

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA

RODRIGO MALHEIROS CERQUEIRA

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO POR MEIO DE SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL EM PROJETO DE ESCOLA PADRÃO DO ESTADO DE
MINAS GERAIS**

Belo Horizonte

2012

RODRIGO MALHEIROS CERQUEIRA

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO POR MEIO DE SIMULAÇÃO
COMPUTACIONAL DE PROJETO DE ESCOLA PADRÃO DO ESTADO DE MINAS
GERAIS**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído do Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Iraci Miranda Pereira

BELO HORIZONTE

2012

FICHA CATALOGRÁFICA

C418a

Cerqueira, Rodrigo Malheiros.

Análise do conforto térmico por meio de simulação computacional de projeto de Escola Padrão do estado de Minas Gerais [manuscrito] / Rodrigo Malheiros Cerqueira. - 2012.

66 f. : il.

Orientadora: Iraci Miranda Pereira.

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Conforto térmico. 2. Simulação (Computadores). 3. Escolas – Edifícios – Belo Horizonte (MG). 4. Edifícios – Engenharia ambiental – Belo Horizonte (MG). 5. Qualidade ambiental. 6. Desenvolvimento sustentável. I. Pereira, Iraci Miranda. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 720.47

Dedico este trabalho a minha querida esposa Livia pelo sempre presente amor e apoio em toda nossa trajetória.

AGRADECIMENTOS

À professora Doutora Iraci Miranda Pereira pela valiosa orientação no desenvolvimento deste trabalho;

Ao arquiteto e sócio João Fernandes Júnior pelas discussões e análises sobre o projeto do padrão escolar do Estado de Minas Gerais.

“A alegria do triunfo jamais seria experimentada se não houvesse a luta que determina a oportunidade de vencer.”

(Carlos Bernardo González Pecotche)

RESUMO

No estado de Minas Gerais, é comum o emprego de projetos padrões escolares para um atendimento mais ágil da crescente demanda por instituições de ensino. Estes projetos genéricos foram concebidos para serem utilizados em qualquer município dentro do estado e em qualquer orientação solar. O presente trabalho se propõe a analisar do conforto térmico de um desses projetos padrões (PE-3PAV) em situações distintas, se utilizando para isso da ferramenta de simulação computacional *EnergyPlus*. O objetivo é estabelecer parâmetros comparativos entre as diversas situações estudadas, com foco principal no atendimento das horas térmicas de conforto por meio da ventilação natural, segundo as diretrizes do RTQ-C.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Projeto padrão escolar “casa escola” de duas salas de aula.....	18
Figura 2 – Projeto padrão escolar 5-2000, módulo de três salas de aula.	19
Figura 3 – Projeto padrão escolar 4/98. Planta do pavimento térreo.	19
Figura 4 – Projeto padrão PE-3PAV, planta do pavimento térreo.....	20
Figura 5 – Perspectiva frontal do módulo principal do PE-3PAV.	21
Figura 6 – Fachada posterior do PE-3PAV.	22
Figura 7 – Perspectiva posterior do PE-3PAV.....	22
Figura 8: Localização dos municípios no estado de Minas Gerais	26
Figura 9 – Orientações definidas para as simulações	28
Figura 10 – Imagem frontal do modelo.....	30
Figura 11 – Definição das zonas térmicas em planta	31
Figura 12 – esquadrias conforme projeto PE-3PAV	34
Figura 13 – esquadrias simplificadas para simulação	34
Figura 14 – Parâmetros de definição dos brises horizontais quanto sua orientação	35
Figura 15 – Planta do pavimento térreo do PE-3PAV.	64
Figura 16 - Planta do 2º pavimento do PE-3PAV.	65
Figura 17 - Planta do 3º pavimento do PE-3PAV.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Arquivos climáticos escolhidos para as simulações	26
Tabela 2: Normais climatológicas dos municípios	27
Tabela 3 - Tabela de materiais com propriedades térmicas	32
Tabela 4 - Propriedade do material da janela.....	32
Tabela 5 - Períodos de simulação.....	33
Tabela 6 – Tabela com número, codificação e características das simulações.....	37
Tabela 7 - Resultados da série A de simulações para Ibitié realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.....	39
Tabela 8 - Resultados da série B de simulações para Ibitié realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.	40
Tabela 9 - Resultados da série C de simulações para Ibitié realizadas com brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.	40
Tabela 10 - Resultados da série A de simulações para Araxá realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.....	42
Tabela 11 - Resultados da série B de simulações para Araxá realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.	42
Tabela 12 - Resultados da série C de simulações para Araxá realizadas com brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.	43
Tabela 13 - Resultados da série A de simulações para Montes Claros realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.....	44
Tabela 14 - Resultados da série B de simulações para Montes Claros realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.....	45
Tabela 15 - Resultados da série C de simulações para Montes Claros realizadas com brises horizontais e com abertura constante das janelas.....	45
Tabela 16 - Resultados da série A de simulações para Governador Valadares realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.	47
Tabela 17 - Resultados da série B de simulações para Governador Valadares realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.....	47
Tabela 18 - Resultados da série C de simulações para Governador Valadares realizadas com brises horizontais e com abertura constante das janelas.	48
Tabela 19 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Ibitié.....	52
Tabela 20 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Ibitié.....	53

Tabela 21 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Ibitaré.....	54
Tabela 22 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Araxá.	55
Tabela 23 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Araxá.	56
Tabela 24 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Araxá.	57
Tabela 25 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Montes Claros.....	58
Tabela 26 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Montes Claros.....	59
Tabela 27 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Montes Claros.....	60
Tabela 28 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Governador Valadares.	61
Tabela 29 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Governador Valadares.	62
Tabela 30 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Governador Valadares.	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da IB-C-PN na zona T2.....	41
Gráfico 2 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da AX-C-PN na zona T2.....	43
Gráfico 3 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da MC-C-PN na zona T2.....	46
Gráfico 4 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da GV-C-PN na zona T2.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Equivalentes numéricos para ventilação natural.....	23
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS

ASHRAE	–	American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers
CARPE	–	Comissão de Construção Ampliação e Reconstrução de Prédios Escolares do Estado
DEOP-MG	–	Departamento Estadual de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais
INMET	–	Instituto Nacional de Meteorologia
NEEC	–	Núcleo de Ensino e Extensão Comunitária
PE-3PAV	–	Padrão Escolar de 3 Pavimentos
RTQ-C	–	Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais e Públicas
SEEMG	–	Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA	14
1.2 OBJETO DE ESTUDO	15
1.3 OBJETIVOS	15
1.3 JUSTIFICATIVA	15
1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA	16
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 PADRÕES ESCOLARES SEEMG	17
2.2 PROJETO PE-3PAV REVISADO	20
2.3 SIMULAÇÃO DE AMBIENTES NATURALMENTE VENTILADOS PELO RTQ-C	23
3 METODOLOGIA	25
3.1 METODOLOGIA PARA A SIMULAÇÃO	25
3.1.1 DEFINIÇÃO DAS LOCALIZAÇÕES GEOGRÁFICAS	25
3.1.2 DEFINIÇÃO DAS ORIENTAÇÕES SOLARES DO EDIFÍCIO	27
3.2 O MODELO E SUA CALIBRAÇÃO	28
3.2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O MODELO	28
3.2.2 ZONAS TÉRMICAS	30
3.2.3 MATERIAIS	31
3.2.4 OCUPAÇÃO E OUTRAS CARGAS INTERNAS	32
3.2.5 VENTILAÇÃO NATURAL E JANELAS	34
3.2.6 BRISES	35
3.3 AS SIMULAÇÕES	36
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
4.1 ZONA BIOCLIMÁTICA 2 – MUNICÍPIO DE IBIRITÉ	39
4.2 ZONA BIOCLIMÁTICA 3 – ARAXÁ	41
4.3 ZONA BIOCLIMÁTICA 5 – MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS	44
4.4 ZONA BIOCLIMÁTICA 6 – MUNICÍPIO DE GOVERNADOR VALADARES	46
5 CONCLUSÕES	50

REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE A – TABELAS COM DEMONSTRAÇÃO DAS HORAS DE CONFORTO	52
ANEXO A – PLANTAS DO PROJETO PE-3PAV	64

1 Introdução

Dentre as diversas práticas correntes realizadas pelo Governo do Estado de Minas Gerais, uma delas é a utilização de projetos padrões para a construção de escolas de ensino básico e fundamental em diversos municípios no estado.

Um projeto de escola padrão da SEEMG é uma solução de edificação que pode ser reutilizada inúmeras vezes em diversos locais distintos e em várias situações. Este procedimento perdura há mais de duas décadas e tem como objetivo reduzir custos na contratação dos projetos executivos assim como o tempo de planejamento destes empreendimentos. Ter a disposição os projetos executivos das edificações assim como uma planilha orçamentária com a estimativa dos custos de sua construção é uma facilidade administrativa para a Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais (SEEMG) na definição de uma política educacional e na realização de suas licitações.

Neste ano (2012), os principais padrões escolares da SEEMG estão sendo revisados devido sua obsolescência em relação a vários parâmetros construtivos, funcionais, legislativos, técnicos além de seu desempenho térmico com relação a NBR 15220.

1.1 Problema

Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Minas Gerais possui 853 municípios, uma área de 588.528,29 Km² e uma população de 19.529.309 de acordo com o censo de 2010. É um estado amplo que engloba uma grande diversidade climática, econômica, social e cultural que dificulta uma generalização de políticas públicas em seu território. Somente com relação à NBR 15220, que classifica os municípios brasileiros em zonas bioclimáticas para definição de parâmetros de conforto térmico nas edificações, Minas Gerais comporta 7 dos 8 zoneamentos existentes no Brasil.

Sabe-se que o desempenho térmico e energético de uma edificação está diretamente relacionado com as condições climáticas e geográficas de sua implantação e que, a partir da definição do local de construção, forma, materiais, orientação solar, tamanho e orientação das aberturas além de diversos outros fatores, visto que é um projeto genérico, podem ou não garantir um adequado conforto térmico a seus usuários.

Uma edificação escolar que não proporciona o adequado conforto térmico aos seus alunos, professores e funcionários é uma edificação comprometida e pode gerar grandes

transtornos em seu adequado funcionamento. Também é importante observar que o conforto térmico possui uma influência direta com a eficiência energética, pois, é na ausência deste que irão surgir o uso de mecanismos artificiais de climatização que provavelmente irão resultar em um maior consumo de energia para o edifício.

1.2 Objeto de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é o projeto Padrão Escolar de três pavimentos (PE-3PAV) que recentemente teve seu projeto revisado por uma empresa de arquitetura e engenharia contratada pelo Departamento Estadual de Obras Públicas do Estado de Minas Gerais (DEOP-MG).

1.3 Objetivos

O objetivo desta monografia é o levantamento e análise das horas de conforto térmico desta edificação para seus usuários em diversas situações de localização geográfica e orientação solar. Pretende-se ainda, a partir da análise comparativa entre os vários resultados, avaliar as situações mais críticas de conforto na edificação e as possíveis intervenções para sua melhora sem que para tanto, haja intervenções conceituais em seu projeto.

1.3 Justificativa

Por se tratar de uma edificação pública que, conceitualmente, não possui condicionamento artificial, torna-se importante investigar suas horas de conforto térmico a partir da influência da ventilação natural.

Pretende-se com este estudo ampliar as discussões a respeito da eficácia dos projetos padrões escolares com o foco principal sobre seu conforto térmico. Sua utilidade enquanto objeto de planejamento para o Estado já é compreendida, mas existem poucos dados e pesquisas sobre o seu real desempenho em funcionamento.

Uma política governamental que busque excelência em questões sustentáveis deve priorizar não somente a eficiência nos aspectos burocráticos, mas também garantir condições adequadas para que tal empreendimento seja o mais funcional possível para seus usuários.

1.4 Estrutura da monografia

O primeiro capítulo apresenta o problema a ser estudado, o objeto de pesquisa, objetivos e justificativa para a mesma.

O segundo capítulo, de embasamento teórico, apresenta um histórico a respeito dos padrões escolares utilizados pelo DEOP-MG assim como o projeto do PE-3PAV a partir de sua atual revisão e a metodologia utilizada por seus arquitetos na concepção do projeto. Apresenta-se ainda neste capítulo um resumo dos procedimentos para a simulação de ambientes naturalmente ventilados pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais e Públicas (RTQ-C) e do índice de conforto ASHRAE Standard 55.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para a simulação computacional, a característica dos modelos simulados assim e a sua calibração. Através do uso do software *EnergyPlus* a ser aplicada para este trabalho, será possível criar cenários com a simulação termo-energética de forma a aproximarmos do real desempenho de um edifício escolar.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos, sua análise e o último, seguido das referencias bibliográficas, as considerações finais do trabalho.

2 Conceitos gerais e revisão da literatura

2.1 Padrões escolares SEEMG

O histórico dos projetos padrões escolares as SEEMG se inicia em meados da década de 60 com a criação da CARPE (Comissão de Construção Ampliação e Reconstrução de Prédios Escolares do Estado). O seu objetivo era providenciar soluções únicas de projeto para uma crescente demanda na área do ensino público. O “padrão CARPE” foi criado por uma comissão de arquitetos do Estado e sua premissa era aliar qualidade ambiental a baixo custo. (FERREIRA, 2006)

O projeto inicial consistia em dois blocos paralelos, de dois pavimentos cada e conectados por um terceiro volume de circulação vertical. O primeiro pavimento abrigava as atividades administrativas e de apoio (cantina e refeitório) e o segundo pavimento as salas de aula do ensino fundamental e básico. O espaço entre os dois blocos, de aproximadamente 10 metros de largura, era utilizado como pátio de recreação. Também era comum este tipo de escola dispor de uma quadra de esportes. (FERREIRA, 2006)

A concepção original do projeto possuía uma preocupação com o desempenho térmico da edificação. Nele, os dois blocos principais deveriam ser implantados com suas maiores fachadas orientadas a norte e sul. A fachada com maior número de aberturas deveria ser voltada para sul e a fachada que continha a circulação horizontal avarandada voltada para norte. O conceito das circulações horizontais abertas era garantir a ventilação cruzada entre os diversos ambientes da escola. No entanto, para garantir estas condições conceituais, era necessário que o terreno disponível tivesse dimensões compatíveis para o atendimento das recomendações dos arquitetos. (FERREIRA, 2006)

Nos anos noventa até a atualidade, mesmo após a extinção da CARPE e de sua sucessora criada durante o Governo de Newton Cardoso, o NEEC (Núcleo de Ensino e Extensão Comunitária), os projetos da rede estadual de ensino ainda continuam a se basear no modelo padrão da antiga escola da CARPE. (FERREIRA, 2006)

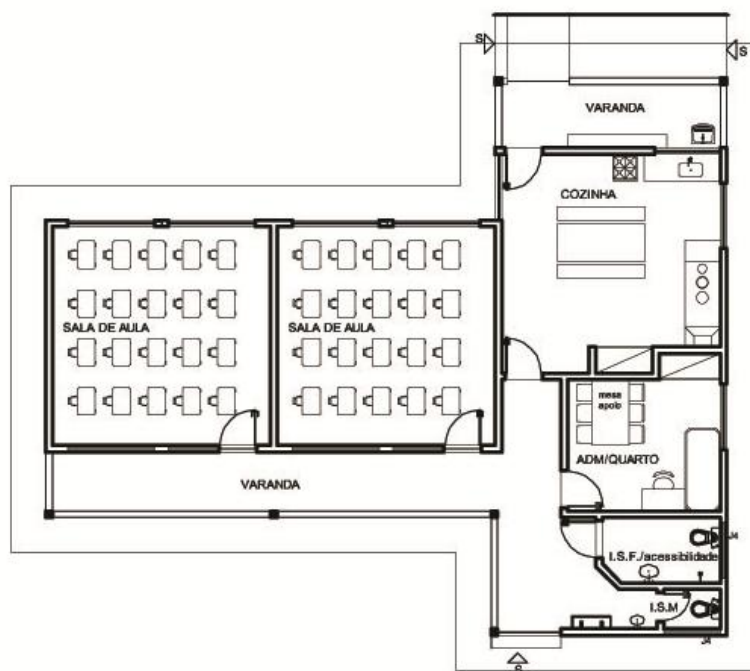
Atualmente, o DEOP-MG é o órgão responsável por fiscalizar e executar os projetos destas escolas padrões. Por meio de licitações que são estabelecidas entre o DEOP-MG e a SEEMG, são contratadas empresas do setor privado para a execução dos projetos de implantação dos projetos padrões em um determinado terreno no estado de Minas Gerais.

Fica a critério de esta empresa desenvolver todos os projetos necessários para a execução do projeto padrão no terreno escolhido, desde a acessibilidade a esta escola como os projetos complementares de acessibilidade, terraplenagem do terreno, as conexões de água, eletricidade, esgoto com as concessionárias dentre outros serviços.

Para atender a diversidade de terrenos existentes assim como as demandas locais, a SEE dispõe hoje de quatro tipologias básicas de escolas padrões.

A casa escola é uma solução de menor demanda e geralmente localizada nas regiões rurais. Devido as suas dimensões reduzidas, sua aparência se assemelha com uma casa, daí o nome. É uma tipologia que possui de convencionalmente três salas de aula, uma cozinha e uma sala administrativa, ambos de tamanho modestos. **(Figura 1)**

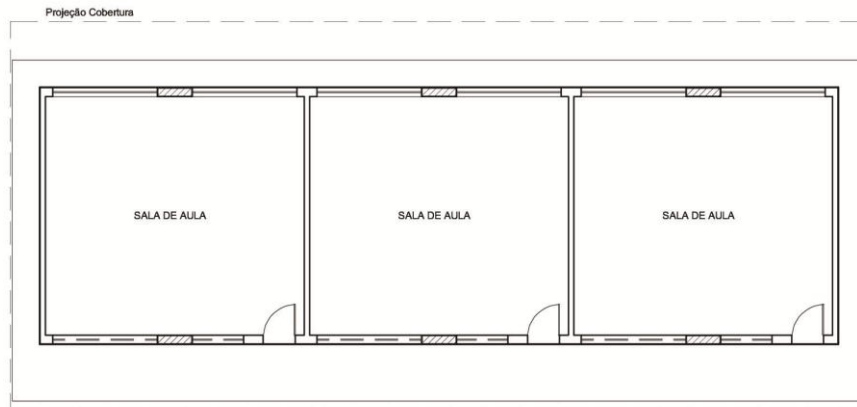
Figura 1 - Projeto padrão escolar “casa escola” de duas salas de aula.



Fonte: DEOP-MG, 2007.

O padrão escolar 5/2000 é uma edificação de um pavimento e vários blocos independentes e de implantação flexível. O conceito de seu projeto possibilita a sua execução em terrenos de dimensões reduzidas, irregulares e acidentados. **(Figura 2)**

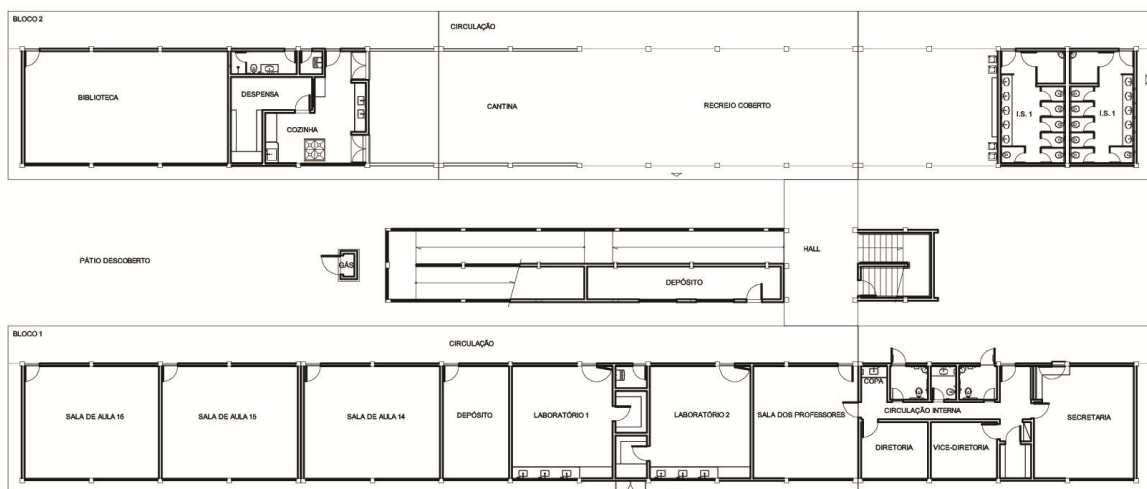
Figura 2 – Projeto padrão escolar 5-2000, módulo de três salas de aula.



Fonte: DEOP-MG, 2001.

O padrão escolar 4/98 é uma escola de dois pavimentos, de forma geométrica em “H”, e que possui tipologias que abrigam de 8 a 16 salas de aula. Entre os dois blocos de salas de aula se encontra um bloco de circulação vertical com rampas e escada. Esta tipologia é derivada do antigo padrão da CARPES. Sua concepção e dimensão são rígidas e, portanto, mais limitada quando a sua aplicabilidade em determinados terrenos. **(Figura 3)**

Figura 3 – Projeto padrão escolar 4/98. Planta do pavimento térreo.



Fonte: DEOP-MG, 2004.

O projeto possui duas possibilidades de tipologias: um módulo principal que acolhe um total de 10 salas de aulas e um módulo anexo que acrescenta duas salas de aulas e um laboratório. Para este estudo, foi considerado apenas o módulo principal. **(Figura 5)**

Figura 5 – Perspectiva frontal do módulo principal do PE-3PAV.



Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

De forma semelhante a seu projeto original, acolhe em seu primeiro pavimento as salas administrativas, o ambiente de recreação coberto, cozinha e apoios. O segundo e terceiros pavimentos abrigam as atividades educacionais, como salas de aulas, laboratórios e biblioteca. O **Anexo A** contém as plantas do primeiro, segundo e terceiros pavimentos do projeto arquitetônico.

Um volume integrado ao volume principal da edificação proporciona a devida acessibilidade entre os três pavimentos através de rampas e escadas. Também são encontradas neste volume as áreas técnicas e sanitários que, ao concentrar quase toda demanda hidráulica em apenas uma região da edificação, proporciona uma solução racional e econômica para o projeto.

O PE-3PAV foi projetado, dentro de suas possibilidades conceituais, de forma a usufruir ao máximo dos recursos naturais disponíveis na melhoria de sua eficiência energética. Grandes aberturas nos ambientes foram utilizadas para se conseguir uma melhor iluminação natural e ventilação. A ventilação cruzada que se obtém pelo posicionamento das aberturas em paredes opostas no projeto original também foi mantida. O edifício possuirá mecanismos de captação e armazenamento da água pluvial de sua cobertura para irrigação dos jardins da área externa. Haverá economia de água na especificação de equipamentos de controle de

uso de água, como caixas acopladas embutidas nos vasos sanitários e torneiras com acionamento automático com temporizador. Também haverá sistema de aquecimento solar para água destinada aos chuveiros dos sanitários de funcionários e cozinha.

Figura 6 – Fachada posterior do PE-3PAV.



Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

Figura 7 – Perspectiva posterior do PE-3PAV.



Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

O projeto de revisão do PE-3PAV propôs uma alternativa diferenciada de controle da insolação que o seu antecessor. Devida a grande flexibilidade de implantação da edificação, seja em função de sua localização ou orientação, procurou-se detalhar brises horizontais adequados para cada orientação solar em sua fachada mais exposta. Desta forma, foram definidos quatro tipos de brises horizontais (norte, sul, leste e oeste) que permitem uma

maior flexibilidade de implantação da edificação em terrenos de dimensões e características mais complexas sem grande prejuízo na insolação de sua fachada mais vulnerável. Os critérios de orientação do edifício assim como detalhamento destes brises se encontram mais adiante na **Figura 14** do subcapítulo 3.2.6.

2.3 Simulação de ambientes naturalmente ventilados pelo RTQ-C

Uma das diretrizes que consta no RTQ-C é a de que, quando um edifício não é condicionado artificialmente, total ou parcialmente, para fins de obtenção da etiquetagem completa, é necessário avaliar o desempenho das áreas ventiladas naturalmente através do método da simulação computacional.

O Manual do RTQ-C especifica que, para edifícios naturalmente ventilados ou que possuam áreas de longa permanência não condicionadas, é obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno das áreas não condicionadas proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas.

O **Quadro 1** indica a relação entre o percentual de horas ocupadas em conforto com o seu equivalente numérico assim como a sua classificação final.

Quadro 1 – Equivalentes numéricos para ventilação natural.

Percentual de Horas Ocupadas em Conforto	EqNumV	Classificação Final
$POC \geq 80\%$	5	A
$70\% \leq POC < 80\%$	4	B
$60\% \leq POC < 70\%$	3	C
$50\% \leq POC < 60\%$	2	D
$POC < 50\%$	1	E

Fonte: Manual para aplicação do RTQ-C e RAC-C, 2010.

Logo, a ordem dos procedimentos para obtenção desta etiquetagem é a seguinte:

- a- Escolha de um dos softwares de simulação e arquivos climáticos que atendam as exigências do item 6.1.1 e 6.1.2 do RTQ-C (pré-requisitos específicos e arquivo climático).

- b- Execução do modelo real com as mesmas características que o edifício avaliado.
- c- Simulação das horas de conforto térmico das áreas não condicionadas durante o período de ocupação durante todo o ano considerando a ação da ventilação natural dos ambientes.
- d- Obtenção do equivalente numérico de cada ambiente de acordo com o percentual de horas de conforto obtido (Quadro 1).
- e- Ponderação de cada equivalente numérico pela área do ambiente de forma a se obter na soma de todos estes, o equivalente numérico para obtenção da etiqueta geral do edifício.

O índice de conforto adotado para a avaliação do desempenho da edificação é ou o índice da ASHRAE Standard 55/2004 ou a ISO 7730/2005.

O índice de conforto da ISO 7730/2005 determina através do modelo de Fanger o cálculo do “Voto Médio Estimado”, ou PMV. Este índice prevê o valor médio do voto de um grupo de pessoas para as condições do ambiente e o seu cálculo é realizado a partir de variáveis como a atividade metabólica, roupas, temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade relativa do ar e pressão parcial do vapor de água.

Já o índice da ASHRAE 55-2004 apresenta, além do cálculo do PMV, outro método para determinar a zona de conforto assim como parâmetros que auxiliam a determinar se um ambiente apresenta ou não uma temperatura de conforto.

3 Metodologia

3.1 Metodologia para a simulação

A metodologia empregada na execução deste trabalho fundamentou-se nas normas para simulação de ambientes naturalmente ventilados pelo RTQ-C, pois, além de fornecer uma metodologia aceita e em prática tanto no campo científico como no comercial, estabelece parâmetros comparativos de fácil compreensão para seus resultados.

Optou-se por realizar os procedimentos envolvendo a simulação computacional com o software *EnergyPlus* por sua ampla aceitação, gratuidade além de ser um software validado pela *ASHRAE Standard 140*. O critério estabelecido para a avaliação do conforto térmico foi o da norma *ASHRAE 55/2004*.

Para que os resultados obtidos possam se relacionar com as diversas possibilidades de implantações da edificação no estado de Minas Gerais, definiu-se que as simulações deveriam ocorrer a partir da seguinte combinação:

- a- Pela variação da localização geográfica
- b- Pela variação de orientação solar do edifício
- c- Pelas opções de controle de abertura das janelas para ventilação

A opção por estas combinações são limitadas frentes às inúmeras possibilidades de implantação que um edifício poderia apresentar em um estado como o de Minas Gerais, mas espera-se que mesmo com tal simplificação, obtenham-se dados estatísticos de relevância para a compreensão de seu desempenho térmico em locais de climas distintos.

3.1.1 Definição das localizações geográficas

A escolha das localizações geográficas foi definida a partir do seguinte critério:

- 1º - Pela disponibilidade e confiabilidade dos arquivos climáticos (arquivos digitais de extensão “*epw*”)
- 2º - Pela variação de zonas bioclimáticas
- 3º - Pela distinção das características climáticas

Optou-se então pela escolha de quatro municípios: Ibirité, Araxá, Montes Claros e Governador Valadares.

A **Tabela 1** apresenta as cidades selecionadas, as suas zonas bioclimáticas e suas coordenadas geográficas.

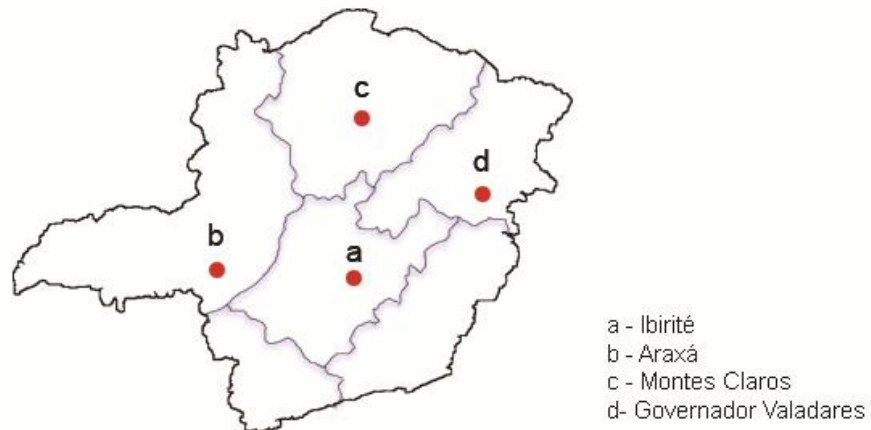
Tabela 1: Arquivos climáticos escolhidos para as simulações

Cidade	Zona Bioclimática	Latitude	Longitude
Ibirité	2	20°02' Sul	44°05' Oeste
Araxá	3	19°33' Sul	46°57' Oeste
Montes Claros	5	16°44' Sul	43°51' Oeste
Governador Valadares	6	18°51' Sul	41°56' Oeste

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da NBR15220 e IBGE, 2012.

A **Figura 8** apresenta a localização dos municípios no estado de Minas Gerais.

Figura 8: Localização dos municípios no estado de Minas Gerais



Fonte: Elaborado pelo autor com base em mapa do SETOP-MG, 2012.

A **Tabela 2** apresenta as Normais Climatológicas de cada município no período compreendido entre 1961 a 1990.

Tabela 2: Normais climatológicas dos municípios

		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
IBIRITÉ	TM (°C)	22.6	22.9	22.5	22.4	18.0	16.9	16.5	18.4	20.5	21.7	22.0	22.1	20.5
	UM (%)	78.8	77.7	77.8	77.8	78.2	77.3	73.8	68.8	67.8	71.8	76.4	79.9	75.5
ARAXÁ	TM (°C)	21.7	22.2	22.0	20.7	19.2	17.9	17.5	19.4	20.5	21.4	21.3	21.1	20.4
	UM (%)	82.3	81.6	81.5	80.1	77.3	74.1	70.9	67.1	69.6	76.1	80.8	84.6	77.2
MONTES CLAROS	TM (°C)	23.5	24.0	24.4	22.7	21.2	19.7	19.4	21.2	22.7	23.7	23.4	23.3	22.4
	UM (%)	74.0	71.2	72.7	71.8	65.3	65.0	59.1	52.1	53.4	62.1	75.8	76.8	66.6
GOVERNADOR VALADARES	TM (°C)	26.6	26.9	26.4	24.6	23.1	21.6	21.5	22.7	24.5	24.7	25.1	25.7	24.5
	UM (%)	76.7	74.5	73.6	76.6	76.0	76.6	74.7	69.3	70.9	73.6	78.4	78.9	75.0

Legenda: T.M - Temperatura média / U.M - Umidade relativa média

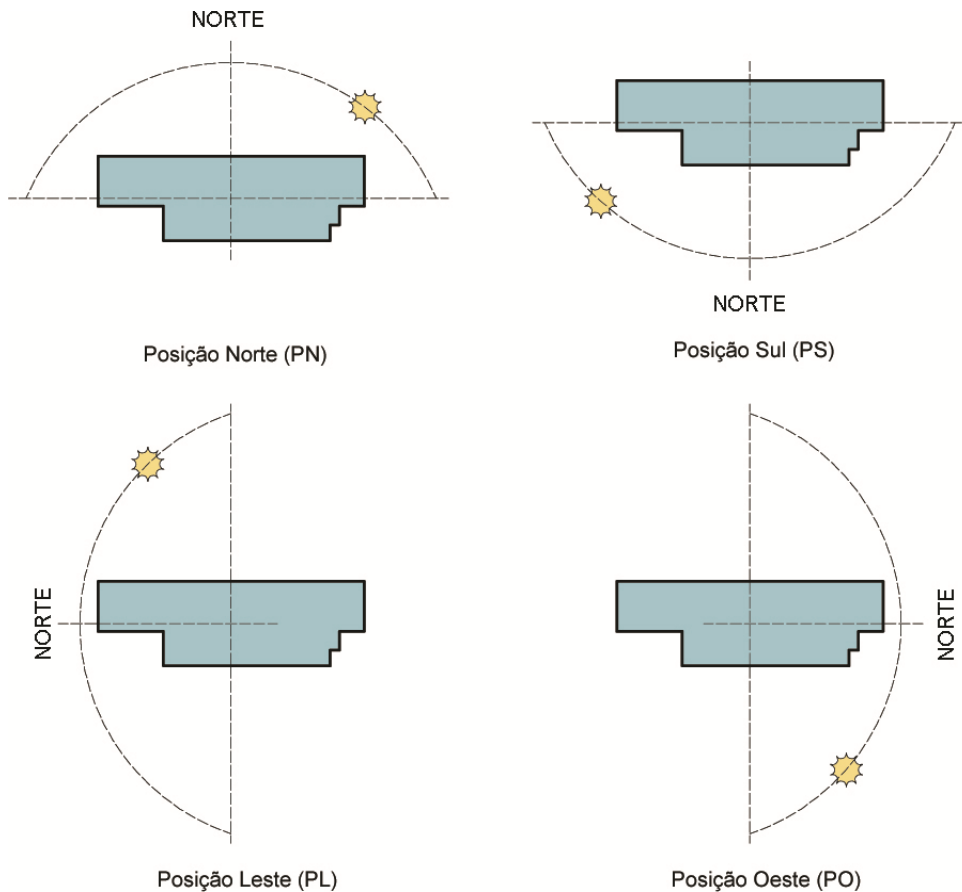
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados das Normais Climatológicas do INMET (1992).

Os arquivos climáticos para a realização da simulação foram obtidos pelo site Roriz Bioclimática (<http://www.roriz.eng.br>) que foram criados a partir de dados registrados nas estações do INMET entre os anos de 2000 e 2010 e que são disponibilizados gratuitamente.

3.1.2 Definição das orientações solares do edifício

Pela dificuldade em se considerar todas as variações de orientação solares, optou-se por realizar as simulações somente de acordo com os seus pontos cardeais: Norte, Sul, Leste e Oeste. Desta forma, para cada simulação computacional, a orientação do edifício foi considerada de acordo com a **Figura 9**.

Figura 9 – Orientações definidas para as simulações



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

As posições indicadas na **Figura 9** (PN, PS, PL, PO) tem como referencial a orientação solar da fachada em que existe previsão de brises horizontais conforme projeto do PE-3PAV.

3.2 O modelo e sua calibração

3.2.1 Considerações gerais sobre o modelo

Para a realização deste trabalho, utilizou-se o software *OpenStudio Suit* (versão 0.7.6) para a execução do modelo e definição de premissas iniciais e, em seguida, utilizou-se o software *EnergyPlus* (versão 7.0) para configuração de parâmetros mais precisos (como o de ventilação natural) e sua subsequente simulação.

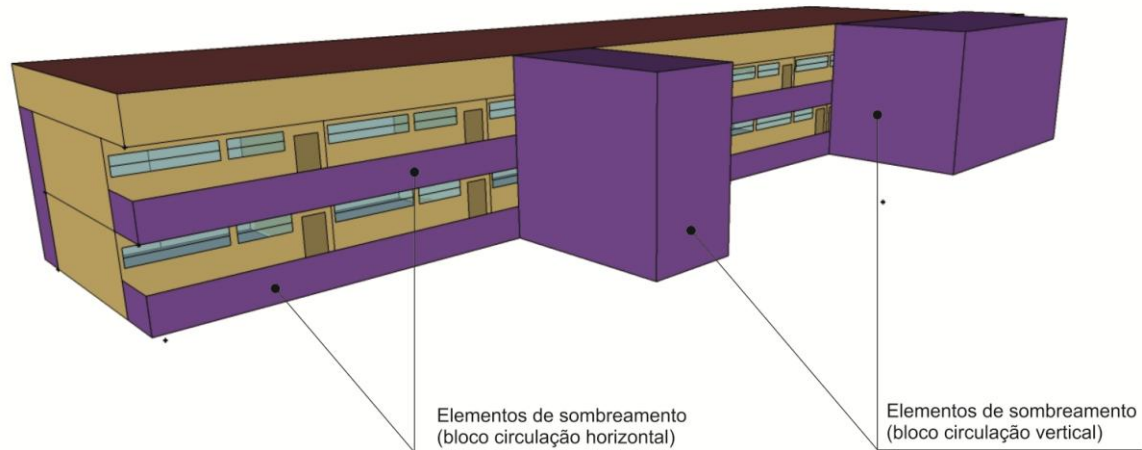
Algumas simplificações foram definidas no modelo em relação a sua configuração projetual inicial para uma melhor adequação ao escopo da pesquisa. Sendo assim, apesar do projeto do edifício possuir três pavimentos, foi desconsiderado o primeiro pavimento por este comportar áreas de recreio, cozinha e salas administrativas. Mesmo não atendendo ao quesito da RTQ-C que menciona que todos os ambientes de permanência prolongada devem ser obrigatoriamente simulados para comprovar seu conforto térmico total, o foco desta pesquisa concentrou-se somente na análise do segundo e terceiro pavimentos onde se localizam as salas de aula.

Da mesma forma optou-se por não modelar e simular o bloco em anexo de circulação vertical. Por ser uma porção da edificação que comporta rampas, escadas e alguns sanitários e, portanto, de ocupação transitória, não haveria necessidade de sua contemplação no cálculo das horas de conforto. Além disso, sua eliminação simplifica a forma final da edificação em um retângulo puro e permite que o módulo de ventilação natural do *Energy Plus® (Airflow network)* calcule os coeficientes de pressão das fachadas que somente são possíveis em um modelo de geometria retangular. Por ser um bloco que mais de 50% da área de sua fachada é permeável ao vento, verificou-se que a sua ação bloqueadora à ventilação natural seria desprezível e para sanar sua atuação contra o efeito da radiação solar, optou-se por desenvolver o mesmo somente como um elemento construtivo de sombreamento.

A mesma estratégia foi utilizada para modelar as áreas de circulação horizontal contíguas às salas de aula. Por ser um ambiente aberto em toda sua extensão e por constituir em um espaço de ocupação transitória, este espaço também foi considerado apenas como um elemento de sombreamento para fins de simplificação.

A **Figura 10** demonstra, na cor roxa, os elementos de circulação horizontal e vertical que foram somente considerados como elementos de sombreamento assim como próprio modelo executado em apenas 02 pavimentos.

Figura 10 – Imagem frontal do modelo



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

3.2.2 Zonas Térmicas

As zonas térmicas foram definidas segundo a seguinte lógica:

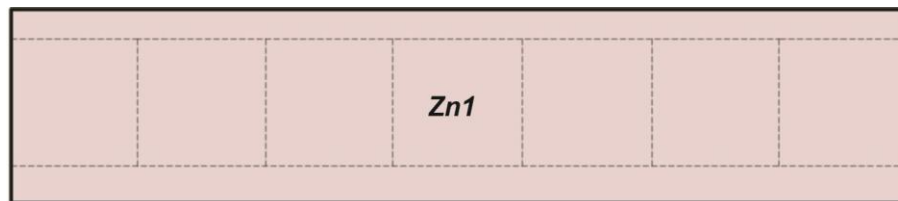
- a- zona térmica 1 (ZN1) compreende a cobertura do edifício,
- b- zona térmica 2 (ZN2) a sala de aula da extremidade do 3º pavimento,
- c- zona térmica 3 (ZN3) as salas de aula concentradas na região central do 3º pavimento,
- d- zona térmica 4 (ZN4) o laboratório da extremidade do 3º pavimento,
- e- zona térmica 5 (ZN5) a sala de aula da extremidade do 2º pavimento,
- f- zona térmica 6 (ZN6) as salas de aulas e sala de informática do centro do 2º pavimento,
- g- zona térmica 7 (ZN7) a biblioteca na extremidade do 2º pavimento.

Esta divisão da edificação em sete zonas teve com objetivo principal desmembrar a edificação de forma a avaliar o comportamento térmico principalmente de suas extremidades onde a exposição das fachadas é maior que na parte central do edifício. Além

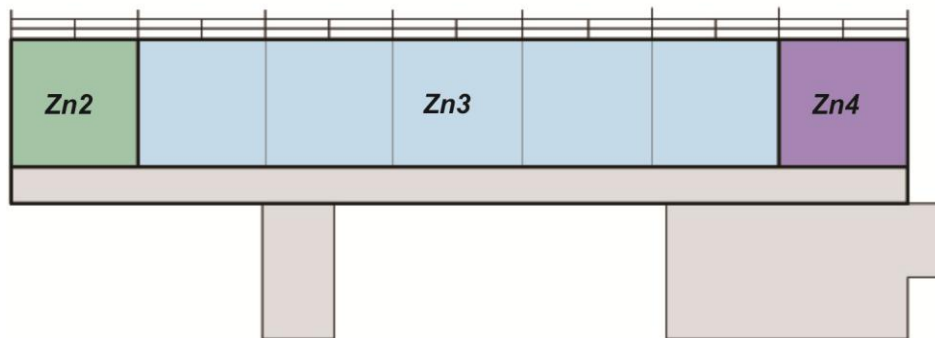
disso, também permitiu avaliar as diferenças de comportamento térmico entre os dois andares distintos.

A **Figura 11** apresenta visualmente como estas zonas térmicas foram definidas.

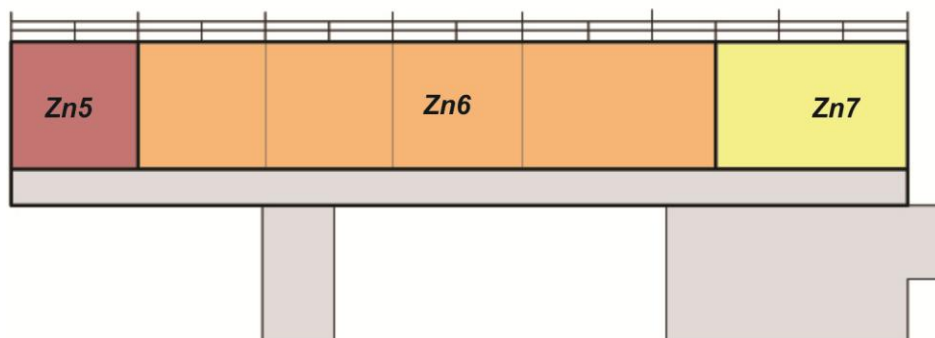
Figura 11 – Definição das zonas térmicas em planta



Planta cobertura



Planta 3º pavimento



Planta 2º pavimento

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

3.2.3 Materiais

Os materiais considerados para a simulação das sete zonas térmicas foram definidos a partir da especificação de materiais do projeto do PE-3PAV. A **Tabela 3** apresenta estes

materiais, suas características físicas e térmicas assim como os locais onde foram empregados.

Tabela 3 - Tabela de materiais com propriedades térmicas

Superfícies	Material	Espessura (m)	Condutividade e (W/m-K)	Densidade (Kg/m ³)	Calor específico (J/Kg-K)	Transmitância térmica (W/M ² K)
Parede Externa	Argamassa	0.025	1.15	2000	754	2.52
	tijolo cerâmico	0.19	0.9	1600	920	
	gesso	0.01	0.35	750	840	
Parede Interna	gesso	0.01	0.35	750	840	-
	tijolo cerâmico	0.13	0.9	1600	920	
	gesso	0.01	0.35	750	840	
Piso	Concreto	0.12	1.75	2400	1005	-
Telha	Chapa galva.	0.05	55	7800	460	0.69
	EPS	0.05	0.05	15	1210	
Madeira	madeira	0.03	0.12	400	2300	4.00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Com relação às características dos vidros das janelas, foram consideradas as seguintes propriedades conforme a **Tabela 4**.

Tabela 4 - Propriedade do material da janela

Superfícies	Material	Espessura (m)	Condutividade e (W/m-K)	Transmitância térmica (W/M ² K)
janelas	vidro simples	0.03	0.9	5.89

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

As demais propriedades do vidro simples de 3 mm (como os fatores de transmitância e visibilidade) foram considerados a partir dos valores *default* de vidro simples de 3mm que consta no próprio *EnergyPlus*.

3.2.4 Ocupação e outras cargas internas

O modelo foi simulado sem considerar a presença de usuários, equipamentos e iluminação na influência da carga térmica da escola, ou seja, como um ambiente vazio sem nenhum tipo de equipamento ou iluminação. Tal procedimento é o solicitado pelas normas do RTQ-C para a simulação de ambientes naturalmente ventilados

Os períodos simulados foram baseados no período letivo de uma instituição de ensino do governo, desconsiderando-se os meses de janeiro, julho e dezembro (normalmente por serem meses de férias escolares) e finais de semana.

A **Tabela 5** demonstra os períodos de simulação na cor magenta e os períodos não simulados na cor azul claro. O horário considerado nos dias de simulação foi o de entre 7:00 horas da manhã até as 06:00 horas da tarde que compreende o horário de realização das aulas matinais e vespertinas.

Tabela 5 - Períodos de simulação

Jan							May							Sep							
d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	
				1	2	3						1	2			1	2	3	4	5	
4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	6	7	8	9	10	11	12	
11	12	13	14	15	16	17	10	11	12	13	14	15	16	13	14	15	16	17	18	19	
18	19	20	21	22	23	24	17	18	19	20	21	22	23	20	21	22	23	24	25	26	
25	26	27	28	29	30	31	24	25	26	27	28	29	30	27	28	29	30				
							31														
Feb							Jun							Oct							
d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	
								1	2	3	4	5	6						1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	
8	9	10	11	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	
15	16	17	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	27	18	19	20	21	22	23	24	
22	23	24	25	26	27	28	28	29	30					25	26	27	28	29	30	31	
Mar							Jul							Nov							
d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	
										1	2	3	4								
1	2	3	4	5	6	7	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	
8	9	10	11	12	13	14	12	13	14	15	16	17	18	8	9	10	11	12	13	14	
15	16	17	18	19	20	21	19	20	21	22	23	24	25	15	16	17	18	19	20	21	
22	23	24	25	26	27	28	26	27	28	29	30	31		22	23	24	25	26	27	28	
29	30	31												29	30						
Apr							Aug							Dec							
d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	d	s	t	q	q	s	s	
			1	2	3	4							1			1	2	3	4	5	
5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8	9	10	11	12	
12	13	14	15	16	17	18	9	10	11	12	13	14	15	13	14	15	16	17	18	19	
19	20	21	22	23	24	25	16	17	18	19	20	21	22	20	21	22	23	24	25	26	
26	27	28	29	30			23	24	25	26	27	28	29	27	28	29	30	31			
							30	31													

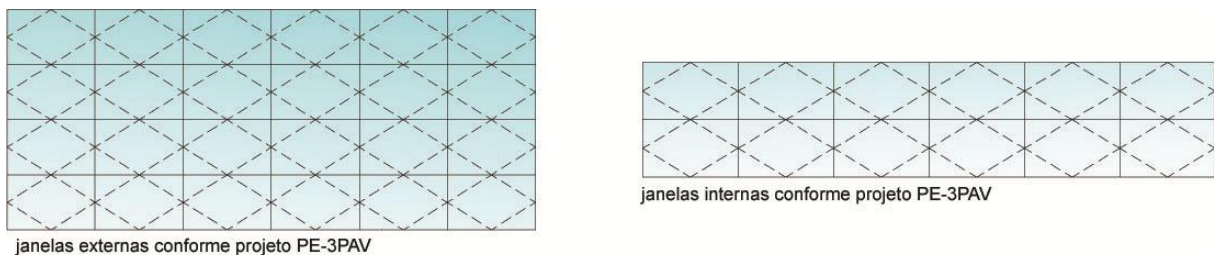
Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

3.2.5 Ventilação natural e janelas

Todas as aberturas do projeto foram modeladas e consideradas no cálculo do coeficiente de ventilação natural da simulação. O projeto possui duas tipologias de esquadrias: as externas, que comportam os brises horizontais e as internas, voltada para a circulação horizontal das salas de aula e com peitoril mais alto que a anterior.

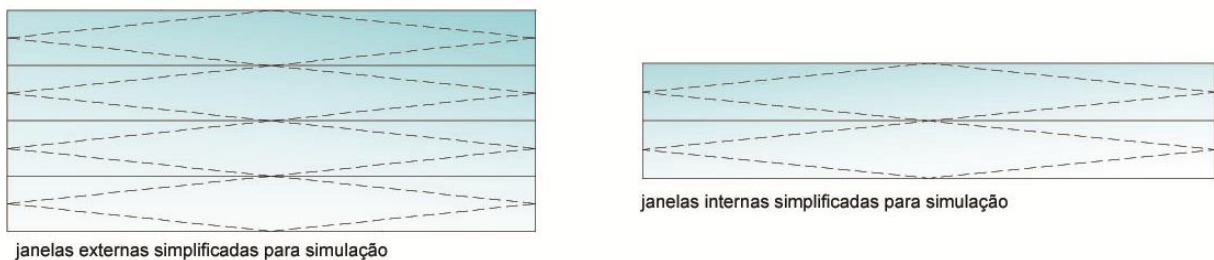
Ambas foram simplificadas em seu modelo devido a grande quantidade de básculas existentes em cada esquadria e que se contempladas integralmente, sobrecarregariam a simulação. A solução foi obtida ao considerar as diversas básculas horizontais em uma esquadria como apenas uma. Tal procedimento não teve redução na precisão da simulação e o número total de componentes de abertura foi reduzido em seis vezes no modelo (de 1008 para 168 básculas). **(Figura 12 e 13)**

Figura 12 – esquadrias conforme projeto PE-3PAV



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Figura 13 – esquadrias simplificadas para simulação



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

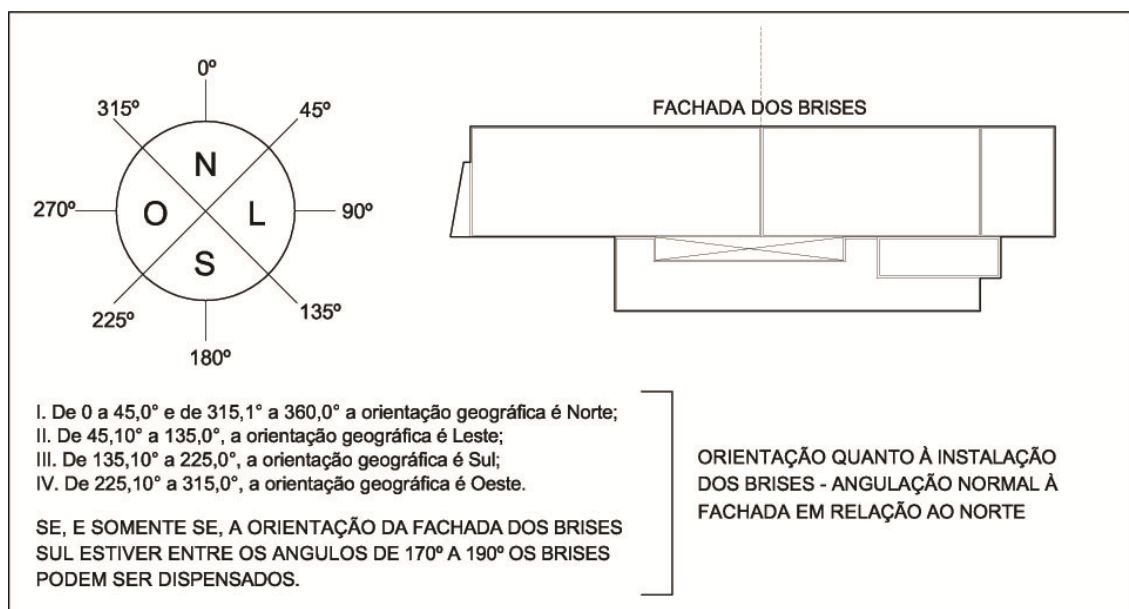
Para o controle das janelas, a investigação se realizou da seguinte forma: primeiro com a abertura destas vinculadas ao conforto adaptativo da ASHRAE55, ou seja, todas as janelas estariam abertas se a temperatura operativa da zona fosse maior que a temperatura de conforto calculada através deste índice e, em segundo, com todas as janelas sempre abertas durante todo o período de simulação. Segundo estes parâmetros, as esquadrias foram consideradas com a abertura total de suas básculas e neste caso, com um coeficiente de descarga de 65%, ou senão fechadas, considerando-se somente o efeito da infiltração do ar através de suas frestas.

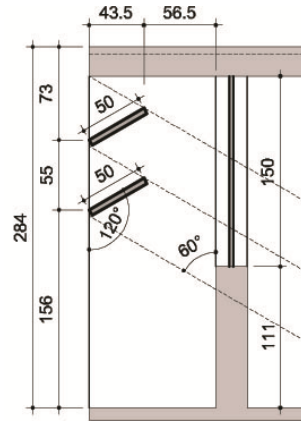
Já as portas foram consideradas como elementos sempre fechados e, portanto, não tiveram influência no cálculo de ventilação natural a não pela pela infiltração de ar por suas frestas.

3.2.6 Brises

O projeto do PE-3PAV contempla a inclusão de brises horizontais em sua fachada mais exposta e que varia de acordo com a sua orientação solar. Estes brises foram projetados em quatro possibilidades que se condicionam em relação à orientação solar do edifício. **(Figura 14)**

Figura 14 – Parâmetros de definição dos brises horizontais quanto sua orientação



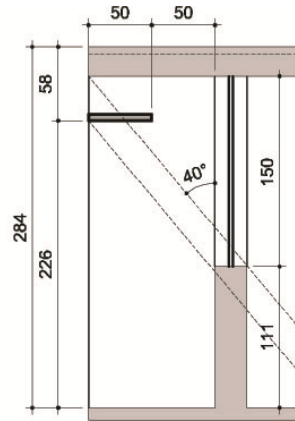


DET. BRISE NORTE

Orientação entre 315,1° e 45,0°

ESC

1/50

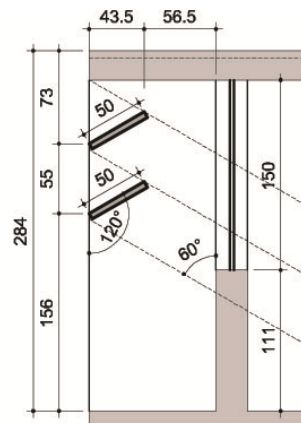


DET. BRISE SUL

Orientação entre 135,10° e 225,0°

ESC

1/50

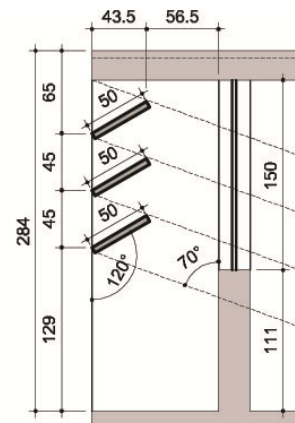


DET. BRISE LESTE

Orientação entre 45,10° e 135,0°

ESC

1/50



DET. BRISE OESTE

Orientação entre 225,10° e 315,0°

ESC

1/50

Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

Seguindo estas definições, as simulações foram realizadas primeiramente em uma investigação sem a inclusão dos brises horizontais e posteriormente com a inclusão dos brises em todas suas possibilidades.

3.3 As simulações

Foram realizadas uma série de simulações em cada uma das quatro cidades escolhidas (Ibirité, Araxá, Montes Claros e Governador Valadares) que seguiram a seguinte lógica. A primeira série de simulações, denominada de série A, foi realizada em todas as orientações definidas inicialmente (Norte, Sul, Leste e Oeste) sem a inclusão de brises horizontais e com uma disponibilidade de ventilação das janelas sempre constante. A segunda série de

simulações, denominada série B, foi realizada também em todas as orientações, sem a inclusão de brises, porém, com o controle das janelas seguindo os parâmetros de conforto da ASHRAE55. A Terceira série, denominada série C, foi realizada em todas as orientações com a inclusão de brises horizontais adequados para cada uma destas e adotando o controle de ventilação das janelas que melhor desempenho apresentou entre as duas primeiras séries (A e B).

Considerando todos os cenários estabelecidos, ao todo foram realizadas quarenta e oito simulações no *EnergyPlus* e o **Tabela 6** codifica e aponta as características de cada uma delas.

Tabela 6 – Tabela com número, codificação e características das simulações

Nº SIMULAÇÃO	CÓD.	CIDADE	ORIENTAÇÃO	BRISE	VENTILAÇÃO
1	IB-A-PN	Ibirité	PN	sem brise	constante
2	IB-A-PL	Ibirité	PL	sem brise	constante
3	IB-A-PS	Ibirité	PS	sem brise	constante
4	IB-A-PO	Ibirité	PO	sem brise	constante
5	IB-B-PN	Ibirité	PN	sem brise	controle ASHRAE55
6	IB-B-PL	Ibirité	PL	sem brise	controle ASHRAE55
7	IB-B-PS	Ibirité	PS	sem brise	controle ASHRAE55
8	IB-B-PO	Ibirité	PO	sem brise	controle ASHRAE55
9	IB-C-PN	Ibirité	PN	com brise	controle ASHRAE55
10	IB-C-PL	Ibirité	PL	com brise	controle ASHRAE55
11	IB-C-PS	Ibirité	PS	com brise	controle ASHRAE55
12	IB-C-PO	Ibirité	PO	com brise	controle ASHRAE55
13	AX-A-PN	Araxá	PN	sem brise	constante
14	AX-A-PL	Araxá	PL	sem brise	constante
15	AX-A-PS	Araxá	PS	sem brise	constante
16	AX-A-PO	Araxá	PO	sem brise	constante
17	AX-B-PN	Araxá	PN	sem brise	controle ASHRAE55
18	AX-B-PL	Araxá	PL	sem brise	controle ASHRAE55
19	AX-B-PS	Araxá	PS	sem brise	controle ASHRAE55
20	AX-B-PO	Araxá	PO	sem brise	controle ASHRAE55

21	AX-C-PN	Araxá	PN	com brise	controle ASHRAE55
22	AX-C-PL	Araxá	PL	com brise	controle ASHRAE55
23	AX-C-PS	Araxá	PS	com brise	controle ASHRAE55
24	AX-C-PO	Araxá	PO	com brise	controle ASHRAE55
25	MC-A-PN	Montes Claros	PN	sem brise	constante
26	MC-A-PL	Montes Claros	PL	sem brise	constante
27	MC-A-PS	Montes Claros	PS	sem brise	constante
28	MC-A-PO	Montes Claros	PO	sem brise	constante
29	MC-B-PN	Montes Claros	PN	sem brise	controle ASHRAE55
30	MC-B-PL	Montes Claros	PL	sem brise	controle ASHRAE55
31	MC-B-PS	Montes Claros	PS	sem brise	controle ASHRAE55
32	MC-B-PO	Montes Claros	PO	sem brise	controle ASHRAE55
33	MC-C-PN	Montes Claros	PN	com brise	constante
34	MC-C-PL	Montes Claros	PL	com brise	constante
35	MC-C-PS	Montes Claros	PS	com brise	constante
36	MC-C-PO	Montes Claros	PO	com brise	constante
37	GV-A-PN	Gov. Valadares	PN	sem brise	constante
38	GV-A-PL	Gov. Valadares	PL	sem brise	constante
39	GV-A-PS	Gov. Valadares	PS	sem brise	constante
40	GV-A-PO	Gov. Valadares	PO	sem brise	constante
41	GV-B-PN	Gov. Valadares	PN	sem brise	controle ASHRAE55
42	GV-B-PL	Gov. Valadares	PL	sem brise	controle ASHRAE55
43	GV-B-PS	Gov. Valadares	PS	sem brise	controle ASHRAE55
44	GV-B-PO	Gov. Valadares	PO	sem brise	controle ASHRAE55
45	GV-C-PN	Gov. Valadares	PN	com brise	constante
46	GV-C-PL	Gov. Valadares	PL	com brise	constante
47	GV-C-PS	Gov. Valadares	PS	com brise	constante
48	GV-C-PO	Gov. Valadares	PO	com brise	constante

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

4 Apresentação e análise dos Resultados

Para cada simulação realizada dentro dos períodos de funcionamento do modelo, foram solicitadas saídas de resultados referentes às horas de conforto pela ASHRAE55 em 80% dos limites em frequência horária e mensal (ASHRAE Adaptive Confort Temperature at 80% Acceptability limits), a temperatura operativa da zona em frequência horária e mensal (Zone Operative Temperature) e a temperatura externa de bulbo seco em frequência mensal (Outdoor Dry Bulb).

Nos subcapítulos a seguir é apresentado um resumo destes resultados organizados por ordem de municípios nos quais foram realizados. Os resultados completos destes se encontram no **Apêndice B** desta monografia.

4.1 Zona Bioclimática 2 – Município de Ibitaré

A primeira série de simulações para o município de Ibitaré (IB-A-PN, IB-A-PL, IB-A-OS, IB-A-PO) foi realizada sem brises horizontais e com abertura constante de todas suas janelas. A percentual da quantidade de horas de conforto obtido para todas as zonas foi superior a 70% do total das horas consideradas, o que proporcionou para todas estas situações uma nota “**B**” em eficiência. Observou-se sobre estas circunstâncias que a simulação que proporcionou maior índice de conforto foi a orientação norte (PN) com 74,41% de horas de conforto, mesmo sendo esta considerada uma das orientações de maior carga térmica e não possuindo para a fachada solicitada praticamente nenhum tipo de proteção solar. **(Tabela 7)**

Tabela 7 - Resultados da série A de simulações para Ibitaré realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
IB-A-PN	74.41%	4.00	B
IB-A-PL	71.54%	4.00	B
IB-A-PS	70.57%	3.57	B
IB-A-PO	70.58%	3.50	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A segunda série de simulações realizadas (IB-B-PN, IB-B-PL, IB-B-PS, IB-B-PO) teve o controle da abertura das janelas alterada em função da temperatura operativa do índice de conforto da ASHRAE55, que somente permite a abertura destas quando a temperatura interna é superior à temperatura de conforto. O resultado demonstrou um aumento considerável nas horas de conforto destas simulações que subiu para mais de 80% (93,38% no caso da IB-B-PN) e permitiu que os níveis de eficiência das quatro simulações mudassem para o nível “A”. **(Tabela 8)**

Tabela 8 - Resultados da série B de simulações para Ibirité realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
IB-B-PN	93.38%	5.00	A
IB-B-PL	86.15%	4.68	A
IB-B-PS	89.27%	5.00	A
IB-B-PO	85.64%	4.68	A

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Para a série “C” de simulações que considera a inclusão dos brises horizontais específicos para cada orientação, foi considerada o controle das janelas em função da ASHRAE55 por ter este apresentado um melhor desempenho nas últimas duas séries de simulações anteriores.

Por fim, a inclusão dos brises na série “C” acabou reduzindo as horas de conforto para todas as simulações, chegando inclusive a reduzir a classificação do nível de eficiência da IB-C-PL para “B”. **(Tabela 9)**

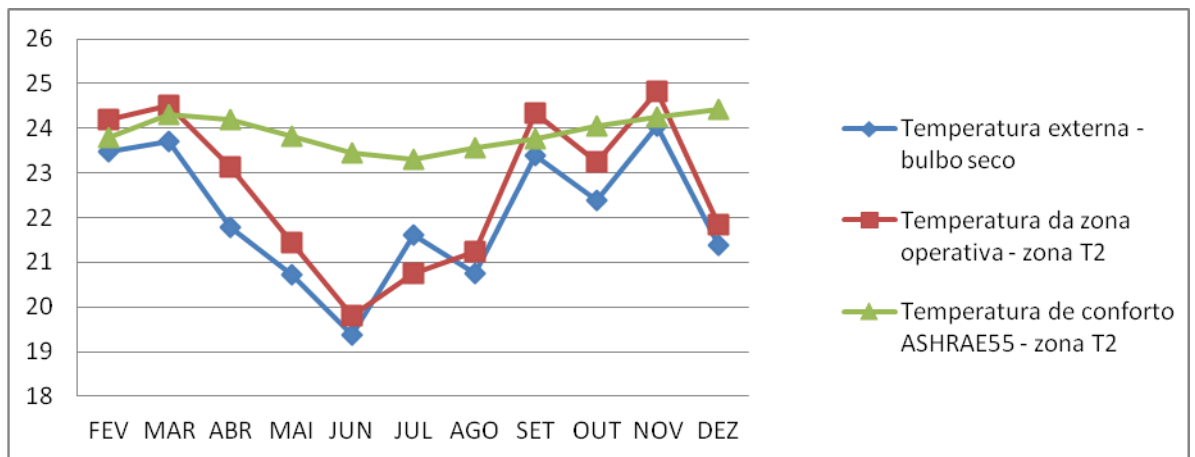
Tabela 9 - Resultados da série C de simulações para Ibirité realizadas com brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
IB-C-PN	86.24%	5.00	A
IB-C-PL	79.64%	4.14	B
IB-C-PS	85.42%	5.00	A
IB-C-PO	80.33%	4.61	A

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O **Gráfico 1** apresentado abaixo demonstra que para o município de Ibité em particular, o desconforto térmico não é causado em maioria pela sensação de calor mas sim pela sensação de frio que ocorre nos meses entre março e agosto e é observado, no caso, pela distância entre os pontos da temperatura de conforto ASHRAE55 e a temperatura operativa para a zona T2. Por este motivo o melhor controle das janelas simulado na série “B” e “C” permitiram o acúmulo de calor interno nos ambientes, elevando suas horas de conforto nos meses mais frios. Já a inclusão dos brises horizontais diminuíram as horas de conforto por suprimir o efeito do aquecimento solar pela insolação nas janelas externas conforme comprovado nas simulações da série “C”.

Gráfico 1 – Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da IB-C-PN na zona T2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Observa-se ainda que para este município, a estratégia que apresentou melhor eficiência foi a simulação **IB-B-PN** com **93,38%** de horas de conforto térmico, uma estratégia com orientação da edificação para norte, sem brises horizontais e com o devido controle das aberturas das janelas de acordo com o índice de conforto da ASHRAE55.

4.2 Zona Bioclimática 3 – Araxá

Para o município de Araxá, a primeira série de simulações sem brises e com abertura constante das janelas (AX-A-PN, AX-A-PL, AX-A-PS, AX-A-PO) obteve um desempenho bem similar para todas as orientações que ficaram com um percentual de horas de conforto

em torno dos 75%, possibilitando então a classificação em nível “**B**” em todas as quatro simulações. **(Tabela 10)**

Tabela 10 - Resultados da série A de simulações para Araxá realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
AX-A-PN	76.90%	4.00	B
AX-A-PL	74.69%	4.00	B
AX-A-PS	76.45%	4.00	B
AX-A-PO	75.08%	4.00	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A série B de simulações realizadas sem brises horizontais e com abertura das janelas controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55 proporcionou que os índices de conforto na simulação AX-B-PN e AX-B-PL permanecessem quase os mesmos com uma suave melhora nos índices de conforto da AX-B-PO (78,21%). No entanto, possibilitou uma melhora significativa na orientação sul (AX-B-PS) que teve seu nível de eficiência aumentado para o nível “**A**” (83,60% de horas de conforto térmico). **(Tabela 11)**

Tabela 11 - Resultados da série B de simulações para Araxá realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
AX-B-PN	76.84%	4.00	B
AX-B-PL	75.43%	4.00	B
AX-B-PS	83.60%	5.00	A
AX-B-PO	78.21%	3.89	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Adotando-se então a inclusão dos brises horizontais e o controle da abertura das janelas de acordo com o índice de conforto da ASHRAE55, chega-se a um resultado muito positivo para as simulações da série C na qual todas as quatro simulações apresentaram um percentual de horas de conforto acima dos 80% e com uma classificação “**A**” de eficiência. **(Tabela 12)**

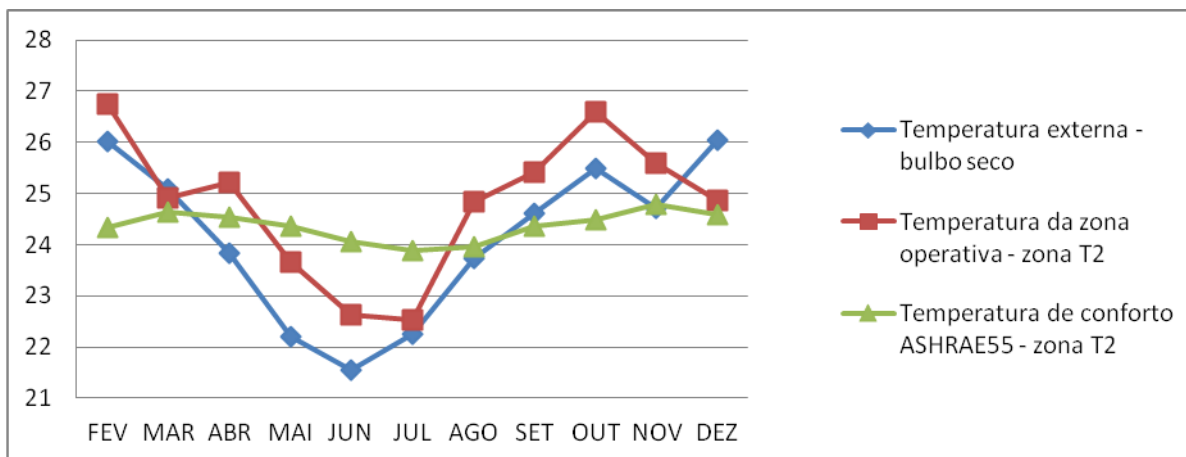
Tabela 12 - Resultados da série C de simulações para Araxá realizadas com brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
AX-C-PN	85.40%	5.00	A
AX-C-PL	83.22%	4.93	A
AX-C-PS	85.37%	5.00	A
AX-C-PO	81.52%	4.64	A

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Observando o **Gráfico 2** apresentado abaixo percebe-se que o município de Araxá possui uma situação climática mais equilibrada que o município de Ibitaré pois há determinados meses no qual o desconforto por calor é mais evidente (fevereiro, março e os meses entre setembro e dezembro) e outros que o desconforto por frio prevalece (abril até agosto).

Gráfico 2 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da AX-C-PN na zona T2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Percebe-se, portanto, que as simulações da série “C” apresentaram um melhor desempenho porque ao mesmo tempo em que proporcionaram um melhor acúmulo de calor com o

controle das aberturas das janelas nos meses frios, também proporcionaram um controle da insolação na fachada mais solicitada por meio dos brises horizontais.

O melhor desempenho destas simulações foi apresentado pela simulação **AX-C-PN** com **85,40%** das horas de conforto. Esta simulação foi orientada a norte com a inclusão de brises horizontais e o controle das aberturas das janelas de acordo com o índice de conforto da ASHRAE55.

4.3 Zona Bioclimática 5 – Município de Montes Claros

Para as simulações da série A realizadas para o município de Montes Claros, os índices de conforto obtiveram uma diminuição de eficiência em comparação aos municípios apresentados anteriormente e ficaram inicialmente com um percentual de horas de conforto próximo aos 70%, possibilitando um nível de eficiência “**B**” para as simulações MC-A-PN, MC-A-OS e MC-A-PO e um nível “**C**” para a simulação MC-A-PL. **(Tabela 13)**

Tabela 13 - Resultados da série A de simulações para Montes Claros realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
MC-A-PN	70.48%	3.50	B
MC-A-PL	68.73%	3.00	C
MC-A-PS	72.47%	3.93	B
MC-A-PO	69.97%	3.50	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Ao aplicar a estratégia de controle de abertura das janelas pela temperatura de conforto da ASHRAE55, o percentual médio de horas de conforto reduziu abruptamente em todas as orientações para menos de 60% das horas de conforto classificando-as com uma nota “**D**” em eficiência, fato que certamente evidencia a importância da ventilação em todas as situações para a implantação do edifício neste município. **(Tabela 14)**

Tabela 14 - Resultados da série B de simulações para Montes Claros realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
MC-B-PN	50.93%	1.68	D
MC-B-PL	52.82%	1.68	D
MC-B-PS	59.96%	2.18	D
MC-B-PO	55.40%	1.68	D

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A série C de simulações adotou então, diferentemente das simulações realizadas nos municípios de Ibirité e Araxá, o uso dos brises horizontais e a abertura constante das janelas devido ao melhor desempenho da série A em relação à série B.

O resultado foi favorável e a inclusão de brises à primeira estratégia aumentou sensivelmente o percentual de horas de conforto em todas as orientações solares chegando inclusive a reclassificar a simulação realizada a orientação leste (MC-C-PL) para o nível “B” de eficiência. **(Tabela 15)**

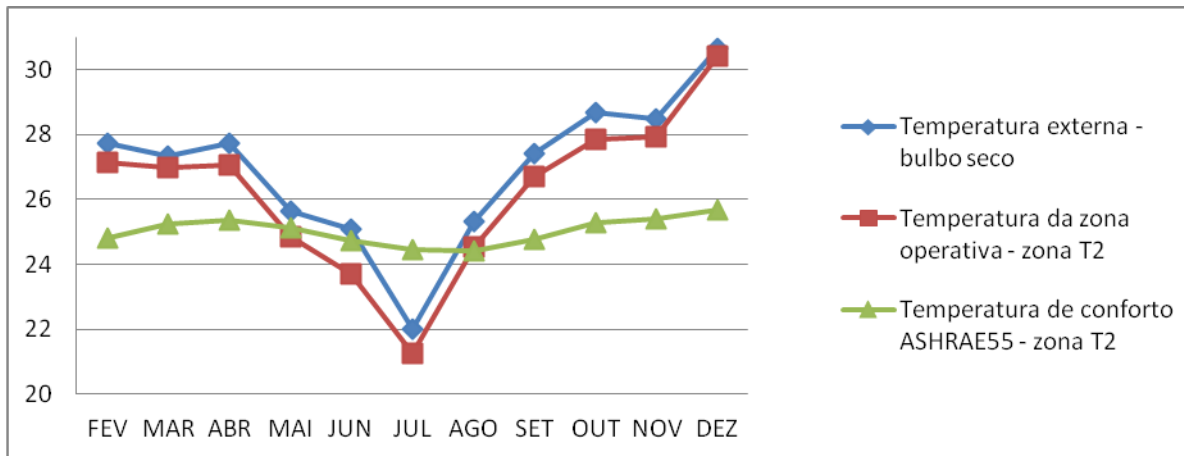
Tabela 15 - Resultados da série C de simulações para Montes Claros realizadas com brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
MC-C-PN	74.48%	4.00	B
MC-C-PL	73.01%	4.00	B
MC-C-PS	73.31%	4.00	B
MC-C-PO	72.82%	4.00	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O **Gráfico 3** para o município de Montes Claros evidencia que o maior problema por desconforto térmico na edificação quando implantada no município não é a sensação de frio mas sim a de calor. Observa-se que em praticamente todos os meses no qual a simulação foi executada, com exceção dos meses de junho e julho, a temperatura operativa esteve igual ou acima da temperatura de conforto da ASHRAE55.

Gráfico 3 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da MC-C-PN na zona T2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O fato da série “B” ter adquirido um desempenho tão inferior as séries “A” e “C” pode ser atribuído, provavelmente, ao fechamento das aberturas no período noturno quando a temperatura operativa interna se torna menor que a temperatura de conforto. Este procedimento acaba por aumentar a inércia térmica do edifício neste período o que acarreta o aumento de sua temperatura operativa sobre a temperatura de conforto logo no início de suas primeiras horas da manhã.

Nesta série de simulações para o município de Montes Claros, a situação de melhor desempenho térmico foi, portanto, a simulação **MC-C-PN** com **74,48%** das horas de conforto. Esta simulação foi orientada para norte e teve a inclusão de brises horizontais e abertura constante de suas janelas.

4.4 Zona Bioclimática 6 – Município de Governador Valadares

Em uma situação similar a apresentada na série de A de simulações para o município de Montes Claros, o município de Governador Valadares não teve um bom desempenho inicial em relação aos dois primeiros municípios (Ibirité e Araxá) e o seu percentual de horas de conforto ficou próximo da ordem dos 70% para todas as orientações solares, inclusive levando as simulações de orientação leste e oeste a serem classificadas com uma nota “C” de eficiência (GV-A-PL e GV-A-PO). **(Tabela 16)**

Tabela 16 - Resultados da série A de simulações para Governador Valadares realizadas sem brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
GV-A-PN	71.58%	4.00	B
GV-A-PL	68.85%	3.00	C
GV-A-PS	72.16%	4.00	B
GV-A-PO	69.46%	3.11	C

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A série B de simulações para este município com a inclusão da estratégia de controle das aberturas pela ASHRAE55 reduziu consideravelmente o índice de conforto e assim como o município de Montes Claros, reduziu todos os índices de eficiência para o nível “D”, com exceção da orientação sul (GV-B-OS) que teve uma classificação no nível “C”. **(Tabela 17)**

Tabela 17 - Resultados da série B de simulações para Governador Valadares realizadas sem brises horizontais e com abertura controlada pela temperatura operativa da ASHRAE55.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
GV-B-PN	53.33%	1.68	D
GV-B-PL	56.30%	1.86	D
GV-B-PS	63.14%	2.68	C
GV-B-PO	56.85%	1.68	D

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A inclusão de brises e a abertura constante das janelas na série C permitiram uma melhora significativa nos níveis de eficiência em relação à série A e proporcionou que o índice de eficiência para todas as quatro simulações atingissem uma nota “B”. **(Tabela 18)**

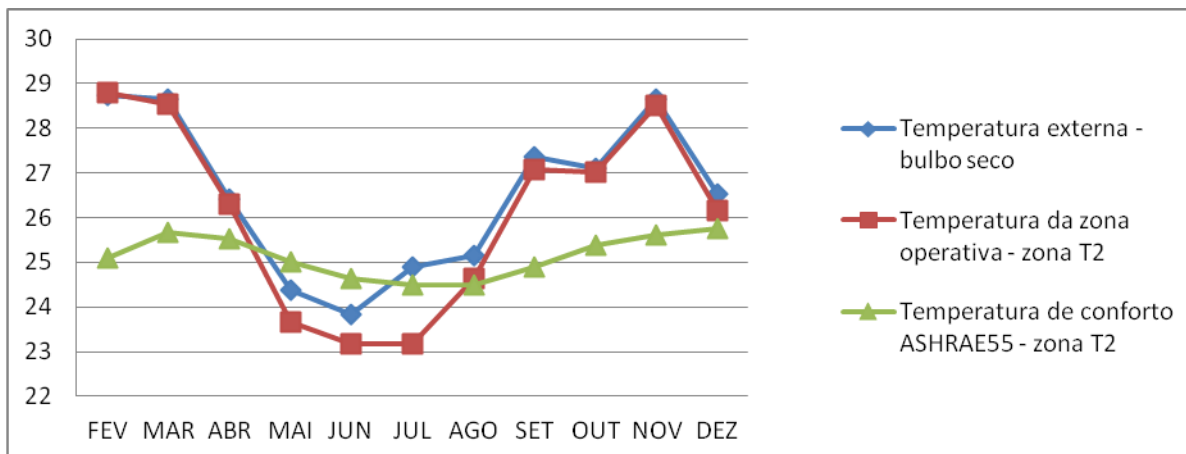
Tabela 18 - Resultados da série C de simulações para Governador Valadares realizadas com brises horizontais e com abertura constante das janelas.

CÓD.	% médio de horas de conforto	Eq. numérico	Nível
GV-C-PN	74.21%	4.00	B
GV-C-PL	71.83%	4.00	B
GV-C-PS	72.62%	4.00	B
GV-C-PO	72.62%	4.00	B

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

A edificação no município de Governador Valadares possui comportamento similar ao apresentado no município de Montes Claros. **(Gráfico 4)**

Gráfico 4 - Média mensal da temperatura externa do bulbo seco, temperatura operativa e temperatura de conforto ASHRAE55 da GV-C-PN na zona T2.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

O desconforto por calor neste município é bem mais considerável que o desconforto por frio, que prevalece apenas entre os meses de maio a julho. Por isso a ventilação constante é de grande importância no resfriamento da temperatura interna do edifício assim como a inclusão dos brises horizontais é fundamental no controle da insolação nas aberturas externas.

Da mesma forma que ocorre nas simulações da série "B" para o município de Montes Claros, atribui-se um aumento na inércia térmica no período noturno pelo fechamento de suas

janelas e, conseqüentemente, um aumento na temperatura sobre os índices de conforto nos primeiros momentos da manhã.

A situação de melhor desempenho térmico para o município de Governador Valadares foi a simulação **GV-C-PN** com **74,21%** das horas de conforto. Esta simulação foi orientada para norte e teve a inclusão de brises horizontais e abertura constante de suas janelas.

5 Conclusões

Apesar de todas as simulações terem, ao final do processo, obtido um resultado satisfatório para a implantação do PE-3PAV nos municípios averiguados, percebe-se que as estratégias adotadas para tal foram distintas.

Verificamos por exemplo que, em alguns casos, a existência de brises horizontais é um elemento importante de controle térmico para as salas, aumentando o índice de conforto interno com a diminuição da insolação nas mesmas. Porém, em outros casos como no do município de Ibirité, estes chegam até a reduzir as horas de conforto térmico nos meses mais frios.

O mesmo ocorre com as estratégias de ventilação: em certos municípios, existe grande necessidade de ventilação constante para a diminuição da carga térmica interna e em outros, o controle da ventilação é importante para o acúmulo de calor nos meses de inverno.

As orientações solares também desempenham um papel de extrema importância neste contexto, entendendo que o desempenho varia consideravelmente para cada orientação adotada.

Observou-se, por exemplo, que a orientação solar que prevaleceu como a de melhor conforto térmico foi a orientação norte (PN) em todos os municípios. Este fato contraria as expectativas iniciais desta pesquisa, que acreditava que seria uma das orientações solares de pior desempenho para a edificação. O entendimento deste fato extraído das simulações necessita de um estudo mais aprofundado de forma a entender as reais razões para tal, mas especula-se que, para os municípios mais frios, tal orientação foi benéfica no ganho térmico de calor para a edificação e para os meses quentes, os brises horizontais projetados para norte tenham sido mais eficientes que os brises projetados para as outras orientações solares.

De uma forma geral, sobre o ponto de vista do conforto térmico, podemos chegar a diretrizes específicas para uma adequada implantação do PE-3PAV em cada um dos quatro municípios investigados. No entanto, a própria natureza das estratégias obtidas evidencia que, para a implantação da edificação em outras localidades no estado de Minas Gerais, há necessidade de uma investigação individual e mais cuidadosa para se entender as reais relações sobre o desempenho térmico de uma edificação genérica e o seu entorno.

Referências

ASSIS, Eleonora S., et al. — **PROJETO DE DOCUMENTO: Manual para Construções Sustentáveis dos Edifícios Públicos do Estado de Minas Gerais - Convênio FUNDEP nº 14335** — Belo Horizonte: 2010 — 140 p.

ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

FERREIRA, Fernanda Cristina. — **Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais** – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

INSTITUTO Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Requisitos Técnicos de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. INMETRO – Portaria 372, setembro 2010.

MELO, Ana Paula, et al. — **Manual de simulação computacional de edifícios naturalmente ventilados no programa ENERGYPLUS** – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações — Florianópolis: 2008

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA — **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética e Etiquetagem de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos** — Brasília: 2010

PEREIRA, Iraci M.; LOURA, Rejane M. — **Curso de introdução à modelagem termoenergética de edificações com os software Energyplus e Openstudio** – UFMG — Belo Horizonte: maio 2012

PEREIRA, Iraci M.; LOURA, Rejane M. — **Curso Avançado de modelagem termoenergética de edificações com os software Energyplus e Openstudio** – UFMG — Belo Horizonte: julho 2012

APÊNDICE A – Tabelas com demonstração das horas de conforto

Tabela 19 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Ibirité.

CIDADE: IBIRITÉ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD: IB-A-PN		VENT.: constante		B				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	546.50	1609.50	74.65%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	536.50	1619.50	75.12%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	551.00	1605.00	74.44%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	561.50	1594.50	73.96%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	553.75	1602.25	74.32%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	561.00	1595.00	73.98%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00

NA: não se aplica
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis

CIDADE: IBIRITÉ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD: IB-A-PL		VENT.: constante		B				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	582.50	1573.50	72.98%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	600.75	1555.25	72.14%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	618.00	1538.00	71.34%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	603.25	1552.75	72.02%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	632.25	1523.75	70.67%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	645.00	1511.00	70.08%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00

NA: não se aplica
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis

CIDADE: IBIRITÉ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD: IB-A-PS		VENT.: constante		B				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	584.50	1571.50	72.89%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	599.25	1556.75	72.21%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	632.00	1524.00	70.69%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	643.00	1513.00	70.18%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	666.75	1489.25	69.07%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	681.00	1475.00	68.41%	3	0.32
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.57

NA: não se aplica
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis

CIDADE: IBIRITÉ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD: IB-A-PO		VENT.: constante		B				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	615.50	1540.50	71.45%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	612.00	1544.00	71.61%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	613.00	1543.00	71.57%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	656.50	1499.50	69.55%	3	0.21
T6	222.39	32.17%	2156	656.75	1499.25	69.54%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	652.50	1503.50	69.74%	3	0.32
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.50

NA: não se aplica
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 20 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Ibitaré.

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-B-PN	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	111.75	2044.25	94.82%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	104.75	2051.25	95.14%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	125.50	2030.50	94.18%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	114.00	2042.00	94.71%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	275.00	1881.00	87.24%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	126.00	2030.00	94.16%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-B-PL	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	234.00	1922.00	89.15%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	272.25	1883.75	87.37%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	294.25	1861.75	86.35%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	221.00	1935.00	89.75%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	484.75	1671.25	77.52%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	286.00	1870.00	86.73%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.68
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-B-PS	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	189.00	1967.00	91.23%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	190.25	1965.75	91.18%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	281.00	1875.00	86.97%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	204.00	1952.00	90.54%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	224.00	1932.00	89.61%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	299.25	1856.75	86.12%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-B-PO	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	305.00	1851.00	85.85%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	289.50	1866.50	86.57%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	268.75	1887.25	87.53%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	302.00	1854.00	85.99%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	436.75	1719.25	79.74%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	256.25	1899.75	88.11%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.68
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 21 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Ibitaré.

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: com brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-C-PN	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	298.25	1857.75	86.17%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	299.75	1856.25	86.10%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	306.25	1849.75	85.80%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	286.75	1869.25	86.70%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	287.50	1868.50	86.67%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	302.00	1854.00	85.99%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-C-PL	VENT.:	controle ASHRAE				B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	382.75	1773.25	82.25%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	434.50	1721.50	79.85%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	482.00	1674.00	77.64%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	344.75	1811.25	84.01%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	467.25	1688.75	78.33%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	523.00	1633.00	75.74%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.14
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-C-PS	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	250.50	1905.50	88.38%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	268.25	1887.75	87.56%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	365.75	1790.25	83.04%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	291.50	1864.50	86.48%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	313.75	1842.25	85.45%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	396.25	1759.75	81.62%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: IBIRITÉ			BRISE: sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	IB-C-PO	VENT.:	controle ASHRAE				A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	415.50	1740.50	80.73%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	415.50	1740.50	80.73%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	395.25	1760.75	81.67%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	453.75	1702.25	78.95%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	452.25	1703.75	79.02%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	412.75	1743.25	80.86%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.61
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 22 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Araxá.

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-A-PN	VENT.:		constante		B		
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	493.75	1662.25	77.10%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	483.50	1672.50	77.57%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	504.00	1652.00	76.62%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	502.25	1653.75	76.70%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	490.75	1665.25	77.24%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	514.25	1641.75	76.15%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-A-PL	VENT.:		constante		B		
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	542.25	1613.75	74.85%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	533.50	1622.50	75.26%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	536.00	1620.00	75.14%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	555.00	1601.00	74.26%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	553.75	1602.25	74.32%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	554.00	1602.00	74.30%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-A-PS	VENT.:		constante		B		
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	507.25	1648.75	76.47%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	490.75	1665.25	77.24%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	510.75	1645.25	76.31%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	516.00	1640.00	76.07%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	501.50	1654.50	76.74%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	520.00	1636.00	75.88%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-A-PO	VENT.:		constante		B		
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	536.50	1619.50	75.12%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	532.25	1623.75	75.31%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	533.75	1622.25	75.24%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	544.00	1612.00	74.77%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	538.75	1617.25	75.01%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	538.50	1617.50	75.02%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 23 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Araxá.

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	AX-B-PN	VENT.: controle ASHRAE					B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	433.75	1722.25	79.88%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	484.25	1671.75	77.54%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	446.75	1709.25	79.28%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	490.75	1665.25	77.24%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	630.50	1525.50	70.76%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	509.50	1646.50	76.37%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	AX-B-PL	VENT.: controle ASHRAE					B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	524.00	1632.00	75.70%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	522.00	1634.00	75.79%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	524.50	1631.50	75.67%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	528.25	1627.75	75.50%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	535.00	1621.00	75.19%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	544.25	1611.75	74.76%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	AX-B-PS	VENT.: controle ASHRAE					A	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	376.75	1779.25	82.53%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	349.75	1806.25	83.78%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	347.00	1809.00	83.91%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	352.75	1803.25	83.64%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	369.75	1786.25	82.85%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	326.00	1830.00	84.88%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	AX-B-PO	VENT.: controle ASHRAE					B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	430.00	1726.00	80.06%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	456.00	1700.00	78.85%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	416.50	1739.50	80.68%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	425.00	1731.00	80.29%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	672.25	1483.75	68.82%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	419.00	1737.00	80.57%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.89
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 24 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Araxá.

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: com brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-C-PN	VENT.:	constante	A				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	321.50	1834.50	85.09%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	306.75	1849.25	85.77%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	328.50	1827.50	84.76%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	314.50	1841.50	85.41%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	290.75	1865.25	86.51%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	326.75	1829.25	84.84%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: com brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-C-PL	VENT.:	constante	A				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	436.00	1720.00	79.78%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	348.00	1808.00	83.86%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	352.75	1803.25	83.64%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	347.50	1808.50	83.88%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	336.75	1819.25	84.38%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	350.00	1806.00	83.77%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.93
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: com brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-C-PS	VENT.:	constante	A				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	346.00	1810.00	83.95%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	318.00	1838.00	85.25%	5	1.79
T4	49.70	7.19%	2156	325.25	1830.75	84.91%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	322.25	1833.75	85.05%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	282.25	1873.75	86.91%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	298.50	1857.50	86.15%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: ARAXÁ		BRISE: com brise		Nível de eficiência				
CÓD:	AX-C-PO	VENT.:	constante	A				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	383.25	1772.75	82.22%	5	0.35
T3	246.99	35.73%	2156	509.50	1646.50	76.37%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	362.50	1793.50	83.19%	5	0.36
T5	49.00	7.09%	2156	367.00	1789.00	82.98%	5	0.35
T6	222.39	32.17%	2156	406.00	1750.00	81.17%	5	1.61
T7	74.20	10.73%	2156	362.75	1793.25	83.17%	5	0.54
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.64
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 25 – Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Montes Claros.

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-A-PN	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	661.50	1494.50	69.32%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	648.75	1507.25	69.91%	3	1.07
T4	49.70	7.19%	2156	655.50	1500.50	69.60%	3	0.22
T5	49.00	7.09%	2156	629.00	1527.00	70.83%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	598.75	1557.25	72.23%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	625.75	1530.25	70.98%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.50
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-A-PL	VENT.:		constante			C	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	710.25	1445.75	67.06%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	686.50	1469.50	68.16%	3	1.07
T4	49.70	7.19%	2156	666.50	1489.50	69.09%	3	0.22
T5	49.00	7.09%	2156	677.00	1479.00	68.60%	3	0.21
T6	222.39	32.17%	2156	657.25	1498.75	69.52%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	647.25	1508.75	69.98%	3	0.32
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-A-PS	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	655.50	1500.50	69.60%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	620.00	1536.00	71.24%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	613.00	1543.00	71.57%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	598.25	1557.75	72.25%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	540.50	1615.50	74.93%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	533.50	1622.50	75.26%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.93
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-A-PO	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	681.50	1474.50	68.39%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	672.25	1483.75	68.82%	3	1.07
T4	49.70	7.19%	2156	658.75	1497.25	69.45%	3	0.22
T5	49.00	7.09%	2156	633.25	1522.75	70.63%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	618.25	1537.75	71.32%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	620.25	1535.75	71.23%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.50
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 26 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Montes Claros.

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	MC-B-PN	VENT.:		D				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	955.50	1200.50	55.68%	2	0.14
T3	246.99	35.73%	2156	997.25	1158.75	53.75%	2	0.71
T4	49.70	7.19%	2156	945.00	1211.00	56.17%	2	0.14
T5	49.00	7.09%	2156	1000.25	1155.75	53.61%	2	0.14
T6	222.39	32.17%	2156	1460.25	695.75	32.27%	1	0.32
T7	74.20	10.73%	2156	990.00	1166.00	54.08%	2	0.21
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.68
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	MC-B-PL	VENT.:		D				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	983.50	1172.50	54.38%	2	0.14
T3	246.99	35.73%	2156	997.75	1158.25	53.72%	2	0.71
T4	49.70	7.19%	2156	915.00	1241.00	57.56%	2	0.14
T5	49.00	7.09%	2156	998.75	1157.25	53.68%	2	0.14
T6	222.39	32.17%	2156	1275.50	880.50	40.84%	1	0.32
T7	74.20	10.73%	2156	932.75	1223.25	56.74%	2	0.21
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.68
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	MC-B-PS	VENT.:		D				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	878.75	1277.25	59.24%	2	0.14
T3	246.99	35.73%	2156	865.25	1290.75	59.87%	2	0.71
T4	49.70	7.19%	2156	919.75	1236.25	57.34%	2	0.14
T5	49.00	7.09%	2156	849.50	1306.50	60.60%	3	0.21
T6	222.39	32.17%	2156	877.50	1278.50	59.30%	2	0.64
T7	74.20	10.73%	2156	789.00	1367.00	63.40%	3	0.32
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.18
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: sem brise		Nível de eficiência				
CÓD:	MC-B-PO	VENT.:		D				
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	923.25	1232.75	57.18%	2	0.14
T3	246.99	35.73%	2156	961.25	1194.75	55.42%	2	0.71
T4	49.70	7.19%	2156	902.50	1253.50	58.14%	2	0.14
T5	49.00	7.09%	2156	908.25	1247.75	57.87%	2	0.14
T6	222.39	32.17%	2156	1171.25	984.75	45.67%	1	0.32
T7	74.20	10.73%	2156	903.25	1252.75	58.11%	2	0.21
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.68
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 27 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Montes Claros.

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: com brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-C-PN	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	584.00	1572.00	72.91%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	564.25	1591.75	73.83%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	575.75	1580.25	73.30%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	537.50	1618.50	75.07%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	507.75	1648.25	76.45%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	532.50	1623.50	75.30%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: com brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-C-PL	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	634.00	1522.00	70.59%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	605.75	1550.25	71.90%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	586.50	1569.50	72.80%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	578.75	1577.25	73.16%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	543.50	1612.50	74.79%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	543.00	1613.00	74.81%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: com brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-C-PS	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	634.00	1522.00	70.59%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	596.75	1559.25	72.32%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	589.75	1566.25	72.65%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	574.50	1581.50	73.35%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	522.50	1633.50	75.77%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	535.00	1621.00	75.19%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE: MONTES CLAROS		BRISE: com brise					Nível de eficiência	
CÓD:	MC-C-PO	VENT.:		constante			B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	627.50	1528.50	70.90%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	613.25	1542.75	71.56%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	603.75	1552.25	72.00%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	569.50	1586.50	73.59%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	549.75	1606.25	74.50%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	552.25	1603.75	74.39%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 28 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “A” do município de Governador Valadares.

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	GV-A-PN	VENT.:	constante				B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	630.50	1525.50	70.76%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	615.50	1540.50	71.45%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	624.25	1531.75	71.05%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	610.05	1545.95	71.70%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	589.50	1566.50	72.66%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	606.00	1550.00	71.89%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	GV-A-PL	VENT.:	constante				C	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	689.50	1466.50	68.02%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	684.50	1471.50	68.25%	3	1.07
T4	49.70	7.19%	2156	664.00	1492.00	69.20%	3	0.22
T5	49.00	7.09%	2156	671.75	1484.25	68.84%	3	0.21
T6	222.39	32.17%	2156	662.50	1493.50	69.27%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	656.75	1499.25	69.54%	3	0.32
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	GV-A-PS	VENT.:	constante				B	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	633.25	1522.75	70.63%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	609.00	1547.00	71.75%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	612.75	1543.25	71.58%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	597.25	1558.75	72.30%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	569.50	1586.50	73.59%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	579.00	1577.00	73.14%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise				Nível de eficiência	
CÓD:	GV-A-PO	VENT.:	constante				C	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	676.50	1479.50	68.62%	3	0.21
T3	246.99	35.73%	2156	674.00	1482.00	68.74%	3	1.07
T4	49.70	7.19%	2156	660.50	1495.50	69.36%	3	0.22
T5	49.00	7.09%	2156	651.75	1504.25	69.77%	3	0.21
T6	222.39	32.17%	2156	647.25	1508.75	69.98%	3	0.97
T7	74.20	10.73%	2156	641.25	1514.75	70.26%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.11
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 29 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “B” do município de Governador Valadares.

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	GV-B-PN	VENT.:	controle ASHRAE					D	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL	
T2	49.00	7.09%	2156	898.75	1257.25	58.31%	2	0.14	
T3	246.99	35.73%	2156	932.00	1224.00	56.77%	2	0.71	
T4	49.70	7.19%	2156	881.00	1275.00	59.14%	2	0.14	
T5	49.00	7.09%	2156	932.25	1223.75	56.76%	2	0.14	
T6	222.39	32.17%	2156	1481.25	674.75	31.30%	1	0.32	
T7	74.20	10.73%	2156	912.50	1243.50	57.68%	2	0.21	
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.68	
NA: não se aplica									
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano									
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	GV-B-PL	VENT.:	controle ASHRAE					D	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL	
T2	49.00	7.09%	2156	911.75	1244.25	57.71%	2	0.14	
T3	246.99	35.73%	2156	921.75	1234.25	57.25%	2	0.71	
T4	49.70	7.19%	2156	839.00	1317.00	61.09%	3	0.22	
T5	49.00	7.09%	2156	922.50	1233.50	57.21%	2	0.14	
T6	222.39	32.17%	2156	1210.25	945.75	43.87%	1	0.32	
T7	74.20	10.73%	2156	847.75	1308.25	60.68%	3	0.32	
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.86	
NA: não se aplica									
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano									
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	GV-B-PS	VENT.:	controle ASHRAE					C	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL	
T2	49.00	7.09%	2156	802.25	1353.75	62.79%	3	0.21	
T3	246.99	35.73%	2156	791.25	1364.75	63.30%	3	1.07	
T4	49.70	7.19%	2156	760.50	1395.50	64.73%	3	0.22	
T5	49.00	7.09%	2156	765.75	1390.25	64.48%	3	0.21	
T6	222.39	32.17%	2156	917.50	1238.50	57.44%	2	0.64	
T7	74.20	10.73%	2156	731.50	1424.50	66.07%	3	0.32	
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	2.68	
NA: não se aplica									
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano									
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	sem brise					Nível de eficiência	
CÓD:	GV-B-PO	VENT.:	controle ASHRAE					D	
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL	
T2	49.00	7.09%	2156	877.00	1279.00	59.32%	2	0.14	
T3	246.99	35.73%	2156	925.75	1230.25	57.06%	2	0.71	
T4	49.70	7.19%	2156	866.25	1289.75	59.82%	2	0.14	
T5	49.00	7.09%	2156	867.00	1289.00	59.79%	2	0.14	
T6	222.39	32.17%	2156	1179.75	976.25	45.28%	1	0.32	
T7	74.20	10.73%	2156	865.50	1290.50	59.86%	2	0.21	
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.68	
NA: não se aplica									
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano									
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis									

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

Tabela 30 - Tabelas de demonstração das horas de conforto nas simulações da série “C” do município de Governador Valadares.

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	com brise					Nível de eficiência
CÓD:	GV-C-PN	VENT.:	constante					B
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	582.25	1573.75	72.99%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	557.25	1598.75	74.15%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	574.75	1581.25	73.34%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	551.50	1604.50	74.42%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	525.50	1630.50	75.63%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	545.25	1610.75	74.71%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	com brise					Nível de eficiência
CÓD:	GV-C-PL	VENT.:	constante					B
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	638.00	1518.00	70.41%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	624.00	1532.00	71.06%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	612.75	1543.25	71.58%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	599.75	1556.25	72.18%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	587.75	1568.25	72.74%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	582.25	1573.75	72.99%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

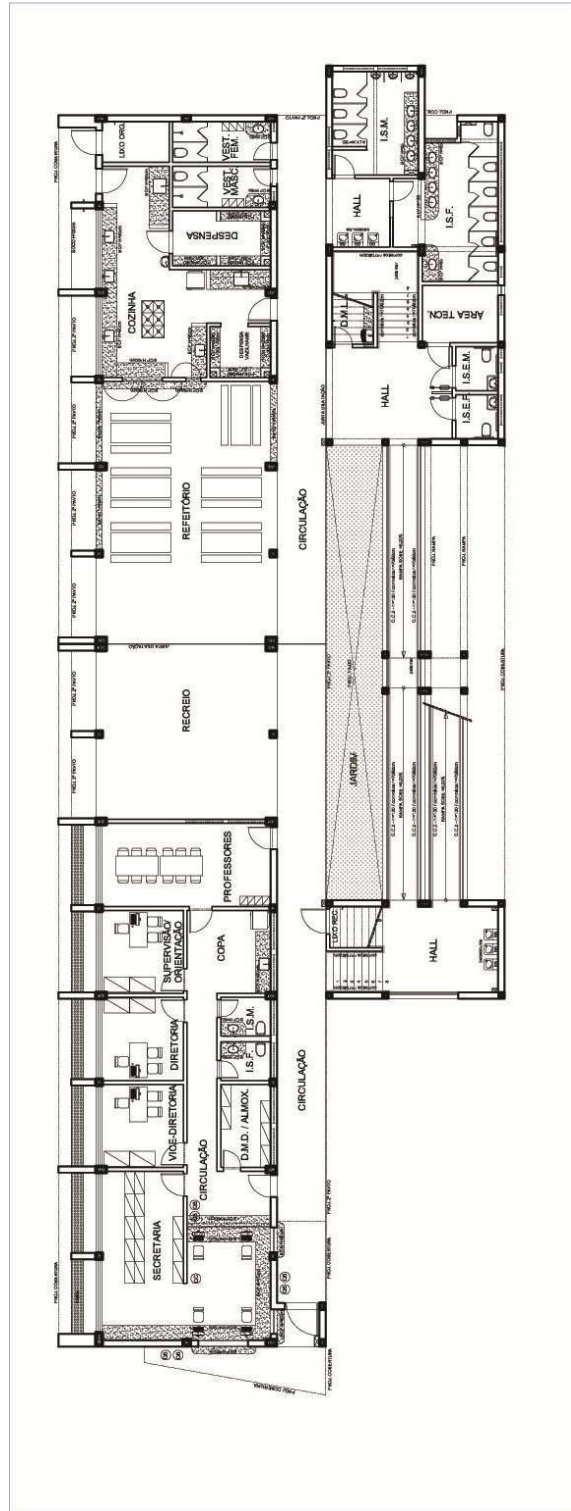
CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	com brise					Nível de eficiência
CÓD:	GV-C-PS	VENT.:	constante					B
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	623.00	1533.00	71.10%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	597.75	1558.25	72.28%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	604.00	1552.00	71.99%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	586.50	1569.50	72.80%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	559.50	1596.50	74.05%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	571.75	1584.25	73.48%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

CIDADE:	GOV. VALADARES	BRISE:	com brise					Nível de eficiência
CÓD:	GV-C-PO	VENT.:	constante					B
ZONA	ÁREA	%ÁREA	HOA	OFC	ODA	%ODA	EQ.Nº	FINAL
T2	49.00	7.09%	2156	623.00	1533.00	71.10%	4	0.28
T3	246.99	35.73%	2156	597.75	1558.25	72.28%	4	1.43
T4	49.70	7.19%	2156	604.00	1552.00	71.99%	4	0.29
T5	49.00	7.09%	2156	586.50	1569.50	72.80%	4	0.28
T6	222.39	32.17%	2156	559.50	1596.50	74.05%	4	1.29
T7	74.20	10.73%	2156	571.75	1584.25	73.48%	4	0.43
TOTAL	691.28	100.00%	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.00
NA: não se aplica								
HOA: total de horas de ocupação da zona térmica no ano								
OFC: horas fora da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								
ODA: horas dentro da zona de conforto com a ASHRAE55 a 80% dos limites aceitáveis								

Fonte: Elaborado pelo autor, 2012.

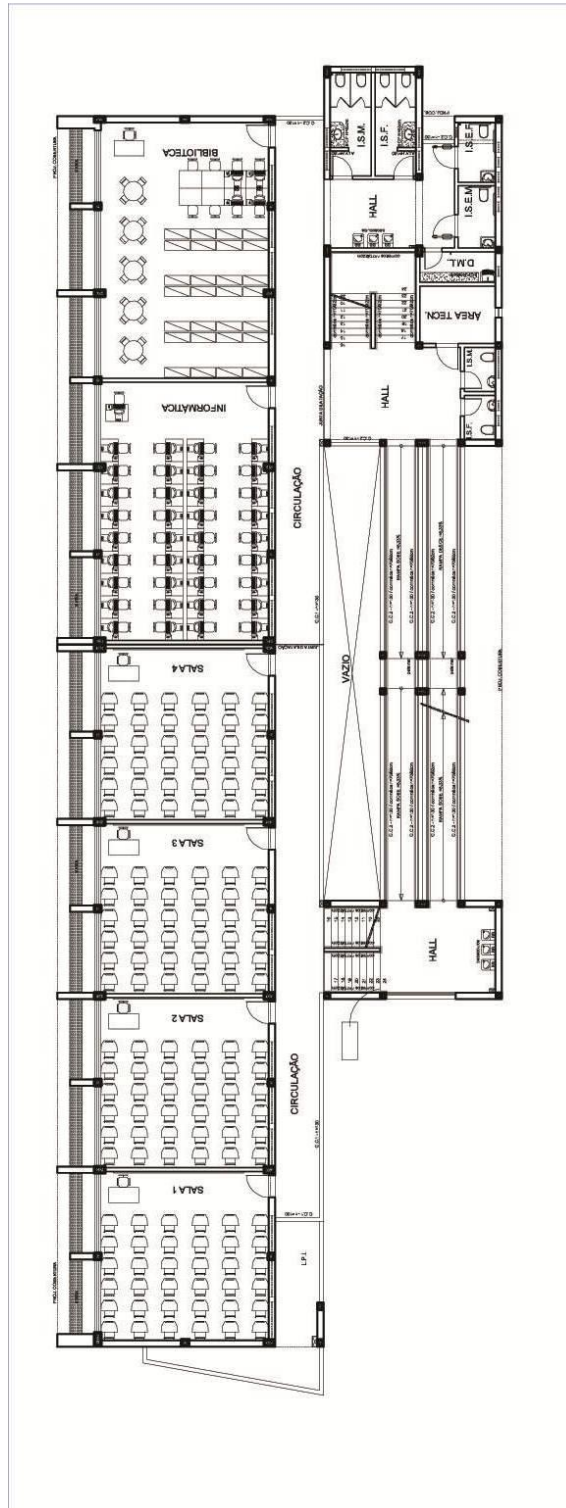
ANEXO A – Plantas do projeto PE-3PAV

Figura 15 – Planta do pavimento térreo do PE-3PAV.



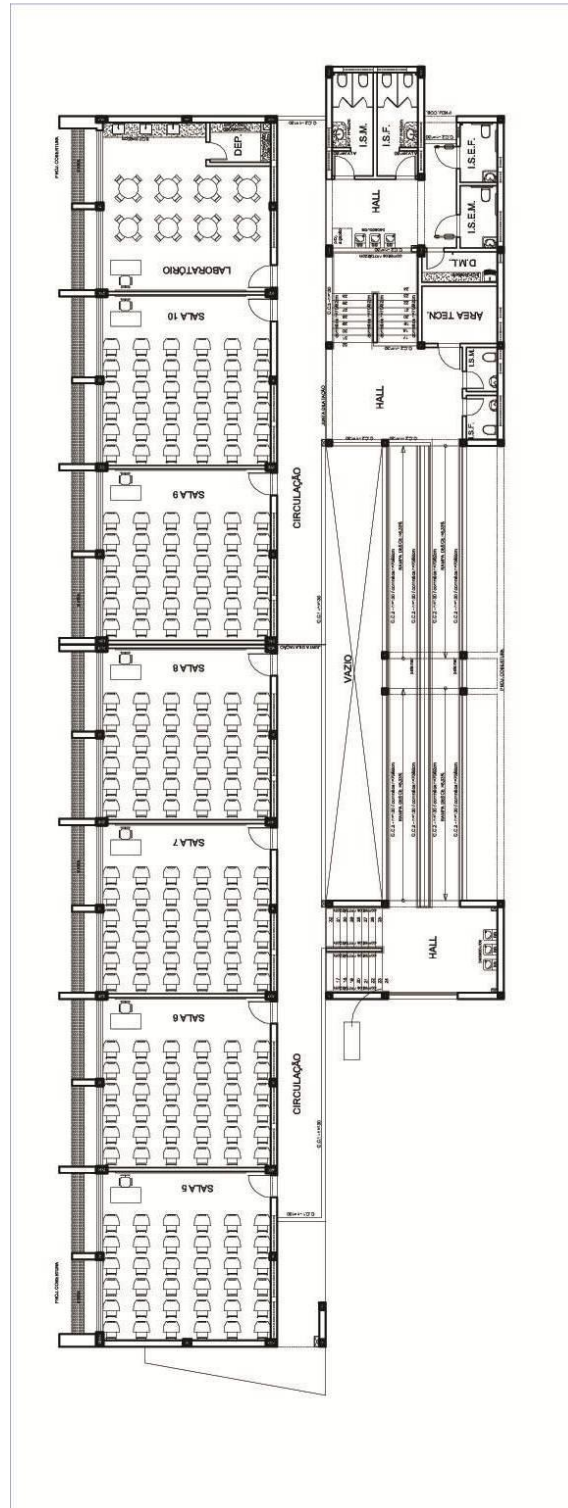
Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

Figura 16 - Planta do 2º pavimento do PE-3PAV.



Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.

Figura 17 - Planta do 3º pavimento do PE-3PAV.



Fonte: Grupo Arquitetos e Urbanistas, 2012.