitetônicas em ambientes de escritórios naturalmente ventilados o conforto e a produtividade de usuários.

Metodologia:

- Medir parâmetros térmicos ambientais internos, através auxílio do aparelho *Confortímetro Sensu®*, a saber: temperatura, umidade, velocidade dos ventos, temperatura radiante;
- Avaliar o nível de conforto térmico dos trabalhadores através de questionário específico. (ver anexo);
- Avaliar a capacidade para o trabalho, através de avaliação subjetiva (ver anexo)
- Levantamento arquitetônico de onde se desenvolvem as tarefas.

Contribuição

Identificar quais soluções arquitetônicas naturalmente ventiladas que são mais favoráveis ao conforto e a produtividade de trabalhadores que desempenham atividade de escritório.

Responsáveis pela pesquisa

Arq. Etianne Alves Souza de Oliveira, telefone (42) 99377752, CPF: 84894954320, mestranda em Ergonomia em Processos Produtivos na pós-graduação da UTFPR.

Concordância em participar

Eu, ANTONIO CARLOS CARNEIRO NETO.....,
representante da empresa 2º TABELIONATO DE PROTESTO DE TÍTULOS,
concordo em participar da pesquisa e autorizo a sua realização em minhas dependências.

Ass: 2º Tabelionato de Protesto de Ponta Grossa

Data: _____

Antonio C. Carneiro Neto
Tabelião

78.599.941/0001-80
PONTA GROSSA 2º CARTÓRIO DE PROTESTOS E TÍTULOS
RUA SETE DE SETEMBRO, 1325 - CENTRO
CEP 84010-350 - PONTA GROSSA - PR



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



CARTA DE APRESENTAÇÃO DE PESQUISA ACADÊMICA

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Ponta Grossa, através do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, gostaria de poder conta com a sua cooperação para o desenvolvimento uma pesquisa intitulada: *PRODUTIVIDADE E CONFORTO TÉRMICO: A INFLUÊNCIA DE SOLUÇÕES ARQUITETÔNICAS EM ESCRITÓRIO NATURALMENTE VENTILADOS*.

Objetivo:

Verificar se há relação entre as soluções arquitetônicas em ambientes de escritórios naturalmente ventilados o conforto e a produtividade de usuários.

Metodologia:

- Medir parâmetros térmicos ambientais internos, através auxílio do aparelho *Confortímetro Sensu@*, a saber: temperatura, umidade, velocidade dos ventos, temperatura radiante;
- Avaliar o nível de conforto térmico dos trabalhadores através de questionário específico. (ver anexo);
- Avaliar a capacidade para o trabalho, através de avaliação subjetiva (ver anexo)
- Levantamento arquitetônico de onde se desenvolvem as tarefas.

Contribuição

Identificar quais soluções arquitetônicas naturalmente ventiladas que são mais favoráveis ao conforto e a produtividade de trabalhadores que desempenham atividade de escritório.

Responsáveis pela pesquisa

Arq. Etianne Alves Souza de Oliveira, telefone (42) 99377752, CPF: 84894954320, mestranda em Ergonomia em Processos Produtivos na pós-graduação da UTFPR.

Concordância em participar

Eu, Johnny Adán Bueno
representante da empresa Conservatório Maestro Paulino Martins Alves (FAUEPG)

concordo em participar da pesquisa e autorizo a sua realização em minhas dependências.

Ass: Johnny Adán Bueno

Data: 08/11/13

Johnny Adán Bueno
Vice-Diretor
Conservatório Maestro Paulino Martins Alves

<p>FAUEPG - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Institucional, Científico e Tecnológico da Universidade de Ponta Grossa CNPJ: 08.574.460/0001-35 Av. Balduino Taques, 333 Centro Fone: 3025-6456</p>
--

APÊNDICE D - Consulta a Especialista

Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Campus de Ponta Grossa
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**
Curso de Mestrado



OF nº 008/2013-PPGEP

Ponta Grossa, 27 de agosto de 2013

Ilmo Sr.
Prof. Dr. LUIZ PASQUALI
Professor Pesquisador Associado da Universidade de Brasília, Brasil

Universidade de Brasília,
Instituto de Psicologia, Departamento de Psicologia Social e do Trabalho.
Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte
Plano Piloto
70910900 - Brasília, DF - Brasil

At.

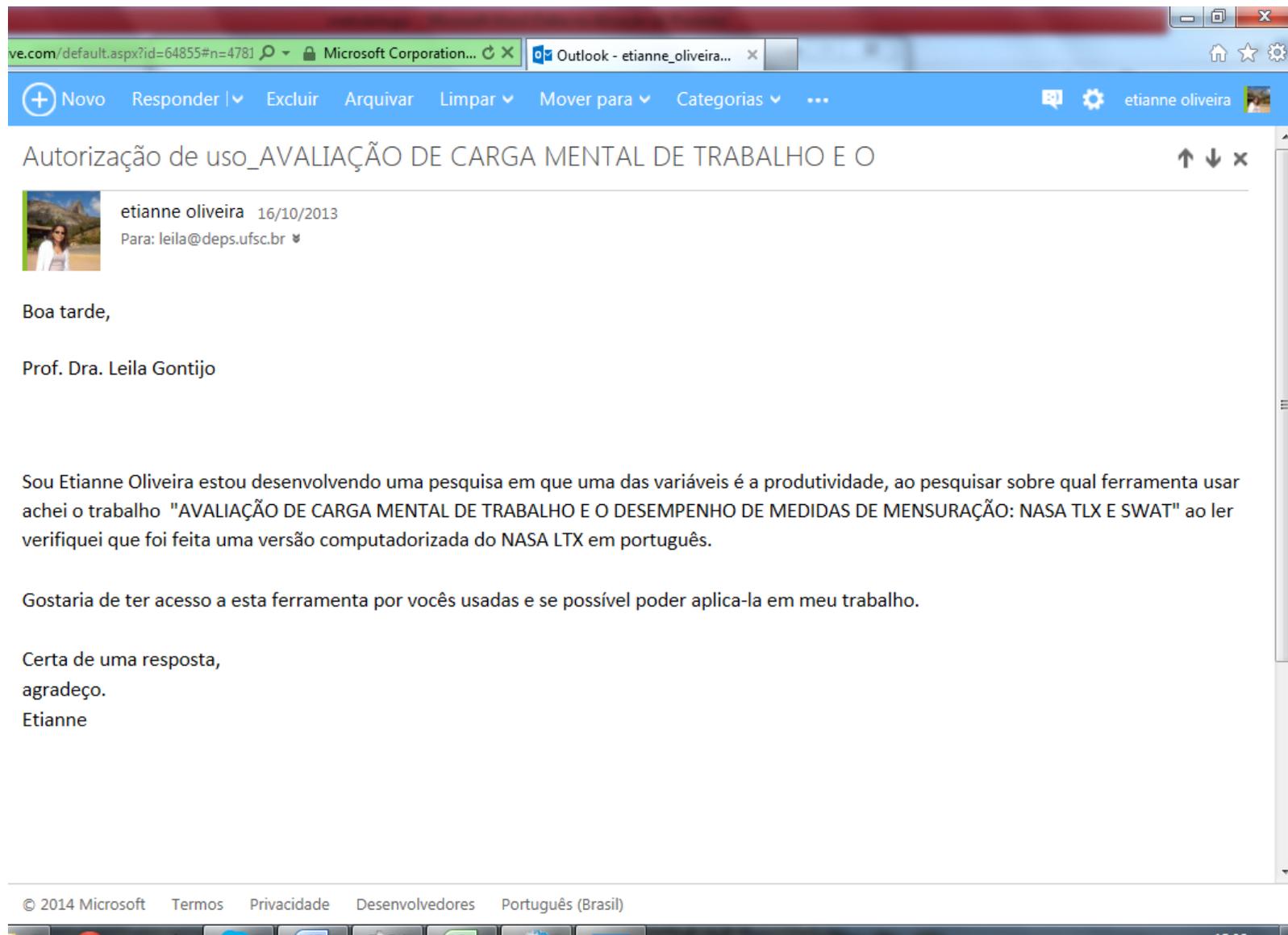
Prezado Senhor

Apresentamos a V.S^a o aluno Etianne Alves Souza de Oliveira (pesquisador), matriculado no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção – Gestão da Produção e Manutenção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa, que está desenvolvendo a pesquisa com vistas à elaboração de dissertação na área de linha de pesquisa: Ergonomia em Processos Produtivos – EPP, com título: Produtividade e Conforto Térmico: a influência de soluções arquitetônicas em ambientes naturalmente ventilados, sob a orientação dos professores Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier e Prof. Dr. Ariel Orlei Michaloski.

A amostra será constituída por trabalhadores de cartórios instalados na cidade de Ponta Grossa – PR onde os trabalhadores desenvolvem atividade sedentária.

Busca-se informações sobre qual a ferramenta mais adequada para medir a produtividade subjetiva destes trabalhadores, acredita-se que o LabPAM / UNB - PST possa ter estas informações e possa contribuir com esta pesquisa.

Outrossim, declaramos que as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins desta pesquisa, ficando de domínio restrito ao pesquisador e seu



ve.com/default.aspx?id=64855#n=4781 Microsoft Corporation... Outlook - etianne_oliveira...

Novo Responder | Excluir Arquivar Limpar | Mover para | Categorias | etianne oliveira

Autorização de uso_AVALIAÇÃO DE CARGA MENTAL DE TRABALHO E O

 etianne oliveira 16/10/2013
Para: leila@deps.ufsc.br

Boa tarde,

Prof. Dra. Leila Gontijo

Sou Etianne Oliveira estou desenvolvendo uma pesquisa em que uma das variáveis é a produtividade, ao pesquisar sobre qual ferramenta usar achei o trabalho "AVALIAÇÃO DE CARGA MENTAL DE TRABALHO E O DESEMPENHO DE MEDIDAS DE MENSURAÇÃO: NASA TLX E SWAT" ao ler verifiquei que foi feita uma versão computadorizada do NASA LTX em português.

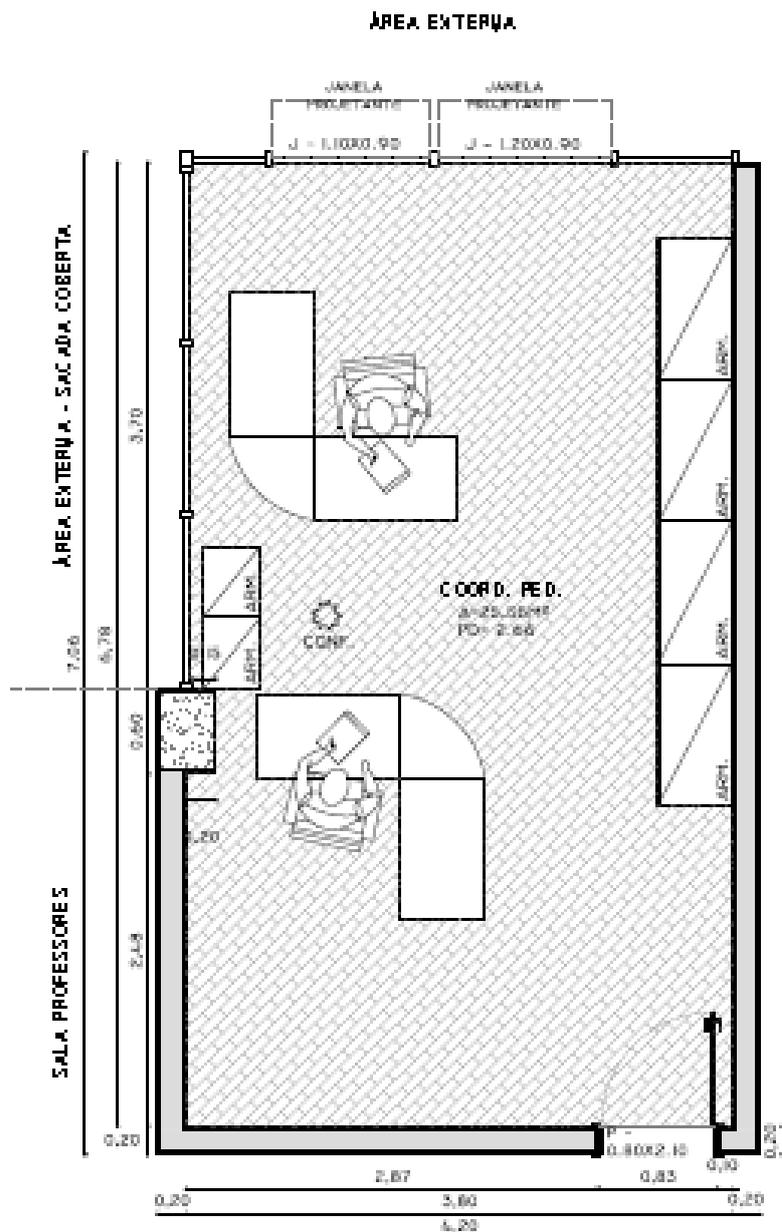
Gostaria de ter acesso a esta ferramenta por vocês usadas e se possível poder aplica-la em meu trabalho.

Certa de uma resposta,
agradeço.
Etianne

© 2014 Microsoft Termos Privacidade Desenvolvedores Português (Brasil)

APÊNDICE E – Levantamento Arquitetônicos dos Espaços Analisados

COR	PERMA
RED	0.1
YELLOW	0.2
GREEN	0.3
ORAN	0.4
BLU	0.5
MAGENTA	0.6
WHITE	0.7
8 COR	0.12
9 COR	0.10
74 COR	0.18
12 COR	0.15
164 COR	0.15



PLANTA BAIXA
ESCALA 1/50

VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS			
ORIENTAÇÃO	ALVURA EST. (m²)	VOLUME (m³)	JANELA (%)
50° NE	00.00	67.96	79.67

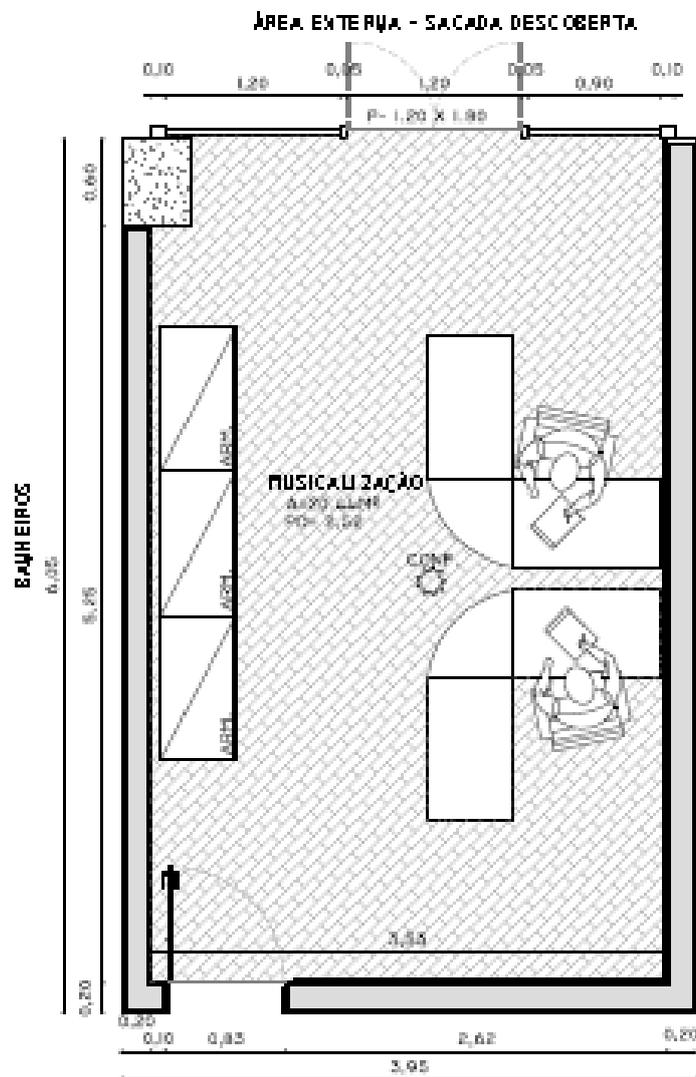
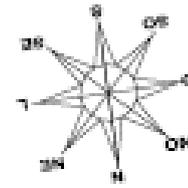
NOVEMBRO DE 2014 03/10

**INTERIOR
INSTITUCIONAL**
CONSERVATÓRIO MUSICAL

ARQUITETA:
COORD. PEDAGÓGICA
CONTEÚDO:
LENTAÇÃO
ESCALA:
1/50

**etianne
alves**
arquiteta urbana-designer
etianne_alves10@hotmail.com.br
79 - 98160000

COR	PERNA
RED	0.1
YELLOW	0.2
GREEN	0.3
GRAY	0.4
BLU	0.5
PRATEA	0.6
WHITE	0.7
8 COR	0.12
9 COR	0.10
74 COR	0.18
12 COR	0.15
184 COR	0.15



PLANTA BAIXA
ESCALA 1:50

VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS			
ORIENTAÇÃO	ÁRENA EXT. (m²)	VOLUME (m³)	JANELA (%)
195° S	00.00	51.50	43.78

NOVEMBRO DE 2014 05/10

**INTERIOR
INSTITUCIONAL**

CONSERVATÓRIO MUSICAL

AMBIENTE:
MUSICALIZAÇÃO

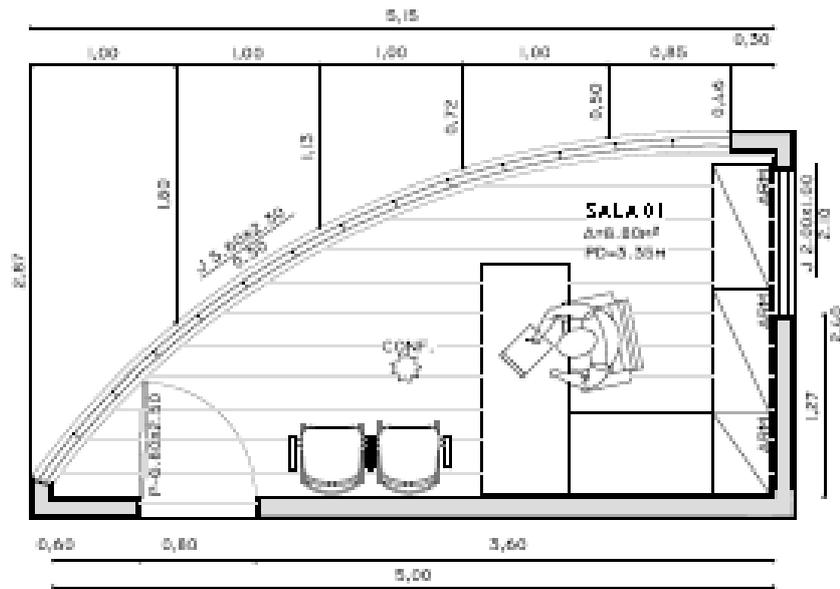
CONTEÚDO:
LEVANTAMENTO

ESCALA:
1/50

**etianne
alves**

arquiteta urbanista-designer
etianne_alves@hotmail.com.br
PB - 50194000

COR	PENA
RED	0.1
YELLOW	0.2
BROWN	0.3
GRAY	0.4
BLU	0.5
ARGENTA	0.6
WHITE	0.7
8 COR	0.12
9 COR	0.10
74 COR	0.18
12 COR	0.15
184 COR	0.15



PLANTA BAIXA - SALA 01
 ESCALA 1:50

VARIÁVEIS ARQUITETÓNICAS			
ORIENTAÇÃO	ALÇARZAS (M²)	VOLUME (M³)	JANELA (%)
0000	0.20	29.48m³	0000

07/10

**INTERIOR
 INSTITUCIONAL**

SMDRATO RURAL

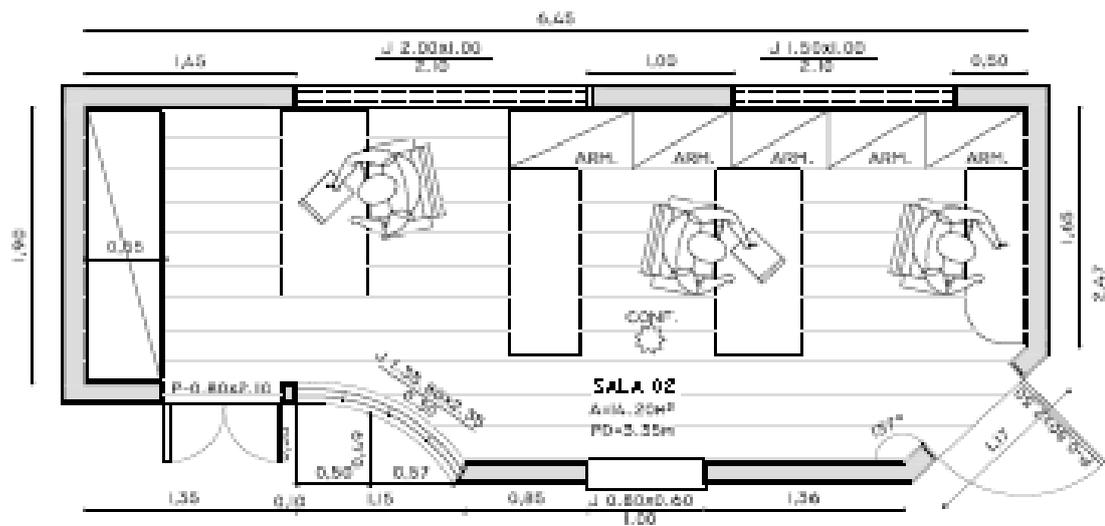
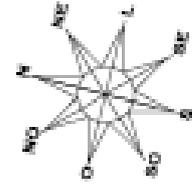
AMBIENTE:
 SALA 01
 COMÍDIO:
 LEYNTA RUAUTO

ESCALA:
 1/50

**etianne
 alves**

arquiteta urbanista-designer
 etianne_alvesinc@hotmail.com.br
 PB - 981760250

COR	PDMA
RED	0.1
YELLOW	0.2
GREEN	0.3
CYAN	0.4
BLU	0.5
MAGENTA	0.6
WHITE	0.7
8 COP	0.10
9 COP	0.10
74 COP	0.15
12 COP	0.15
154 COP	0.15



PLANTA BAIXA - SALA 02
 ESCALA 1/50

VARIÁVEIS ARQUITETÓNICAS			
ORIENTAÇÃO	ÁREAS EXT. (m²)	VOLUME (m³)	JANELA (%)
TOP ENL	18.60m²	47.57m³	23.13

08/10
 08 NOVEMBRO DE 2014

**INTERIOR
 INSTITUCIONAL**

SMDC ATA RURAL

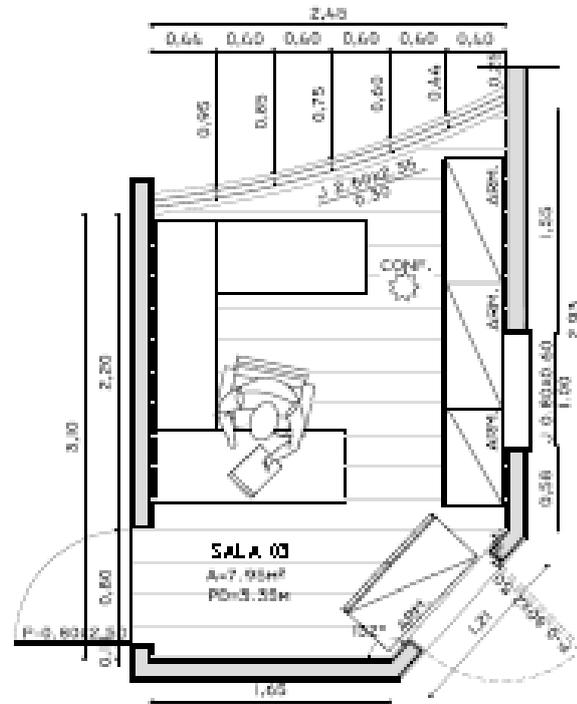
AMBIENTE:
 SALA 02
 CONTROLADO
 LEVANTAMENTO

ESCALA:
 1/50

**etianne
 alves**

arquiteta urbanista-designer
 etianne_alves@hotmail.com.br
 98 - 987940235

COR	PCMA
RED	0.1
YELLOW	0.2
GREEN	0.3
CYAN	0.4
BLU	0.5
HAZENTA	0.6
WHITE	0.7
8 COR	0.12
9 COR	0.10
74 COR	0.18
12 COR	0.15
184 COR	0.18



FLANTA BAIXA - SALA 03
ESCALA 1:50

VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS			
ORIENTAÇÃO	ÁREA DE EXT.	VOLUME	JANELA
	(M²)	(M³)	(%)
0000	0.00	26.62m³	0000

NOVEMBRO DE 2014 09/10

**INTERIOR
INSTITUCIONAL**

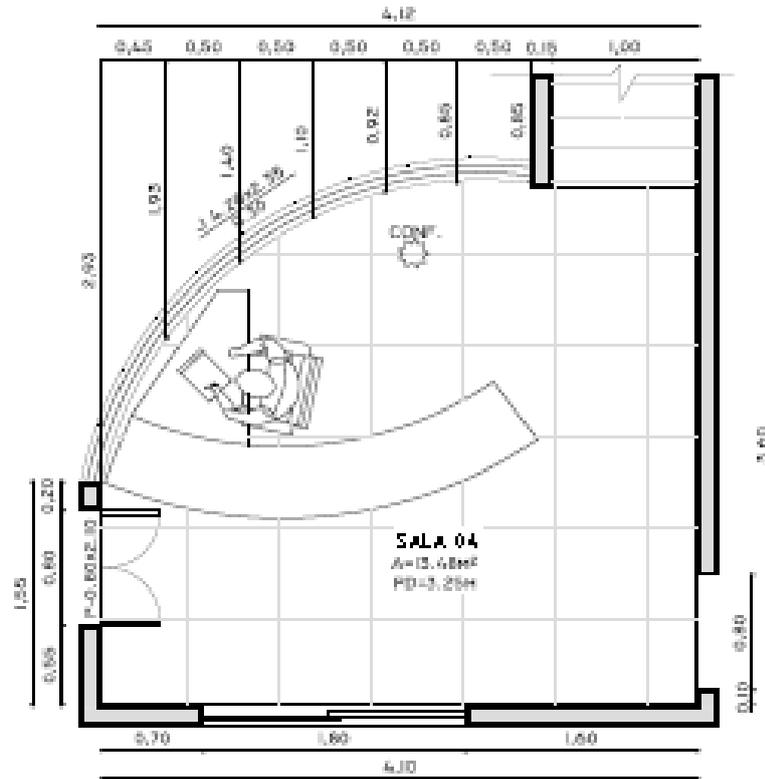
SUBJUNTO RURAL

AMBIENTE:
SALA 03
CONTEÚDO:
LEVANTAMENTO
ESCALA:
1/50

**etianne
alves**

arquiteta-urbanista-designer
etianne_alveira@hotmail.com.br
93 - 987940253

COR	PERNA
RED	0.1
YELLOW	0.2
GREEN	0.3
CYAN	0.4
BLU	0.5
MAGENTA	0.6
WHITE	0.7
8 COR	0.12
9 COR	0.10
74 COR	0.18
12 COR	0.15
184 COR	0.15



PLANTA BAIXA - SALA 04
ESCALA 1:50

VARIÁVEIS ARQUITETÓNICAS			
ORIENTAÇÃO	ÁREA (M²)	VOLUME (M³)	JANELA (%)
330° NNW	0.20	45.81	28.04

10 DE NOVEMBRO DE 2014 10/10

**INTERIOR
INSTITUCIONAL**
SMRE ATA PURAL

AMBIENTE:
SALA 04
CONTEÚDO:
LEANTAMENTO
ESCALA:
1/50

**etianne
alves**
arquiteta urbanista-designer
etianne_alves@hotmail.com.br
98 - 981940200