



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA
MESTRADO PROFISSIONAL



ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA AMAZÔNIA: UM
ESTUDO DA OBRA DE SEVERIANO MÁRIO PORTO NO
SETOR NORTE DO CAMPUS UFAM

ARIELE LUCKWÜ MENDES

MANAUS
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO
AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA
MESTRADO PROFISSIONAL

ARIELE LUCKWÜ MENDES

ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA AMAZÔNIA: UM
ESTUDO DA OBRA DE SEVERIANO MÁRIO PORTO NO
SETOR NORTE DO CAMPUS UFAM

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação da Universidade Federal
do Amazonas, como requisito parcial
para a obtenção do título de Mestre em
Ciências Ambientais e Sustentabilidade
na Amazônia.

Orientador: Prof.º Dr.º Genilson Pereira Santana

MANAUS
2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M538a Mendes, Ariele Luckwu
Arquitetura Bioclimática na Amazônia : Um Estudo da Obra de Severiano Mário Porto no Setor Norte do Campus UFAM / Ariele Luckwu Mendes. 2019
202 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Genilson Pereira Santana
Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Arquitetura Bioclimática. 2. Conforto Ambiental. 3. Eficiência Energética em Edificações. 4. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11. 5. Severiano Mário Porto. I. Santana, Genilson Pereira II. Universidade Federal do Amazonas III. Título



Poder Executivo
Ministério de Educação
Universidade Federal do Amazonas
Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia



Mestrado e Doutorado conceito 4 Homologado pelo CNE (Port. MEC PORTARIA No - 656, DE 22 DE MAIO DE 2017, DOU Nº 143, quinta-feira, 27 de julho de 2017, p. 20.

Ata da 357ª Defesa Pública da **Dissertação de Mestrado** da SRA. **ARIELE LUCKWU MENDES**, aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia do Centro de Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, Área de Concentração em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (CASA), realizada no dia **22 de abril de 2019**.

Aos **22 de abril de 2019**, às **14:00** horas, na Sala de aula do Centro de Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Amazonas, realizou-se a **trecentésima quinquagésima sétima**, Defesa Pública da Dissertação de Mestrado, intitulada **"ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA NA AMAZÔNIA: UM ESTUDO DA OBRA DE SEVERIANO MÁRIO PORTO NO SETOR NORTE DO CAMPUS UFAM"**, sob orientação do **Prof. Dr. Genilson Pereira Santana**, da aluna **Ariele Luckwu Mendes** em conformidade com o Art. 55 do Regimento Interno do PPG/CASA, como parte final de seu trabalho para a obtenção do grau de **MESTRE EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE NA AMAZÔNIA**, Área de Concentração em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia (CASA). A comissão Julgadora foi constituída pelos seguintes membros: **Prof. Dr. Geraldo Jorge Tupinambá do Valle**, **Prof. Dr. Raimundo Pereira Vasconcelos**, **Prof. Dr. Carlos Moises Medeiros**. O presidente da comissão julgadora deu início a sessão, convidando os membros da Comissão e o Mestrando a tomarem seus lugares. Em seguida, o senhor presidente informou a todos o procedimento do exame. A palavra foi facultada ao candidato para apresentação de uma síntese do seu estudo. Retomada a sessão, foram apresentadas as arguições da comissão e a candidata respondeu às perguntas formuladas pelos membros da Comissão Julgadora. Após a apresentação e arguição pelos membros da Comissão Julgadora, o presidente da sessão solicitou a saída de todos os presentes para que a comissão pudesse reunir privadamente. Finda a reunião o presidente foi comunicado pelo representante da comissão do resultado do julgamento, na presença dos demais membros. O presidente então convidou a todos os presentes a retomarem ao recinto e em seguida proclamou o resultado informando ao público presente e à candidata que seu trabalho fora aprovado, com a Média Final 9,0. A sessão foi encerrada, Eu Therezinha de Jesus Pinto Fraxe, Professora Doutora do PPG/CASA, lavrei a presente, sem rasuras, que vai assinada por mim, pelos membros da Comissão Julgadora e pela Mestranda.

Manaus (AM), 22 de abril de 2019.

.....
Prof. Dr. Genilson Pereira Santana - Presidente
CPF nº 513.111.006-37
Instituição: UFAM

Comissão Julgadora:

.....
Prof. Dr. Geraldo Jorge Tupinambá do Valle
CPF nº 140.911.032-15
Instituição: UFAM

.....
Prof. Dr. Raimundo Pereira Vasconcelos
CPF nº 27.555.152-15
Instituição: UFAM

.....
Prof. Dr. Carlos Moises Medeiros
CPF nº 342.564.742-34
Instituição: UFAM

.....
ARIELE LUCKWU MENDES
Mestrando

.....
Therezinha de Jesus Pinto Fraxe

Aos habitantes da Amazônia.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo a Deus, pois é ele quem guia meus passos.

À minha mãe, por sempre me apoiar e ser para mim um espelho.

À minha família, com e sem parentesco, pelo apoio e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus amigos, por todo o auxílio e incentivo, em especial à Carla Caroline Leite Duarte.

Ao meu orientador, Prof.º Dr.º Genilson Pereira Santana, pelo acolhimento, pela disponibilidade, pela gentileza e pelo interesse genuíno em relação à pesquisa.

Ao Prof.º Me. José Carlos Bonetti, igualmente pelo interesse em relação à pesquisa, por encaminhar parte literatura referencial e disponibilizar equipamentos para a pesquisa.

Ao Sr. Orion Carolino, por disponibilizar os desenhos técnicos, memorial descritivo, registro fotográficos e reportagens sobre o objeto de pesquisa.

À Carla Kramer e Brenda Lutosa, pela ajuda com o levantamento de dados em campo.

À UFAM, ao CNPq e ao CCA, em especial, a todos os professores, funcionários e colegas do PPG/CASA.

AGRADEÇO.

The only way to preserve nature is to integrate it into our built environment.
A única maneira de preservar a natureza é integra-la ao nosso ambiente edificado.

Richard Hassell, arquiteto cofundador da WOHA.

RESUMO

A arquitetura bioclimática consiste na aplicação de estratégias capazes de promover uma relação harmoniosa dos processos de troca de energia entre bioma, clima e ambiente edificado. Estas estratégias têm como propósito alcançar maior conforto ambiental e, por consequência, maior eficiência energética. Por este motivo, a arquitetura bioclimática pode ser estabelecida como uma diretriz para alcançar o ODS 11. As obras do renomado arquiteto Severiano Mário Porto são reconhecidas a âmbito nacional e internacional pela adequação das construções ao ambiente amazônico. Dentre suas obras destaca-se o Setor Norte do Campus UFAM, cujas construções são amplamente reportadas como um conjunto arquitetônico com características bioclimáticas. A fim de estudar estratégias bioclimáticas da obra de Severiano Mário Porto no Setor Norte por meio das edificações tipo originais, ou seja, aquelas que possuem o mesmo uso, mesma estrutura física e datam da primeira frente de obra, nesta dissertação foi desenvolvida uma pesquisa de abordagem quanto-qualitativa e caráter descritivo. Para o desenvolvimento da dissertação foi realizado o sorteio de quatro blocos, representando, cada um, uma tipologia de edificação diferente, cuja eficiência energética da envoltória foi avaliada conforme o método prescritivo da ENCE PBE Edifica. Nos blocos sorteados foram mensuradas temperaturas no bulbo úmido, umidades relativas do ar, sensações térmicas, velocidades do ar e iluminâncias dos ambientes, sem interferência de climatização ou iluminação artificial. As medições foram realizadas durante os trimestres com menor (janeiro a março) e maior (agosto a outubro) médias de temperatura anuais, segundo as normais climatológicas fornecidas pelo INMET. As estratégias bioclimáticas encontradas foram distinguidas nas categorias de escolha de materiais, sobreamento e ventilação natural. Quanto à eficiência energética da envoltória, todas as edificações atingiram indicadores de consumo nível “A”, porém a elevada transmitância térmica das coberturas rebaixou os pré-requisitos e classificação final ao nível “E”. As médias das temperaturas mensuradas variaram de 28,21 °C a 32,21 °C, as sensações térmicas de 29,17 °C a 33,28 °C, as umidades relativas de 66,20% a 79,96% e as iluminâncias de 139,52 lux a 276,90 lux, não sendo significativas as velocidades do ar levantadas. Verificou-se uma forte correlação entre temperaturas e horários de coleta e entre temperaturas e umidades relativas. Quanto aos parâmetros vigentes, apenas a adequação da umidade relativa à atividade intelectual da NR 17 foi integralmente atendida durante as duas medições. Já a aceitabilidade para temperaturas da ASHRAE 55 e a iluminação mínima em corredores da ISO 8995-1 foram atendidas na maioria dos pontos. Os resultados demonstraram a relevância de todas as estratégias bioclimáticas encontradas, especialmente pela influência da escolha de materiais tanto na eficiência energética da envoltória como no conforto térmico e lumínico dos blocos, tendo algumas estratégias de sobreamento e de ventilação natural não influenciado o cálculo da ENCE. Por fim, foram apontadas recomendações para futuras intervenções no Campus UFAM, distinguindo as edificações originais das demais. Estas recomendações foram baseadas não somente nos resultados da pesquisa, mas no respeito e na conservação das obras de Severiano Mario Porto, patrimônio arquitetônico, histórico e cultural, bem como na preservação da APA UFAM.

Palavras-Chave: Arquitetura Bioclimática; Conforto Ambiental; Eficiência Energética em Edificações; Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 11; Severiano Mario Porto.

ABSTRACTS

Bioclimatic architecture consists on application of strategies capable to promote a harmonious relation of energy exchange processes between biome, climate and built environment. These strategies purpose to achieve more environmental comfort and, consequently, more energy efficiency in buildings. For this reason, bioclimatic architecture can be established as a guideline to achieve the SDG 11. Buildings of the renowned architect Severiano Mário Porto are recognized nationally and internationally for its suitability to Amazonian environment. His works include the UFAM Campus Northern Sector, whose buildings are widely reported as an architectural complex with bioclimatic characteristics. In order to study bioclimatic strategies of Severiano Mário Porto's architecture at Northern Sector through its original type buildings, in other words, those that have same use, same physical structure and are dated from the first construction, in this dissertation a quantitative-qualitative and descriptive research was developed. For the dissertation development, four blocks were raffled, each one representing a different building typology, whose envelope energetic efficiency was evaluated according to ENCE PBE Edifica's prescriptive method. Were measured in these blocks the temperature on humid bulb, air relative humidity, thermal sensation, air velocity and ambient illumination, without interference of artificial acclimatization or lighting. The measurements were made during quarters with lower (January to March) and higher (August to October) annual temperature averages, according to Manaus regular weather conditions provided by INMET. The bioclimatic strategies found were distinguished in categories of materials selection, shading and natural ventilation. Regarding the envelope energetic efficiency, all buildings reached "A" level on consumption indicators, but high thermal transmittance of roofs lowered its prerequisites and its final classification to "E" level. Mean values of measured temperatures varied from 28.21 °C to 32.21 °C, thermal sensations from 29.17 °C to 33.28 °C, relative humidity from 66.20% to 79.96% and illuminances from 139, 52 lux to 276.90 lux, with air velocities not being significant. There was a strong correlation between temperature and collection hour and between temperature and relative humidity. Regarding current parameters, only NR 17's relative humidity adequacy to intellectual activity was fully reached during the two measurements. Already ASHRAE 55's temperature acceptability and ISO 8995-1's minimum illumination in halls were reached in most points. The results demonstrated the relevance of all bioclimatic strategies found, especially due to materials choice influence in envelope energetic efficiency, as well as in thermal and luminous comfort of the studied blocks, although some of shading and natural ventilation strategies did not influence ENCE calculation. Finally, recommendations were made for future interventions in UFAM Campus, distinguishing original buildings from the others. These recommendations were based not only on the research results, but on respect and conservation of Severiano Mario Porto buildings, an architectural, historical and cultural heritage, aligned to APA UFAM forest fragment preservation.

Key Words: Bioclimatic Architecture; Environmental Comfort; Buildings Energy Efficiency; Sustainable Development Goal 11; Severiano Mário Porto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organograma da Justificativa no ODS 11.....	16
Figura 2 – Implantação do Campus UFAM	20
Figura 3 – Fotos da Construção do Setor Norte	21
Figura 4 – Premiações do Campus UFAM.....	22
Figura 5 – Mapas das Zonas Bioclimáticas Brasileiras	24
Figura 6 – Diagrama Psicrométrico.....	26
Figura 7 – Etiquetas Geral e Parcial da ENCE PBE Edifica	28
Figura 8 – Diagrama de Conforto Ambiental.....	32
Figura 9 – Gráfico de Temperaturas Aceitáveis em Ambientes Internos e Externos.....	34
Figura 10 – Gráfico de Aumento da Temperatura Aceitável em Função da Ventilação.....	34
Figura 11 – Imagem via Satélite do Setor Norte	36
Figura 12 – Fotos das Edificações Sorteadas	38
Figura 13 – Gráfico de Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas em Manaus.....	39
Figura 14 – Carta Solar e Rosa dos Ventos de Manaus.....	40
Figura 15 – Localização das Edificações Sorteadas.....	41
Figura 16 – Plantas Baixas dos Pontos de Medição	42
Figura 17 – Medidor de Ambiente Multifunção KR875	43
Figura 18 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Escolha de Materiais.	46
Figura 19 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Sombreamento.....	46
Figura 20 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Ventilação Natural.....	49
Figura 21 – Indicadores de Consumo do Bloco de Laboratórios	50
Figura 22 – Pré-requisitos do Bloco de Laboratórios.....	51
Figura 23 – ENCE da Envoltória do Bloco Laboratórios.....	52
Figura 24 – Indicadores de Consumo do Anfiteatro	53
Figura 25 – Pré-requisitos do Anfiteatro	54
Figura 26 – ENCE da Envoltória do Anfiteatro	55
Figura 27 – Indicadores de Consumo do Bloco de Salas de Aula.....	56
Figura 28 – Pré-requisitos da Cobertura do Bloco de Salas de Aula	57
Figura 29 - ENCE da Envoltória do Bloco de Salas de Aula.....	58
Figura 30 – Indicadores do Bloco de Administração	60
Figura 31 – Pré-requisitos do Bloco de Administração.....	61
Figura 32 – ENCE da Envoltória do Bloco de Administração.....	61
Figura 33 – Histogramas dos Dados Coletados.....	76
Figura 34 – Diagramas de Dispersão dos Dados Coletados	77
Figura 35 – Imagem via Satélite com Coordenadas das Edificações Estudadas.....	78
Figura 36 – Linha do Tempo dos Principais Referenciais Teóricos.	91
Figura 37 – Fotos das Alterações ao Longo do Tempo.....	92
Figura 38 – Detalhe no Desenho Técnico da Cobertura.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégias Bioclimáticas para Climas Quentes e Úmidos	23
Tabela 2 – Estratégias Bioclimáticas Aplicáveis em Manaus	25
Tabela 3 – Estratégias Bioclimáticas de Acordo com Perfil de Manaus	25
Tabela 4 – Intervalos do Diagrama Psicrométrico	26
Tabela 5 – Estratégias Bioclimáticas para Intervalos do Diagrama Psicrométrico	27
Tabela 6 – Fórmula Geral da ENCE PBE Edifica.....	29
Tabela 7 – Pré-Requisitos da Zona Bioclimática 8 para Envoltórias	30
Tabela 8 – Fórmula do Indicador de Consumo	30
Tabela 9 – Fórmula e Limites do Intervalo de Consumo	31
Tabela 10 – Intervalos de Conforto Térmico Diurno e Noturno em Manaus.....	31
Tabela 11 – Fórmulas do Método Mahoney.....	32
Tabela 12 – Efeitos da Velocidade do Ar sobre o Conforto Ambiental.....	33
Tabela 13 – Fórmula do Índice de Calor	33
Tabela 14 – Condições para Ambientes de Solicitação Intelectual e Atenção Constante.....	35
Tabela 15 – Iluminância Mínima da Tarefa e do Entorno conforme o Ambiente.....	35
Tabela 16 – Edificações Sorteadas	37
Tabela 17 – Estratégias de Escolha de Materiais Encontradas.....	45
Tabela 18 – Estratégias de Sombreamento Encontradas	47
Tabela 19 – Estratégias de Ventilação Natural Encontradas	48
Tabela 20 – Temperaturas Levantadas	63
Tabela 21 – Diferença entre Temperaturas Levantadas e da Estação	64
Tabela 22 – Comparativo entre Temperaturas Levantadas e da Estação	64
Tabela 23 – Parâmetros de Temperatura Atendidos.....	65
Tabela 24 – Umidades Relativas Levantadas	66
Tabela 25 – Diferença entre Umidades Relativas Levantadas e da Estação	67
Tabela 26 – Comparativo entre Umidades Relativas Levantadas e da Estação	67
Tabela 27 – Parâmetros de Umidade Relativa Atendidos	68
Tabela 28 – Iluminâncias Levantadas	69
Tabela 29 – Parâmetros de Iluminância Atendidos	70
Tabela 30 – Sensações Térmicas e Aumentos Percebidos da Temperatura	71
Tabela 31 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Laboratórios.....	72
Tabela 32 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Anfiteatro	73
Tabela 33 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Salas de Aula	74
Tabela 34 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Laboratórios.....	74
Tabela 35 – Avaliação Integrada do Bloco de Laboratórios	79
Tabela 36 – Avaliação Integrada do Anfiteatro.....	80
Tabela 37 – Avaliação Integrada do Bloco de Salas de Aula.....	81
Tabela 38 – Avaliação Integrada do Bloco de Administração	82
Tabela 39 – Influência das Estratégias Bioclimáticas nos Quesitos Avaliados	85
Tabela 40 – Recomendações para Futuras Intervenções nas Edificações Originais	94
Tabela 41 – Recomendações para Futuras Intervenções nas Edificações Não Originais	95

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
APA	Área de Proteção Ambiental;
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i> , Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado;
CB3E	Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações;
CCA	Centro de Ciências do Ambiente;
DOCOMOMO	<i>Documentation and Conservation of Building, Sites and Neighborhoods of the Modern Movement</i> , Documentação e Conservação de Edifícios, Sítios e Bairros do Movimento Moderno;
EPE	Empresa de Pesquisa Energética;
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia;
FT	Faculdade de Tecnologia;
FACED	Faculdade de Educação;
IAB	Instituto de Arquitetos do Brasil;
ICHL	Instituto de Ciências Humanas e Letras;
IN	Instrução Normativa;
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia;
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia;
ISO	<i>International Standardization Organization</i> , Organização Internacional de Normalização;
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética;
MMA	Ministério de Meio Ambiente;
NBR	Norma Brasileira;
NOOA	<i>National Oceanic and Atmospheric Organization</i> , Organização Nacional Oceânica e Atmosférica;
NR	Norma Reguladora;
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável;
ONU	Organização das Nações Unidas;
PBE Edifica	Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações;
PPG/CASA	Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia;
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica;
ProjetEEE	Projetando Edificações Energeticamente Eficientes;
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas;
UFAM	Universidade Federal do Amazonas.

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Absortância;
φ	Atraso térmico;
AMA	Amplitude média anual;
ANC	Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada;
AC	Área útil dos ambientes condicionados;
Aenv	Área da envoltória;
AHS	Ângulo horizontal de sombreamento;
Apcob	Área de projeção da cobertura;
Ape	Área de projeção do edifício;
APT	Área útil dos ambientes de permanência transitória;
Atot	Área total construída;
AU	Área útil;
AVS	Ângulo vertical de sombreamento;
b	Pontuação obtida por bonificação;
B	Componente heterogêneo de atraso térmico;
C	Calor específico;
CT	Capacidade térmica;
CV	Coefficiente de variação;
λ	Condutividade térmica;
DP	Desvio padrão;
ε	Emissividade;
e	Espessura da camada;
Σ	Soma;
$\bar{E}_m$	Iluminância da tarefa;
EqNumEnv	Equivalente numérico da envoltória;
EqNumDPI	Equivalente numérico do sistema de iluminação;
EqNumCA	Equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;
EqNumV	Equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;
FA	Fator altura;
FS	Fator solar;
G	Irradiância;
GU	Grupo de umidade;
HI	Índice de calor, <i>heat index</i> ;
ICenv	Indicador de consumo da envoltória;
ICmáxD	Indicador de consumo máximo;
ICmim	Indicador de consumo mínimo;
j	Atraso térmico;
L	Iluminância;
Le	Iluminância do entorno;
Me	Média;

Md	Mediana;
Nv	Taxa de renovação de ar;
ρ	Densidade de massa;
PAFt	Percentual de abertura na fachada total;
PAFo	Percentual de abertura na fachada oeste;
PAZ	Percentual de abertura zenital;
PT	Pontuação geral;
Q	Fluxo de calor;
R	Resistência térmica;
RH	Umidade relativa, <i>relative humidity</i> ;
τ	Transmitância;
T	Temperatura;
T _{LS}	Limite superior de temperatura;
T _{LI}	Limite inferior de temperatura
T _{MA}	Temperatura média anual;
T _{max}	Temperaturas máxima;
T _{mim}	Temperaturas mínima;
U	Transmitância;
U _{cob}	Transmitância térmica da cobertura;
U _{par}	Transmitância térmica da parede;
V _{tot}	Volume total da edificação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. OBJETIVOS.....	18
1.1.1. GERAL.....	18
1.1.2. ESPECÍFICOS	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. CONTEXTO HISTÓRICO DA OBRA	19
2.2. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS.....	23
2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	28
2.4. CONFORTO AMBIENTAL.....	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
3.1. ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES	36
3.2. COLETA DE DADOS	38
3.3. ANÁLISE DE DADOS.....	43
3.4. LIMITES DA PESQUISA	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
4.1. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS ENCONTRADAS	45
4.1.1. ESCOLHA DE MATERIAIS	45
4.1.2. SOMBREAMENTO.....	46
4.1.3. VENTILAÇÃO NATURAL	47
4.2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA	49
4.2.1. BLOCO DE LABORATÓRIOS	49
4.2.2. ANFITEATRO	52
4.2.3. BLOCO DE SALAS DE AULA	55
4.2.4. BLOCO DE ADMINISTRAÇÃO.....	58
4.3. VARIÁVEIS DE CONFORTO AMBIENTAL	62
4.3.1. TEMPERATURAS	63
4.3.2. UMIDADES RELATIVAS.....	66
4.3.3. ILUMINÂNCIAS	68
4.3.4. AUMENTO DA SENSÇÃO TÉRMICA	70
4.3.5. HOMOGÊNEIDADE DAS AMOSTRAS	72
4.3.6. FREQUÊNCIA E CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS.....	75
4.4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DAS EDIFICAÇÕES.....	78
4.5. INFLUÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS.....	83
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	90
6. REFERÊNCIAS	97
7. ANEXOS	101
8. APÊNDICES.....	138
9. GLOSSÁRIO	201

1. INTRODUÇÃO¹

A Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas estabelece 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS e 169 metas para alcançá-los (ONU, 2015). Dentre os quais “Tornar as Cidades e os Assentamentos Humanos Inclusivos, Seguros, Resilientes e Sustentáveis” é estabelecido na ODS 11. A Figura 1 mostra um Organograma da Justificativa no ODS 11. Além disso, destacam-se as seguintes metas a serem atingidas até 2030:

11.3. Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países.

11.4. Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.

[...]

11.6. Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo *per capita* das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.

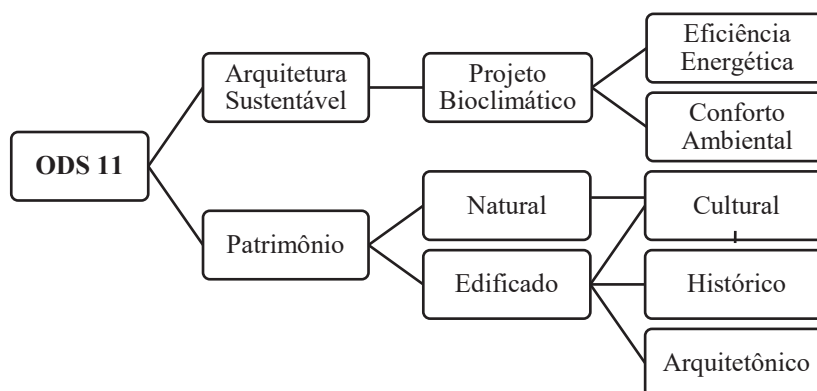


Figura 1 – Organograma da Justificativa no ODS 11

FONTE: ONU, 2015

A metrópole (pós)moderna consome cada vez mais recursos renováveis e não renováveis em sua constante expansão, seja ela vertical ou horizontal, enquanto emite poluentes na forma de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, as edificações representam 47,4% do consumo total em energia elétrica no Brasil (EPE, 2018). Pode-se chamar a edificação de célula do tecido urbano, em outras palavras, sua unidade funcional.

Atualmente a climatização de muitas edificações é resolvida apenas com uso de ar-condicionado, tecnologia que por mais eficiente que possa ser, aumenta o consumo de energia e, conseqüentemente, impacto ambiental na operação dos edifícios, especialmente em áreas

¹ Parte do presente capítulo foi apresentada em formato de artigo científico na VII Conferência de Documentação e Conservação de Edifícios, Sítios e Bairros do Movimento Moderno – DOCOMOMO Norte e Nordeste, disposto no APÊNDICE A – ARTIGO: O LEGADO DE SEVERIANO PORTO.

urbanas, onde o próprio fenômeno de formação de ilhas de calor implica em maior climatização artificial.

Portanto, o planejamento bioclimatológico é condição primordial para restaurar a qualidade ambiental da arquitetura, bem como uma das diretrizes para alcançar a sustentabilidade da habitação, seja no contexto urbano ou rural. Apesar de não se tratar necessariamente do uso de novas tecnologias, mas, sobretudo, do resgate de boas práticas arquitetônicas, as quais muitas vezes são encontradas nas construções vernaculares.

A arquitetura bioclimática “[...] consiste na adequada e harmoniosa relação entre o ambiente construído, o clima e seus processos de troca de energia, tendo como objetivo final o conforto ambiental humano” (BARBIRATO; SOUZA; TORRES, 2007, p.12). É indubitável o papel das áreas verdes urbanas como responsáveis pela preservação de parte da fauna e flora nativa, bem como o fornecimento de serviços ambientais como manutenção da qualidade do ar, solo e água, pela mitigação da formação de ilhas de calor (AMORIN, 2010).

Particularmente na Amazônia central, as obras do renomado arquiteto Severiano Mário Porto são referências na aplicação de estratégias eficientes para o clima quente e úmido. Formado no Rio de Janeiro, veio a Manaus nos anos 60, pelo programa de expansão da construção civil pelo território nacional (SEGAWA, 2010). Severiano Mário Porto foi consagrado por aliar harmonicamente a arquitetura da época às condições climáticas locais. Para tanto, ele buscou nas construções vernaculares da Amazônia soluções para aplicar em suas obras, conforme relato em entrevista à TV UFAM (ABRAHIM, 2014).

Dentre este acervo, o Campus da UFAM é uma das obras de Severiano Mário Porto mais citadas. A importância do Campus como integrante da Área de Proteção Ambiental – APA UFAM (MANAUS, 2012) se dá não apenas por sua vulnerabilidade em meio ao perímetro urbano de Manaus, mas por atualmente corresponder a um dos maiores fragmentos verdes urbanos no Brasil, o que aponta para a necessidade de tornar esse fragmento objeto de maiores estudos científicos (CAVALCANTE, CARVALHO, *et al.*, 2014).

Neste sentido, é preciso analisar tais estratégias não apenas em relação à zona bioclimática, mas considerando as particularidades do *locus* amazônico. A obra de Severiano Mário Porto nos aponta meios para uma concepção arquitetônica embasada no ambiente em que se insere, sobretudo quanto ao respeito pelos elementos particulares da realidade amazônica, pioneirismo e visão ecológica que o consagraram a nível nacional e internacional (HESPANHA, 2009).

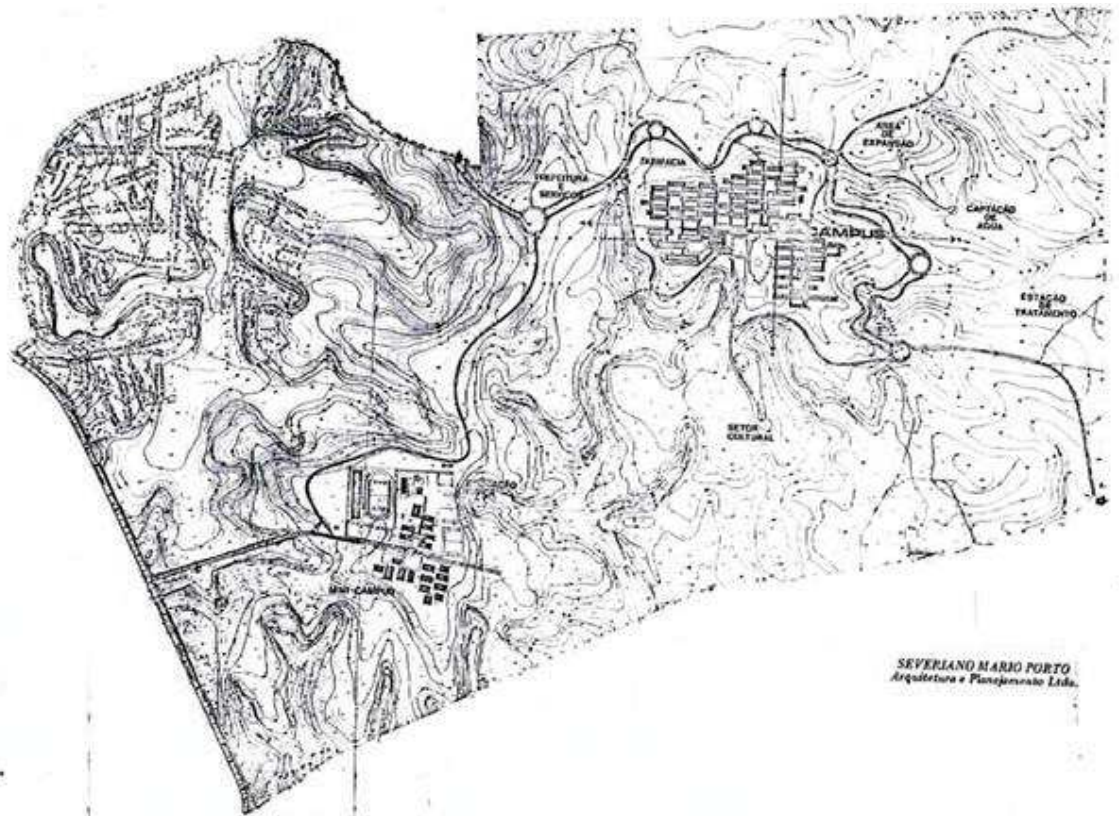
1.1. OBJETIVOS

1.1.1. GERAL

Estudar as edificações tipo originais do Setor Norte do Campus UFAM sobre o ponto de vista das estratégias de arquitetura bioclimática, ou seja, as estratégias utilizadas com o intuito de aprimorar o conforto dos usuários por meio da relação entre o ambiente construído e natural, minimizando a necessidade do uso de sistemas artificiais de iluminação e climatização.

1.1.2. ESPECÍFICOS

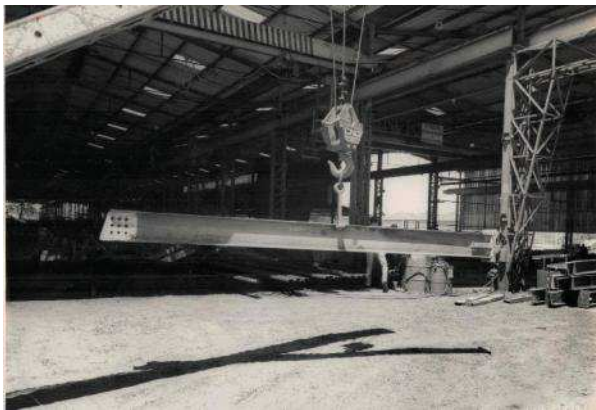
- Identificar as diretrizes do desenho bioclimático na implantação do Setor Norte do Campus UFAM e em cada edificação tipo original a ser estudada;
- Analisar a eficiência energética da envoltória, ou seja, a eficiência das superfícies externas das edificações quanto ao consumo de energia;
- Levantar as variáveis de conforto ambiental (temperatura no bulbo úmido, umidade relativa do ar, velocidade do ar e iluminância naturais) de cada edificação durante o período com maior e menor médias de temperatura do ano;
- Comparar os níveis de eficiência energética e conforto ambiental obtidos com as estratégias bioclimáticas identificadas, verificando se as edificações estudadas atendem os requisitos da normatização atual;
- Distinguir a influência, positiva ou negativa, das estratégias bioclimáticas no conforto ambiental e na eficiência energética da envoltória;
- Propor maneiras de aprimorar a eficiência energética e conforto ambiental das edificações Setor Norte do Campus UFAM, preservando ao mesmo tempo o patrimônio edificado e o fragmento florestal da Área de Proteção Ambiental – APA UFAM.



Implantação Geral

Figura 2 – Implantação do Campus UFAM

FONTE: Porto, 1980b

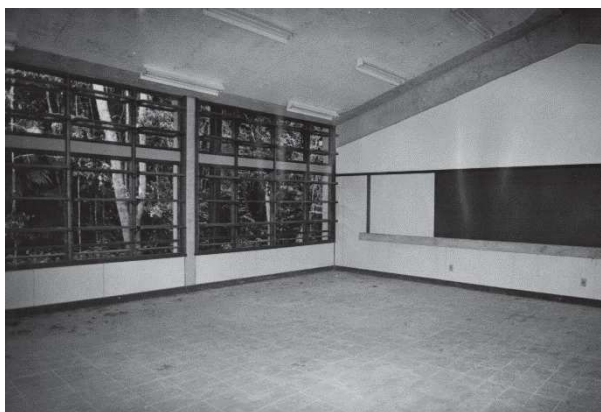


Fabricação da Estrutura Metálica na Chacon Fortaleza

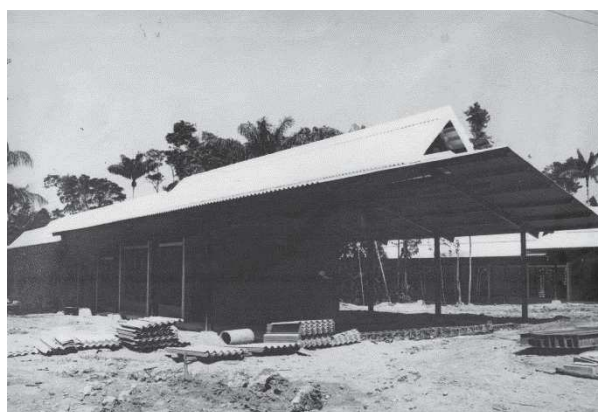


Estrutura das Edificações





Janelas das Edificações



Coberturas das Edificações

Figura 3 – Fotos da Construção do Setor Norte

FONTE: Carolino, 1980-1986; Chacon, 1981.

No Setor Norte foi situado o Instituto de Ciências Humanas e Letras – ICHL e a Faculdade de Tecnologia – FT. As primeiras edificações no ICHL foram: dois Anfiteatros, duas Áreas de Lazer, uma Cantina, dois Blocos de Laboratórios, quatro Blocos de Administração e cinco Blocos de Salas de Aula. Já as primeiras edificações na FT foram: um Anfiteatro, duas Áreas de Lazer, uma Cantina, onze Blocos de Laboratórios, um Bloco de Administração e três Blocos Salas de Aula. O projeto original previa ainda um Centro Comunitário, entre a FT e o ICHL, com “[...] um grande jardim sombreado (tipo ripado) para cultivo de plantas tropicais, locais de reuniões e anfiteatro” (PORTO, 1980a, p.2)

Entre as intenções projetuais, apontadas no memorial descritivo da obra, destacam-se a flexibilidade da malha, dividida em duas grandes alas; a adaptação à topografia e ao clima, bem como às atividades de ensino/pesquisa e às características de crescimento e flexibilidade do programa; a ideia de um campus compactado baseado em espaços de estudo e convívio que se interligam por meio das circulações de pedestres, com uma concentração de equipamentos visando, dentro de uma densidade adequada ao convívio universitário, aprimorar o uso e minimizar o investimento em infraestrutura.

A pavimentação restrita e a abundância de coberturas foram justificadas pela adequação à alta pluviosidade e constante insolação, características da região amazônica, assim como a mata circundando campus por amenizar o microclima do entorno e evitar a caracterização do Campus como canteiro durante as frentes de obras posteriores. As edificações tipo, tanto do ICHL como da FT, foram concebidas análogas e modulares, o que possibilitou as futuras mudanças internas de layout e a inserção de novos blocos durante a expansão do Setor Norte, quando foram adicionadas as tipologias das edificações de três e de quatro pavimentos.

Em 1985 a obra recebeu o prêmio *Universidad* na Bienal de Arquitetura em Buenos Aires (Figura 4), e em 1987 o arquiteto recebeu pelo Campus UFAM e pelo Centro de Balbina a 25ª Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB (Figura 4). Esta e outras 28 obras de Severiano Mário Porto foram tombadas a nível estadual como patrimônio arquitetônico, histórico e cultural (AMAZONAS, 2016). Os desenhos técnicos e o memorial descritivo do Setor Norte do Campus UFAM estão dispostos respectivamente no ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL e ANEXO B – MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL.

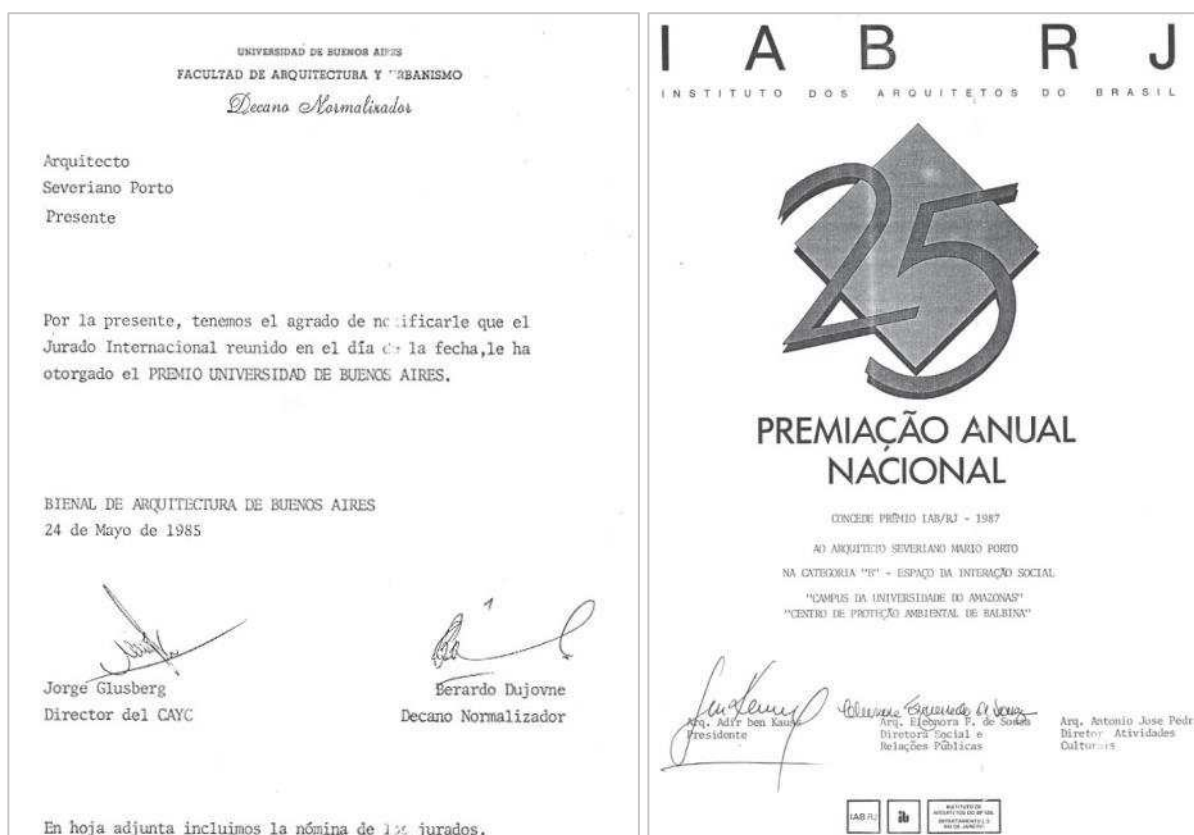


Figura 4 – Premiações do Campus UFAM

FONTE: FAU/UBA, 1985; IAB/RJ, 1987

2.2. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS³

O arquiteto e pesquisador húngaro Victor Olgyay – professor da escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Princeton, Estados Unidos – e seu irmão Aladar Olgyay, foram dois dos primeiros autores de sua época a estudar a relação entre clima, edificações e bem estar humano, (re)introduzindo o conceito de desenho bioclimático a arquitetura e urbanismo do século XX.

Ao analisar variados exemplos de construções vernaculares sobre a ótica da biologia humana, da engenharia e da metodologia científica, Olgyay descreveu os princípios arquitetônicos a serem aplicados em quatro categorias climáticas distintas: climas frios, temperados, quente-secos e quente-úmidos. Para climas quentes e úmidos, como o caso da região amazônica, recomenda-se a orientação do conjunto arquitetônico e da edificação (OLGYAY, 1998) conforme descritas abaixo (Tabela 1):

Tabela 1 – Estratégias Bioclimáticas para Climas Quentes e Úmidos

Desenho Bioclimático do Conjunto	Desenho Bioclimático da Edificação
Edificações posicionadas nas cotas mais altas do terreno;	Edificações altas de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:1,7 a 1:30;
Edificações individualizadas e com espaçamento entre si, de modo a favorecer a circulação de ar entre as edificações;	Elementos que favoreçam a circulação interna de ar e proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas;
Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas;	Atenção especial ao excesso aberturas nas fachadas leste e oeste;
Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação;	Planta de distribuição livre, de preferência com jardim ou pátio interno;
Sistemas de escoamento da água em caso de chuvas torrenciais;	Evitar o excesso de zonas pavimentadas;
Implantação com distribuição livre.	Malha protetora contra insetos nas aberturas;
	Existência de pelo menos uma área protegida contra tempestades;
	Ambientes internos onde se produza calor e umidade (cozinha, banheiro, etc.) com ventilação permanente e separados do resto da edificação;
	Demais espaços internos com paredes móveis ou muros baixos, permitindo o fluxo de vento durante as atividades diurnas;
	Materiais com resistência a umidade e boa inércia térmica;
	Superfícies em cores claras.

FONTE: Olgyay, 1998

³ Parte da presente seção foi apresentada em formato de artigo científico no VII DOCOMOMO Norte e Nordeste, disposto no APÊNDICE A – ARTIGO: O LEGADO DE SEVERIANO PORTO.

O professor doutor Roberto Lamberts trabalha a arquitetura e clima conforme o zoneamento bioclimático brasileiro, em seu livro, *Eficiência Energética na Arquitetura*, ele demonstra a relação entre a arquitetura bioclimática e a eficiência energética das edificações. São descritos três princípios a serem observados durante a concepção arquitetônica: sistemas passivos de condicionamento de ar e iluminação naturais aplicados sempre que possíveis, sistemas artificiais com alta eficiência quando necessários e a complementaridade/integração de ambos os sistemas. Ressalta-se ainda a importância de conhecer a geometria solar em cada localidade antes de optar pelo sistema correto, de acordo com o posicionamento do edifício (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O Brasil possui clima bastante variado devido a sua vasta extensão territorial, Manaus situa-se na região do país de clima equatorial, possuindo uma temperatura média anual em torno de 27,35 °C (INMET, 2017a). Entre as zonas bioclimáticas brasileiras, situa-se na zona oito (Figura 5), que corresponde área da Floresta Amazônica e parte da Mata Atlântica (ABNT NBR 15.220-3, 2005). As principais diretrizes construtivas para esta zona são: uso de grandes aberturas completamente sombreadas, ventilação cruzada permanente, paredes e coberturas leves e reflexivas.

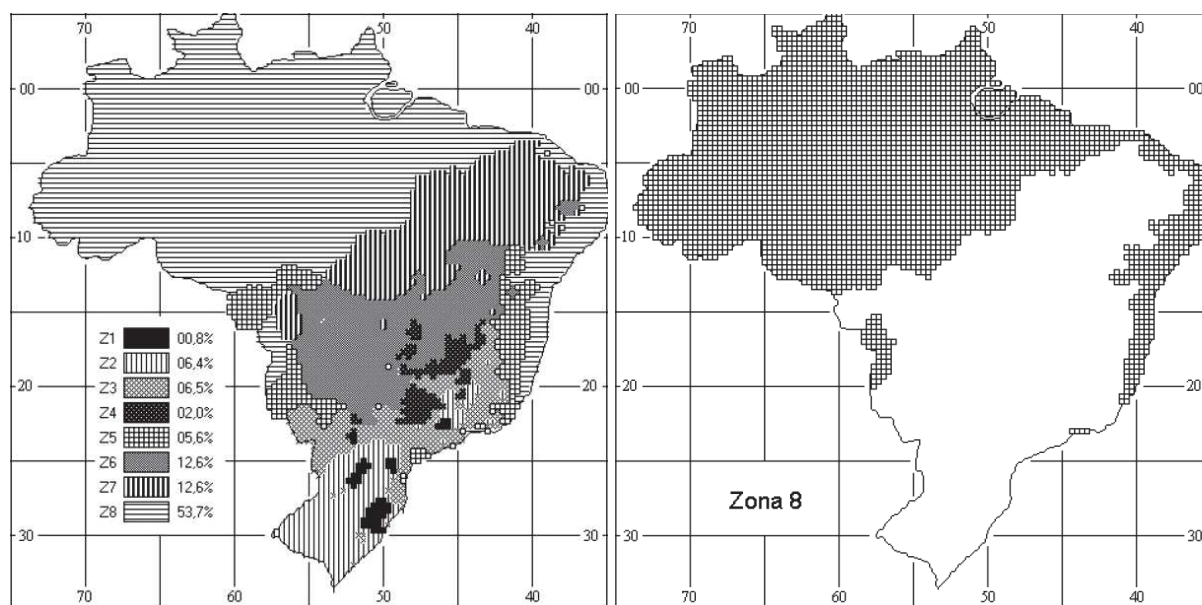


Figura 5 – Mapas das Zonas Bioclimáticas Brasileiras

FONTE: ABNT NBR 15.220-3, 2005

Desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, “o ProjetEEE apresenta dados de caracterização climática de mais de 400 cidades brasileiras, com indicação das estratégias de projeto mais apropriadas a cada região e detalhes da aplicação prática

destas estratégias” (LABEEE, 2017). Para Manaus são apresentadas as estratégias de Ventilação Natural e Sombreamento na Tabela 2.

Tabela 2 – Estratégias Bioclimáticas Aplicáveis em Manaus

Estratégia	Aplicabilidade	Categorias
Ventilação Natural	61%	Ventilação em pátios internos; Ventilação noturna; Ventilação cruzada – janelas e plantas abertas; Efeito chaminé; Ventilação mecânica auxiliar.
Sombreamento	39%	Tipos de proteção solar; Melhor orientação; O que sombrear.

FONTE: LabEEE, 2017

O estudo do perfil bioclimático realizado em Manaus (Tabela 3) demonstrou que apenas 0,24% das horas do período anual na cidade são naturalmente confortáveis, há necessidade de 100% de sombreamento nas fachadas e áreas externas, o uso de ventilação natural ou mecânica é recomendável em 65,20% das horas e de ar-condicionado em 34,10%. Enfatiza-se ainda o uso de estratégias bioclimáticas para mitigar o consumo de energia elétrica a climatização artificial. (LOUREIRO, CARLO e LAMBERTS, 2002)

Tabela 3 – Estratégias Bioclimáticas de Acordo com Perfil de Manaus

Dados			
Normais Climatológicas: 1961-1990		Ano Base: 1994	Pressão: 101.13 KPa
Dia e mês inicial: 01/01		Dia e mês Final: 31/12	Total de horas: 8760
Conforto			0,24%
Desconforto	Calor	Ventilação	65,20%
		Resfriamento evaporativo	0%
		Massa térmica para resfriamento	0,0685%
		Ar condicionado*	34,10%
		Umidificação	0%
		Ventilação/ massa térmica	0,126%
		Ventilação/massa/resfriamento	0,24%
		evaporativo	0,0342%
		Massa/resfriamento evaporativo	
Sombreamento			100%
*Estratégias para diminuir o uso e/ou impacto do ar condicionado			

FONTE: Loureiro; Carlo; Lamberts, 2002

Não obstante, o artigo publicado pelos pesquisadores da Universidade de Almería, Espanha, propõe uma revisão das estratégias de arquitetura bioclimática com intuito de atingir maior conforto térmico (MANZANO-AGUGLIARO, MONTROYA, *et al.*, 2015). Utilizando o Diagrama Psicrométrico (GIVONI, 1992), que relaciona as temperaturas nos bulbos seco (*dry bulb temperature*) e úmido (*wet bulb temperature*) à umidade relativa (*relative humidity*), são descritas estratégias bioclimáticas para 14 intervalos distintos (Figura 6 e Tabela 4):

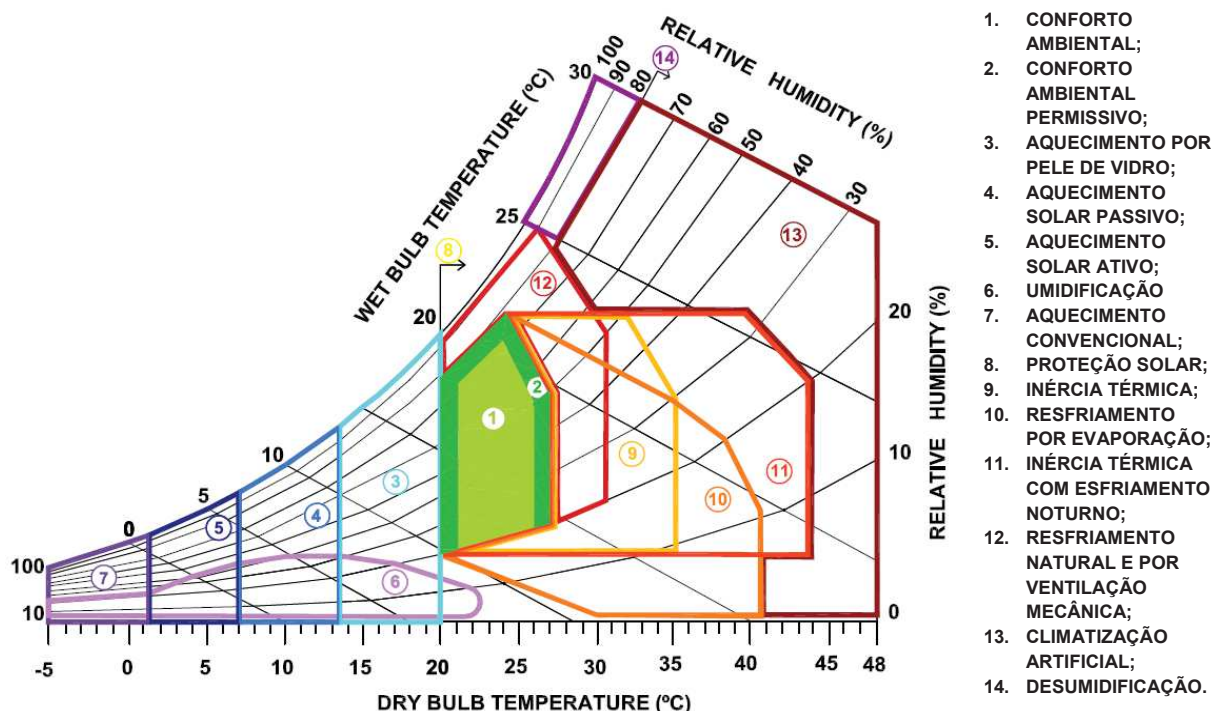


Figura 6 – Diagrama Psicrométrico

FONTE: Givoni, 1992; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015

Tabela 4 – Intervalos do Diagrama Psicrométrico

Nº	Temperatura (°C)	Umidade do Ar (%)	Categoria Estratégica
1	21,0 a 26,0	20 a 70	Conforto ambiental;
2	20,0 a 27,0	20 a 80	Conforto ambiental permissivo;
3	13,5 a 20,0	-	Aquecimento por pele de vidro;
4	07,0 a 13,5	-	Aquecimento solar passivo;
5	01,0 a 07,0	-	Aquecimento solar ativo;
6	10,0 a 22,5	>40	Umidificação;
7	-5,0 a 0,10	-	Aquecimento convencional;
8	>20,0	-	Proteção solar;
9	20,0 a 24,0 24,0 a 35,0	50 a 80 >30	Inércia térmica;
10	20,0 a 25,5 25,5 a 38,5 38,5 a 40,5	<75 <20 <10	Resfriamento por evaporação;
11	20,0 a 44,0	05 a 80	Inércia térmica com esfriamento noturno;
12	20,0 a 31,5	50 a 90	Resfriamento natural e por ventilação mecânica;
13	>26,0	-	Climatização artificial;
14	>25,0	>80	Desumidificação.

FONTE: Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015

As normais climatológicas anuais de Manaus para variam entre 90 e 77% umidade relativa e temperaturas entorno de 31,4 °C a 23,3 °C (INMET, 2017a), correspondendo às estratégias bioclimáticas (Tabela 4 e Tabela 5) para os intervalos 2, 8, 9, 11, 12, 13 e 14 do

diagrama (Tabela 5). Vale ressaltar que a zona permissiva de conforto térmico – entre 20 e 80% de umidade relativa, com 20 a 27 °C de temperatura – é definida como aquela em que o usuário pode se adaptar as condições do entorno sem grandes esforços (MANZANO-AGUGLIARO, MONTOYA, *et al.*, 2015).

Tabela 5 – Estratégias Bioclimáticas para Intervalos do Diagrama Psicrométrico

Categoria Estratégica	Estratégias Bioclimáticas
Conforto ambiental permissivo	Uso de roupas leves pelos usuários*.
Proteção solar	Árvores de folhagem caduca, pérgulas, toldos, varandas e quebra-sóis.
Inércia térmica	Uso de materiais de alta massa térmica na envoltória; Pátios internos.
Inércia térmica com resfriamento noturno	Uso de materiais na envoltória com aproximadamente 12 horas de atraso térmico.
Resfriamento natural e por ventilação mecânica	Ventilação cruzada nas fachadas norte-sul ou no alinhamento com os ventos predominantes; Sistemas de calefação como lanternins, câmaras solares, torres de vento e torres de evaporação, ventilação subterrânea e pé direito duplo. Ventiladores de teto e/ou parede.
Climatização artificial	Sistemas de aberturas/paredes/coberturas insuladas; Abertura das janelas por pelo menos 10 minutos durante o desligamento dos aparelhos, para que haja renovação interna de ar*; Programação da temperatura conforme a atividade exercida em cada ambiente, dimensionamento do sistema resfriamento conforme as características locais e manutenção/verificação periódicas*.
Desumidificação do ambiente	Sais absorventes e forros salinos.

**Estratégias comportamentais ou recomendações aos ocupantes*

FONTE: Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015

As estratégias de proteção solar objetivam evitar ganhos de temperatura interna pela incidência solar e são focalizadas principalmente nas aberturas da edificação. A inércia térmica dos materiais, com ou sem resfriamento noturno, visa retardar a transmissão de calor para o interior da edificação e é complementada por sistemas de dissipação de calor nas fachadas e cobertura.

Já o resfriamento natural se dá por calefação e ventilação cruzada nas fachadas norte-sul ou no alinhamento com os ventos predominantes, podendo ser complementado pelo uso de ventilação mecânica. A climatização artificial pode ser ainda otimizada por meio de sistemas insulados, que diminuem o aquecimento dos ambientes internos da edificação. A desumidificação se dá por meio de materiais que absorvam o excesso de umidade do ar (MANZANO-AGUGLIARO, MONTOYA, *et al.*, 2015).

2.3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

O sistema classificação da eficiência energética em edificação da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa Brasileiro de Etiquetagem – ENCE PBE Edifica (Figura 7) está ligado ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO e ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. A partir de 2014 se tornou compulsório o atendimento dos parâmetros da classificação “A” da ENCE PBE Edifica para projetos e construções de novas edificações, reformas ou *retrofits* de imóveis da esfera pública federal (BRASIL, 2014).

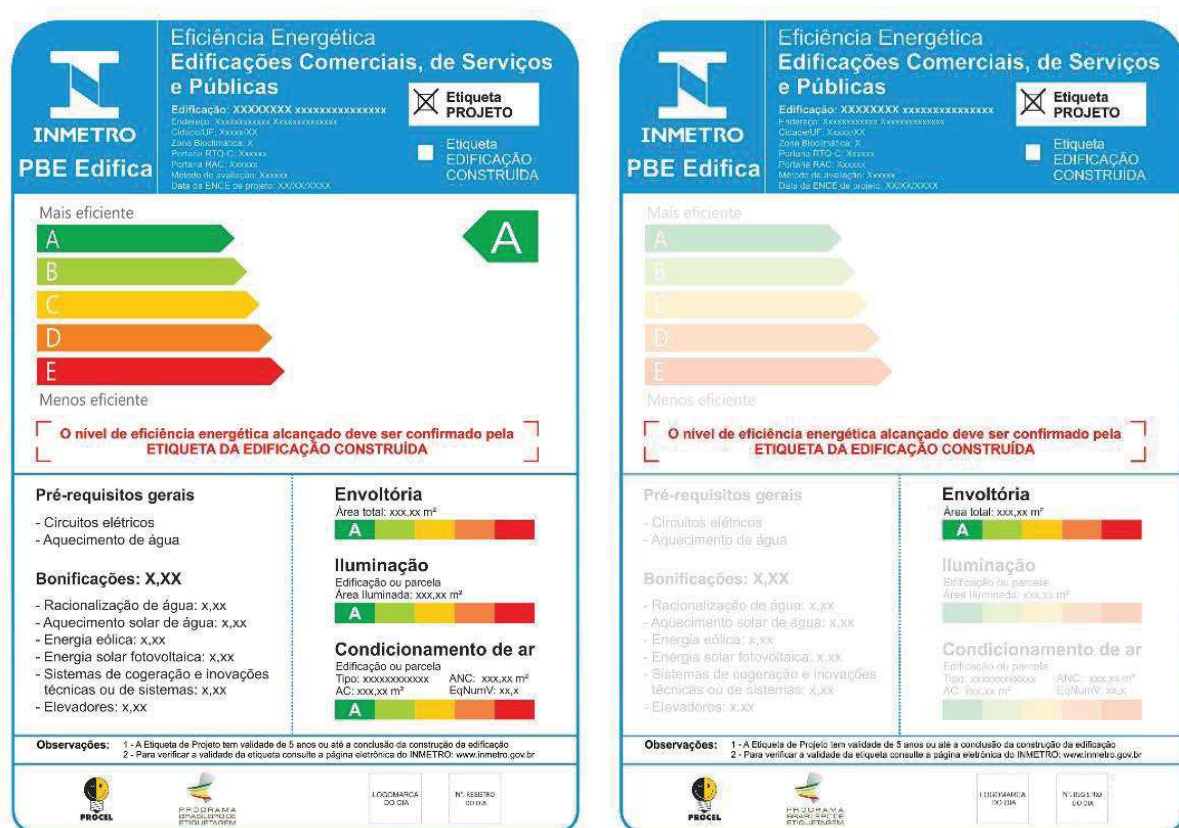


Figura 7 – Etiquetas Geral e Parcial da ENCE PBE Edifica
FONTE: CB3E UFSC, 2016

A avaliação da ENCE PBE Edifica utiliza o método prescritivo ou por simulação computacional e varia de conforme o uso da edificação. As edificações institucionais são classificadas de acordo com a envoltória (30 %), o sistema de iluminação (30%) e de condicionamento de ar (40%), com a possibilidade de bonificações que vão da racionalização do uso da água à geração de energia por fontes limpas e renováveis (INMETRO, 2010).

É possível obter a etiqueta parcial, sendo a envoltória o único item obrigatório, quesito avaliado na presente pesquisa. O Manual para Aplicação do Regulamento Técnico da

Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas – RTQ-C (CB3E UFSC, 2016) apresenta na página oito a definição para envoltória:

A classificação da envoltória faz-se através da determinação de um conjunto de índices referentes às características físicas da edificação. Componentes opacos e dispositivos de iluminação zenital são definidos em pré-requisitos enquanto as aberturas verticais são avaliadas através de equações. Estes parâmetros compõem a ‘pele’ da edificação (como cobertura, fachada e aberturas), e são complementados pelo volume, pela área de piso da edificação e pela orientação das fachadas.

Os equivalentes numéricos da pontuação para classificação são os intervalos “A” (PT $\geq 4,5$), “B” ($4,5 < PT \leq 3,5$), “C” ($3,5 < PT \leq 2,5$), “D” ($2,5 < PT \leq 1,5$) e “E” (PT $< 1,5$) (INMETRO, 2010). O método prescritivo da etiquetagem é dado pela fórmula geral (Tabela 6), onde o primeiro terço delimitado por colchetes “{ }” corresponde ao cálculo da envoltória. Além dos pré-requisitos para paredes e coberturas, que variam de acordo com a zona bioclimática (Tabela 7), a eficiência energética da envoltória é dada por intervalos e indicadores de consumo (Tabela 8 e Tabela 9) de acordo com as áreas de projeção da edificação e a volumetria da fachada.

Tabela 6 – Fórmula Geral da ENCE PBE Edifica

Equação		
$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 \cdot (EqNumDPI) + 0,40 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b \cdot \frac{1}{0}$		
Sigla	Variável	Unidade
EqNumEnv	Equivalente numérico da envoltória;	-
EqNumDPI	Equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela Densidade de Potência de Iluminação – DPI;	-
EqNumCA	Equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;	-
EqNumV	Equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;	-
APT	Área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;	m ²
ANC	Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural;	m ²
AC	Área útil dos ambientes condicionados;	m ²
AU	Área útil;	m ²
B	Pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1;	-
PT	Pontuação geral;	-
U	Transmitância térmica;	W/m ² K
C	Capacidade térmica;	kJ/m ² K
A	Absortância;	-
PAZ	Percentual de abertura zenital.	%

FONTE: INMETRO, 2010

Tabela 7 – Pré-Requisitos da Zona Bioclimática 8 para Envoltórias

Nível	Transmitância Térmica Ucob e Upar (W/m²K)	Absortância de Superfície α (cor)	Iluminação zenital FS (fator solar)
A	Ucob $\leq$ 1,00, para coberturas de áreas condicionadas;	< 0,50, para paredes;	$\leq$ 0,87, para aberturas com PAZ $\leq$ 2%;
	Ucob $\leq$ 2,00, para coberturas de áreas não condicionadas;		$\leq$ 0,67, para aberturas com 2,1% < PAZ $\leq$ 3%;
	Upar $\leq$ 2,50, para paredes com CTpar $\leq$ 80 kJ/m²K;		$\leq$ 0,52 para aberturas com 3,1% < PAZ $\leq$ 4%;
	2,50 < Upar $\leq$ 3,70, para paredes com CTpar > 80 kJ/m²K*.		$\leq$ 0,30, para aberturas com 4,1% < PAZ $\leq$ 5%.
B	Ucob $\leq$ 1,50, para coberturas de áreas condicionadas;	< 0,50, para coberturas**.	$\leq$ 0,87, para aberturas com PAZ $\leq$ 2%;
	Ucob $\leq$ 2,00, para coberturas de áreas não condicionadas;		$\leq$ 0,67, para aberturas com 2,1% < PAZ $\leq$ 3%;
	Upar $\leq$ 2,50, para paredes com CTpar $\leq$ 80 kJ/m²K;		$\leq$ 0,52 para aberturas com 3,1% < PAZ $\leq$ 4%;
	2,50 < Upar $\leq$ 3,70, para paredes com CTpar > 80 kJ/m²K*.		$\leq$ 0,30, para aberturas com 4,1% < PAZ $\leq$ 5%.
C e D	Ucob $\leq$ 2,00, para coberturas; Ucob $\leq$ 2,50, para paredes com CTpar $\leq$ 80 kJ/m²K; 2,50 < Upar $\leq$ 3,70, para paredes com CTpar > 80 kJ/m²K*.	-	-

*exceto superfícies opacas à frente de aberturas envidraçadas nas fachadas, formando elementos de sombreamento.

**exceto telhas cerâmicas não esmaltadas, teto jardim ou reservatórios de água.

FONTE: INMETRO, 2010

Tabela 8 – Fórmula do Indicador de Consumo

Equações

Área mínima de projeção Ape $\leq$ 500 m²	Fator de forma mínimo Aenv/Vtot = 0,17	Fator de altura Apcob/Atot
--	---	-------------------------------

Indicador de consumo

$$IC_{env} = -160,36.FA + 1277,29.FF - 19,21.PAF_T + 2,95.FS - 0,36.AVS - 0,16.AHS + 290,25.FF.PAF_T + 0,01.PAF_T.AVS.AHS - 120,58$$

Sigla	Variável	Unidade
ICenv	Indicador de consumo da envoltória;	-
Ape	Área de projeção do edifício;	m²
Atot	Área total construída;	m²
Aenv	Área da envoltória;	m²
Apcob	Área de projeção da cobertura;	m²
AVS	Ângulo vertical de sombreamento;	°
AHS	Ângulo horizontal de sombreamento;	°
FA	Fator altura;	-
FS	Fator solar;	-
PAFt	Percentual de abertura na fachada total;	%
Vtot	Volume total da edificação.	m³

FONTE: INMETRO, 2010

Tabela 9 – Fórmula e Limites do Intervalo de Consumo

Equação do Intervalo		Parâmetros de Cálculo			
$i = \frac{(IC_{\text{máxD}} - IC_{\text{mín}})}{4}$		Indicador de Consumo Máximo (ICmáxD)			
		PAFt	FS	AVS	AHS
		0,60	0,60	0	0
		Indicador de Consumo Mínimo (ICmím)			
		PAFt	FS	AVS	AHS
		0,05	0,87	0	0
Eficiência	A	B	C	D	E
Limite Mínimo	-	ICmáxD - 3i + 0,01	ICmáxD - 2i + 0,01	ICmáxD - i + 0,01	ICmáxD + 0,01
Limite Máximo	ICmáxD - 3i	ICmáxD - 2i	ICmáxD - i	ICmáxD	-

FONTE: INMETRO, 2013

As unidades de medida das variáveis térmicas utilizadas nas fórmulas acima estão dispostas no ANEXO C – DEFINIÇÕES E FÓRMULAS DE VARIÁVEIS TÉRMICAS. Os valores das variáveis térmicas dos componentes construtivos – tais como capacidade térmica, transmitância e emissividade – estão no ANEXO D – PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS.

2.4. CONFORTO AMBIENTAL

O Método Mahoney (KOENIGSBERGER, INGERSOLL, *et al.*, 2013) é baseado no conjunto de tabelas desenvolvidas por Carl Mahoney e adaptadas por Otto Koenigsberger como ferramentas de auxílio ao desenho bioclimático. Além das estratégias bioclimáticas fundamentais, o método estabelece limites de conforto ambiental de acordo com os dados climatológicos do local (Tabela 10).

Os cálculos dos limites superiores e inferiores (Tabela 11) variam conforme temperatura média anual, amplitude térmica e umidade relativa. Segundo as normais climatológicas fornecidas pelo INMET, o município de Manaus situa-se no grupo de umidade quatro (UR>70%) com altas temperaturas anuais ($T_{MA} > 20^{\circ}\text{C}$), cujos limites para o conforto térmico variam entre 17 e 27 °C.

Tabela 10 – Intervalos de Conforto Térmico Diurno e Noturno em Manaus

Parâmetros Climatológicos Anuais					
Tmax (°C)	Tmim (°C)	UR (%)	TMA (°C)	AMA (°C)	GU
31,4	23,3	83,1	27,35	8,1	4
Limites de Temperatura					
Conforto Térmico Diurno			Conforto Térmico Noturno		
TLS (°C)	TLI (°C)		TLS (°C)	TLI (°C)	
27	22		21	17	

FONTE: INMET, 2017a; Koenigsberger *et al.*, 2013

Tabela 11 – Fórmulas do Método Mahoney

Equações			
Temperatura média anual		Amplitude térmica	
TMA = (Tmax + Tmim)/2		AMA = Tmax - Tmim	
Grupos de Umidade			
GU 1	GU 2	GU 3	GU 4
UR < 30%	30% < UR < 50%	50% < UR < 70%	UR > 70%
Sigla	Variável	Unidade	
TMA	Temperatura média anual	°C	
AMA	Amplitude média anual	°C	
Tmax	Temperaturas máximas	°C	
Tmim	Temperaturas mínimas	°C	
TLS	Limite superior de temperatura	°C	
TLI	Limite inferior de temperatura	°C	
GU	Grupo de umidade	-	

FONTE: Koenigsberger *et al.*, 2013

“Os efeitos dos elementos climáticos podem, a partir de estudos separados, serem agrupados e expresso em um único gráfico.” (OLGYAY, 1998, p.22). Abaixo, o Diagrama de Conforto Ambiental e Zonas de Perigo (Figura 8) expressa o efeito das condições atmosféricas sobre no ser humano e estabelece a zona de conforto entre 21 e 27° C de temperatura, com umidade relativa entre 18% e 77%.

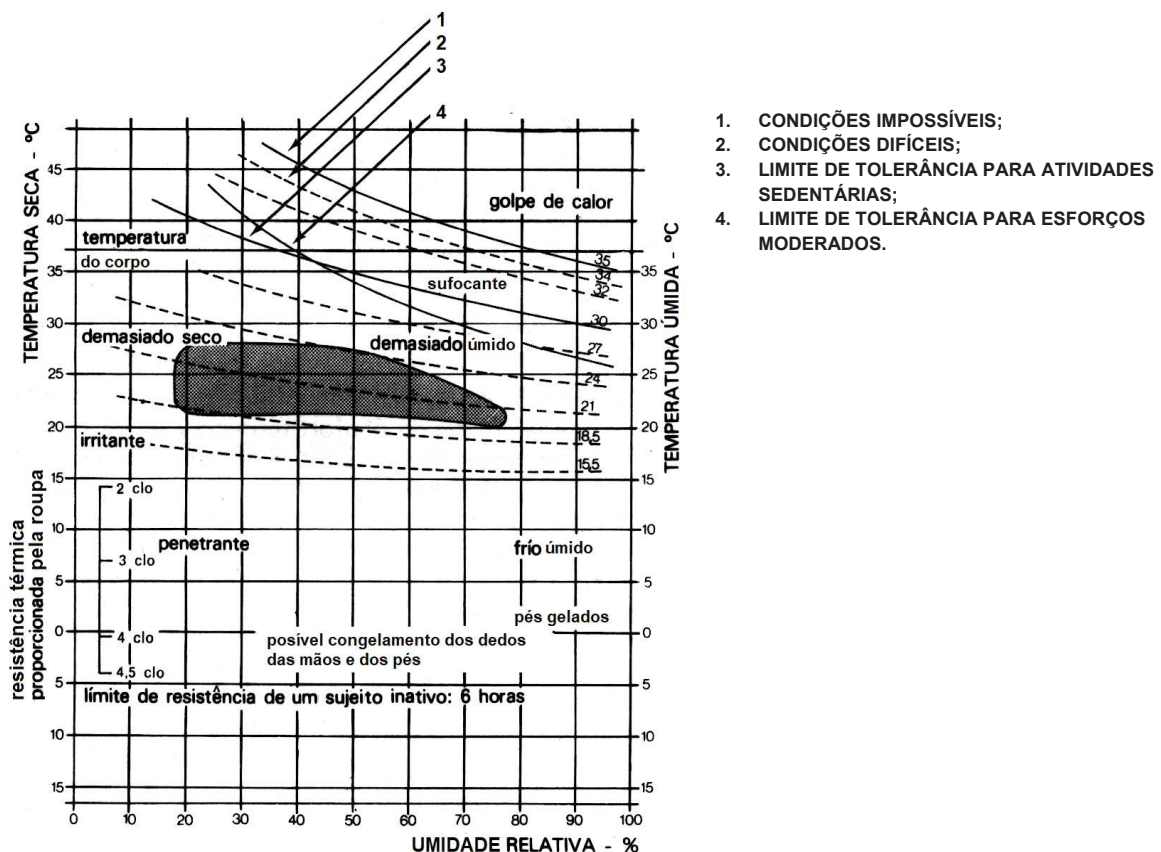


Figura 8 – Diagrama de Conforto Ambiental

FONTE: Olgyay, 1998

Além da temperatura e umidade relativa outros fatores exercem influência no conforto ambiental. A seguir estão descritos os efeitos da velocidade do ar sobre o ser humano (Tabela 12) e fórmula do efeito da umidade relativa sobre a sensação térmica (Tabela 13) simplificada pelo Instituto Norte-Americano de Administração Nacional Oceânica e Atmosférica – NOAA, chamada de índice de calor.

Tabela 12 – Efeitos da Velocidade do Ar sobre o Conforto Ambiental

Velocidade do ar (m/s)	Sensação de Esfriamento (°C)	Efeito sobre o Usuário
0,10	-0,0	Imperceptível;
0,25	-0,7	Agradável;
0,50	-1,2	Geralmente agradável, percebe-se a constância da ventilação;
1,00	-2,2	Geralmente agradável, percebe-se a constância da ventilação;
1,50	-3,3	Incômodo, exceto para atividades ao ar livre;
2,00	-4,2	Incômodo.

FONTE: Evans, 1957; Olgyay, 1998

Tabela 13 – Fórmula do Índice de Calor

Equação		
HI = 0.5 * {T + 61.0 + [(T-68.0)*1.2] + (RH*0.094)}		
Sigla	Variável	Unidade
HI	Índice de calor (<i>heat index</i>)	°C
T	Temperatura	°C
RH	Umidade relativa (<i>relative humidity</i>)	%

FONTE: Rothfus, 1990; NOAA, 2017

A norma da *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers* – ASHRAE 55 é amplamente utilizada para determinar as combinações de fatores ambientais e pessoais que irão produzir condições aceitáveis para a maior parte dos ocupantes, estabelecendo as condições térmicas apropriadas para atividades a taxas metabólicas moderadas.

O primeiro gráfico abaixo (Figura 9) demonstra os limites de temperatura aceitáveis entre 18 a 32 °C para ambientes internos (*indoor*) e entre 10 a 34°C para ambientes externos (*outdoor*), variando entre 90 e 80% de aceitação (*acceptability*) dos ocupantes. O segundo gráfico (Figura 10) demonstra o aumento da temperatura aceitável (*temperature rise*) de até 4,4°C em função da velocidade do ar (*air speed*) para ventos de até 1,6 m/s. Todavia, a norma recomenda que em ambientes operacionais a velocidade do ar não ultrapasse 0,8 m/s, pois o excesso de ventilação também pode causar desconforto aos ocupantes (ASHRAE 55, 2004).

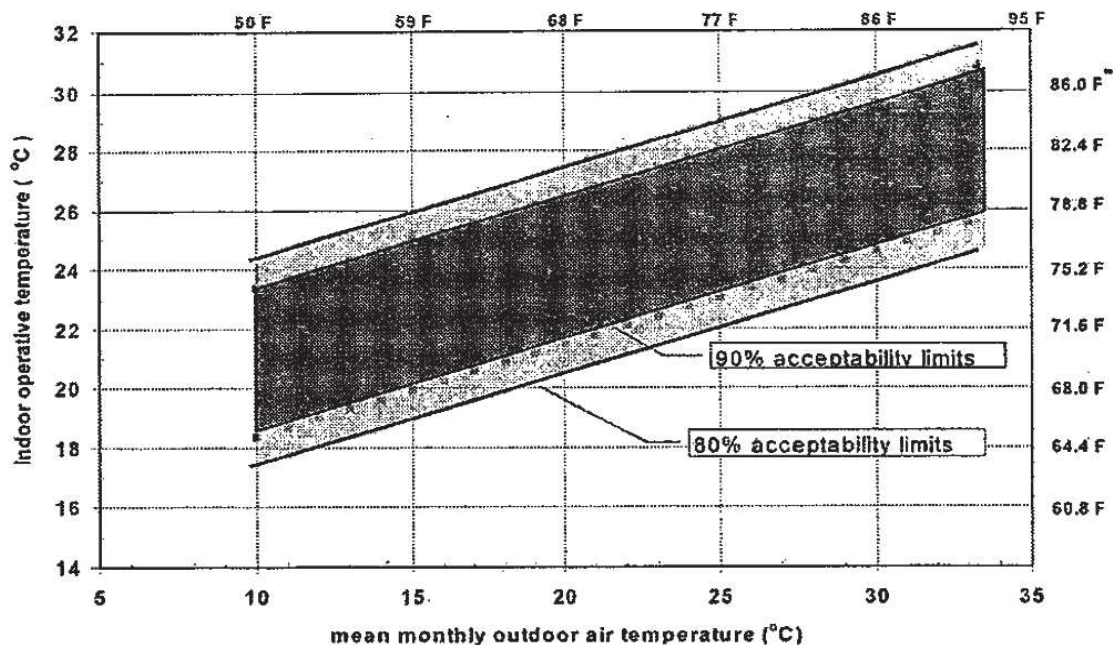


Figura 9 – Gráfico de Temperaturas Aceitáveis em Ambientes Internos e Externos
 FONTE: ASHRAE 55, 2004

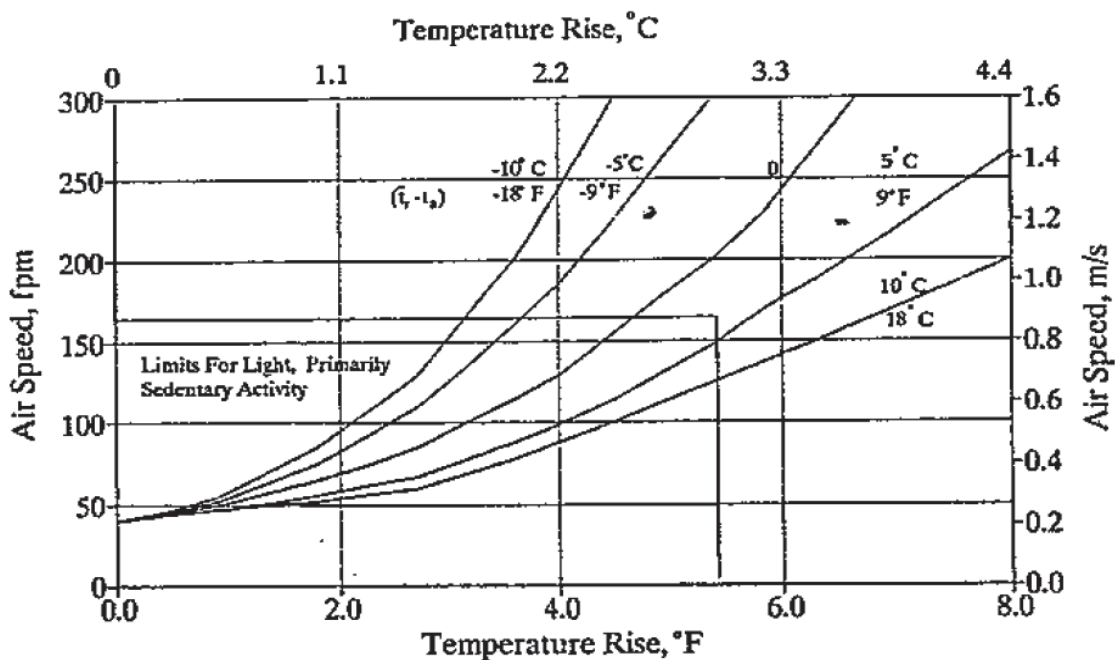


Figura 10 – Gráfico de Aumento da Temperatura Aceitável em Função da Ventilação
 FONTE: ASHRAE 55, 2004

No Brasil, a Norma Reguladora – NR 17 estabelece limites de temperatura, ventilação e umidade relativa (Tabela 14) “nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constante [...]” (NR 17, 1990, p.2). Porém, não menos importante para o conforto dos ocupantes é a iluminação do ambiente, a norma brasileira idêntica a ISO 8995-1, especifica a iluminação de ambientes de trabalho (Tabela 15) de acordo com as atividades exercidas (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

Tabela 14 – Condições para Ambientes de Solicitação Intelectual e Atenção Constante

Intervalos de Temperatura (°C)	Velocidade do Ar (m/s)	Umidade Relativa (%)
$20 \leq T \leq 23$	$\leq 0,75$ m/s	$\geq 40\%$

FONTE: NR 17, 1990

Tabela 15 – Iluminância Mínima da Tarefa e do Entorno conforme o Ambiente

Tipo de Ambiente	Iluminância da Tarefa $\bar{E}_m$ (lux)	Iluminância do Entorno L_e (lux)
Áreas gerais da edificação		
Saguão de entrada, circulação, salas de descanso;	100	100
Escadas, escadas rolantes e esteiras rolantes;	150	150
Sala de espera.	200	200
Escritórios		
Arquivos;	200	200
Arquivamento, cópia, circulação etc.; recepção	300	200
escrever, teclar, ler, processar dados; estações de projeto assistido por computador; salas de reunião;	500	300
Desenho técnico.	750	500
Construções Educacionais		
Salas comuns de estudantes e salas de reunião;	200	200
Salas de aula, salas de aulas particulares, salas dos professores;	300	200
Sala de leitura, quadro negro, mesa de demonstração, salas de aplicação e laboratórios, salas de ensino de computador, salas de preparação e oficinas;	500	300
Salas de desenho técnico.	750	500

FONTE: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013

3. MATERIAIS E MÉTODOS⁴

O presente estudo foi realizado por meio de pesquisa aplicada, de abordagem quanto-qualitativa e caráter descritivo, com uma observação sistêmica baseada em levantamento *in loco*, pesquisa documental e bibliográfica (BORTOLOTI, 2015).

3.1. ESCOLHA DAS EDIFICAÇÕES

Das 35 edificações originais de Severiano Mário Porto no Setor Norte do Campus UFAM (Figura 11) foram selecionadas quatro (Tabela 16): o Bloco de Laboratórios 04 e o Anfiteatro, ambos da FT, o Bloco Salas de Aula 03 do ICHL e o Bloco de Administração 04 do antigo ICHL, hoje FACED (Figura 12). A escolha se baseou nos seguintes critérios: i) autoria do projeto arquitetônico; ii) acompanhamento da obra pelo arquiteto, referenciada pela data da primeira frente de obras; iii) área útil interna e área da fachada, critérios para avaliação prescritiva da ENCE da envoltória (INMETRO, 2010); iv) tipologia arquitetônica; v) sorteio aleatório das edificações.

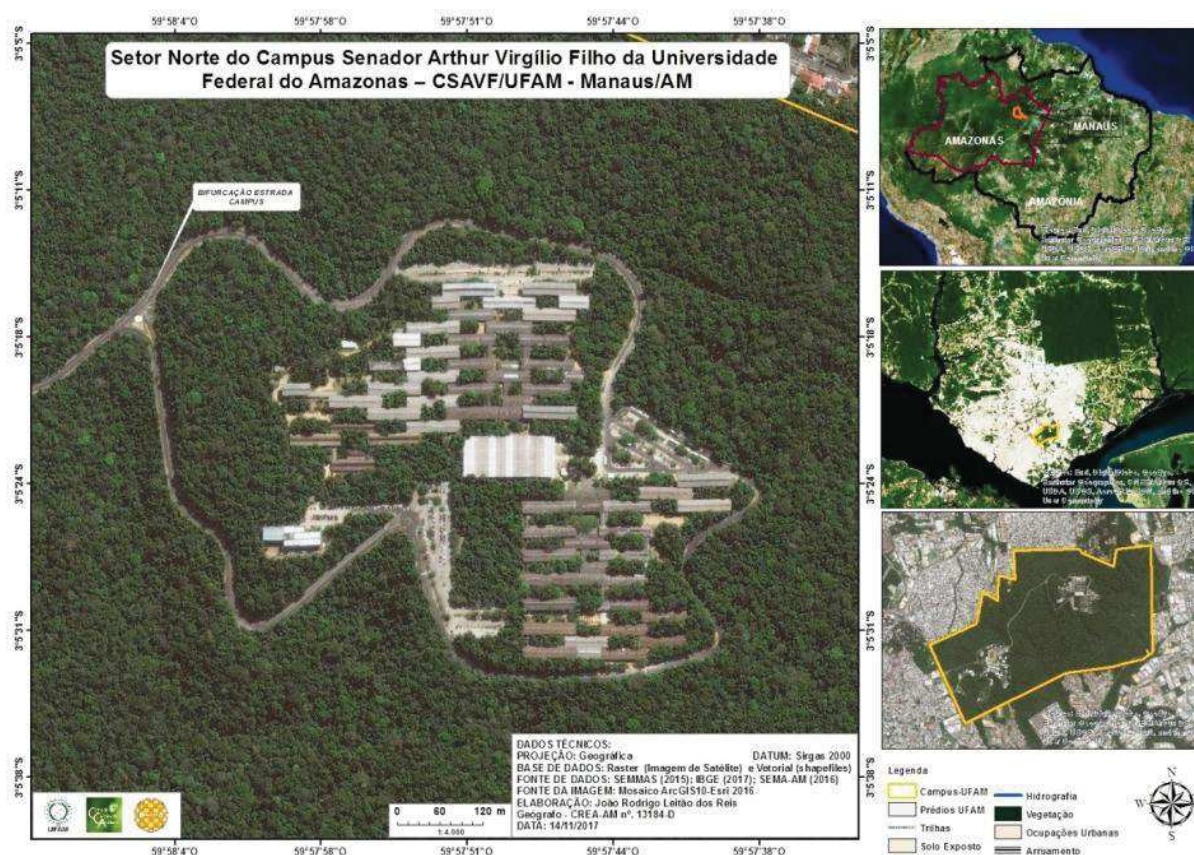


Figura 11 – Imagem via Satélite do Setor Norte

FONTE: Reis, 2016

⁴ Parte do presente capítulo foi apresentada em formato de artigo científico no VII DOCOMOMO Norte e Nordeste, disposto no APÊNDICE A – ARTIGO: O LEGADO DE SEVERIANO PORTO.

Tabela 16 – Edificações Sorteadas

Nº	Edificação Sorteadas*	Local	Área (m²)
11	Bloco de laboratórios	Faculdade de Tecnologia	779,22
01	Anfiteatro	Faculdade de Tecnologia	353,40
03	Bloco salas de aula	Instituto de Ciências Humanas e Letras	726,57
04	Bloco da administração	Faculdade de Educação	1.606,65

**amostragem corresponde a aproximadamente 11,43% das 35 edificações tipo originais*

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018



Bloco de Laboratório



Anfiteatro



Salas de Aula





Bloco de Administração

Figura 12 – Fotos das Edificações Sorteadas

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

3.2. COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por levantamento *in loco* e pela análise dos desenhos técnicos: implantação do Setor Norte, plantas de cobertura, plantas baixas, cortes e fachadas de cada edificação sorteada, disponíveis no ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL. As pranchas PE-002 à PE-045 correspondem ao projeto do ICHL e as pranchas PE-102 à PE-150 ao projeto da FT.

As estratégias bioclimáticas foram identificadas com base nas seguintes referências: i) Olgyay (1998); ii) Lamberts; Dutra; Pereira (2014); iii) Loureiro; Carlo; Lamberts (2002); iv) Manzano-Agugliaro *et al.* (2015). Para obter a eficiência energética da envoltória das edificações foi utilizado o método prescritivo de classificação da ENCE PBE Edifica para Edificações Comerciais, de Serviço e Públicas (INMETRO, 2010).

O levantamento do conforto ambiental se deu nos quesitos temperatura, umidade relativa, sensação térmica, velocidade do ar e iluminância naturais, obtidos por meio de pesquisa de campo na qual, por definição, não houve interferência nos ambientes, exceto pela abertura de esquadrias. As medições ocorreram em dois períodos anuais com menor e maior médias de temperatura, segundo as normais climatológicas de Manaus (INMET, 2017b): os trimestres de janeiro a março e de agosto a outubro, no ano de 2018. Normais climatológicas são os parâmetros anuais calculados em intervalos de 30 anos, o último intervalo corresponde ao período de 1961 a 1990. Os gráficos de temperatura mostrados na Figura 13 correspondem aos dados da estação meteorológica de Manaus – latitude 03°1'S e longitude 60°0'O;

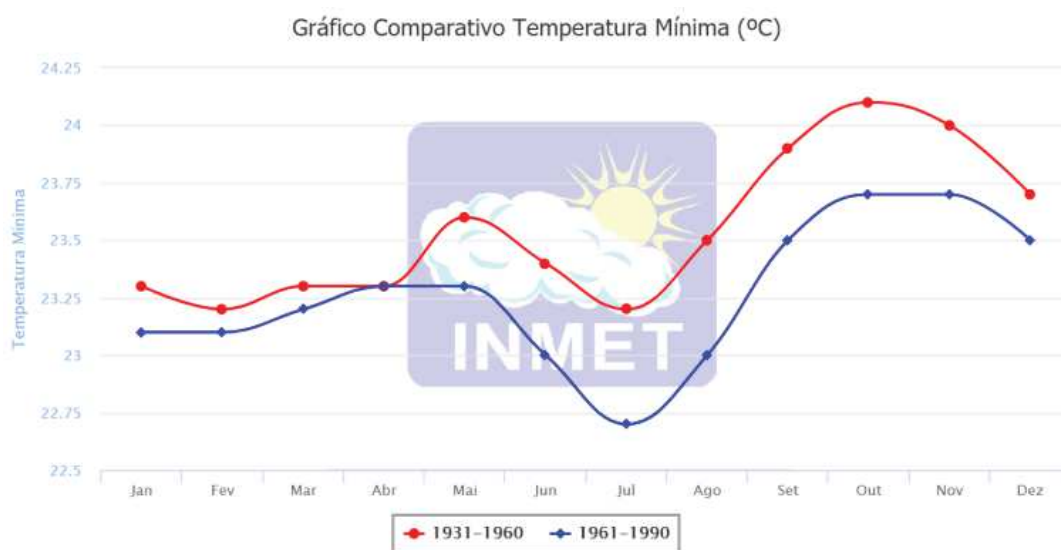
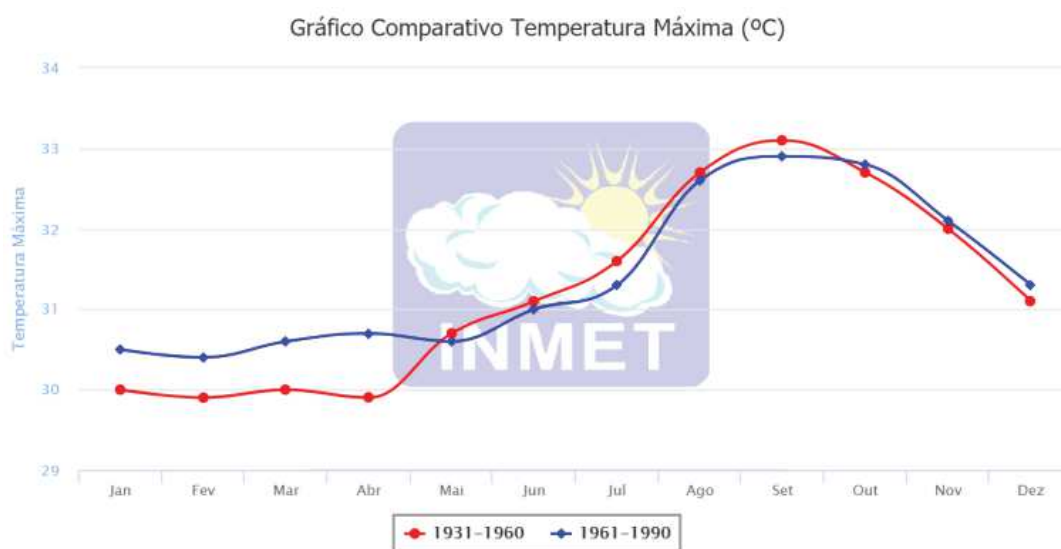
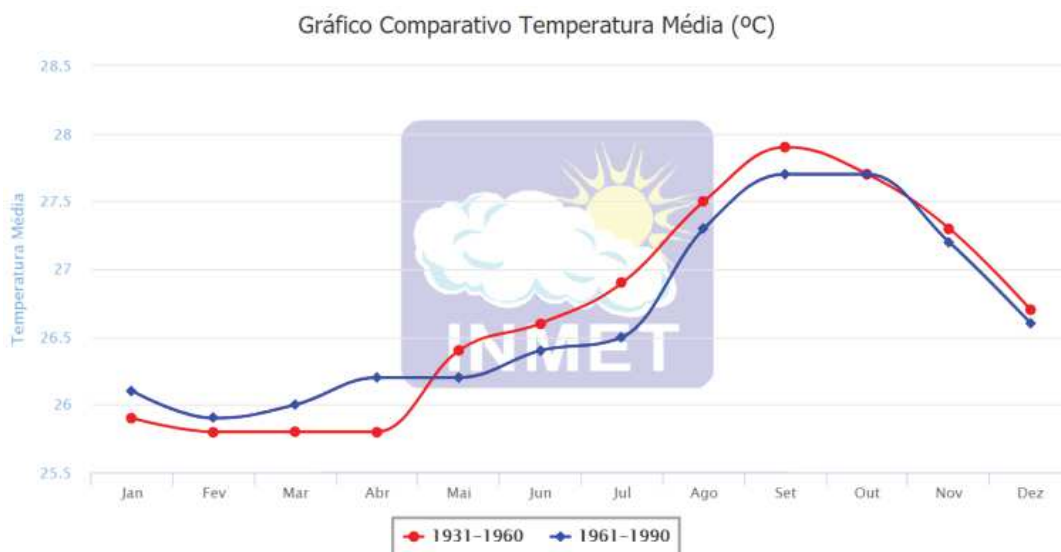


Figura 13 – Gráfico de Temperaturas Médias, Máximas e Mínimas em Manaus

FONTE: INMET, 2017b

O horário útil de iluminação e a posição do sítio em relação ao sol são representados pela carta solar, assim como a velocidade e direção dos ventos predominantes são representados pela rosa dos ventos (Figura 14). Os horários aplicáveis para o levantamento foram estabelecidos de acordo com o horário de ocupação da Universidade Federal do Amazonas e com o horário útil de iluminação solar: entre as 07:30 horas da manhã e as 17:30 horas da tarde. Foi considerado um intervalo mínimo de dez minutos para o levantamento em cada ponto de medição.

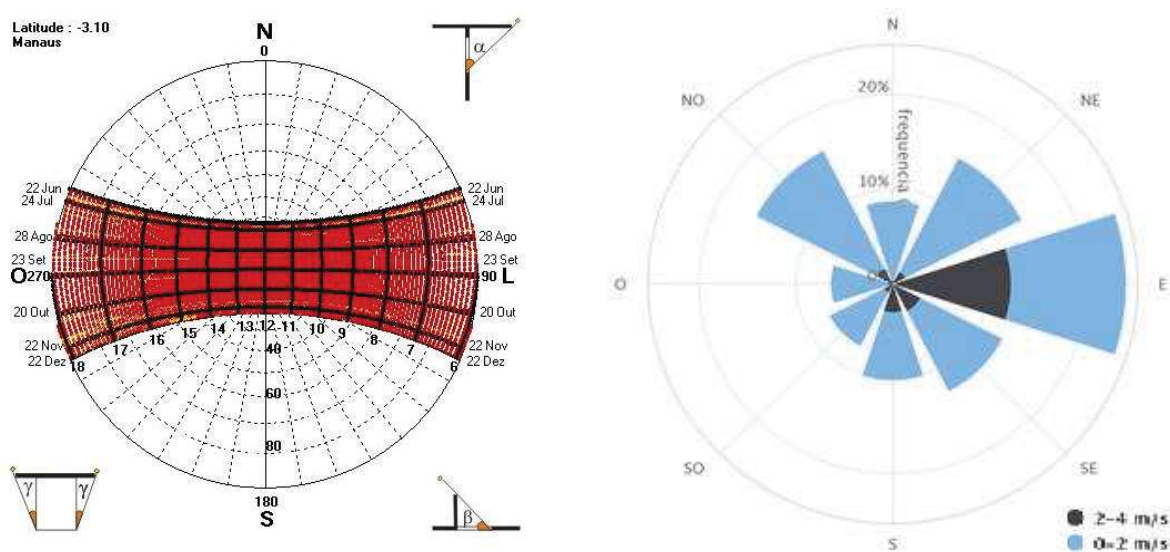


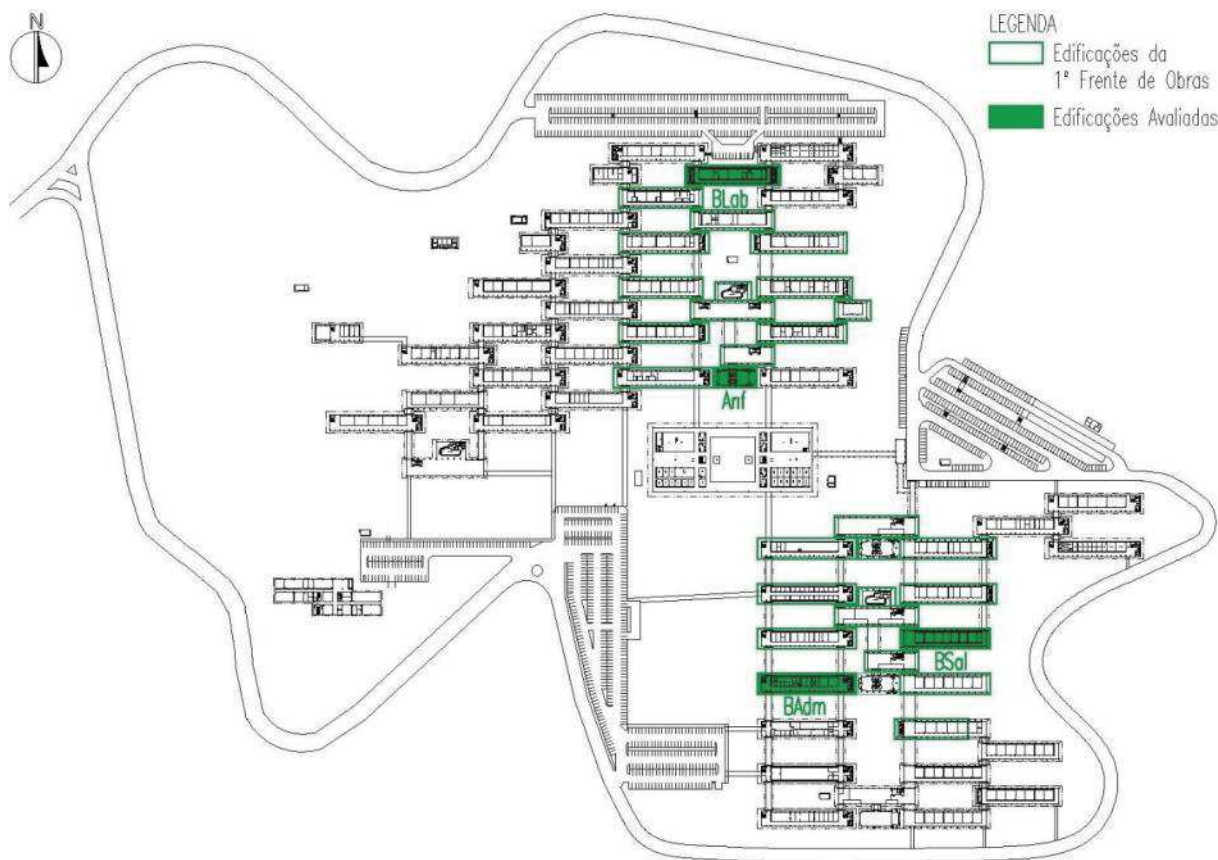
Figura 14 – Carta Solar e Rosa dos Ventos de Manaus

FONTE: LabEEEE, 2017

Este método buscou atender as recomendações para mensuração de conforto térmico (ISO 7726-1, 1998) e iluminação natural (ABNT NBR 15.215-1 e NBR 15.215-4, 2005). Para cada edificação sorteada, inicialmente, foram dispostos de maneira simétrica e equidistante dez pontos por pavimento, com os pontos internos paralelos as aberturas das janelas e os pontos externos no centro dos corredores (Figura 15). No entanto, durante a coleta de dados do Bloco Administração não foi possível acessar algumas salas do andar superior, havendo a necessidade de relocar alguns pontos (Figura 16).

O aparelho de medição (Figura 17) foi posicionado na altura de 1,70 m para ambientes onde os ocupantes tendem a permanecer em pé e na altura de 1,10 m para ambientes onde os mesmos tendem a permanecer sentados (LAMBERTS, XAVIER, *et al.*, 2011). As funções utilizadas e a precisão do aparelho foram: termômetro (± 1 °C), higrômetro ($\pm 5\%$), anemômetro de palheta ($\pm 0,3$ m/s) e luxímetro (± 3 lux), respectivamente para medir a temperatura no bulbo úmido, umidade relativa do ar, velocidade do ar e iluminância

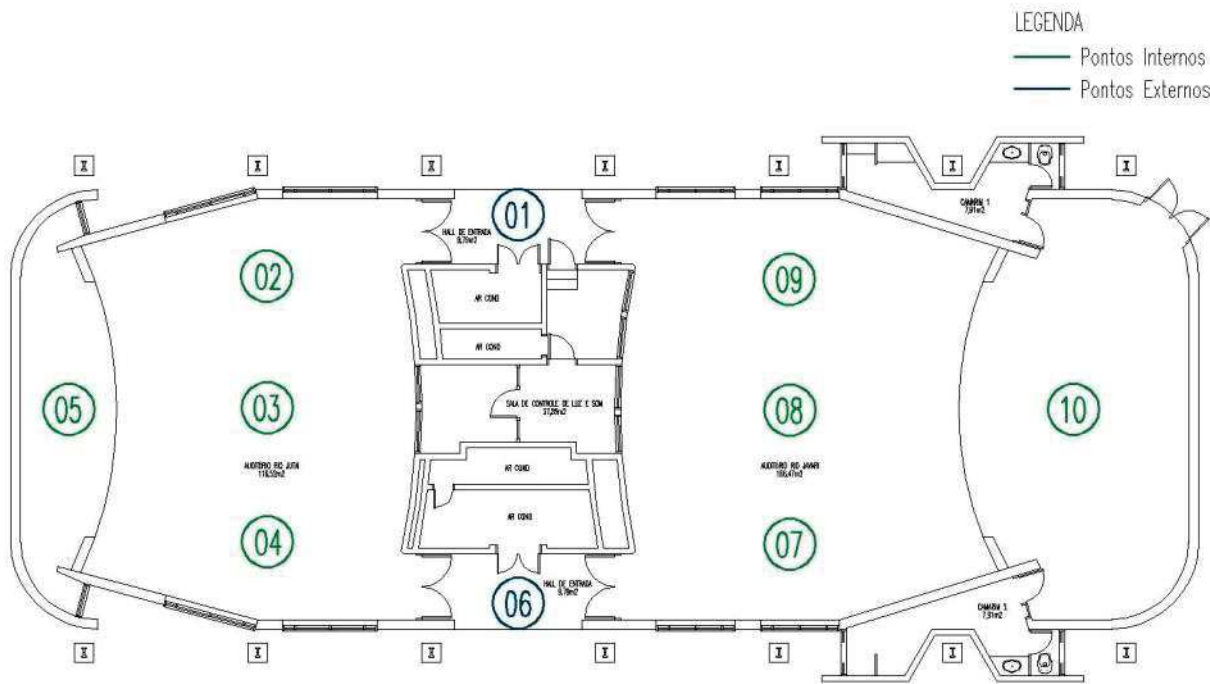
(AKROM, 2016). A sensação térmica foi calculada com base na fórmula de índice de calor (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017).



Setor Norte do Campus UFAM

Figura 15 – Localização das Edificações Sorteadas

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019



Anfiteatro

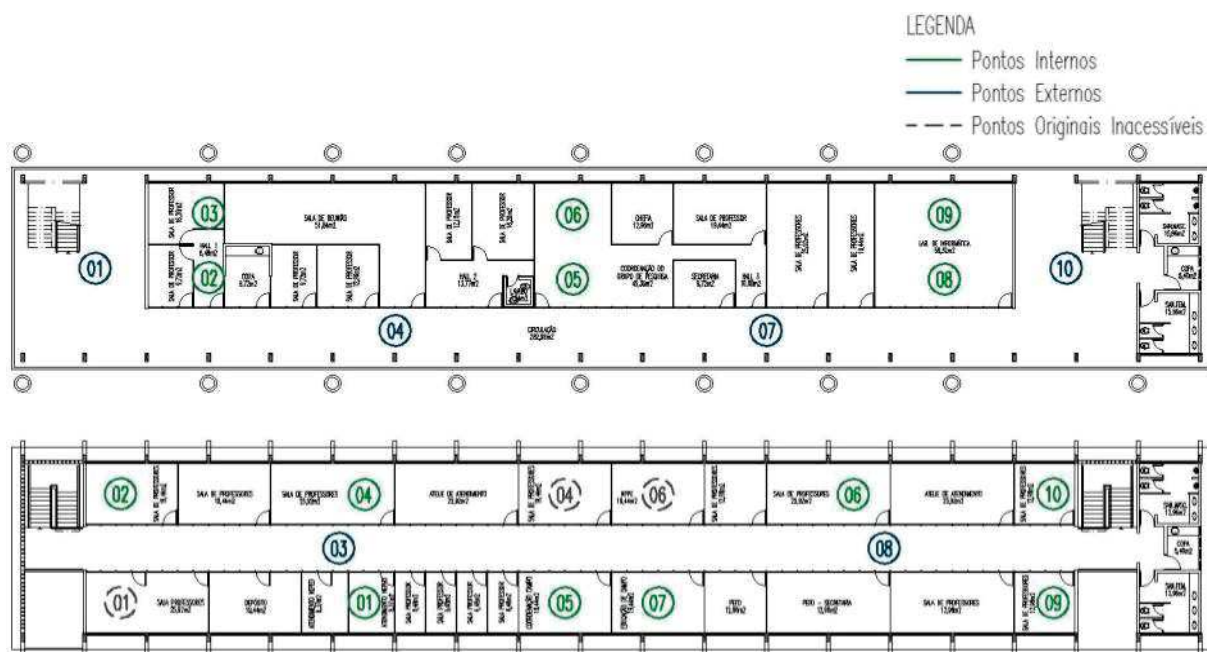
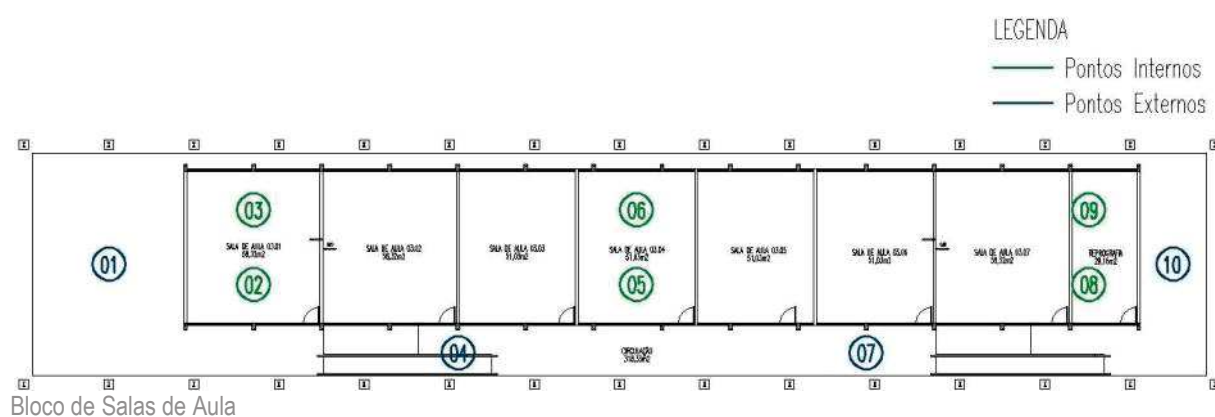
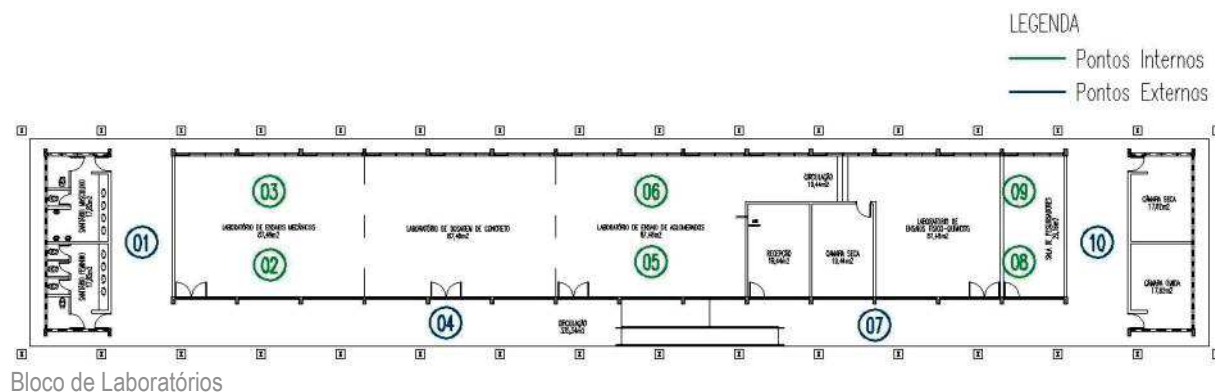


Figura 16 – Plantas Baixas dos Pontos de Medição
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

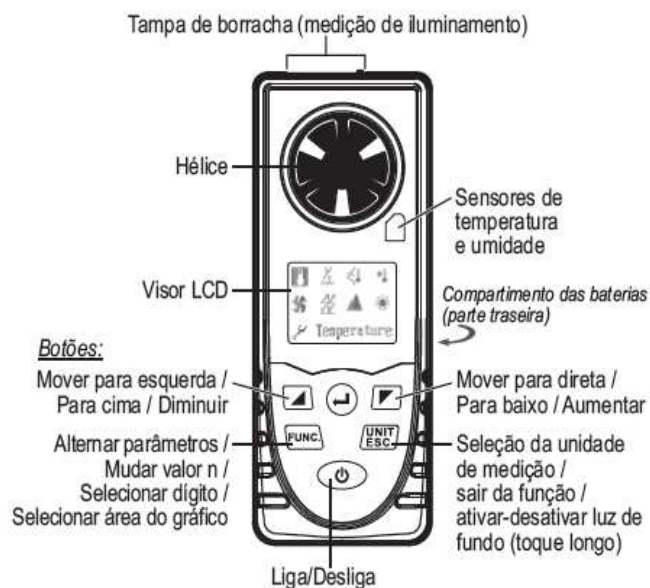
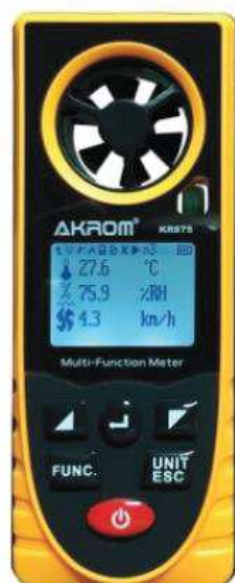


Figura 17 – Medidor de Ambiente Multifunção KR875

FONTE: AKROM, 2016

3.3. ANÁLISE DE DADOS

A análise do conforto ambiental foi baseada nos limites da zona de conforto (OLGYAY, 1998; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013) e de conforto permissivo (MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015) e nos limites de aceitabilidade para ambientes internos e/ou externos (ASHRAE 55, 2004), bem como nos efeitos da umidade relativa sobre a sensação térmica (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017). Foram, ainda, comparados os dados coletados com limites estabelecidos pelas normas brasileiras vigentes para o exercício atividade intelectual e/ou concentração constante em ambientes de trabalho (NR 17, 1990), incluindo os limites mínimos para o entorno de atividades exercidas em diferentes locais (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

Os resultados da classificação da eficiência energética da envoltória (INMETRO, 2010), junto à análise qualitativa e quantitativa (DALFOVO, LANA e SILVEIRA, 2008) das variáveis de conforto ambiental, obtidas pelos dados coletados durante a primeira e a segunda medição, foram relacionados entre si por meio de tabelas e gráficos. Este método foi aplicado tanto para cada quesito avaliado como para a avaliação integrada das edificações estudadas, além da verificação da influência das estratégias bioclimáticas encontradas sobre a eficiência energética e o conforto ambiental. Os detalhes do estudo foram dispostos separadamente com seus respectivos registros no APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DA ENCE e APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO.

3.4. LIMITES DA PESQUISA

As edificações tipo originais correspondentes aos blocos de cantina e aos blocos de área de lazer não foram estudadas, pois não possuem área útil interna e de fachada suficientes para avaliação prescritiva da eficiência energética da envoltória (CB3E UFSC, 2016). Já as edificações posteriores a primeira frente de obras, em especial as tipologias dos blocos de dois e de três pavimentos, não foram avaliadas, pois não são da autoria de Severiano Mário Porto e/ou não tiveram sua construção acompanhada pelo arquiteto.

Tão pouco foi calculada a eficiência energética dos sistemas de iluminação e de condicionamento de ar, pois não possuem relação direta com as estratégias bioclimáticas. Da mesma maneira, o presente estudo não abrange o conforto acústico, ainda que uma das edificações estudadas seja um anfiteatro, pois tal quesito não está diretamente relacionado às estratégias bioclimáticas e à eficiência energética da envoltória.

Todavia, a iluminação natural foi avaliada, pois se considera seu impacto no uso da iluminação artificial, ainda que o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas – RTQ-C (INMETRO, 2010) não estabeleça pelo método prescritivo de avaliação quaisquer parâmetros de iluminância natural para os ambientes internos ou externos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS ENCONTRADAS⁵

As estratégias encontradas, tanto na implantação como em cada edificação tipo original selecionada no Setor Norte do Campus UFAM, foram apontadas com base nas literaturas de Olgyay (1998), Loureiro; Carlo; Lamberts (2002), Lamberts; Dutra; Pereira, (2014) e Manzano-Agugliaro *et al.* (2015) e reunidas em três categorias estratégicas – escolha de materiais, sombreamento e ventilação natural – as quais se encontram dispostas nas subseções abaixo.

4.1.1. ESCOLHA DE MATERIAIS

A Tabela 17 mostra as estratégias de escolha de materiais encontradas nos quatro blocos estudados e no conjunto edificado, ou seja, na implantação. Além da redução de zonas pavimentadas entre os blocos, é possível perceber o uso de cores claras e/ou reflexivas, assim como a diminuição de aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste, evitando o aumento da temperatura interna pela diminuição a absorvência dos materiais externos (Figura 18). Outra estratégia usada é a aplicação de materiais com boa resistência à umidade em especial na envoltória, prolongando a vida útil e evitando o aumento da absorvência pelo acúmulo de lodo.

Tabela 17 – Estratégias de Escolha de Materiais Encontradas

Local	Estratégias encontradas.
Implantação	Evitar o excesso de zonas pavimentadas.
Bloco de Laboratórios	Materiais com boa resistência à umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Cobertura em cores claras*.
Anfiteatro	Materiais com boa resistência a umidade; Materiais de alta massa térmica na envoltória; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Cobertura em cores claras*.
Bloco de Salas de Aula	Materiais com boa resistência a umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Cobertura em cores claras*.
Bloco de Administração	Materiais com boa resistência a umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Cobertura em cores claras*.

**escurecimento das coberturas, originalmente pintadas de branco, por falta de manutenção.*

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

⁵ Parte da presente seção foi apresentada em formato de artigo científico no VII DOCOMOMO Norte e Nordeste, disposto no APÊNDICE A – ARTIGO: O LEGADO DE SEVERIANO PORTO.



Figura 18 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Escolha de Materiais.

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

4.1.2. SOMBREAMENTO

As estratégias de sombreamento para evitar o aquecimento interno da edificação são mostradas na Tabela 18. Nota-se que o alongamento dos edifícios na direção norte-sul dos blocos estudados diminui a incidência do sol, já os espaços públicos e áreas externas sombreadas protegem do sol e da chuva, da mesma forma com que coberturas, corredores-varanda e cobogós nas fachadas protegem os ambientes internos (Figura 19).

Observa-se também que a vegetação alta próxima ao edifício (Figura 19), além de prover sombreamento ajuda manutenção do microclima, uma vez que as árvores absorvem uma parte do calor que provem da radiação solar, todavia, ela só é efetiva quando há espaço para circulação de ar entre as árvores, pois o excesso de vegetação pode formar barreira contra a ventilação natural.



Figura 19 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Sombreamento.

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

Tabela 18 – Estratégias de Sombreamento Encontradas

Local	Estratégias Encontradas
Implantação	Edificações altas e alongadas na direção norte-sul, na proporção 1:1,7 a 1:30; Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas.
Bloco de laboratórios	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,7; Proteção contra a insolação direta em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação.
Anfiteatro	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:2,2; Proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.
Bloco de Salas de Aula	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,3; Proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.
Bloco de Administração	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,6; Proteção contra a insolação direta em todas as fachadas (cobertura, corredor-varanda e cobogó); Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.

**bosqueamento perdido por meio de mata secundária, presença de vegetação média e baixa.*

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

4.1.3. VENTILAÇÃO NATURAL

As estratégias de ventilação natural identificadas nos blocos estudados são apresentadas na Tabela 19. Algumas vezes denominadas de resfriamento natural pela literatura atual, visam retirar o calor do edifício pela circulação de ar através da edificação (NEVES, 2006). Sua característica fundamental é a movimentação do ar causada pela diferença de pressão entre o interior e o exterior do edifício. Ademais, uma ventilação constante e em baixa velocidade, entre 0,20 m/s e 0,8 m/s, é capaz de diminuir a sensação térmica sem provocar incomodo aos usuários (OLGYAY, 1998; ASHRAE 55, 2004).

Além de uma implantação com distribuição livre, edificações individualizadas, espaçadas entre si e posicionadas nas cotas mais altas do terreno, foram constatados sistemas de ventilação cruzada por meio de esquadrias posicionadas em fachadas opostas, bem como

elementos que favorecem a circulação horizontal de ar. Todavia, “para proporcionar uma boa ventilação natural é preciso posicionar as aberturas em zonas de pressão oposta e na direção dos ventos predominantes”, conforme sugerido no LabEEE (2017), o que não foi observado, pois estes ventos têm maior incidência a leste e a maioria das esquadrias está posicionada nas fachadas norte/sul.

Tabela 19 – Estratégias de Ventilação Natural Encontradas

Local	Estratégias Encontradas
Implantação	Edificações individualizadas e com espaçamento entre si favorecendo a circulação de ar; Edificações posicionadas nas cotas mais altas do terreno (curvas 80-90m); Jardins e pátios internos; Implantação com distribuição livre.
Bloco de laboratórios	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes; Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim)*; Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Anfiteatro	Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim); Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Bloco de Salas de Aula	Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim)*; Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Bloco de Administração	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes; Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Elementos que favoreçam a circulação interna de ar (cobogós); Jardim interno; Sistema de calefação (lanternim); Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).

**lanternim interno fechado devido modificação do projeto original.*

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

Outra característica mostrada na Figura 20 são os jardins e pátios internos, bem como os sistemas de calefação, que favorecem a circulação vertical de ar pela diferença de temperatura entre as áreas internas e externas. Observa-se também que as áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes evitam o excesso de umidade

relativa do ar e, por consequência, o aumento da sensação térmica (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017), além de torna mais eficiente a ventilação natural e/ou mecanizada.



Figura 20 – Fotos com Exemplos de Estratégias de Ventilação Natural.

FONTE: Mendes; Lins; Santana, 2018

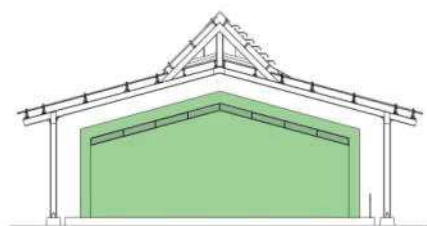
4.2. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA

Para obter da eficiência energética da envoltória foi utilizada a Planilha Cálculo (QUALI-A, 2016) disponibilizada durante o Curso de Etiquetagem de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. As variáveis foram obtidas com base nos desenhos técnicos disponíveis no ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL e nos materiais de construção identificados *in loco*, conforme os valores dispostos no ANEXO D – PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS.

Os valores das propriedades térmicas cujos materiais que não se encontram no anexo acima citado, foram calculados conforme ANEXO C – DEFINIÇÕES E FÓRMULAS DE VARIÁVEIS TÉRMICAS. Os cálculos dos indicadores de consumo e dos pré-requisitos da zona bioclimática seguiram as diretrizes do Manual para Aplicação do RTQ-C e e estão disponíveis no APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DA ENCE, conforme cada edificação avaliada.

4.2.1. BLOCO DE LABORATÓRIOS

O projeto original do Bloco de Laboratórios 04 – FT corresponde às pranchas PE-104, PE-119, PE-136, PE-145 e PE-150 do ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL. A seguir se encontram os desenhos técnicos, conforme as variáveis do Indicador de Consumo (Figura 21) e dos Pré-Requisitos (Figura 22), bem como a Planilha de Cálculo da ENCE da Envoltória (Figura 26).



Fachadas Leste e Oeste

LEGENDA
 PAFT
 Aenv



LEGENDA
 PAFT
 Aenv
 AVS

Fachada Sul

LEGENDA
 PAFT
 Aenv



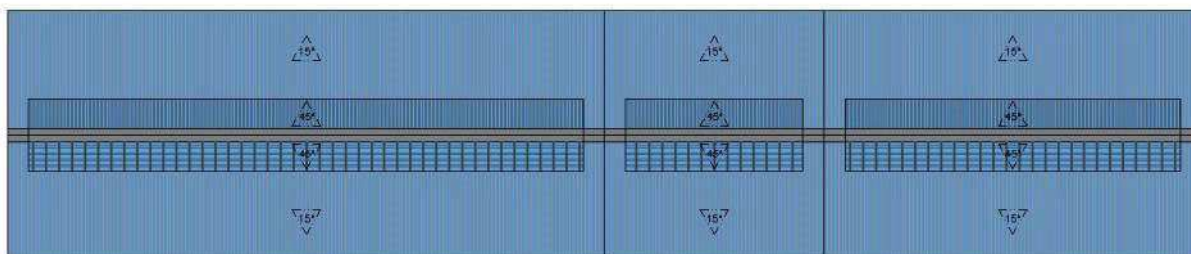
Fachada Norte

LEGENDA
 PAFT
 Aenv

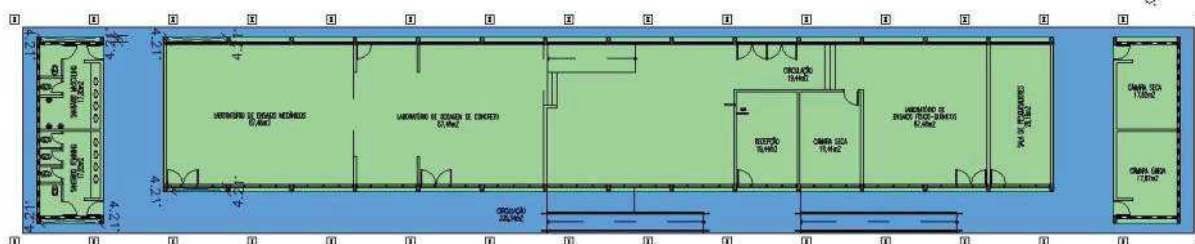


Cobertura

LEGENDA
 Apcop



LEGENDA
 Atot
 Ape
 AHS



Planta Baixa

Figura 21 – Indicadores de Consumo do Bloco de Laboratórios

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

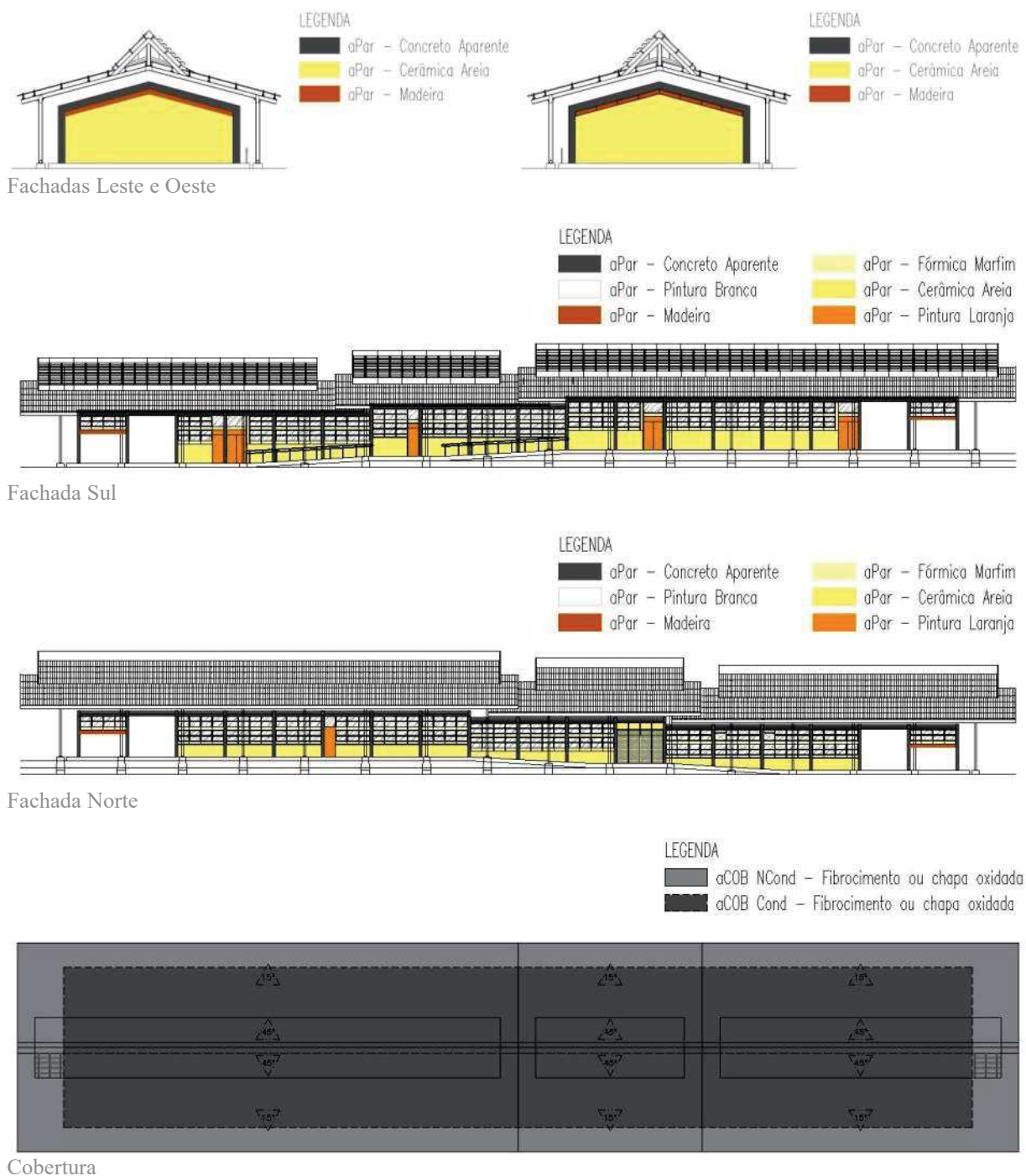


Figura 22 – Pré-requisitos do Bloco de Laboratórios
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Como se pode observar na Figura 23 que apesar do indicador de consumo (ICenv) está de acordo com os parâmetros da classificação “A”, os pré-requisitos atendem apenas os parâmetros de classificação “C” quanto à absorvância dos materiais e de classificação “E” quanto à transmitância da cobertura. Isto se deve ao revestimento das fachadas e da cobertura ser predominantemente escuro ($\alpha > 0,50$) e à facilidade com que as telhas de fibrocimentos transmitem calor para a edificação ($U_{cob} > 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$).

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α_{Par}	0,51	3
Absortância Cobertura	α_{COB}	0,75	3
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	2,41	1
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	4,6	1
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	2,78	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	256,68	
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Ápcob	1123,02
Área de projeção do edifício (m²)	Ápe	522,93
Área total de piso (m²)	Átot	779,22
Área da envoltória (m²)	Áenv	1629,86
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	50,62
Ângulo Horizontal de Somb. (graus)	AHS	3,50
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	30,30
Volume total da edificação (m³)	Vtot	3023,37
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p.26)					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	365,00	383,68	402,36	421,04
lim máx	364,99	383,67	402,35	421,03	-

FATOR DE FORMA de cálculo (A_{env}/V_{tot}):	0,54
FATOR DE ALTURA ($\bar{A}_{pcob}/\bar{A}_{tot}$):	1,44

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	361,17
--	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

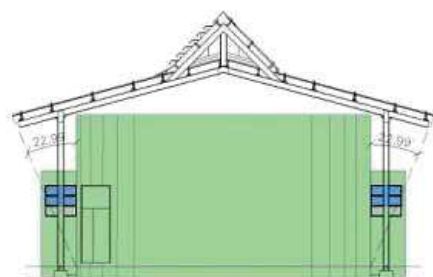
EqNum dos Pré-requisitos	1
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	1

Etiqueta da Envoltória: (final)	E
--	----------

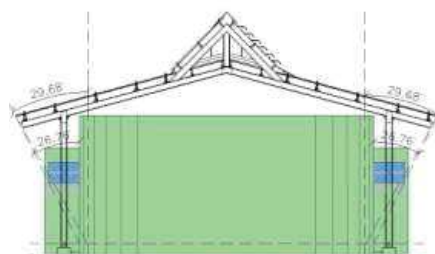
Figura 23 – ENCE da Envoltória do Bloco Laboratórios
 FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

4.2.2. ANFITEATRO

As pranchas PE-104, PE-113 e PE-136 do ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL correspondem ao projeto original do Anfiteatro – FT. Abaixo se encontram os desenhos técnicos conforme as variáveis do cálculo de Indicadores de Consumo (Figura 24) e Pré-Requisitos (Figura 25), bem como a Planilha de Cálculo da ENCE da Envoltória (Figura 26).



Fachadas Leste e Oeste



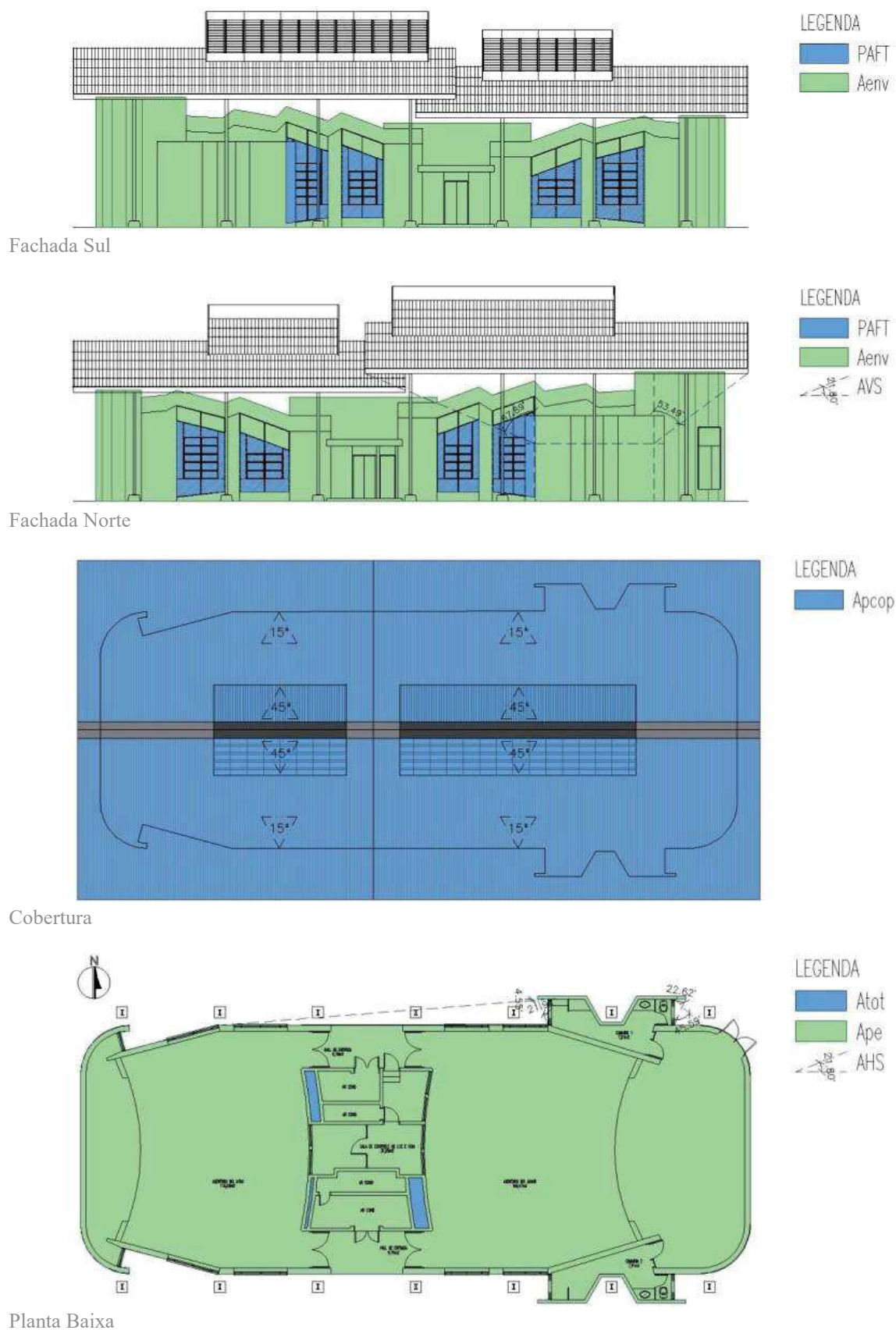


Figura 24 – Indicadores de Consumo do Anfiteatro
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

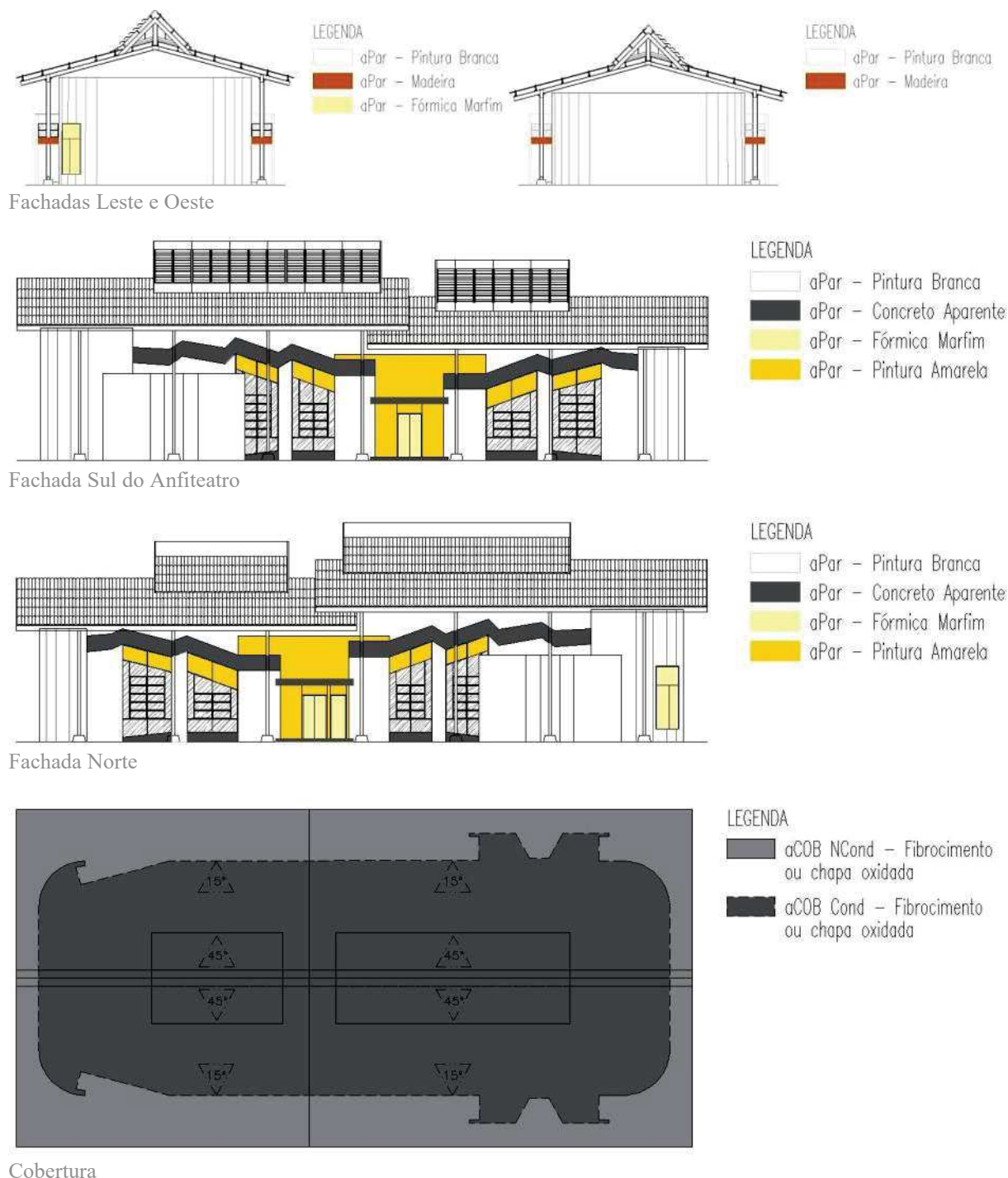


Figura 25 – Pré-requisitos do Anfiteatro
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Como se observa na Figura 26 que apesar do indicador de consumo (ICenv) atender os parâmetros da classificação “A”, os pré-requisitos atendem a classificação “C”, quanto à absorvência da cobertura, e a classificação “E”, quanto à transmitância da cobertura e quanto à transmitância e capacidade térmica das paredes. A classificação “C” se deve ao escurecimento natural da cobertura ($\alpha > 0,50$), já a classificação “E” se deve à facilidade com o fibrocimento

transmite calor para a edificação ($U_{cob} > 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$), bem como à baixa transmitância das paredes ($U_{par} < 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$) frente sua capacidade térmica ($CT_{par} > 80 \text{ kJ/m}^2\text{K}$).

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α_{Par}	0,26	5
Absortância Cobertura	α_{COB}	0,75	3
Transm. Cobertura Área Condicionada [$W/(m^2.K)$]	UCOB Cond	2,86	1
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [$W/(m^2.K)$]	UCOB NCond.	4,6	1
Transmitância paredes [$W/(m^2.K)$]	Upar	2,1	1
Capacidade Térmica Parede [$kJ/(m^2.K)$]	CTPar	231,21	1
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m^2)	Apcob	541,20
Área de projeção do edifício (m^2)	Ape	353,88
Área total de piso (m^2)	Atot	351,10
Área da envoltória (m^2)	Aenv	1025,47
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	36,71
Ângulo Horizontal de Somb. (graus)	AHS	7,84
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	12,35
Volume total da edificação (m^3)	Vtot	2070,20
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p. 26)					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	642,65	646,79	650,94	655,08
lim máx	642,64	646,78	650,93	655,07	-

FATOR DE FORMA de cálculo (A_{env}/V_{tot}):	0,48
FATOR DE ALTURA (A_{pcob}/A_{tot}):	1,54

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	640,74
--	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

EqNum dos Pré-requisitos	1
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	1

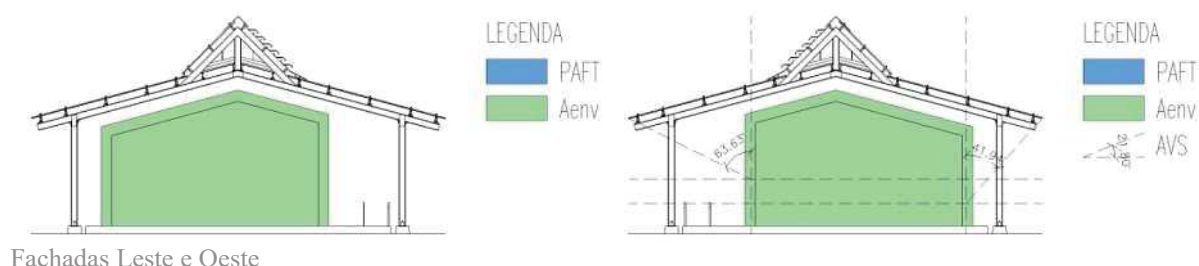
Etiqueta da Envoltória: (final)	E
--	----------

Figura 26 – ENCE da Envoltória do Anfiteatro

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

4.2.3. BLOCO DE SALAS DE AULA

O projeto original do Bloco de Salas de Aula 04 – ICHL corresponde às pranchas PE-04, PE-021, PE-035 e PE-045 do ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL. A seguir se encontram os desenhos técnicos conforme as variáveis do Indicador de Consumo (Figura 27) e dos Pré-Requisitos (Figura 28), bem como a Planilha de Cálculo da ENCE da Envoltória (Figura 29).



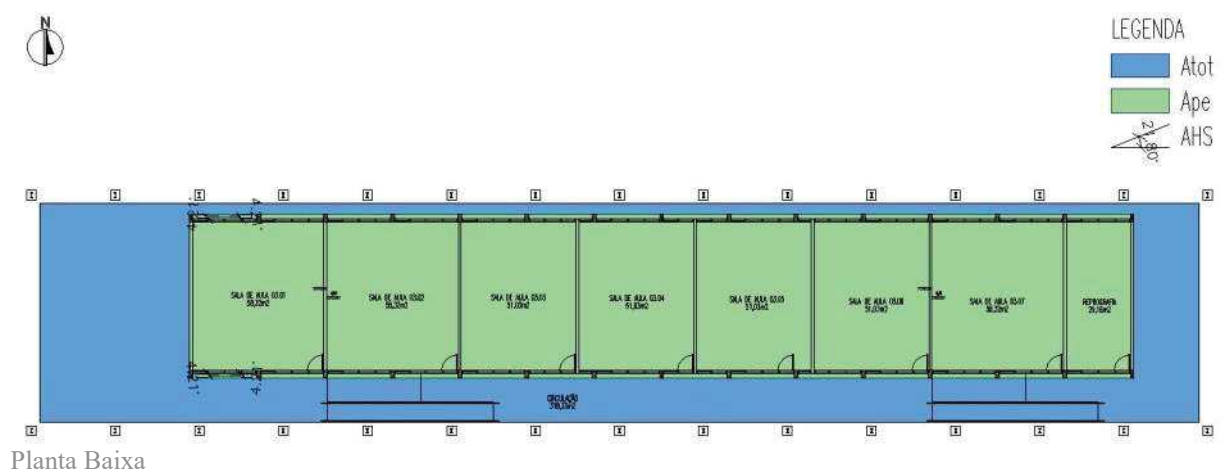
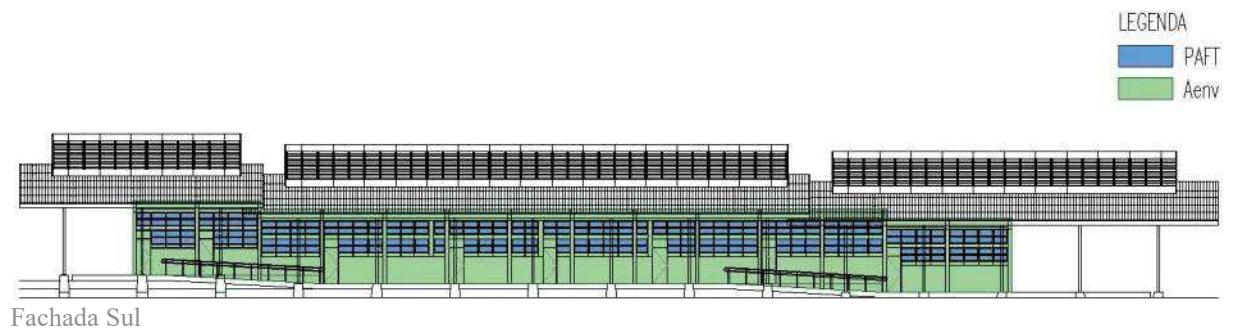
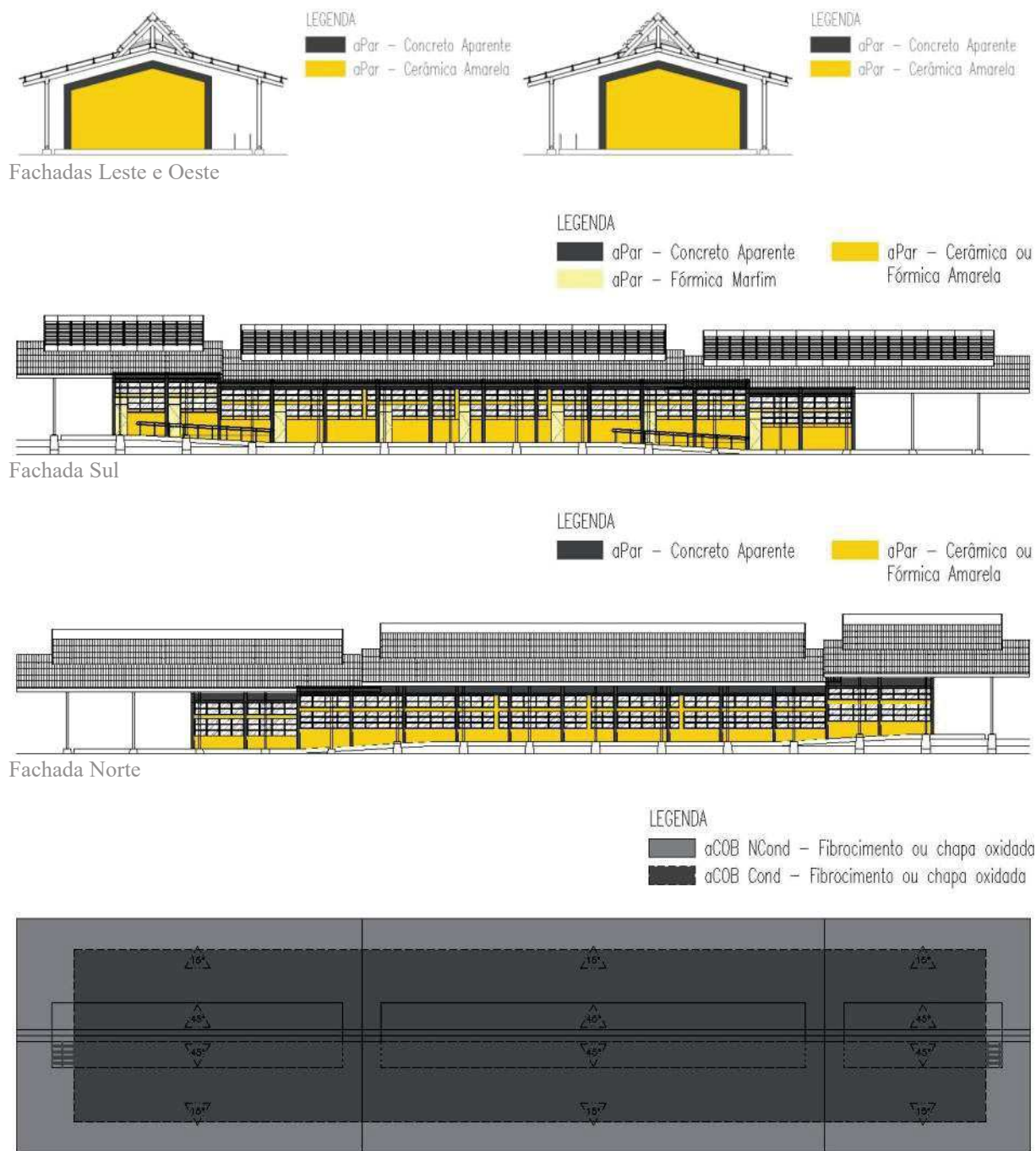


Figura 27 – Indicadores de Consumo do Bloco de Salas de Aula
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019



Cobertura

Figura 28 – Pré-requisitos da Cobertura do Bloco de Salas de Aula
 FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Como se pode observar na Figura 29 que apesar do indicador de consumo (ICenv) está de acordo com os parâmetros da classificação “A”, os pré-requisitos atendem a classificação “C” quanto à absorvância dos materiais e a “E” quanto à transmitância da cobertura. Isto se deve ao revestimento das fachadas e da cobertura ser predominantemente escuro ($\alpha > 0,50$) e à facilidade com que o fibrocimento transmite calor para a edificação ($U_{cob} > 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$).

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α_{Par}	0,58	3
Absortância Cobertura	α_{COB}	0,75	3
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	2,84	1
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	4,6	1
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	3,17	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	244,31	
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Apcob	1097,10
Área de projeção do edifício (m²)	Ape	442,75
Área total de piso (m²)	Atot	726,57
Área da envoltória (m²)	Aenv	1593,26
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	44,76
Ângulo Horizontal de Somb. (graus)	AHS	3,53
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	33,65
Volume total da edificação (m³)	Vtot	1921,54
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p.26)					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	628,35	632,49	636,63	640,78
lim máx	628,34	632,48	636,62	640,77	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	0,48
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	1,51

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	624,02
--	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

EqNum dos Pré-requisitos	1
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	1

Etiqueta da Envoltória: (final)

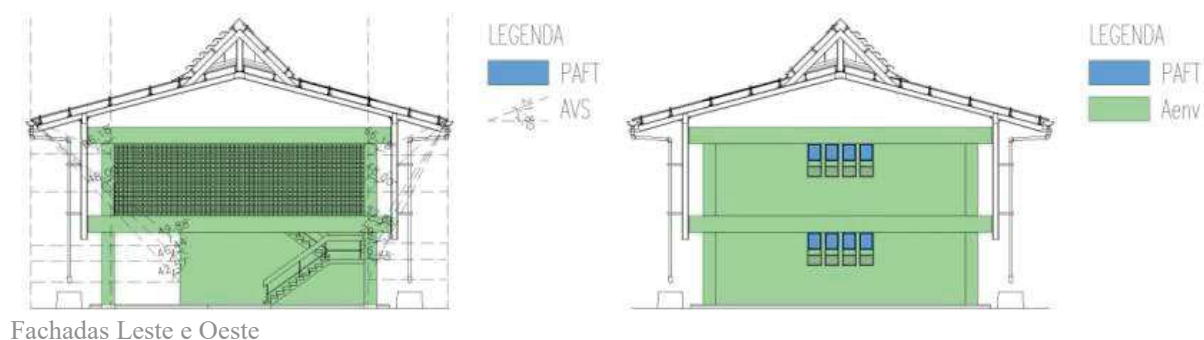
E

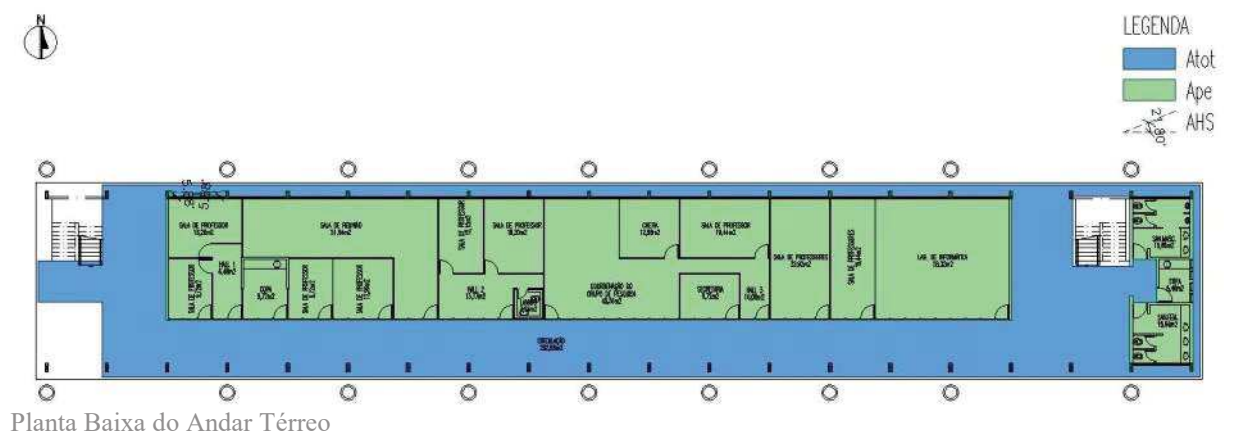
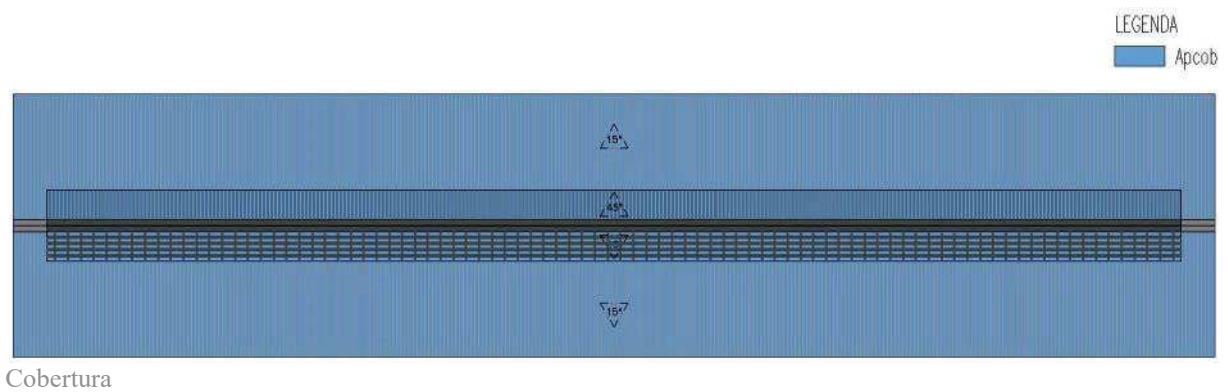
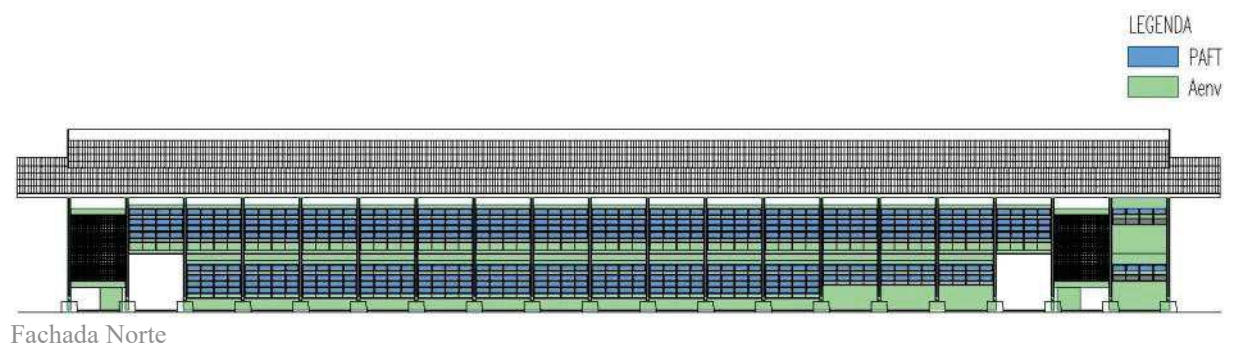
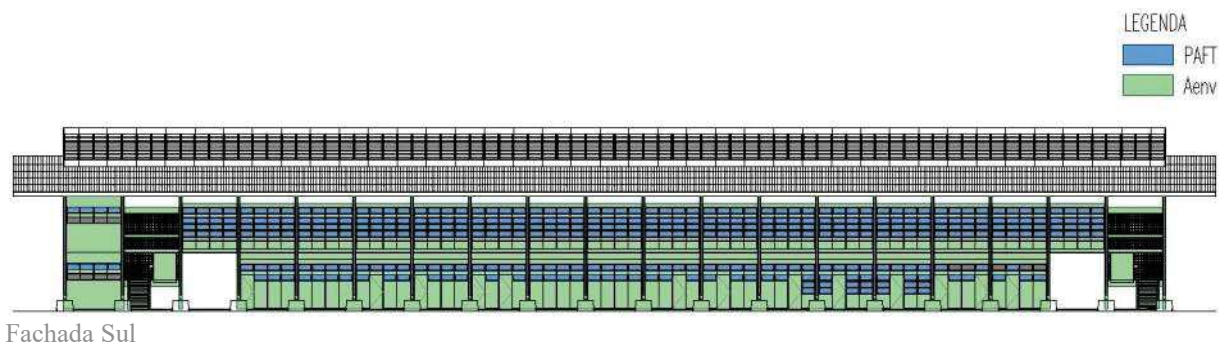
Figura 29 - ENCE da Envoltória do Bloco de Salas de Aula

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

4.2.4. BLOCO DE ADMINISTRAÇÃO

As pranchas PE-004, PE-011, PE-012, PE-028, PE-033, PE-034 e PE-040 do ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL correspondem ao projeto original do Bloco de Administração 04 – ICHL/FACED. Abaixo se encontram os desenhos técnicos da edificação conforme as variáveis do Indicador de Consumo (Figura 30) e dos Pré-Requisitos (Figura 31), bem como a Planilha de Cálculo da Eficiência Energética da Envoltória (Figura 32).



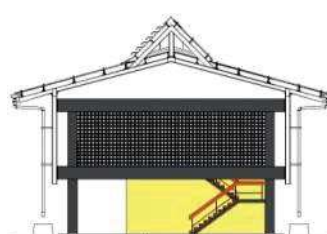




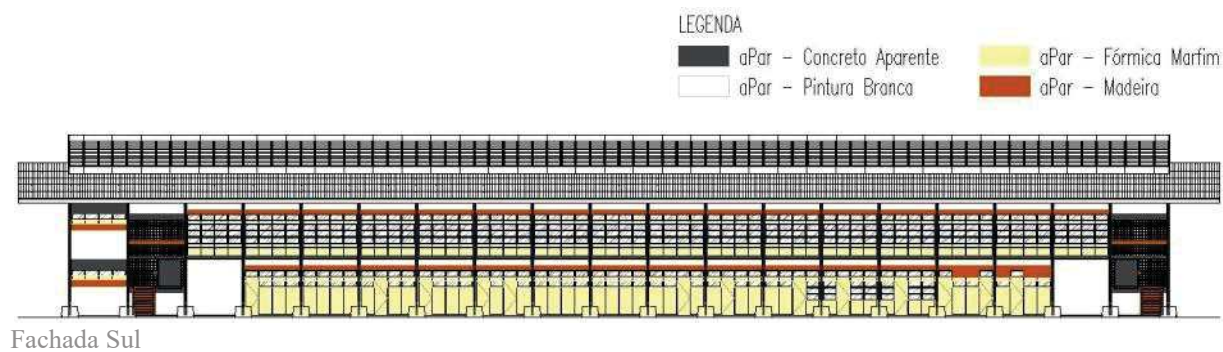
Planta Baixa do 1º Andar

Figura 30 – Indicadores do Bloco de Administração

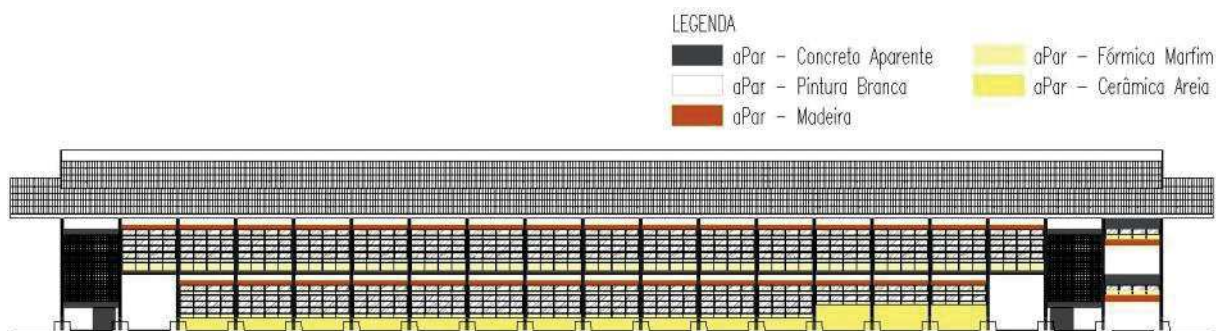
FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019



Fachadas Leste e Oeste



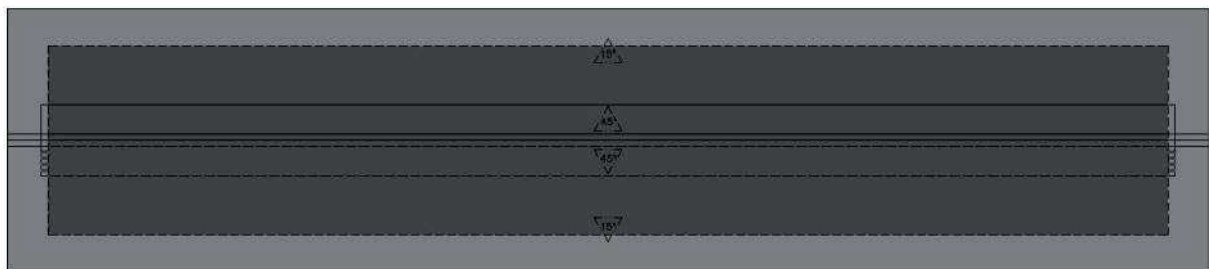
Fachada Sul



Fachada Norte

LEGENDA

αCOB NCond – Fibrocimento ou chapa oxidada
αCOB Cond – Fibrocimento ou chapa oxidada



Cobertura

Figura 31 – Pré-requisitos do Bloco de Administração

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	αPar	0,51	3
Absortância Cobertura	αCOB	0,75	3
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	2,42	1
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	4,6	1
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	3,97	1
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	336,28	1
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Apcob	1219,24
Área de projeção do edifício (m²)	Ape	521,90
Área total de piso (m²)	Atot	1513,80
Área da envoltória (m²)	Aenv	2205,12
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	44,09
Ângulo Horizontal de Somb.(graus)	AHS	9,30
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	29,95
Volume total da edificação (m³)	Vtot	5667,66
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p.26)

Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	267,18	279,87	292,57	305,26
lim máx	267,17	279,86	292,56	305,25	-

FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot):	0,39
FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot):	0,81

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	260,10
-------------------------------------	-------	--------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

EqNum dos Pré-requisitos	1
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	1

Etiqueta da Envoltória: (final)	E
---------------------------------	----------

Figura 32 – ENCE da Envoltória do Bloco de Administração

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

Como se observa acima (Figura 32) que apesar do indicador de consumo (ICenv) atender os parâmetros da classificação “A”, os pré-requisitos atendem a classificação “C”, quanto à absortância das paredes e cobertura, e a classificação “E”, quanto à transmitância da cobertura e quanto à transmitância e capacidade térmica das paredes. A classificação “C” se deve ao revestimento das fachadas e da cobertura ser predominantemente escuro ($\alpha > 0,50$).

Porém, a classificação “E” pode ser atribuída à facilidade com que as telhas de fibrocimento transmitem calor para a edificação ($U_{cob} > 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$), bem como à alta transmitância das paredes ($U_{par} > 3,70 \text{ W/m}^2\text{K}$) frente sua alta capacidade térmica ($CT_{par} > 80 \text{ kJ/m}^2\text{K}$), acarretando na irradiação de calor para os ambientes internos.

4.3. VARIÁVEIS DE CONFORTO AMBIENTAL

Nas seções abaixo se encontram as análises das temperaturas no bulbo úmido, umidades relativas do ar, velocidades do ar e iluminâncias, coletadas durante as duas medições realizadas no trimestre de janeiro a março e de agosto a outubro, no ano de 2018. Os valores coletados separadamente em cada ponto e em cada medição, bem como os respectivos intervalos de tempo em cada ponto, estão disponíveis no APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO.

A análise qualitativa (DALFOVO, LANA e SILVEIRA, 2008) se deu pela média dos dados coletados nos pontos externos e internos, pela comparação entre os dados levantados e os dados registrados pela estação meteorológica de Manaus, nos mesmos dias de coleta (INMET, 2018), e pelo percentual de atendimento aos parâmetros vigentes (NR 17, 1990; OLGYAY, 1998; ASHRAE 55, 2004; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013; MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015).

Não obstante, as velocidades do ar não foram analisadas qualitativamente devido a sua inconstância e baixa incidência, cerca de um a dois segundos, o que não induz à sensação de resfriamento (EVANS, 1957; OLGYAY, 1998) ou ao aumento da temperatura aceitável (ASHRAE 55, 2004) em função da ventilação. Todavia, foi calculado o aumento da sensação térmica em função do índice de calor (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017) em todos os blocos.

Já a análise quantitativa (DALFOVO, LANA e SILVEIRA, 2008) se deu em todas as variáveis e foi realizada por meio de desvios padrão, coeficientes de variação, histogramas e diagramas de dispersão dos dados coletados. Assim foi demonstrada a homogeneidade das amostras, frequência dos valores obtidos e a correlação entre as variáveis levantadas (CRESPO, 2009, GUIMARÃES, 2012). Vale ressaltar que não houve uma presença significativa de ocupantes em nenhum dos ambientes levantados.

4.3.1. TEMPERATURAS

Como se pode observar pela Tabela 20, a média das temperaturas levantadas variou de 26,10 °C a 34,78 °C. As temperaturas levantadas na primeira medição (janeiro a março) foram menores do que as temperaturas levantadas na segunda medição (agosto a outubro), com exceção do Anfiteatro. Constata-se que o Bloco de Laboratórios atingiu as menores temperaturas em ambas as medições, o que aponta para seu posicionamento numa cota de nível mais alta em relação às demais edificações, além de ser o único bloco cuja vegetação do entorno se mantém bosqueada.

Tabela 20 – Temperaturas Levantadas

Ponto		Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição (°C)					
Externos	Máx.:	27,48	31,95	31,10	30,06
	Mín.:	27,20	31,80	30,81	29,83
	Méd.:	27,34	31,88	30,96	29,94
Internos	Máx.:	26,80	31,05	31,11	30,45
	Mín.:	26,10	30,98	30,75	30,02
	Méd.:	26,45	31,01	30,93	30,24
Total	Máx.:	27,07	31,23	31,11	30,33
	Mín.:	26,54	31,14	30,78	29,96
	Méd.:	26,81	31,19	30,94	30,15
Segunda Medição (°C)					
Externos	Máx.:	29,83	31,05	34,78	31,12
	Mín.:	29,58	30,90	34,73	31,00
	Méd.:	29,70	30,98	34,75	31,06
Internos	Máx.:	28,05	30,41	32,73	31,01
	Mín.:	28,02	30,21	32,53	30,96
	Méd.:	28,03	30,31	32,63	30,99
Total	Máx.:	28,76	30,54	33,55	31,05
	Mín.:	28,64	30,35	33,41	30,97
	Méd.:	28,70	30,45	33,48	31,01

FONTE: Mendes, 2019

Apesar de se tratarem de tipos de temperaturas diferentes, comparando as temperaturas levantadas (aparentes) com as temperaturas registradas pela estação meteorológica (reais) nos mesmos dias das medições (INMET, 2018) constata-se uma diferença de até -4,96 °C entre as temperaturas máximas levantadas e as máximas do dia (Tabela 21), assim como se observa que na maioria dos pontos de medição as máximas levantadas estiveram abaixo das máximas do dia (Tabela 22). Ademais, durante a segunda medição, em todos os blocos houve pontos em que a temperatura média levantada foi menor do que a média da estação.

Tabela 21 – Diferença entre Temperaturas Levantadas e da Estação

Edificação	Levantamento (°C)			Estação (°C)*			Diferença (°C)*		
	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.	Máx.	Méd.	Mín.
Primeira Medição									
Bloco de Laboratórios	27,07	26,81	26,54	31,58	27,94	24,30	-4,51	-1,14	2,24
Anfiteatro	31,23	31,19	31,14	35,18	31,19	27,20	-3,95	0,00	3,94
Bloco de Salas de Aula	31,11	30,94	30,78	30,37	27,28	24,19	0,74	3,66	6,59
Bloco Administrativo	30,33	30,15	29,96	32,21	28,18	24,16	-1,87	1,97	5,80
Segunda Medição									
Bloco de Laboratórios	28,76	28,70	28,64	31,40	28,10	24,80	-2,64	0,60	3,84
Anfiteatro	30,54	30,45	30,35	35,50	30,75	26,00	-4,96	-0,31	4,35
Bloco de Salas de Aula	33,55	33,48	33,41	36,20	32,10	28,00	-2,65	1,38	5,41
Bloco Administrativo	31,05	30,97	31,01	35,68	30,84	26,00	-4,64	0,13	5,01

*temperaturas levantadas(aparentes) x temperaturas registradas pela estação meteorológica de Manaus (reais).

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

Tabela 22 – Comparativo entre Temperaturas Levantadas e da Estação

Edificação	Pontos*				Percentual*		
	Total	Máx. < Máx.	Méd. < Méd.	Mín. < Mín.	Máx. < Máx.	Méd. < Méd.	Mín. < Mín.
Primeira Medição							
Bloco de Laboratórios	10	10	7	2	100%	70%	20%
Anfiteatro	10	10	7	0	100%	70%	0%
Bloco de Salas de Aula	10	1	0	0	10%	0%	0%
Bloco Administrativo	20	20	0	0	100%	0%	0%
Segunda Medição							
Bloco de Laboratórios	10	9	4	0	90%	40%	0%
Anfiteatro	10	10	8	0	100%	80%	0%
Bloco de Salas de Aula	10	10	2	0	100%	20%	0%
Bloco Administrativo	20	20	7	0	100%	35%	0%

*temperaturas levantadas (aparentes) x temperaturas registradas pela estação meteorológica de Manaus(reais).

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

Considerando-se que os horários de coleta em sua maioria corresponderam aos horários mais quentes do dia (10:00 horas às 15:00 horas), isto denota a eficácia tanto das edificações estudadas como do conjunto, formado pela implantação das construções do Setor

Norte do Campus UFAM com o fragmento florestal da APA UFAM, em tornar as temperaturas um pouco mais amenas durante os períodos mais quentes do ano.

Quanto aos parâmetros de conforto vigentes (Tabela 23), nota-se que o limite aceitável de temperaturas para ambientes internos e externos (ASHRAE 55, 2004) foi atendido na maior parte dos pontos, sendo atendido integralmente durante a primeira medição. Na segunda medição, porém, alguns pontos do Bloco de Salas de Aula e do Bloco de Administração não atenderam estes limites, não alcançando o primeiro o limite aceitável de temperatura em nenhum dos pontos externos e em apenas dois dos pontos internos.

Tabela 23 – Parâmetros de Temperatura Atendidos

Tabela 25 - Parâmetros de Temperatura Atendidos						
Parâmetro	Pontos	Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração	
Primeira Medição (°C)						
Aceitabilidade Externa*	10 a 34	Válidos:	4	2	4	6
		Atendidos:	4	2	4	6
		Percentual:	100%	100%	100%	100%
Aceitabilidade Interna*	18 a 32	Válidos:	6	8	6	14
		Atendidos:	6	8	6	14
		Percentual:	100%	100%	100%	100%
Atividade Intelectual**	20 a 23	Válidos:	6	8	6	14
		Atendidos:	0	0	0	0
		Percentual:	0%	0%	0%	0%
Zona de Conforto***	20 a 27	Válidos:	10	20	10	20
		Atendidos:	5	0	0	0
		Percentual:	50%	0%	0%	0%
Segunda Medição (°C)						
Aceitabilidade Externa*	10 a 34	Válidos:	4	2	4	6
		Atendidos:	4	2	0	6
		Percentual:	100%	100%	0%	100%
Aceitabilidade Interna*	18 a 32	Válidos:	6	8	6	14
		Atendidos:	6	8	2	13
		Percentual:	100%	100%	33%	93%
Atividade Intelectual**	20 a 23	Válidos:	6	8	6	14
		Atendidos:	0	0	0	0
		Percentual:	0%	0%	0%	0%
Zona de Conforto***	20 a 27	Válidos:	10	20	10	20
		Atendidos:	0	0	0	0
		Percentual:	0%	0%	0%	0%

*aceitáveis para 90% a 80% dos ocupantes, em ambientes internos ou externos, segundo ASHRAE 55.

**ambientes laborais de atividade intelectual e/ou concentração constante, segundo NR 17.

***conforto ambiental e conforto ambiental permissivo, segundo principais autores.

FONTE: NR 17, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013; MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015; Mendes, 2019

Não obstante, temperaturas dentro zona de conforto ambiental (OLGYAY, 1998; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013; MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015) foram alcançadas apenas na metade dos pontos levantados no Bloco de Laboratórios durante a primeira medição, como demonstra acima a Tabela 23. Além disso, não foi constatada uma temperatura adequada para o exercício de atividades intelectuais e/ou concentração constante (NR 17, 1990) em nenhum dos pontos levantados, na primeira ou na segunda medição.

4.3.2. UMIDADES RELATIVAS

Pela Tabela 24 é possível constatar que a média das umidades relativas do ar levantadas nos pontos de medição, externos e internos, das edificações estudadas variou de 49,60% a 89,86%. Com exceção do Anfiteatro, os pontos levantados durante a primeira medição (janeiro a março) obtiveram umidades relativas mais altas em relação à segunda medição (agosto a outubro). Isto pode ser explicado pelas normais climatológicas, pois o período anual de menores temperaturas coincide em parte com o período anual de maiores umidades relativas do ar (INMET, 2017b).

Tabela 24 – Umidades Relativas Levantadas

Ponto		Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição (%)					
Externos	Máx.:	87,25	68,85	89,86	87,82
	Mín.:	80,43	60,05	79,70	79,37
	Méd.:	83,84	64,45	84,78	83,60
Internos	Máx.:	89,68	67,68	75,92	80,20
	Mín.:	82,53	60,69	66,54	71,77
	Méd.:	86,11	64,18	71,23	75,99
Total	Máx.:	88,71	67,91	81,49	82,49
	Mín.:	81,69	60,56	71,81	74,05
	Méd.:	85,20	64,24	76,65	78,27
Segunda Medição (%)					
Externos	Máx.:	75,10	66,50	59,80	71,47
	Mín.:	71,40	64,65	49,60	67,87
	Méd.:	73,25	65,58	54,70	69,67
Internos	Máx.:	77,25	69,44	70,50	69,78
	Mín.:	74,13	68,16	58,27	64,39
	Méd.:	75,69	68,80	64,38	67,09
Total	Máx.:	76,39	68,85	66,22	70,29
	Mín.:	73,04	67,46	54,80	65,44
	Méd.:	74,72	68,16	60,51	67,86

FONTE: Mendes, 2019

Em contrapartida, ainda se tratarem de tipos de umidades relativas diferentes, comparadas as umidades relativas do ar levantadas (aparentes) com as registradas pela estação meteorológica (reais) nos mesmos dias das medições (INMET, 2018), observa-se que apenas no Bloco de Laboratórios, durante a segunda medição, houve uma redução da média de umidade relativa levantada em relação à média do dia (Tabela 25). É possível notar também, pela Tabela 26, que exceto pelo Anfiteatro alguns pontos obtiveram médias menores do que as médias registradas. Este resultado aponta para certa inércia ocasionada pela inserção das construções do Setor Norte do Campus UFAM em meio à densa vegetação da APA UFAM.

Tabela 25 – Diferença entre Umidades Relativas Levantadas e da Estação

Edificação	Levantamento (%)	Estação (%)*	Diferença (%)*
	Méd.	Méd.	Méd.
Primeira Medição			
Bloco de Laboratórios	85,20	73,00	12,20
Anfiteatro	64,24	48,14	16,10
Bloco de Salas de Aula	76,65	72,40	4,25
Bloco Administrativo	78,27	70,65	7,62
Segunda Medição			
Bloco de Laboratórios	76,39	83,00	-6,61
Anfiteatro	68,16	60,00	8,16
Bloco de Salas de Aula	60,51	59,00	1,51
Bloco Administrativo	67,86	62,00	5,86

*umidades relativas levantadas (aparentes) x umidades relativas registradas pela estação de Manaus (reais).

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

Tabela 26 – Comparativo entre Umidades Relativas Levantadas e da Estação

Edificação	Pontos*		Percentual*	
	Total	Méd. < Méd.	Méd. < Méd.	
Primeira Medição				
Bloco de Laboratórios	10	0	0	0%
Anfiteatro	10	0	0	0%
Bloco de Salas de Aula	10	4	4	40%
Bloco Administrativo	20	2	2	10%
Segunda Medição				
Bloco de Laboratórios	10	8	8	80%
Anfiteatro	10	0	0	0%
Bloco de Salas de Aula	10	4	4	40%
Bloco Administrativo	20	4	4	20%

*umidades relativas levantadas (aparentes) x umidades relativas registradas pela estação de Manaus (reais).

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

Já em relação aos parâmetros de conforto vigentes (Tabela 27) observa-se que, durante a segunda medição, todos os pontos levantados atenderam integralmente os parâmetros de umidade relativa do ar para ambientes internos e externos (ASHRAE 55, 2004) e dentro da

zona de conforto (OLGYAY, 1998; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013; MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015). As umidades relativas estiveram adequadas para o exercício de atividades intelectuais e/ou concentração constante (NR 17, 1990) em todos os pontos levantados, durante ambas as medições.

Todavia, durante a primeira medição, as altas umidades relativas do ar encontradas no Bloco de Laboratórios, Bloco de Salas de Aula e Bloco de Administração (Tabela 27), levaram ao não atendimento de alguns pontos levantados em relação aos limites aceitáveis de umidade relativa para ambientes internos e externos, estando alguns inclusive fora do limite da zona de conforto estabelecido para as mesmas.

Tabela 27 – Parâmetros de Umidade Relativa Atendidos

Parâmetro	Pontos	Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição (%)					
Aceitabilidade Int/Ext*	≤ 84,5	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	4	10	18
		Percentual:	40%	100%	80%
Atividade Intelectual**	≥ 40	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	10	10	20
		Percentual:	100%	100%	100%
Zona de Conforto***	18 a 80	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	1	10	13
		Percentual:	10%	100%	40%
Segunda Medição (%)					
Aceitabilidade Int/Ext*	≤ 84,5	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	10	10	20
		Percentual:	100%	100%	100%
Atividade Intelectual**	≥ 40	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	10	10	20
		Percentual:	100%	100%	100%
Zona de Conforto***	18 a 80	Válidos:	10	10	20
		Atendidos:	10	10	20
		Percentual:	100%	100%	100%

*aceitáveis para 90% a 80% dos ocupantes, em ambientes internos ou externos, segundo ASHRAE 55.

**ambientes laborais de atividade intelectual e/ou concentração constante, segundo NR 17.

***conforto ambiental e conforto ambiental permissivo, segundo principais autores.

FONTE: NR 17, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; KOENIGSBERGER *et al.*, 2013; MANZANO-AGUGLIARO *et al.*, 2015; Mendes, 2019

4.3.3. ILUMINÂNCIAS

Dentre todas as variáveis levantadas, a iluminância média dos ambientes obteve os valores mais divergentes, variando de 19,29 lux a 447,42 lux, como se pode constatar pela

Tabela 28. Em todas as edificações estudadas, as iluminâncias levantadas na primeira medição (janeiro a março) foram maiores que as levantadas na segunda (agosto a outubro). Isto se deve a angulação vertical do sítio em relação ao sol – mais inclinada entre os meses de janeiro a março e mais reta entre os meses de agosto a outubro – somada ao alongamento das edificações na direção norte-sul, bem como o sombreamento das amplas coberturas.

Tabela 28 – Iluminâncias Levantadas

Ponto		Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição (lux)					
Externos	Máx.:	262,13	344,25	348,28	320,57
	Mín.:	328,88	146,95	248,53	249,96
	Méd.:	295,50	245,60	298,40	268,91
Internos	Máx.:	447,42	280,38	248,22	200,89
	Mín.:	382,05	204,04	105,78	105,04
	Méd.:	414,73	265,58	177,00	152,97
Total	Máx.:	438,00	293,15	288,24	236,79
	Mín.:	296,08	192,62	162,88	148,52
	Méd.:	367,04	261,58	225,56	187,75
Segunda Medição (lux)					
Externos	Máx.:	112,50	273,00	270,50	480,83
	Mín.:	86,25	35,00	148,75	155,50
	Méd.:	99,38	154,00	209,63	228,17
Internos	Máx.:	250,00	215,00	255,00	46,00
	Mín.:	240,00	133,75	116,67	19,29
	Méd.:	245,00	174,38	185,83	36,79
Total	Máx.:	196,00	226,60	261,20	176,45
	Mín.:	177,50	114,00	129,50	60,15
	Méd.:	186,75	170,30	195,35	118,30

FONTE: Mendes, 2019

Para a análise qualitativa dos parâmetros de iluminância (Tabela 29) foram considerados os limites mínimos para o entorno das atividades exercidas em diferentes tipos de ambiente, conforme estabelecido pela ISO 8995-1. Observa-se que a iluminação natural nos corredores das edificações estudadas esteve adequada a iluminância mínima, com exceção do Bloco de Laboratórios, pois os corredores laterais dessa edificação estão disposto entre duas paredes, o que dimui a quantidade de lux nos mesmos.

A iluminação natural nas escadas – ambiente presente apenas no Bloco de Administração – mostrou-se adequada durante ambas as medições, porém, nenhum dos pontos levantados nos ambientes internos do mesmo edifício obtiveram uma iluminação natural com quantidade de lux suficiente para atingir os limites mínimos para salas ou para laboratórios (Tabela 29). Este resultado se deve prolongamento da cobertura do bloco, um pouco maior em

relação aos demais, assim como a distribuição interna das salas e o uso de *insulfilm* em muitas das janelas.

Tabela 29 – Parâmetros de Iluminância Atendidos

Parâmetro	Pontos	Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição					
Corredores*	≥ 100	Válidos:	4	2	4
		Atendidos:	3	2	4
		Percentual:	75%	100%	100%
Escadas*	≥ 150	Válidos:	-	-	2
		Atendidos:	-	-	2
		Percentual:	-	-	100%
Salas*	≥ 200	Válidos:	2	8	6
		Atendidos:	2	7	1
		Percentual:	100%	88%	17%
Laboratórios*	≥ 300	Válidos:	4	-	-
		Atendidos:	4	-	-
		Percentual:	100%	-	-
Segunda Medição					
Corredores*	≥ 100	Válidos:	4	2	4
		Atendidos:	2	2	4
		Percentual:	50%	100%	100%
Escadas*	≥ 150	Válidos:	-	-	2
		Atendidos:	-	-	2
		Percentual:	-	-	100%
Salas*	≥ 200	Válidos:	2	8	6
		Atendidos:	1	1	1
		Percentual:	50%	13%	17%
Laboratórios*	≥ 300	Válidos:	4	-	-
		Atendidos:	2	-	-
		Percentual:	50%	-	-

*iluminância para entorno de tarefas, segundo NBR ISO/CIE 8995-1.

FONTE: ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Mendes, 2019

4.3.4. AUMENTO DA SENSAÇÃO TÉRMICA

Ao aumento percebido da temperatura (Tabela 30) se deu pela diferença entre as temperaturas levantadas em cada bloco e as sensações térmicas obtidas por meio do cálculo do índice de calor (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017), considerando apenas os efeitos das umidades relativas levantadas, uma vez que as velocidades do ar levantadas se mostraram insuficientes para induz à sensação de resfriamento em função da ventilação (EVANS, 1957;

OLGYAY, 1998). Assim sendo, observa-se que sensação térmica variou entre 27,38 °C e 34,69 °C, com um aumento percebido de 0,75 °C a 1,24 °C.

Pela Tabela 30 é possível ainda notar que, embora as sensações térmicas mais elevadas tenham ocorrido durante a segunda medição (agosto a outubro), tanto os maiores como os menores aumentos percebidos de temperaturas se deram durante a primeira medição (janeira a março), o que novamente aponta para uma inércia em relação à umidade relativa do ar, provocada pela implantação das edificações em meio a um fragmento florestal. No entanto, os edifícios com vegetação mais densa ao seu redor, o Bloco de Salas de Aula e o Bloco de Administração, obtiveram os maiores aumentos percebidos de temperaturas.

Tabela 30 – Sensações Térmicas e Aumentos Percebidos da Temperatura

Variável		Blc Laboratórios	Anfiteatro	Blc Salas de Aula	Blc Administração
Primeira Medição (°C)					
Temperatura*	Máx.:	27,07	31,23	31,11	30,33
	Mín.:	26,54	31,14	30,78	29,96
	Méd.:	26,81	31,19	30,94	30,15
Umidade Relativa (%)	Máx.:	88,71	67,91	81,49	82,49
	Mín.:	81,69	60,56	71,81	74,05
	Méd.:	85,20	64,24	76,65	78,27
Sensação Térmica**	Máx.:	28,15	32,18	32,40	31,58
	Mín.:	27,38	31,89	31,78	30,95
	Méd.:	27,77	32,04	32,09	31,26
Aumento Percebido**	Máx.:	1,08	0,95	1,29	1,24
	Mín.:	0,84	0,75	1,01	0,99
	Méd.:	0,96	0,85	1,15	1,11
Segunda Medição (°C)					
Temperatura*	Máx.:	28,76	30,54	33,55	31,05
	Mín.:	28,64	30,35	33,41	30,97
	Méd.:	28,70	30,45	33,48	31,01
Umidade Relativa (%)	Máx.:	76,39	68,85	66,22	70,29
	Mín.:	73,04	67,46	54,80	65,44
	Méd.:	74,72	68,16	60,51	67,86
Sensação Térmica**	Máx.:	29,69	31,45	34,69	32,04
	Mín.:	29,47	31,20	34,24	31,83
	Méd.:	29,58	31,32	34,46	31,94
Aumento Percebido**	Máx.:	0,93	0,91	1,14	1,00
	Mín.:	0,83	0,85	0,83	0,86
	Méd.:	0,88	0,88	0,98	0,93

*conversão de Fahrenheit para Celsius: $T(^{\circ}\text{C}) = (T(^{\circ}\text{F}) - 32) / 1,8$

**índice de calor (Heat Index): $HI = 0,5 * (T + 61 + (T - 68) * 1,2) + (RH * 0,094)$

FONTE: Rothfusz, 1990; NOAA, 2017; Mendes, 2019

4.3.5. HOMOGENEIDADE DAS AMOSTRAS

As quatro edificações analisadas correspondem a uma amostra de 11,43% das edificações originais. No Bloco de Laboratórios (Tabela 31) observam-se médias e medianas bastante próximas. Os desvios padrão próximos a zero denotam a alta homogeneidade dos horários de coleta e das velocidades do ar levantadas, já as temperaturas e umidade relativa foram relativamente homogêneas se comparados aos desvios padrão das iluminâncias, que são considerados dados heterogêneos (CRESPO, 2009).

Como mostra a Tabela 32, o Anfiteatro também obteve médias e medianas dos dados coletados bastante próximas. Valores próximos à zero dos desvios padrão mostram a alta homogeneidade dos horários de coleta, temperaturas e velocidades do ar, bem como uma umidade relativa mais homogênea em comparação a heterogeneidade das iluminâncias.

Tabela 31 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Laboratórios

Ponto	Horário	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Ar (m/s)	Iluminância (lux)
Primeira Medição					
1	10:40	26,55	89,00	0,45	114,00
2	13:05	24,75	89,80	0,35	392,90
3	14:15	24,00	89,50	0,95	396,70
4	09:30	29,40	78,35	0,80	300,00
5	10:45	28,05	82,00	0,45	300,00
6	11:50	31,80	85,25	1,40	700,00
7	14:05	29,05	80,75	0,00	700,00
8	08:10	27,75	85,05	0,00	349,40
9	09:15	28,60	85,05	0,00	349,40
10	15:30	24,35	87,25	1,20	68,00
Segunda Medição					
1	10:50	29,95	74,20	0,40	150,00
2	13:25	27,50	76,15	0,00	120,00
3	13:15	27,40	74,80	0,00	195,00
4	12:30	31,65	72,20	0,85	112,50
5	13:35	27,95	76,15	0,00	325,00
6	13:45	31,00	74,50	0,00	415,00
7	12:45	29,05	71,45	0,40	95,00
8	15:00	28,40	76,75	0,00	150,00
9	15:10	28,80	75,80	0,00	265,00
10	13:00	28,15	75,15	0,90	40,00
Me	12:31	28,21	79,96	0,41	276,90
Md	13:02	28,28	77,55	0,38	282,50
DP	± 0,09	± 2,15	± 6,12	± 0,46	± 187,63

FONTE: Mendes, 2019

Tabela 32 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Anfiteatro

Ponto	Horário	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Ar (m/s)	Iluminância (lux)
Primeira Medição					
1	14:00	32,50	64,10	0,40	235,00
2	14:30	30,75	64,15	0,45	157,10
3	14:00	30,80	64,40	0,40	341,00
4	13:30	31,55	65,20	0,50	297,20
5	15:00	31,35	63,70	0,40	341,00
6	15:30	31,25	64,80	0,60	256,20
7	17:00	30,95	64,20	0,40	224,20
8	16:30	30,75	63,50	0,40	206,00
9	16:00	30,75	64,20	0,40	207,00
10	15:30	31,20	64,10	0,40	351,10
Segunda Medição					
1	09:15	30,05	68,55	0,00	110,00
2	14:30	29,90	69,55	0,00	375,00
3	10:15	30,25	69,65	0,00	185,00
4	10:40	30,30	68,65	0,20	160,00
5	09:00	29,30	70,00	0,00	180,00
6	11:45	31,90	62,60	0,00	198,00
7	11:00	31,30	68,15	0,00	145,00
8	11:20	30,40	68,00	0,00	105,00
9	11:30	30,40	68,15	0,00	190,00
10	09:30	30,65	68,25	0,00	55,00
Me	13:00	30,82	66,20	0,23	215,94
Md	13:45	30,75	65,00	0,30	202,00
DP	± 0,11	± 0,73	± 2,49	± 0,22	± 88,25

FONTE: Mendes, 2019

Observam-se no Bloco de Salas Aula (Tabela 33), além de médias e medianas próximas, desvios padrão próximos a zero quanto aos horários de coleta e das velocidades do ar levantados, sendo considerados dados homogêneos. As temperaturas possuem mais homogeneidade em comparação às umidades relativa, que por sua vez são mais homogêneas as iluminâncias levantadas, essa últimas com alto desvio padrão.

Por ser a única edificação de dois pavimentos, o Bloco de Administração possui o dobro de pontos levantados em relação às demais edificações. Na Tabela 34 é possível constatar não apenas a proximidade das médias e medianas, mas a alta homogeneidade dos horários de coleta, temperaturas e velocidades do ar, por seus desvios padrão próximos à zero. Além disso, há uma maior homogeneidade dos dados de umidade relativa em comparação as iluminâncias levantadas, cujo alto desvio padrão denota heterogeneidade.

Tabela 33 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Salas de Aula

Ponto	Horário	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Ar (m/s)	Iluminância (lux)
Primeira Medição					
1	14:00	30,55	86,87	0,60	324,30
2	14:30	30,60	66,85	0,40	171,40
3	15:00	30,50	69,85	0,40	162,40
4	15:00	31,15	84,16	0,60	304,20
5	15:30	31,18	71,55	0,40	195,30
6	15:30	31,18	72,38	0,40	205,20
7	16:00	31,10	82,95	0,60	302,30
8	16:30	31,05	74,10	0,40	176,20
9	17:00	31,08	72,65	0,40	151,50
10	17:30	31,03	85,15	0,60	262,80
Segunda Medição					
1	14:35	34,80	55,50	0,60	132,50
2	15:30	33,30	59,45	0,00	165,00
3	15:40	33,00	62,65	0,00	485,00
4	14:25	34,35	58,30	0,50	146,00
5	13:25	33,20	65,95	0,00	90,00
6	13:35	33,05	67,00	0,00	95,00
7	14:15	35,00	49,05	0,65	250,00
8	13:45	31,80	64,60	0,00	125,00
9	13:55	31,45	66,65	0,00	125,00
10	14:05	34,85	55,95	0,70	310,00
Me	14:59	32,21	68,58	0,36	208,96
Md	14:47	31,31	66,93	0,40	173,80
DP	± 0,05	± 1,57	± 10,51	± 0,26	± 98,20

FONTE: Mendes, 2019

Tabela 34 – Desvios Padrão e Coeficientes de Variação do Bloco de Laboratórios

Ponto	Horário	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Velocidade do Ar (m/s)	Iluminância (lux)
Térreo - Primeira Medição					
1	14:00	30,15	83,80	0,60	235,00
2	14:00	30,55	66,85	0,40	171,40
3	14:30	30,60	69,85	0,40	162,40
4	15:00	30,10	83,76	0,60	317,10
5	15:00	31,08	71,55	0,40	195,30
6	15:30	31,18	72,38	0,40	205,20
7	15:30	28,73	85,20	0,50	294,43
8	14:00	28,78	81,22	0,40	134,20
9	14:30	28,70	76,00	0,40	235,31
10	16:00	28,80	86,21	0,40	351,10
Térreo - Segunda Medição					
1	09:45	30,80	71,75	0,00	450,00
2	10:20	30,40	62,70	0,00	25,00

3	10:30	30,45	64,35	0,00	47,00
4	09:55	31,25	68,60	0,00	15,00
5	10:40	31,50	69,40	0,00	15,00
6	10:50	31,65	69,70	0,00	55,00
7	10:05	31,40	74,70	0,00	179,00
8	11:00	30,90	58,25	0,00	10,00
9	11:10	30,60	60,05	0,00	30,00
10	10:15	31,95	65,40	1,05	280,00
1º Andar - Primeira Medição					
1	13:30	30,30	79,60	0,40	117,60
2	14:00	30,25	77,70	0,40	116,30
3	14:30	30,95	79,40	0,50	194,30
4	15:00	30,35	81,55	0,40	125,40
5	15:30	30,28	75,35	0,40	140,20
6	16:00	30,33	75,45	0,40	158,90
7	16:30	30,33	78,25	0,40	120,20
8	17:00	30,93	83,20	0,50	221,50
9	17:30	30,33	79,40	0,40	113,20
10	13:00	30,28	78,70	0,40	145,90
1º Andar - Segunda Medição					
1	11:00	31,40	63,20	0,00	10,00
2	11:40	30,40	70,00	0,00	40,00
3	11:30	31,20	68,30	0,00	165,00
4	10:30	31,55	65,50	0,00	10,00
5	11:50	28,70	74,15	0,00	100,00
6	10:15	30,90	76,80	0,00	10,00
7	12:00	31,00	72,40	0,00	15,00
8	11:20	29,75	69,25	0,00	280,00
9	12:30	31,40	64,80	0,00	45,00
10	13:40	32,95	67,90	0,00	45,00
Me	13:01	30,58	73,07	0,24	139,52
Md	13:15	30,58	72,39	0,40	129,80
DP	± 0,10	±0,92	±7,26	± 0,26	± 108,82

FONTE: Mendes, 2019

4.3.6. FREQUÊNCIA E CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS

Em cada uma das quatro edificações foram levantados dez pontos por pavimento, sendo três edificações térreas (Bloco de Laboratórios, Anfiteatro e Blocos de Salas de Aulas) e uma edificação de dois pavimentos (Bloco de Administração), houve duas coletas de dados (primeira e segunda medição), num total de 50 pontos levantados e 600 dados coletados. O erro padrão, para a amostra de horários de coleta foi de 0,01, para a amostra de temperaturas

foi de 0,19, para a amostra de umidade relativa foi de 0,86, para a amostra de velocidades do ar foi de 0,03 e para a amostra de iluminâncias foi 13, 23 (GUIMARÃES, 2012).

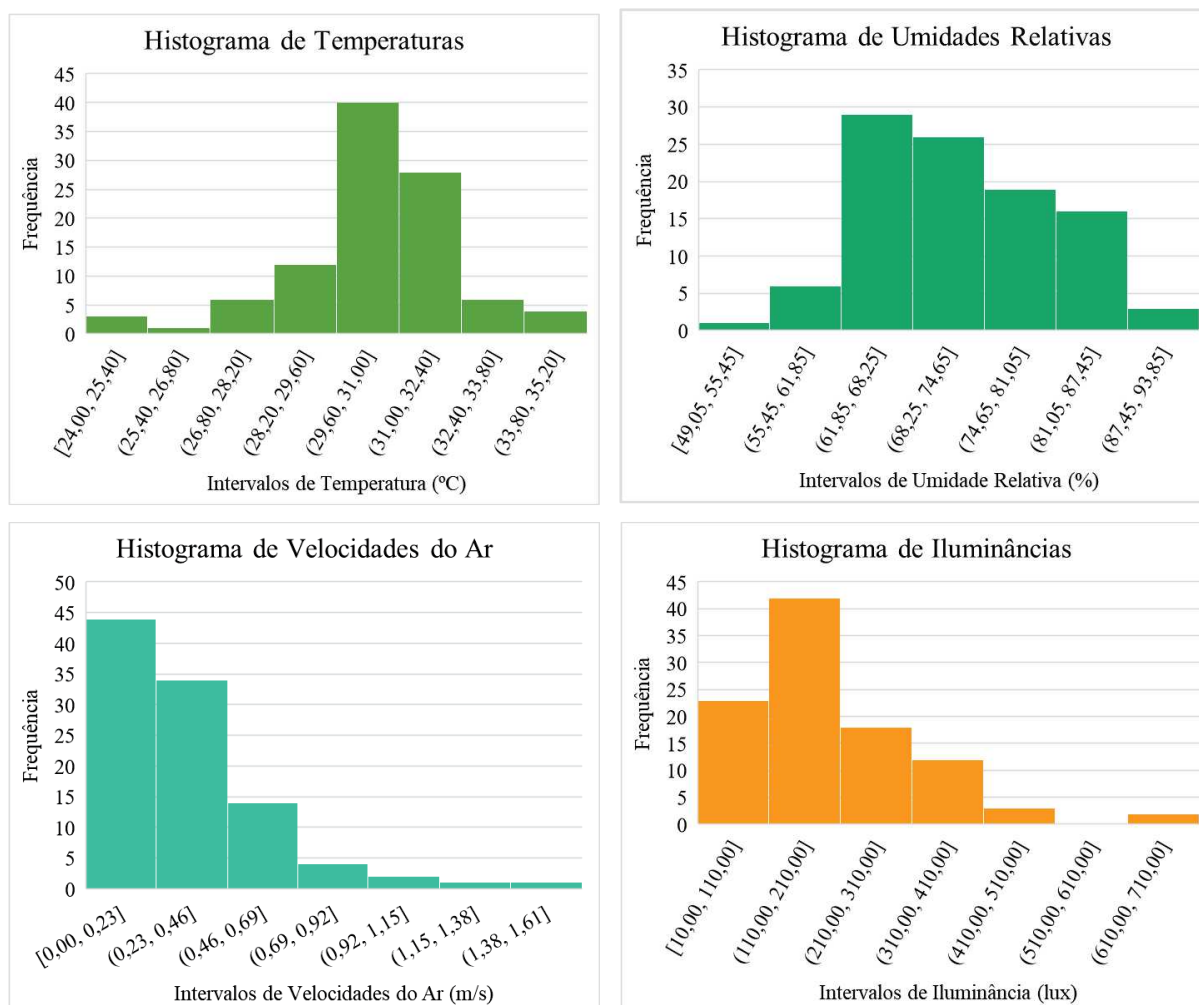


Figura 33 – Histogramas dos Dados Coletados

FONTE: Microsoft Excel, 2010; Mendes, 2019

Na Figura 33 encontram-se os histogramas das variáveis levantadas. Pelo histograma de temperaturas verifica-se maior frequência no intervalo de 29,60°C a 31,00 °C, sua forma ligeiramente simétrica denota certa estabilidade da amostra. Já no histograma de umidades relativas é possível constatar como intervalos mais frequentes de 61,25% a 68,25 e de 68,25% a 74,65%, seu formato mais assimétrico, uma alta densidade em determinados intervalos.

Pelo histograma de velocidades do ar se nota que seus valores ocorreram com maior frequência entre 0,00 m/s a 0,23 m/s, sua forma assimétrica e distorcida a direita confirma a ocorrência de muitos valores próximos à zero. Não obstante, no histograma de iluminâncias se observam valores mais frequentes entre 110 a 210 lux, seu formato assimétrico e com uma barra isolada denota uma leve anomalia no processo, possivelmente oriunda da heterogeneidade dos dados coletados.

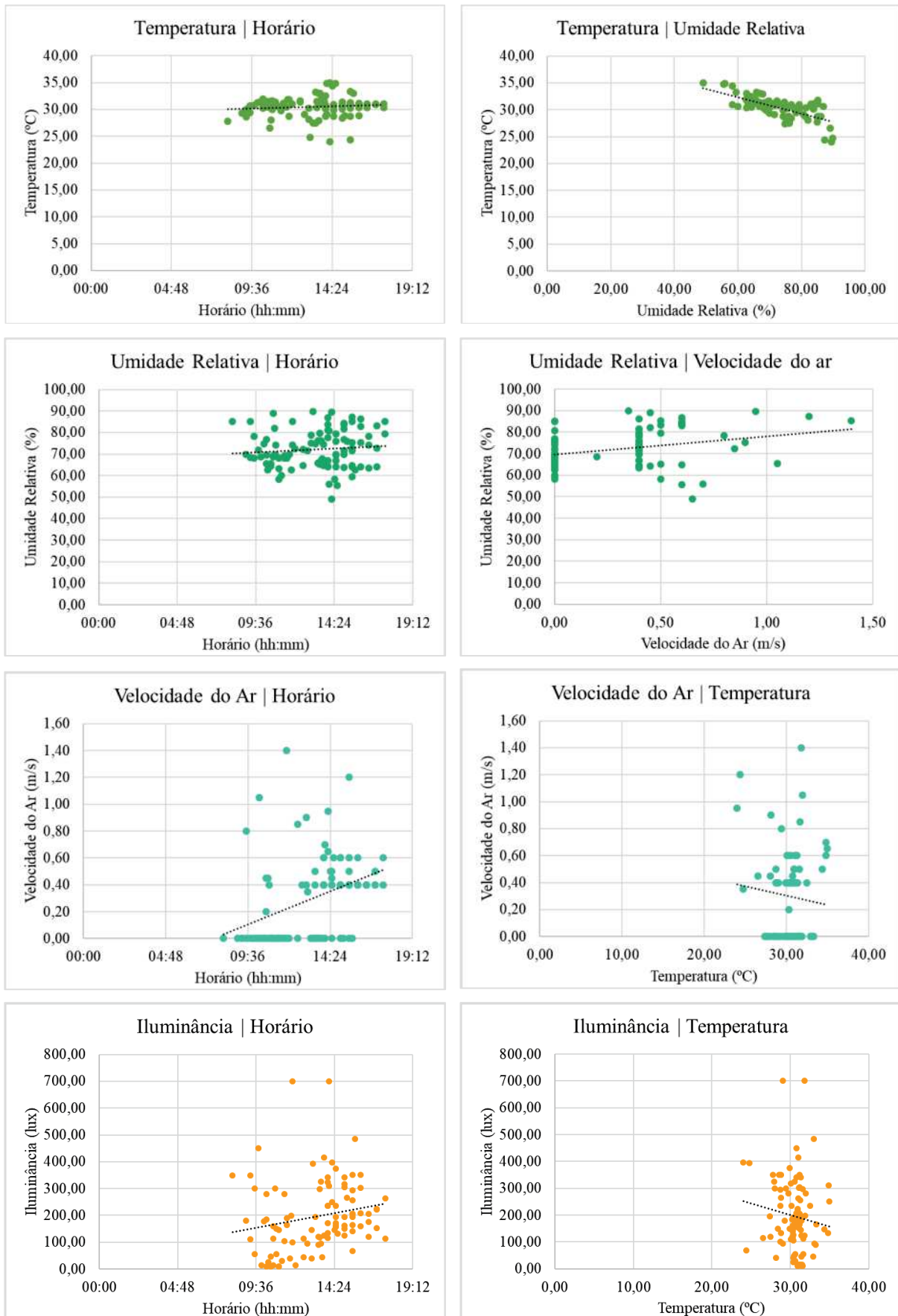


Figura 34 – Diagramas de Dispersão dos Dados Coletados

FONTE: Microsoft Office Excel, 2010; Mendes, 2019

Nos gráficos de dispersão (Figura 33) é possível constatar a correlação entre as variáveis levantadas. Os diagramas de dispersão de temperatura demonstraram uma correlação forte e levemente positiva entre as temperaturas e os horários de coleta, além de uma correlação forte e negativa entre as temperaturas e as umidades relativas. Já nos diagramas de dispersão de umidades relativas observa-se uma correlação positiva entre as umidades relativas e os horários de coleta, bem como uma correlação nula entre as umidades relativas e as velocidades do ar.

Em relação aos diagramas de dispersão das velocidades do ar, nota-se que não há qualquer correlação entre as velocidades do ar e horários de coleta ou entre as velocidades do ar e as temperaturas levantadas. Todavia, pelos diagramas de dispersão de iluminâncias, é possível constatar uma correlação fraca e positiva entre as iluminâncias e os horários de coleta, embora a correlação entre as iluminâncias e as temperaturas levantadas possa ser considerada nula.

4.4. AVALIAÇÃO INTEGRADA DAS EDIFICAÇÕES



Figura 35 – Imagem via Satélite com Coordenadas das Edificações Estudadas

FONTE: Google Earth, 2017; Mendes, 2019

A avaliação integrada das edificações estudadas unifica em tabelas as estratégias bioclimáticas, parâmetros atendidos, variáveis de conforto ambiental e eficiência energética da envoltória de cada edificação avaliada (Tabela 35 a Tabela 38), facilitando assim a

observação das diferenças e semelhanças dos blocos entre si. Na Figura 35 encontra-se a imagem satélite do Setor Norte com as coordenadas geográficas de cada edifício estudado, como suporte à interpretação desta avaliação.

Tabela 35 – Avaliação Integrada do Bloco de Laboratórios

I. Estratégias Bioclimáticas

Escolha de Materiais

- Materiais com boa resistência à umidade;
- Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste;
- Cobertura em cores claras*.

Sombreamento

- Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,7;
- Proteção contra a insolação direta nas fachadas (cobertura e corredor-varanda);
- Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação.

Ventilação Natural

- Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes;
- Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar;
- Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno;
- Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul); Sistema de calefação (lanternim)*.

II. Parâmetros de Conforto Ambiental

Atendidos Integralmente

- Aceitabilidade para temperaturas (ASHRAE 55);
- Adequação da umidade relativa à atividade intelectual (NR 17).

Atendidos Parcialmente

- Aceitabilidade para umidades relativas (ASHRAE 55);
- Zona de conforto para temperaturas e umidades relativas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Iluminação mínima em corredores, salas e laboratórios (ISO 8995-1).

Não Atendidos

- Adequação das temperaturas à atividade intelectual (NR 17).

III. Eficiência Energética da Envoltória		IV. Variáveis de Conforto Ambiental	
Indicador de Consumo:	A	Temperatura (°C):	28,21
Pré-requisitos:	E	Sensação térmica (°C):	29,17
		Umidade relativa (%):	79,96
Classificação Geral:	E	Iluminância (<i>lux</i>):	276,90
		Velocidade do ar (m/s)**:	0,41

*descaracterizada devido à falta de manutenção e/ou modificações na obra.

**valores desconsideráveis devido ao pouco tempo de incidência.

FONTE: NR 17, 1990; Rothfus, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Koenigsberger *et al.*, 2013; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015; NOAA, 2017; Mendes, 2019

Dentre todas as edificações, apenas o Bloco de Laboratórios (Tabela 35) manteve o bosqueamento da vegetação próxima, que somado ao posicionamento na cota mais alta do terreno, aponta o motivo pelo qual o bloco obteve melhor desempenho de temperatura,

sensação térmica e iluminância em relação aos demais, ainda que possua a mesma classificação de eficiência energética da envoltória. Vale ainda salientar que o edifício foi o único a atingir parcialmente a zona de conforto para temperaturas, porém, sendo também o único a não atingir integralmente a iluminação mínima em corredores.

Tabela 36 – Avaliação Integrada do Anfiteatro

I. Estratégias Bioclimáticas

Escolha de Materiais

- Materiais com boa resistência à umidade;
- Materiais de alta massa térmica na envoltória;
- Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste;
- Cobertura em cores claras*.

Sombreamento

- Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:2,2;
- Proteção contra a insolação direta, nas fachadas (cobertura e corredor-varanda);
- Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.

Ventilação Natural

- Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar;
- Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno;
- Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).

II. Parâmetros de Conforto Ambiental

Atendidos Integralmente

- Aceitabilidade para temperaturas e umidades relativas (ASHRAE 55);
- Zona de conforto para umidades relativas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Adequação das umidades relativas à atividade intelectual (NR 17);
- Iluminação mínima em corredores (ISO 8995-1).

Atendidos Parcialmente

- Iluminação mínima em salas (ISO 8995-1).

Não Atendidos

- Zona de conforto para temperaturas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Adequação das temperaturas à atividade intelectual (NR 17).

III. ENCE da Envoltória		IV. Variáveis de Conforto Ambiental	
Indicador de Consumo:	A	Temperatura (°C):	30,82
Pré-requisitos:	E	Sensação térmica (°C):	31,68
		Umidade relativa (%):	66,20
Classificação Geral:	E	Iluminância (<i>lux</i>):	215,94
		Velocidade do ar (m/s)**:	0,23

*descaracterizada devido à falta de manutenção e/ou modificações na obra.

**valores desconsideráveis devido ao pouco tempo de incidência.

FONTE: NR 17, 1990; Rothfusz, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Koenigsberger *et al.*, 2013; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015; NOAA, 2017; Mendes, 2019

No âmbito das estratégias bioclimáticas, somente o Anfiteatro (Tabela 36) possui materiais de alta massa térmica na envoltória, o que explica a maior estabilidade das

temperaturas e umidades relativas, comparando os dados coletados na primeira e na segunda medição. O bloco também apresentou menor umidade relativa dentre as edificações, o que dá indício de sua proximidade com o edifício no central do campus (Figura 35), bem como a distribuição interna dos espaços e geometria da planta, diferenciadas dos demais blocos.

Tabela 37 – Avaliação Integrada do Bloco de Salas de Aula

I. Estratégias Bioclimáticas

Escolha de Materiais

- Materiais com boa resistência à umidade;
- Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste;
- Cobertura em cores claras*.

Sombreamento

- Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,3;
- Proteção contra a insolação direta, nas fachadas (cobertura e corredor-varanda);
- Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.

Ventilação Natural

- Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes;
- Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar;
- Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno;
- Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul);
- Sistema de calefação (lanternim)*.

II. Parâmetros de Conforto Ambiental

Integralmente Atendidos

- Adequação das umidades relativas à atividade intelectual (NR 17);
- Iluminação mínima em corredores (ISO 8995-1).

Parcialmente Atendidos

- Aceitabilidade para temperaturas e umidades relativas (ASHRAE 55);
- Zona de conforto para umidades relativas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Iluminação mínima em salas (ISO 8995-1).

Não Atendidos

- Zona de conforto para temperaturas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Adequação das temperaturas à atividade intelectual (NR 17)

III. Eficiência Energética da Envoltória		IV. Variáveis de Conforto Ambiental	
Indicador de Consumo:	A	Temperatura (°C):	32,21
Pré-requisitos:	E	Sensação térmica (°C):	33,28
		Umidade relativa (%):	68,58
Classificação Geral:	E	Iluminância (<i>lux</i>):	208,96
		Velocidade do ar (m/s)**:	0,36

*descaracterizada devido à falta de manutenção e/ou modificações na obra.

**valores desconsideráveis devido ao pouco tempo de incidência.

FONTE: NR 17, 1990; Rothfusz, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Koenigsberger *et al.*, 2013; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015; NOAA, 2017; Mendes, 2019

Apesar de possuir a mesma classificação de eficiência energética da envoltória, o Bloco de Salas Aula (Tabela 37) apresentou o pior desempenho de temperatura, sensação

térmica e umidade relativa, o que aponta tanto para seu posicionamento em uma cota um pouco mais baixa do terreno como para a densa vegetação em seu entorno. O bloco foi ainda o único a não atingir, durante a segunda medição, a aceitabilidade para temperaturas internas.

Tabela 38 – Avaliação Integrada do Bloco de Administração

I. Estratégias Bioclimáticas

Escolha de Materiais

- Materiais com boa resistência à umidade;
- Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste;
- Cobertura em cores claras*.

Sombreamento

- Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,6;
- Proteção contra a insolação direta nas fachadas (cobertura, corredor-varanda e cobogó);
- Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.

Ventilação Natural

- Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes;
- Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno;
- Elementos que favoreçam a circulação interna de ar (cobogós);
- Jardim interno; Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul);
- Sistema de calefação (lanternim)*.

II. Parâmetros de Conforto Ambiental

Integralmente Atendidos

- Aceitabilidade para temperaturas externas (ASHRAE 55);
- Adequação das umidades relativas à atividade intelectual (NR 17);
- Iluminação mínima em corredores e escadas (ISO 8995-1).

Parcialmente Atendidos

- Aceitabilidade para temperaturas internas e umidades relativas (ASHRAE 55);
- Zona de conforto para umidades relativas (Mahoney, Manzano e Olgyay).

Não Atendidos

- Zona de conforto para temperaturas (Mahoney, Manzano e Olgyay);
- Adequação das temperaturas à atividade intelectual (NR 17);
- Iluminação mínima em salas e laboratórios (ISO 8995-1).

III. Eficiência Energética da Envoltória		IV. Variáveis de Conforto Ambiental	
Indicador de Consumo:	A	Temperatura (°C):	30,58
Pré-requisitos:	E	Sensação térmica (°C):	31,60
		Umidade relativa (%):	73,07
Classificação Geral:	E	Iluminância (<i>lux</i>):	139,52
		Velocidade do ar (m/s)**:	0,24

*descaracterizada devido à falta de manutenção e/ou modificações na obra.

**valores desconsideráveis devido ao pouco tempo de incidência.

FONTE: NR 17, 1990; Rothfus, 1990; Olgyay, 1998; ASHRAE 55, 2004; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Koenigsberger *et al.*, 2013; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015; NOAA, 2017; Mendes, 2019

Além de ser a única edificação dentre as tipologias originais a possuir dois pavimentos, o Bloco de Administração (Tabela 38) é o único a possuir cobogós, que no âmbito das estratégias de ventilação natural são elementos que favorecem a circulação interna de ar. Semelhante ao Anfiteatro, seu sistema de calefação é formado apenas por lanternins externos na cobertura de fibrocimento, embora o espaço aberto entre o forro do andar térreo e a laje do piso do primeiro andar favoreça a ventilação natural.

Apesar de atingir integralmente iluminação mínima em corredores e escadas, o Bloco de Administração obteve o pior desempenho de iluminância dentre as edificações estudadas, sendo único bloco a não atingir a iluminação mínima em salas e laboratórios, nem na primeira e nem na segunda medição. Isto se deve, sobretudo, ao prolongamento da sua cobertura, pois embora importante no bloqueio do excesso de incidência solar direta, diminui a entrada de luz natural, em especial nas salas do andar superior.

Dentre às estratégias bioclimáticas semelhantes, constatou-se em todos os blocos: i) o uso materiais com boa resistência à umidade; ii) poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; iii) volumetria alta e alongada na direção norte-sul; iv) proteção contra a insolação direta em todas as fachadas; v) espaçamento entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; vi) posicionamento nas cotas mais altas do terreno; vii) sistema de ventilação cruzada por janelas nas fachadas norte e sul. Não obstante, todas as edificações estudadas apresentam estratégias que foram descaracterizadas.

Em relação aos parâmetros de conforto ambiental, apenas a adequação da umidade relativa à atividade intelectual – maior que 40% (NR 17, 1990) – foi integralmente atendida durante as duas medições (janeiro a março e agosto a outubro) e em todos os blocos, contudo, o requisito temperatura da mesma norma – entre 20°C e 23 °C – não foi atendido em nenhuma situação. Quanto à eficiência energética da envoltória, todas as edificações atingiram indicadores de consumo nível “A”, porém, o não atendimento dos pré-requisitos rebaixou a classificação geral das mesmas para categoria “E”. As médias de temperatura estiveram entre 28,21 °C e 32,21 °C, as sensações térmicas entre 29,17 °C e 33,28 °C, as umidades relativas entre 66,20% e 79,96%, e as iluminâncias entre 139,52 lux e 276,90 lux.

4.5. INFLUÊNCIA DAS ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS

A influência ou não influência das estratégias bioclimáticas encontradas, tanto no cálculo da eficiência energética da envoltória e como no conforto ambiental das edificações

levantadas, foram dispostas na Tabela 39. Evitar o excesso de zonas pavimentadas tem influência positiva sobre o cálculo da eficiência energética da envoltória, uma vez que a área destes ambientes é subtraída da área total do piso (A_{tot}). Ademais, tal estratégia impacta no conforto térmico da edificação, pois áreas permeáveis, além de absorverem água, normalmente são cobertas de vegetação, o que tanto acarreta num aumento na umidade relativa do ar e quanto auxilia na diminuição da temperatura.

O uso de materiais com boa resistência a umidade, recomendável devido à alta umidade e índice pluviométrico da zona bioclimática, demonstrou uma influência indireta no cálculo da eficiência energética da envoltória e no conforto ambiental das edificações. Esta estratégia evita o escurecimento das superfícies externas devido ao acúmulo de lodo, o que por sua vez evita o aumento da absorvância das superfícies (α_{Par} e α_{Cob}), ou seja, o calor que as mesmas absorvem (ABNT NBR 15.220-1, 2005).

Utilizar materiais de alta massa térmica na envoltória, como as paredes em alvenaria de 25 cm de espessura encontradas no Anfiteatro, exerce impacto no conforto devido ao atraso térmico (j) – o tempo que leva para o calor ser transmitido através da superfície do material. No cálculo da eficiência energética em edificações esta estratégia influencia nos pré-requisitos da envoltória, devido à alta capacidade (CT) e baixa transmitância (T) térmicas. Todavia, vale destacar que tal influência nem sempre seja positiva, pois para uma capacidade térmica da parede (CT_{par}) acima de 80 kJ/m²K a transmitância térmica (U_{par}) deve estar entre 2,50 W/m²K e 3,70 W/m²K (INMETRO, 2010).

Minimizar as aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste diminui o percentual de abertura nas fachadas (PA_{Ft}), em especial o percentual de abertura na fachada oeste (PA_{Fo}), influenciando positivamente na ENCE da envoltória. As fachadas leste e oeste recebem maior insolação, sendo o vidro é um material que normalmente apresenta alta emissividade (ϵ), ou seja, capacidade de emitir radiação solar, esta estratégia tem impacto positivo sobre o conforto térmico e lumínico, pois evita o ofuscamento.

O uso de cores claras na envoltória diminui a absorvância (α_{Par} e α_{Cob}) da mesma, o que influencia positivamente no cálculo da eficiência energética da envoltória e no conforto térmico. Exerce ainda influência no conforto lumínico, pois potencializa a iluminação natural e/ou artificial devido ao aumento da reflexibilidade das superfícies (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013), todavia, esta influência pode ser positiva ou negativa, a depender da

intensidade e distribuição das fontes de luz no ambiente, minimizando o uso das lâmpadas ou provocando ofuscamento pelo excesso de luz.

Tabela 39 – Influência das Estratégias Bioclimáticas nos Quesitos Avaliados

Categoria	Estratégias encontradas	Influência			
		ENCE da Envoltória*		Conforto Ambiental **	
		Sim	Não	Sim	Não
Escolha de Materiais	Evitar o excesso de zonas pavimentadas;	x	-	x	-
	Materiais com boa resistência á umidade;	x	-	x	-
	Materiais de alta massa térmica na envoltória;	x	-	x	-
	Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste;	x	-	x	-
	Cobertura em cores claras.	x	-	x	-
Sombreamento	Edificações altas e alongadas na direção norte-sul;	x	-	x	-
	Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas;	-	x	x	-
	Proteção contra a insolação direta em todas as fachadas;	x	-	x	-
	Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação;	-	x	x	-
Ventilação Natural	Edificações individualizadas e com espaçamento entre si favorecendo a circulação de ar;	-	x	x	-
	Edificações posicionadas nas cotas mais altas do terreno;	-	x	x	-
	Jardins e pátios internos;	x	-	x	-
	Implantação com distribuição livre;	-	x	x	-
	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes;	x	-	x	-
	Uso de elementos que favoreçam a circulação interna de ar;	x	-	x	-
	Sistema de ventilação cruzada;	x	-	x	-
	Sistema de calefação.	x	-	x	-

*eficiência energética calculada segundo o método prescritivo do RTQ-C

**conforto térmico (temperatura no bulbo úmido, umidade relativa e velocidade do ar) e lumínico (iluminância)

FONTE: NR 17, 1990; Rothfus, 1990; Olgyay, 1998; ABNT NBR 15.220-2, 2005; Loureiro; Carlo; Lamberts, 2002; ASHRAE 55, 2004; INMETRO, 2010; ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013; Koenigsberger *et al.*, 2013; Lamberts; Dutra; Pereira, 2014; Manzano-Agugliaro *et al.*, 2015; NOAA, 2017; Mendes, 2019.

Conceber edificações altas impacta positivamente no conforto térmico de ambientes sem climatização artificial, com um pé direito alto – distância entre o piso acabado e o forro ou face interna da cobertura – o ar mais quente tenderá a subir e se concentrar acima da altura dos usuários (LABEEE, 2017). Embora em ambientes com climatização artificial seja

recomendável o uso de forro rebaixando, esta estratégia possibilita criar uma espessa camada interna de ar entre o forro e o telhado, o que diminui a capacidade térmica do cobertura (Ucob) e, assim, exerce influência positiva no cálculo da eficiência energética da envoltória.

Já o alongamento das edificações na direção norte-sul exerce impacto positivo sobre o conforto térmico das mesmas, pois as fachadas norte e sul recebem menor insolação. A proporção entre as fachadas na direção norte-sul e leste-oeste pode, ou não, ter influência sobre o cálculo da eficiência energética da envoltória, a depender do percentual de abertura dessas fachadas (PAFt e PAFo) e dos respectivos ângulos horizontais e verticais de sobreamento (AHS e AVS).

Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas não têm impacto direto no cálculo da eficiência energética da envoltória segundo o método prescritivo da ENCE PBE Edifica, uma vez que as edificações são avaliadas isoladamente. Todavia, o sombreamento dos espaços públicos e áreas externas diminui a incidência solar sobre as superfícies e assim exerce influência sobre os índices de conforto térmico e conforto lumínico, podendo no último caso ser positiva ou negativa a depender da iluminância (L), ou seja, quantidade de luz no ambiente.

A proteção contra a insolação direta em nas fachadas tem impacto positivo no cálculo da eficiência energética da envoltória, devido ao aumento dos ângulos horizontais e verticais de sobreamento (AHS e AVS). Também influencia positivamente no conforto térmico, pois diminui o aquecimento das superfícies, em especial as envidraçadas, pela diminuição da incidência da radiação solar. Não obstante, a influência sobre o conforto lumínico será positiva apenas quando houver excesso de luz adentrando nas aberturas e superfícies envidraçadas, o que provoca ofuscamento, sendo negativa caso a iluminância (L) seja insuficiente para a atividade exercida, como foi observado em alguns ambientes internos das edificações estudadas.

Manter vegetação alta próxima às edificações, embora não exerça influência sobre o cálculo da eficiência energética da envoltória segundo o método prescritivo, têm impacto positivo no conforto térmico se, e somente se, a mesma proporcionar sombreamento sem barrar a ventilação. Como observado no levantamento de conforto ambiental, o Bloco de Laboratório, cuja vegetação ao redor é bosqueada, apresentou temperaturas internas e externas mais amenas em relação aos demais edifícios.

Conceber edificações individualizadas e com espaçamento entre si favorecendo a circulação de ar não influencia no cálculo da ENCE da envoltória, no qual as edificações são avaliadas separadamente. Todavia, vale ressaltar o impacto desta estratégia sobre o conforto térmico, pois permite maior dissipação do calor quando associada a sistemas de ventilação cruzada (NEVES, 2006), ainda que no presente estudo nenhum ponto tenha apresentado velocidade do ar suficientemente constante para diminuição da sensação térmica (EVANS, 1957; OLGYAY, 1998) ou para o aumento da temperatura aceitável (ASHRAE 55, 2004). Quanto ao conforto lumínico, esta estratégia permite uma maior incidência de luz natural em seus ambientes, podendo ter um impacto positivo ou negativo.

Embora a locação das edificações nas cotas mais altas do terreno não influencie no cálculo da eficiência energética da envoltória segundo o método prescritivo, foi constatada sua influência no conforto térmico das edificações avaliadas. O Bloco de Salas de Aula, posicionado em uma cota mais baixa do terreno em relação aos demais edifícios, apresentou em média as maiores temperaturas. Esta estratégia também pode ter impacto sobre conforto lumínico, no caso de terrenos extremamente íngremes, onde a topografia forme barreira à incidência de iluminação natural.

Conceber edifícios com jardins e pátios internos exerce influência positiva sobre o cálculo da eficiência energética da envoltória, uma vez que a área destes ambientes é subtraída da área total do piso (A_{tot}) e, no caso de jardins e/ou pátios descobertos, é subtraída ainda da área de projeção da cobertura do edifício (A_{pcob}). Ainda que esta estratégia se encontre apenas no Bloco de Administração, não foi observada sua influência no conforto térmico de nenhum dos pontos levantados. Todavia, pátios internos e jardins de inverno descobertos podem impactar no conforto lumínico, devido a maior incidência de luz natural nos ambientes internos.

A implantação com a distribuição livre dos edifícios não influencia no cálculo da ENCE da envoltória segundo o método prescritivo do RTQ-C. Todavia se observou sua influência sobre o conforto térmico dos blocos estudados, pois possibilitou posicionar as edificações nos dois platôes de cota mais elevada do terreno. Da mesma forma, a distribuição livre dos edifícios pode influenciar no conforto lumínico, a depender do gabarito das edificações, impedindo que os edifícios mais altos sombreiem os mais baixos.

Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes influenciam positivamente o conforto térmico, pois evitam o aumento da umidade relativa do

ar (RH) e, assim, o aumento da sensação térmica (ROTHFUSZ, 1990; NOAA, 2017), embora não exerçam influência no cálculo da eficiência energética da envoltória ou no conforto lumínico. Já a ventilação permanente destas áreas pode impactar o cálculo da eficiência energética da envoltória, a depender da localização na fachada, do tamanho das aberturas e do material das esquadrias, ainda que no presente estudo esta estratégia não tenha impactado significativamente o percentual de abertura (PA_{Ft} e PA_{Fo}) ou a absorvância e transmitância das paredes (α _{Par} e U_{par}).

Utilizar de elementos que favoreçam a circulação interna de ar, como o cobogó do Bloco de Administração, exerce influência no cálculo da ENCE da envoltória, pois diminui a área da fachada e, por consequência, a área da envoltória (A_{env}), ou seja, “a soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura” (INMETRO, 2010, p.5). Vale salientar que embora se trate de uma superfície vazada, o cobogó não influencia no percentual de abertura nas fachadas (PA_{Ft}), uma vez que para se contabilizam apenas as aberturas envidraçadas ou com material transparente/translúcido.

Ainda sobre a estratégia acima citada, no presente estudo não se observou uma influência direta do uso de elementos que favoreçam a circulação interna de ar sobre o conforto térmico, embora exerça uma influência positiva em situações em que favoreça uma maior dissipação do calor, especialmente quando associados a sistemas de ventilação cruzada. Porém, foi constatada maior iluminância nos pontos próximos aos cobogós em relação aos pontos internos e aos pontos externos no primeiro pavimento, comprovando a influência de elementos como o cobogó sobre o conforto lumínico.

O sistema de ventilação cruzada das edificações estudadas é formado pelas janelas posicionadas nas fachadas norte e sul. Tal estratégia pode exercer influência negativa no cálculo da eficiência energética da envoltória, a depender do tamanho das esquadrias – devido ao aumento do percentual de abertura nas fachadas (PA_{Ft}) – além do fator solar (FS) do vidro ou material transparente/translúcido utilizado. Quanto ao conforto lumínico, foi constatada a influência das janelas posicionadas nas fachadas norte e sul na quantidade de *lux* mensurada nos pontos internos, devido à entrada de luz natural difusa.

O sistema de calefação das edificações estudadas é formado por lanternins externos presentes nas coberturas de todos os blocos, complementados por lanternins internos nas lajes do Bloco de Laboratórios e Bloco de Salas de Aula. Ambos influenciam o cálculo da

eficiência energética da envoltória, pois por serem feitos de material diferente do restante da cobertura, afetam sua transmitância térmica (U_{cob}) e absorptância (α_{cob}).

Devido ao fechamento permanente dos lanternins internos, não foi possível constatar qualquer a influência direta do sistema de calefação sobre o conforto térmico das edificações estudadas. Todavia, vale ainda destacar que os lanternins externos do Bloco de Administração demonstram influência no conforto lumínico dos dois pontos localizados no corredor do primeiro pavimento, por refletirem parte luz natural para o interior da edificação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS⁶

O presente estudo comprova a vanguarda de Severiano Mário Porto no que se refere à sustentabilidade ambiental na arquitetura. Como se sabe, sua visão ecológica o consagrou como um arquiteto a frente de seu tempo e o estudo de suas obras vêm a reafirmar a importância de seu papel tanto no movimento moderno como no desenvolvimento de uma arquitetura atenta às particularidades da Amazônia. Mesmo que as edificações estudadas não tenham atingido classificação “A” quanto a eficiência energética da envoltória e que as variáveis de conforto ambiental não tenham alcançado alguns dos parâmetros de conforto ambiental, é importante destacar que em nenhum momento foi julgada a relevância histórica da obra de Severiano Mário Porto no Setor Norte do Campus UFAM.

Isto seria introduzir o anacronismo à pesquisa – erro que consistiria em atribuir técnicas ou metodologias projetuais de uma época à outra – a avaliação feita teve propósito único e exclusivamente investigativo, jamais com intuito de julgar a importância histórica das edificações estudadas. A maior parte dos principais referenciais teóricos utilizados no presente estudo (Figura 36) é posterior à época do projeto e construção do Campus UFAM, o que enfatiza ainda mais o pioneirismo e sabedoria de Severiano Mário Porto no que se refere à vanguarda da sustentabilidade ambiental na arquitetura.

Além das mudanças no próprio micro-clima da cidade (INMET, 2017b), algumas estratégias bioclimáticas das edificações originais do Setor Norte sofreram alterações com o passar dos anos, como demonstrado na Figura 37. O bosqueamento da vegetação entre os blocos, que ocorre naturalmente durante o processo de construção, foi perdido pela reocupação progressiva da vegetação, chamada de mata secundária ou capoeira; os lanternins internos foram fechados para que as salas recebessem climatização artificial; e a falta de manutenção dos telhados provocou o escurecimento da superfície das coberturas.

Em relação a eficiência energética das envoltórias, observou-se que todas as edificações avaliadas atingiram indicadores de consumo (ICenv) nível “A”. Assim sendo, é possível constatar a maior parte das decisões projetuais adotadas na época da construção Campus UFAM são válidas sobre o ponto de vista da normativa atual. Quanto aos pré-requisitos, porém, o escurecimento natural das superfícies provocou o aumento da absorção de paredes e

⁶ Parte do presente capítulo foi apresentada em formato de artigo científico no VII DOCOMOMO Norte e Nordeste, disposto no APÊNDICE A – ARTIGO: O LEGADO DE SEVERIANO PORTO.

coberturas (α_{Par} e α_{Cob}), rebaixando-as ao nível “C”, apesar do rebaixamento ao nível “E” em todos os blocos se dever a transmitância das coberturas (U_{cob}), em telha de fibrocimento.

Ainda sobre o cálculo da ENCE da envoltória, vale destacar que apenas a absorptância das paredes (α_{Par}) do Anfiteatro atingiram o nível “A”, todavia, sua transmitância demasiadamente baixa em relação à capacidade térmica (U_{par} e CT_{par}) rebaixou-as ao nível “E”; já o rebaixamento das paredes do Bloco de Administração ao nível “E” se deveu a transmitância (U_{par}) demasiadamente baixa. Portanto, para que os pré-requisitos da envoltória atingissem o nível “A”, obtendo então a etiqueta parcial ENCE classificação “A”, seria necessário trocar alguns dos materiais de paredes e coberturas, como se pode observar pelas planilhas, desenhos técnicos e memórias de cálculo; disponíveis no APÊNDICE D – ADEQUAÇÃO DA ENCE.

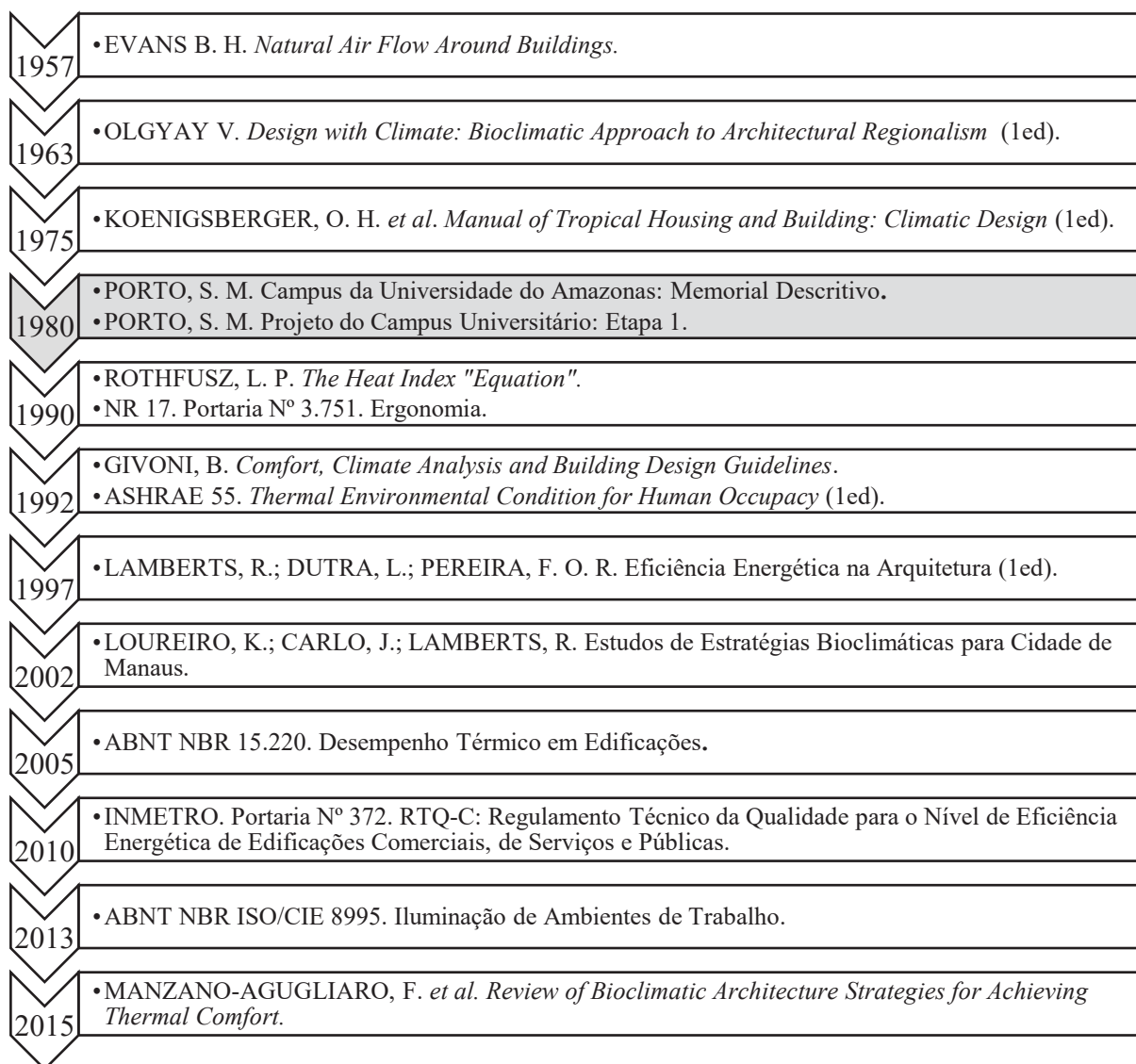
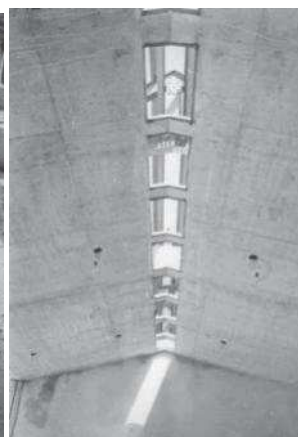


Figura 36 – Linha do Tempo dos Principais Referenciais Teóricos.

FONTE: Mendes, 2019



Perda do Bosqueamento



Fechamento dos Laternins Internos



Escurecimento das Coberturas



Figura 37 – Fotos das Alterações ao Longo do Tempo

FONTE: Carolino, 1980-1986; Mendes, 2019

Todavia, antes de propor qualquer intervenção que vise a recuperação das estratégias bioclimáticas perdidas ou o aprimoramento da eficiência energética da envoltória, é preciso fazer quatro ressalvas. A primeira é a do próprio escopo do patrimônio histórico, que nos últimos foi ampliando para incluir não apenas edificações individuais e grupos de edifícios,

mas também jardins, paisagens e o meio ambiente (AHMAD, 2006). A segunda ressalva refere-se à conservação/intervenção no patrimônio moderno, consistindo no paradoxo entre a teoria da conservação e o ideário da arquitetura moderna (ROCHA, 2011, p. 57-58)

A diversidade característica desse patrimônio, na realidade reflete uma das suas principais singularidades: a arquitetura moderna institui um novo modo de conceber que rompe com a maneira de se fazer arquitetura até então, baseada no tipo.

[...]

Para este novo modo de conceber, inaugurado pela arquitetura moderna, e ainda vigente, a forma é resultado de um processo de síntese, condicionado pelo programa e definido pelo sujeito histórico, autor do projeto, daí sua diversidade e atualidade.

Já a terceira ressalva diz respeito à relação monumento-entorno-sociedade, considerando os processos e práticas aplicáveis para que o valor cultural do patrimônio histórico não se percam pela degradação e/ou pelo abandono dos mesmos (AMARAL, MESSIAS e JUNIOR, 2017). E, não menos importante, a quarta ressalva consiste na “(...) noção de sustentabilidade econômica e socioambiental da preservação e da necessidade de sua aplicação ao patrimônio ambiental urbano” (ARANTES, 2006, p.1)

Portanto, é de suma importância que em futuras intervenções no Setor Norte não haja a demolição ou descaracterização as edificações tipo originais – tombadas a nível estadual (AMAZONAS, 2016) – seguindo as diretrizes estabelecidas pela Cartas de Atenas (ONU, 1931) e pelas leis e normas vigentes quanto a intervenção no patrimônio edificado e seu entorno, em especial a Portaria Nº 420 do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2010). Recomenda-se que se desconsidere também quaisquer intervenções no fragmento florestal, ainda que com o intuito de devolver a estratégia bioclimática de bosqueamento da vegetação próxima, pois trata-se de um patrimônio ambiental (MANAUS, 2012) e natural, não menos importante do quê o patrimônio edificado do Campus.

É recomendável, porém, que em uma futura intervenção nas edificações originais, conforme a Tabela 40, se recupere o sistema de calefação dos lanternins internos, adicionando um aparato móvel para que os mesmos possam ser abertos ou fechado quando o ar-condicionado estiver desligado ou ligado. Este *retrofit* – técnica que consiste em devolver a construções históricas certas características originárias (BARRIENTOS e QUALHARINI, 2004), sendo considerada um meio termo entre o restauro e a reforma – além de devolver a intencionalidade do autor à obra (PORTO, 1980b), poderá reduzir o gasto energético dos edifícios com climatização artificial. Todavia, vale destacar a necessidade de novos estudos para uma melhor averiguação da eficácia destes lanternins.

Ainda sobre possíveis intervenções nas edificações assinadas por Severiano Mário Porto, recomenda-se que as telhas de fibrocimento e chapas metálicas dos telhados sejam anualmente pintadas de branco, ainda que essa prática contradiga a visibilidade da passagem do tempo enfatizada na teoria da conservação de monumentos históricos (RUSKIN, 2001), pois o próprio ideário moderno é ancorado na concepção da arquitetura como processo de síntese do autor do projeto, no experimentalismo e plasticidade dos materiais (SILVA, 2012). Neste caso, a aplicação da teoria do restauro (BOITO, 2017) na cobertura baseia-se também na intencionalidade do arquiteto, claramente expressa nas especificações contidas em seus desenhos técnicos (Figura 38).

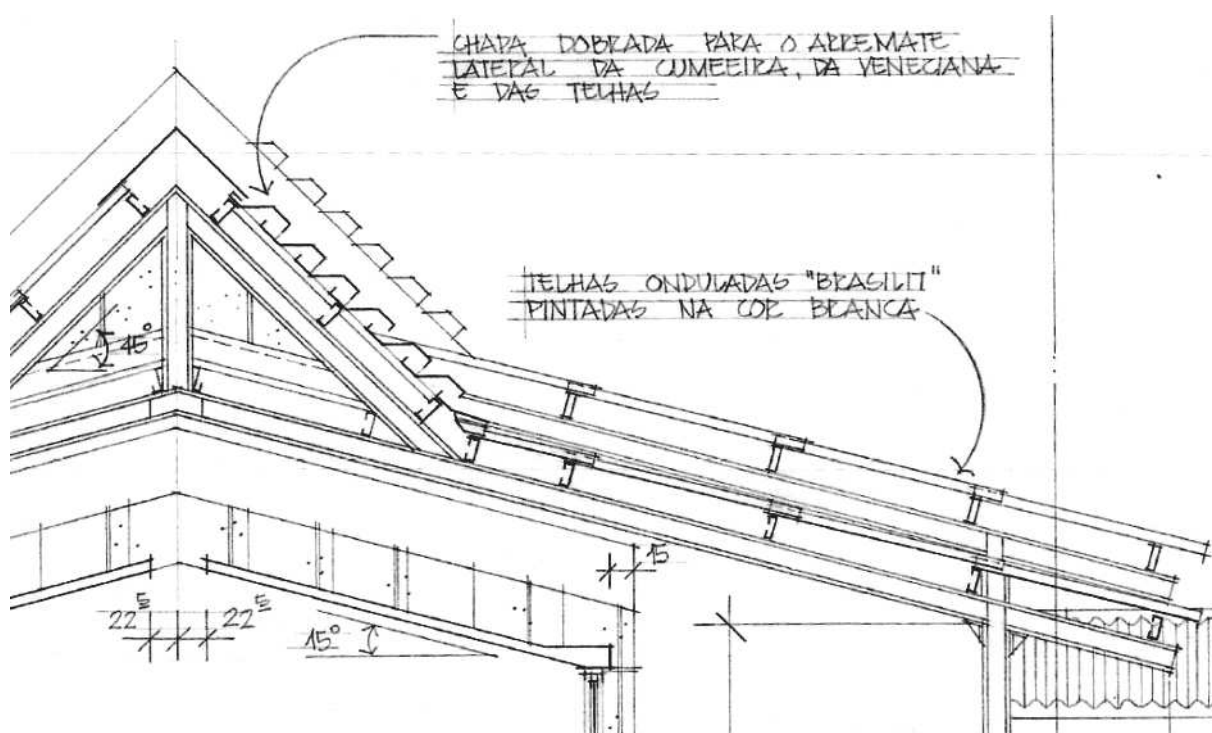


Figura 38 – Detalhe no Desenho Técnico da Cobertura

FONTE: Porto, 1980b

Tabela 40 – Recomendações para Futuras Intervenções nas Edificações Originais

Restauro e/ou Retrofit	Blc Lab	Anf	Blc Sal	Blc Adm	Demais Blcs*
Bosqueamento da mata secundária próxima	-	-	-	-	-
Instalação de sistema móvel nos lanternins internos	x	-	x	-	-
Pintura anual do telhado na cor branca	x	x	x	x	x

*cantinas, áreas de lazer e passarelas cobertas.

FONTE: Mendes, 2019

Tabela 41 – Recomendações para Futuras Intervenções nas Edificações Não Originais

Retrofit e/ou Reforma	Blc Lab	Anf	Blc Sal	Blc Adm	Demais Blcs*
Aumento do vão de abertura e instalação de sistema móvel nos lanternins internos	x	-	x	-	x / -
Substituição das telhas de fibrocimento por telhas <i>sandwich</i>	x	x	x	x	x
Pintura anual da parte metálica dos lanternins externos na cor branca	x	x	x	x	x
Substituição da alvenaria cerâmica de 25 cm por alvenaria em blocos de concreto de 20 cm	-	x	-	-	x / -
Substituição das paredes de fórmica simples na fachada por paredes de fórmica dupla	-	-	-	x	x / -
Substituição ou pintura das pastilhas cerâmicas cor amarela/areia por cor marfim	x	-	x	-	x / -
Substituição ou pintura das fórmicas cor amarela por cor marfim	-	x	x	x	x / -
Substituição ou pintura dos materiais cor laranja por cor amarela	x	-	-	-	x / -
Pintura na cor branca dos cobogós em concreto aparente	-	-	-	x	x / -
Pintar na cor branca das lajes em concreto aparente	-	-	-	x	x / -

**blocos de dois e de três pavimentos, cantinas, áreas de lazer, passarelas cobertas e centro de convivência.*

FONTE: Mendes, 2019

Quanto às edificações tipo que não datam da primeira frente de obras e nem foram assinadas por Severiano Mário Porto – ou seja, as edificações tipo não originais – é recomendável uma série de intervenções (Tabela 41) com o intuito de aprimorar a eficiência energética dos blocos, atingindo os parâmetros da ENCE categoria “A” na envoltória conforme descritos no APÊNDICE D – ADEQUAÇÃO DA ENCE. Tal reforma justifica-se não apenas na redução do consumo de energia – cerca de 10% a 30% em relação às demais edificações (CB3E UFSC, 2016) – ou na aquisição de maior conforto ambiental, mas igualmente na diferenciação entre as edificações tombadas e não tombadas.

As intervenções nas edificações tipo não originais poderão ainda se estender às demais tipologias, como o centro de convivência, os blocos de dois e de três pavimentos e, até mesmo, às cantinas, áreas de lazer e passarelas cobertas. Porém, para garantir os parâmetros da ENCE categoria “A” na envoltória, estas edificações deverão ser submetidas, assim como os edifícios avaliados no presente estudo, ao cálculo de eficiência energética da envoltória atual, por método prescritivo e/ou simulação computacional, bem como ao cálculo de eficiência energética com as alterações recomendadas (INMETRO, 2010).

Vale ainda destacar que, para obter uma avaliação integral das edificações do Campus UFAM nos três quesitos avaliados no presente estudo, faz-se necessário realizar novos levantamentos não apenas no restante das edificações do Setor Norte, mas nas edificações do Setor Sul, incluindo as edificações da Faculdade de Educação Física – também de autoria de Severiano Mário Porto – as edificações “provisórias” e as novas edificações. Salienta-se igualmente a importância de intervir em quaisquer mudanças que tenham descaracterizado o valor patrimonial da obra de Severina Mário Porto no Campus UFAM (SOUSA, 2018)

Por fim, é importante enfatizar que, seja em edificações tombadas ou não, a adequação do ambiente construído aos paradigmas da arquitetura sustentável – incluindo os aspectos normativos da eficiência energética e conforto ambiental – deve estar sempre alinhada ao respeito pelos valores históricos e culturais implícitos no mesmo, bem como sua função social, consolidada pela vivência dos espaços e pelo uso adequado e seguro das instalações.

6. REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15.215-1. **Iluminação Natural - Parte 1: Conceitos Básicos e Definições**. Rio de Janeiro, p. 5. 2005.
- ABNT NBR 15.215-4. **Iluminação Natural - Parte 4: Verificação Experimental das Condições de Iluminação Interna de Edificações - Método de Medição**. Rio de Janeiro, p. 16. 2005.
- ABNT NBR 15.220-1. **Desempenho Térmico em Edificações - Parte 1: Definições, Símbolos e Unidades**. Rio de Janeiro, p. 8. 2005.
- ABNT NBR 15.220-2. **Desempenho Térmico em Edificações - Parte 2: Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator Solar de Elementos e Componentes de Edificações**. Rio de Janeiro, p. 34. 2005.
- ABNT NBR 15.220-3. **Desempenho Térmico em Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares e de Interesse Social**. Rio de Janeiro, p. 30. 2005.
- ABNT NBR ISO/CIE 8995-1. **Iluminação de Ambientes de Trabalho - Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, p. 54. 2013.
- ABRAHIM, R. **Poesia na Floresta: A Obra de Severiano Mário Porto no Amazonas**. 1. ed. Manaus: Reggo, 2014. 111 p. ISBN 978-85-63651-46-4.
- AHMAD, Y. The Scope and Definitions of Heritage: From Tangible to Intangible. **International Journal of Heritage Studies**, v. 12, n. 3, p. 292-300, maio de 2006. ISSN 1470-3610.
- AKROM. **Manual de Instruções KR875**, outubro de 2016.
- AMARAL, C. S.; MESSIAS, P.; JUNIOR, D. V. B. Gestão e Diretrizes para Conservação do Patrimônio Arquitetônico. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 31, p. 126-137, 2017. ISSN 2318-8472.
- AMAZONAS. Lei Promulgada Nº 312. **Tombamento das Edificações de Projetos do Arquiteto Severiano Mário Porto**, Manaus, 18 de fevereiro de 2016. 1-2.
- AMORIN, M. C. D. C. T. Climatologia e Gestão do Espaço Urbano. **Mercator**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 71-90, dezembro 2010. ISSN 1984-2201.
- ARANTES, A. A. O Patrimônio Cultural e Seus Usos: A Dimensão Urbana. **Habitus**, Goiânia, v. 4, n. 1, p. 425-435, janeiro a junho de 2006.
- ASHRAE 55. **Thermal Environmental Condition for Human Occupancy**. ANSI. Atlanta, p. 30. 2004.
- BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L. D.; TORRES, S. C. **Clima e Cidade: A Abordagem Climática como Subsídio para Estudos Urbanos**. 1. ed. Alagoas: EDUFAL, 2007. 164 p. ISBN 978-85-7177-359-2.
- BARRIENTOS, M. I. G. G.; QUALHARINI, E. L. Retrofit de Construções: Metodologia de Avaliação. **X ENTAC**, São Paulo, 2004. 1-11.
- BOITO, C. Los Restauradores. **Conversaciones**, Córbona, v. 3, n. 4, p. 33-56, dezembro de 2017. ISSN 2395-9479.
- BORTOLOTI, K. F. **Metodologia da Pesquisa**. 1. ed. Rio de Janeiro: SESES, 2015.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 02. **Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos Projetos e Respektivas Edificações Públicas Federais Novas ou que Recebam Retrofit**, Brasília, 2014 de julho de 2014. 102-103.

CAROLINO, O. **Fotos da Construção do Campus UFAM**. Acervo UFAM, 1980-1986.

CAROLINO, O. **Arquivos Digitais do Campus UFAM**. Acervo UFAM, 2017.

CAVALCANTE, K. V. et al. Gestão Ambiental: Zoneamento Ambiental do Campus UFAM. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Belo Horizonte, novembro de 2014. 1-4.

CB3E UFSC. **Manual para Aplicação do RTQ-C**. 4. ed. Santa Catarina: Eletrobras/Procel, 2016.

CHACON, F. **Fotos da Estrutura Metálica do Campus UFAM**. Acervo UFAM, 1981.

COSTA, G. G. D.; FILHO, A. R. D. S. Campus da UFAM em Manaus: Especificidades da Construção. **UnB**, Brasília, 2014. 1-13.

CRESPO, A. A. **Estatística Fácil**. 19. ed. São Paulo: Saraiva, 2009. 243 p. ISBN 978-85-02-08106-2.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos Quantitativos e Qualitativos: Um Resgate Teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v. 2, n. 4, p. 1-13, 2008. ISSN 1980-7031.

EPE. **Balanco Energético Nacional**. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 292. 2018.

EVANS, B. H. Natural Air Flow Around Buildings. **Texas Engineering Experiment Station**, Texas, 1957.

FAU/UBA. **Premio Universidad de Buenos Aires**. Acervo UFAM, 24 de maio de 1985.

GIVONI, B. Comfort, climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings**, Los Angeles, v. 18, p. 11-23, 1992. ISSN 0378-7788/92.

GOOGLE EARTH. **Versão 7.1**. Google Inc. [S.l.]. 2017.

GUIMARÃES, P. R. B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. 1. ed. Curitiba: IESDE Brasil, 2012. 252 p. ISBN 978-85-387-3028-6.

HESPANHA, S. A. M. Severiano Porto: Entre o Regional e o Moderno. **Vitruvius Arquitectos**, v. 105.05, n. 09, p. 1-5, fevereiro de 2009. ISSN 1809-6298.

IAB/RJ. **Prêmio Arquiteto do Amanhã**. Acervo UFAM, 18 de dezembro de 1987.

INMET. Normais Climatológicas. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2017a. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: dezembro de 2017.

INMET. Gráficos Climatológicos. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2017b. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: dezembro de 2017.

INMET. Condições de Tempo Registradas nas Capitais. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/condicoesTempoCapitais>>. Acesso em: 2018.

INMETRO. Portaria Nº 372. **RTQ-C: Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**, Brasília, 17 de setembro de 2010. 1-93.

INMETRO. Portaria Nº 50. **Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações**, Brasília, 01 de fevereiro de 2013. 1-101.

IPHAN. Portaria Nº 420. **Procedimentos a Serem Observados para Realização de Intervenções em Bens Edificados Tombados e nas Respectivas Áreas de Entorno.**, 22 de dezembro de 2010. 1-16.

ISO 7726-1. **Ergonomics of the Thermal Environment - Instruments for Measuring Physical Quantities**. Geneve, p. 51. 1998.

KOENIGSBERGER, O. H. et al. **Manual of Tropical Housing and Building: Climatic Design**. 6. ed. Himayatnagar: Universities Press, 2013.

LABEEE. Projeteee. **Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**, 2017. Disponível em: <<http://projeteee.mma.gov.br/>>. Acesso em: dezembro de 2017.

LAMBERTS, R. et al. **Conforto e Stress Térmico**. 4. ed. Santa Catarina: LabEE, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Eletrobras/Procel, 2014.

LOUREIRO, K.; CARLO, J.; LAMBERTS, R. Estudos de Estratégias Bioclimáticas para Cidade de Manaus. **IX ENTAC**, Foz do Iguaçu, maio de 2002. 153-162.

MANAUS. Decreto Nº 1.503. **Cria a Área de Proteção Ambiental UFAM, INPA, ULBRA, Elisa Miranda, Lagoa do Japiim e Acariquara.**, Manaus, 27 de março de 2012. 1-7.

MANZANO-AGUGLIARO, F. et al. Review of Bioclimatic Architecture Strategies for Achieving Thermal Comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Almería, v. 49, p. 736-755, maio de 2015. ISSN 1364-0321.

MENDES, A. L.; LINS, G. B.; SANTANA, G. P. O Legado de Severiano Porto: Estratégias Bioclimáticas do Setor Norte do Campus UFAM. **VII DOCOMOMO Norte e Nordeste**, Manaus, agosto de 2018. 1-21.

MICROSOFT OFFICE EXCEL. **Versão 14.0**. Microsoft Corporation. [S.l.]. 2010.

NEVES, L. D. O. **Arquitetura Bioclimática e a Obra de Severiano Porto: Estratégias de Ventilação Natural**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - USP. São Carlos, p. 222. 2006.

NOAA. The Heat Index Equation. **National Weather Service**, 2017. Disponível em: <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/html/heatindex_equation.shtml>. Acesso em: dezembro de 2017.

NR 17. Portaria Nº 3.751. **Ergonomia**, Brasília, 23 de novembro de 1990. 1-14.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima: Manual de Diseño Bioclimática para Arquitectos y Urbanistas**. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1998. 203 p. ISBN 84-252-1488-2.

ONU. **Carta de Atenas**. Escritório Internacional dos Museus. Atenas, p. 5. 1931.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. UNIC Rio. Rio de Janeiro, p. 49. 2015.

PORTO, S. M. **Campus da Universidade do Amazonas: Memorial Descritivo**. Acervo UFAM. Manaus, p. 15. 1980a.

PORTO, S. M. **Projeto do Campus Universitário: Etapa 1.** Acervo UFAM. Manaus. 1980b.

QUALI-A. **Planilha de Cálculo de Etiqueta PBE-Edifica RTQ-C.** Curso de Etiquetagem em Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos, 2016.

REIS, J. R. L. D. **Imagem via Satélite do Setor Norte do Campus UFAM,** 2016.

ROCHA, M. P. **Patrimônio Arquitetônico Moderno: do Debate às Intervenções.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - UFPB. João Pessoa, p. 219. 2011.

ROTHFUSZ, L. P. The Heat Index "Equation". **Scientific Services Division: Technical Attachment**, Texas, 7 de janeiro de 1990. 1-2.

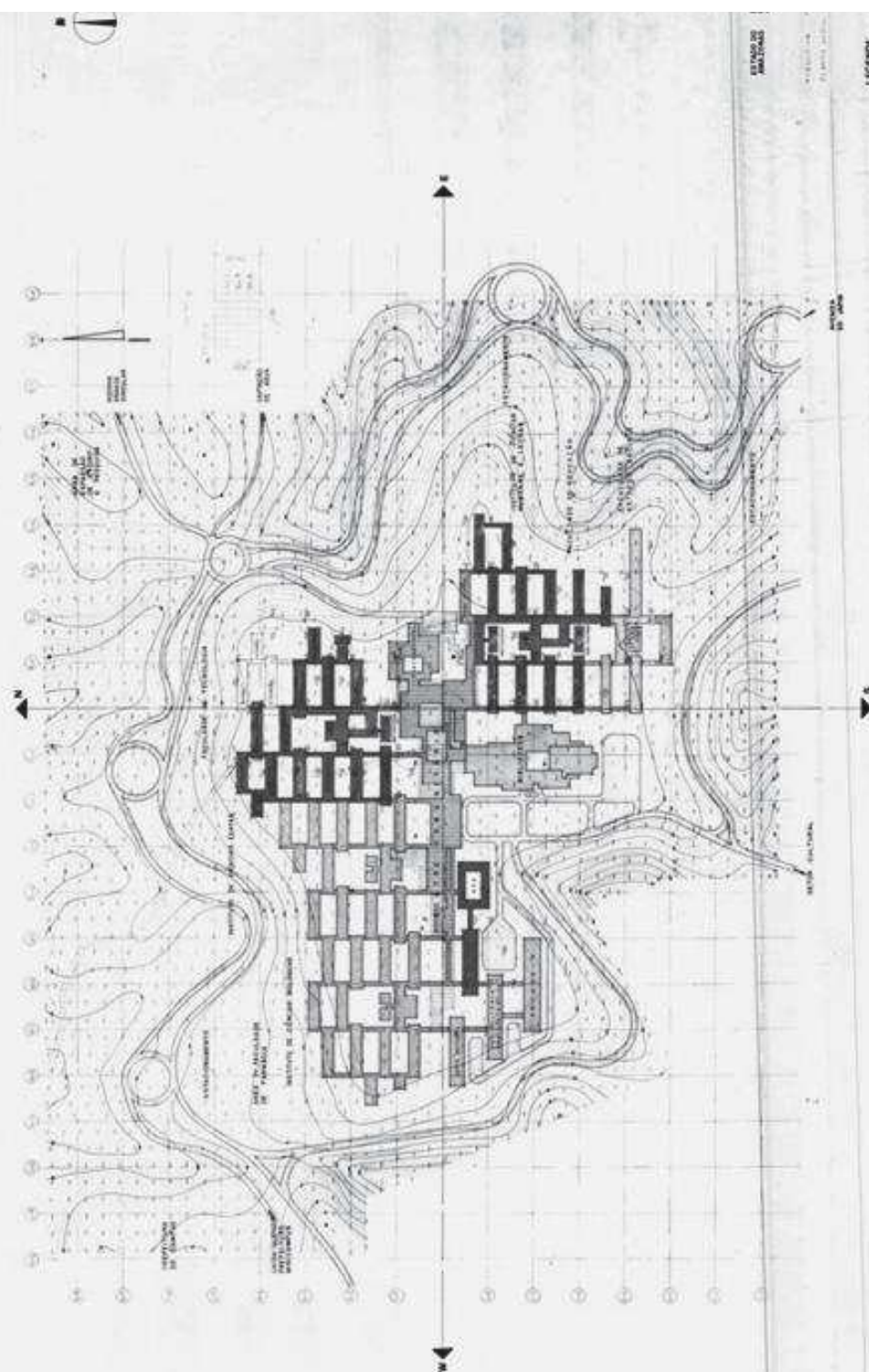
RUSKIN, J. **The Seven Lamps of Architecture.** 3. ed. London: Electric Book Company, 2001. 303 p. ISBN 1-84327-021 8.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990.** 3. ed. São Paulo: USP, v. 1, 2010. ISBN 978-85-314-0445-0.

SILVA, P. M. **Conservar, uma Questão de Decisão: o Julgamento na Conservação.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - UFPE. Recife, p. 236. 2012.

SOUSA, L. L. C. D. Uma Discussão sobre Intervenções e Alguns de seus Impactos na Arquitetura Moderna de Severiano Mário Porto: O Caso da Faculdade de Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas. **VII DOCOMOMO Norte e Nordeste**, Manaus, agosto de 2018.

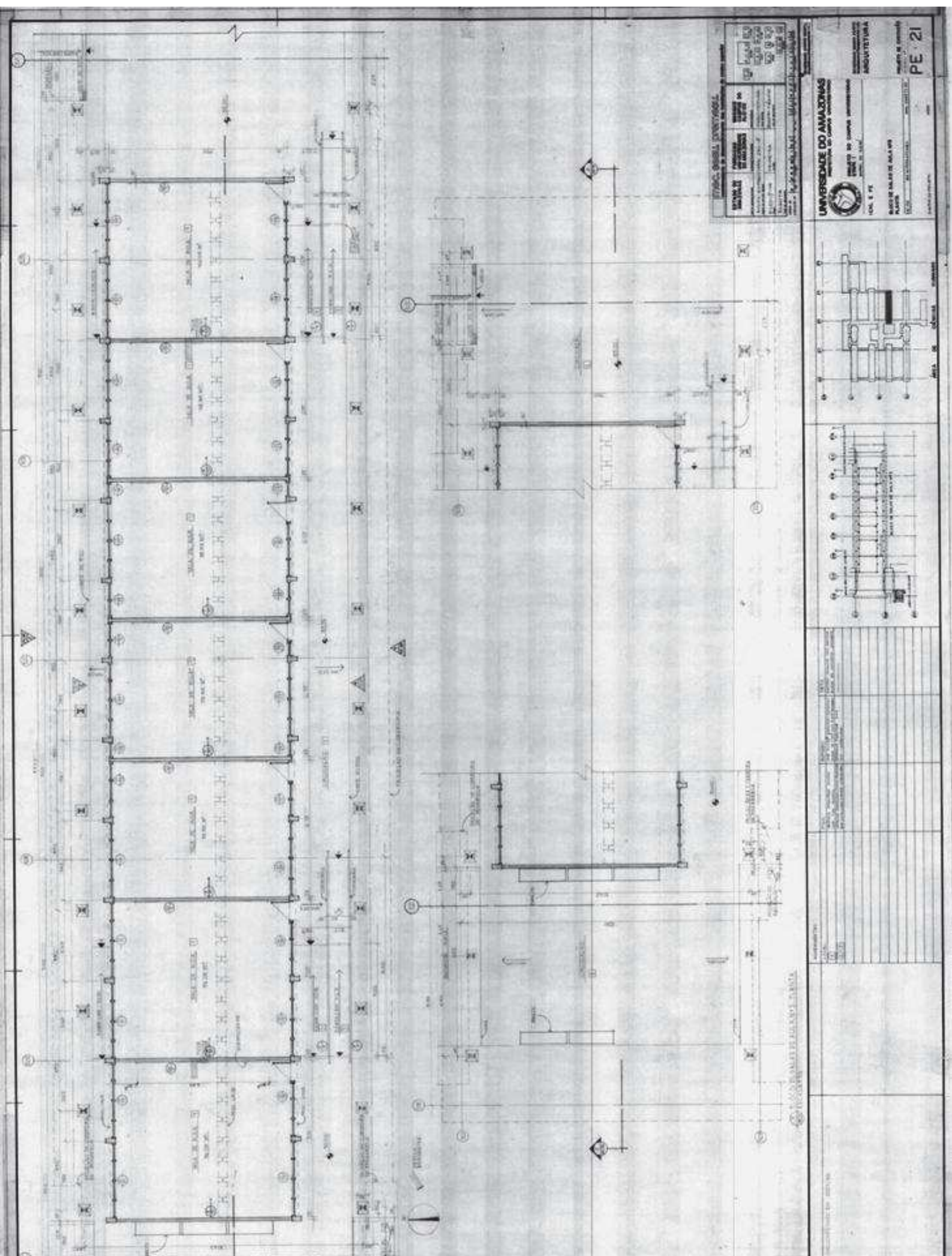
ANEXO A – PRANCHAS DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL

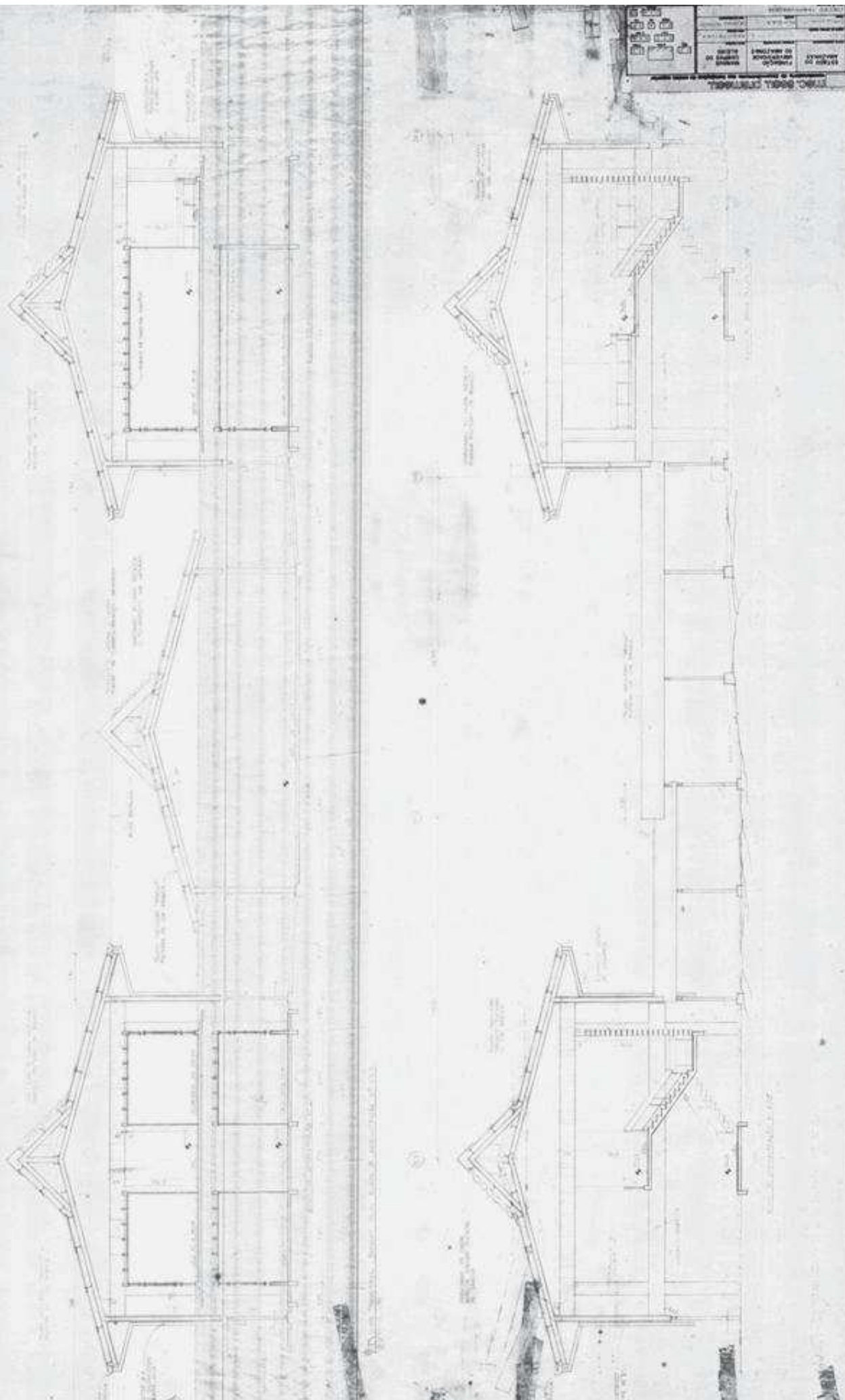


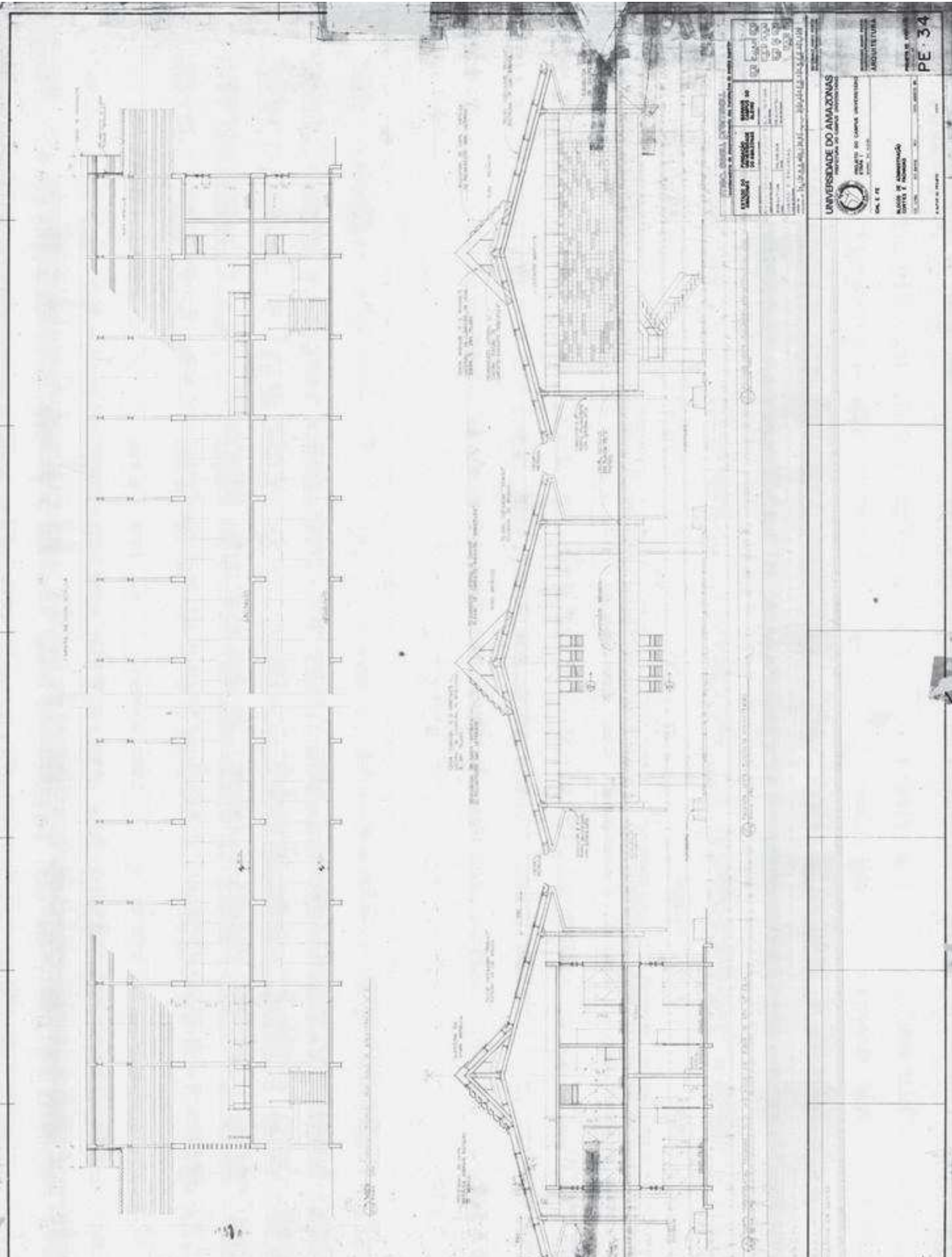
UNIVERSO

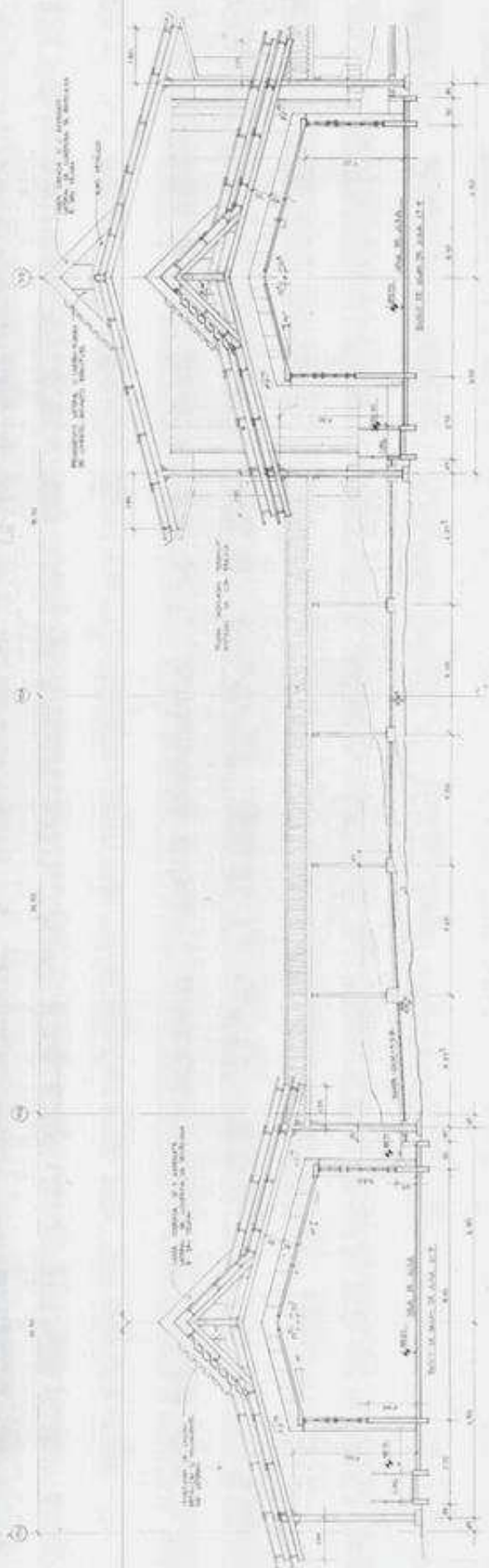




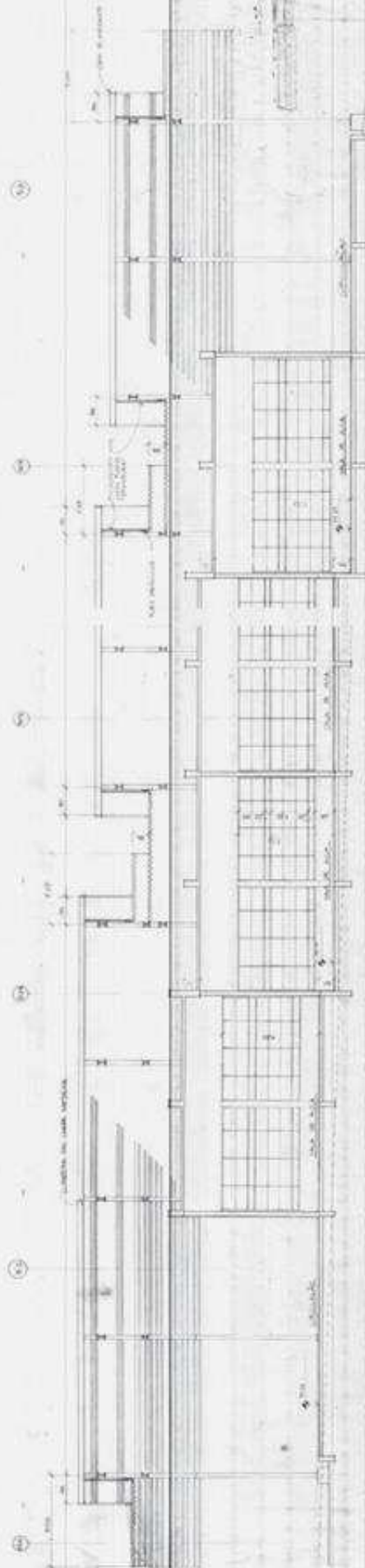






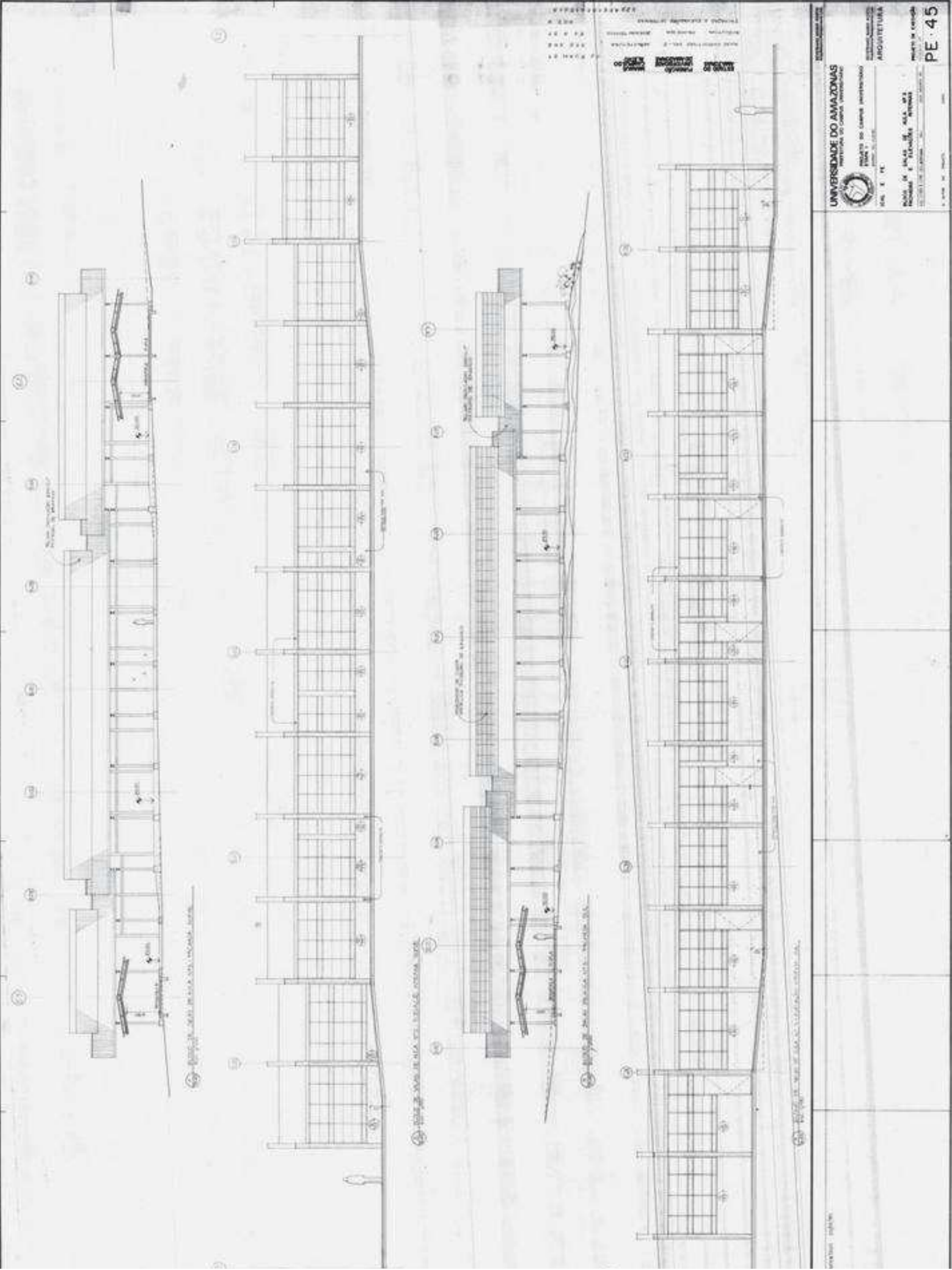


CORTA TRANSVERSAL MANEJO. PRATO. BARRIO DE ALTO DE ALTA. 10-10-80.



CORTA LONGITUDINAL MANEJO. PRATO. BARRIO DE ALTO DE ALTA. 10-10-80.

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA		NOME: PE 30 DATA: 10/10/80 LOCAL: PRATO
PROFESSOR NOME: PE 30 DATA: 10/10/80 LOCAL: PRATO		ALUNO NOME: PE 30 DATA: 10/10/80 LOCAL: PRATO
PROFESSOR NOME: PE 30 DATA: 10/10/80 LOCAL: PRATO		ALUNO NOME: PE 30 DATA: 10/10/80 LOCAL: PRATO

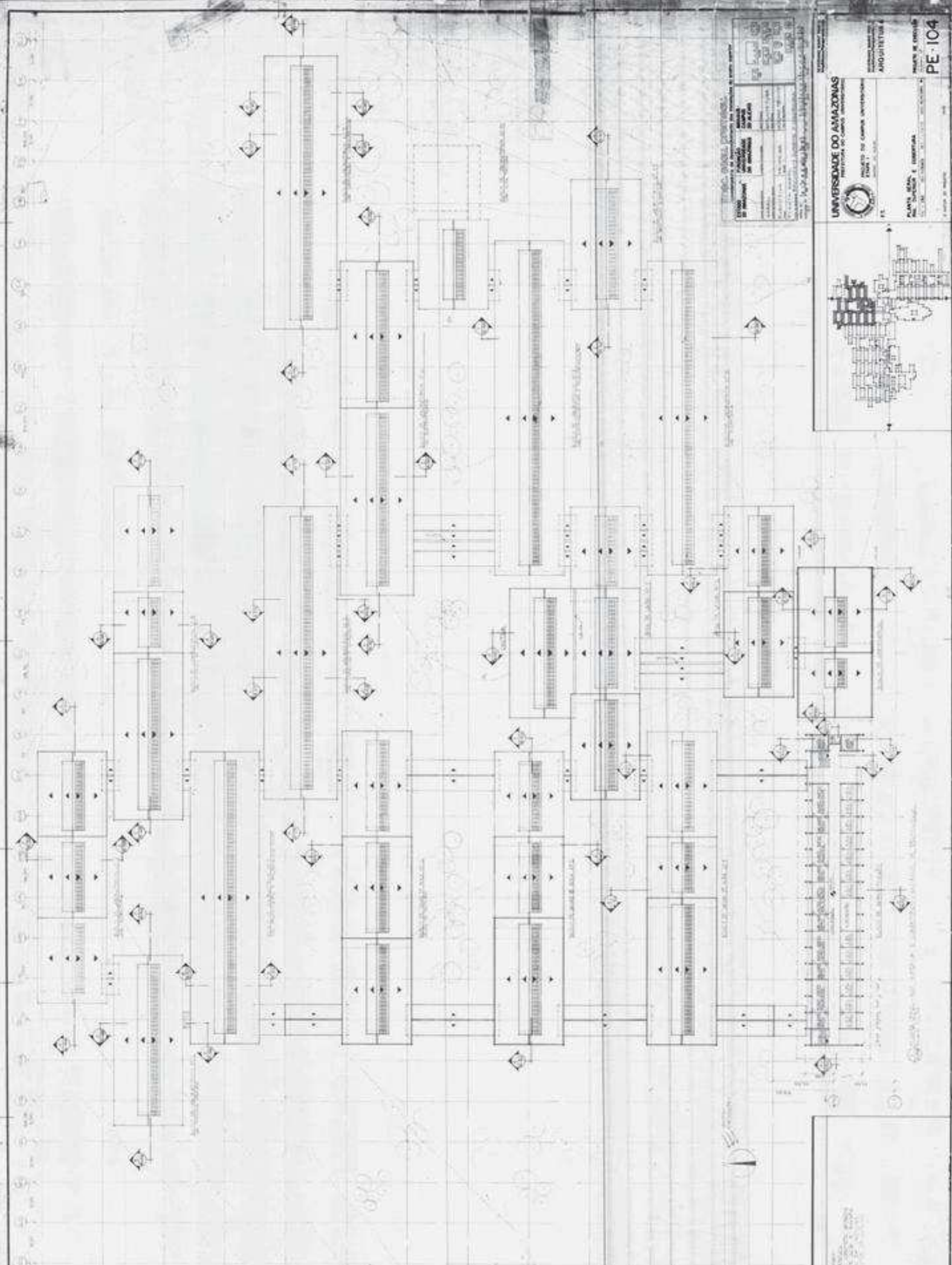


UNIVERSIDADE DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
ARQUITETURA

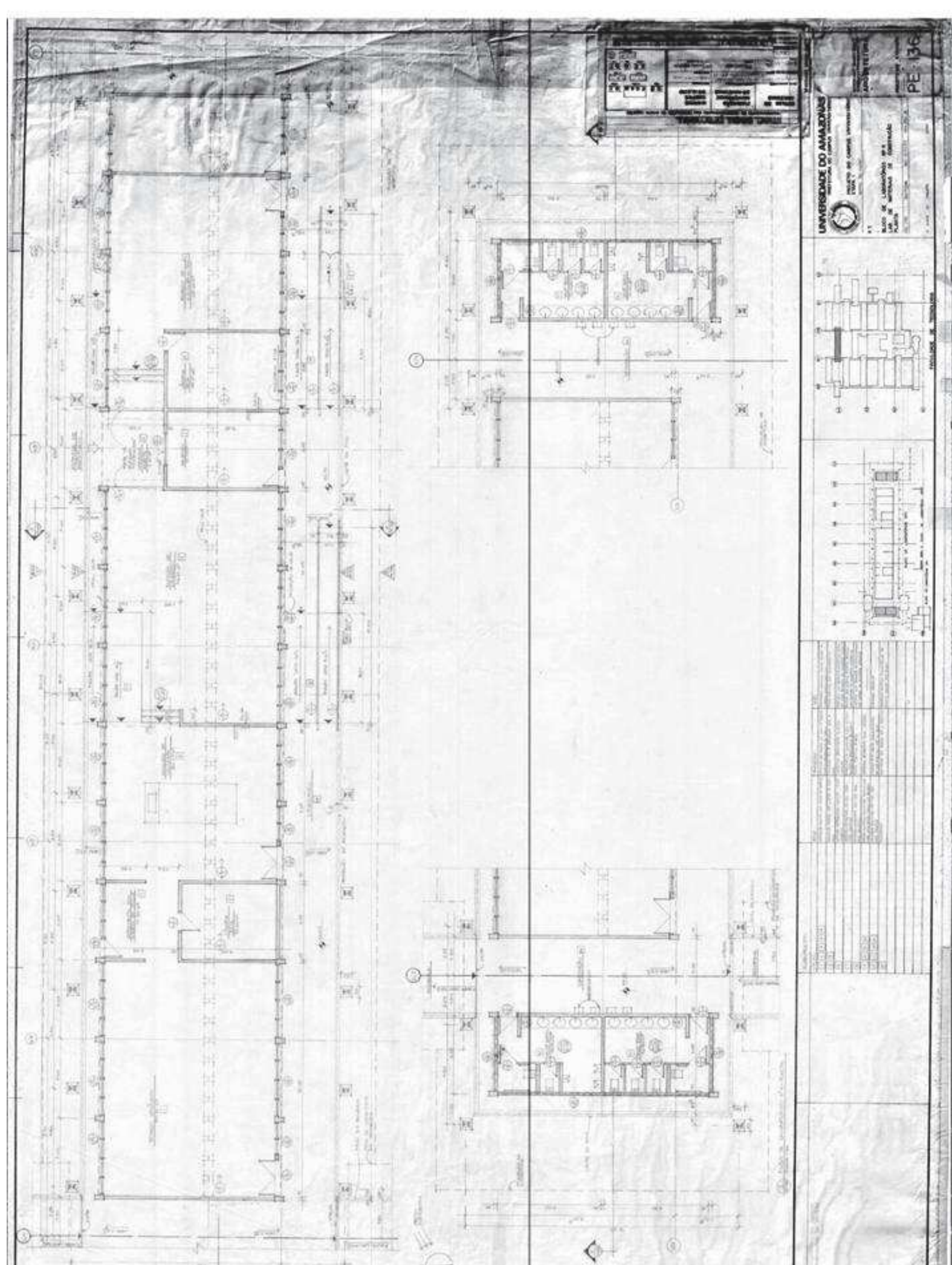
PROJETO DE ARQUITETURA
FACULDADE DE ARQUITETURA
CURSO DE ARQUITETURA

PROFESSOR: DR. JOÃO CARLOS DE ALMEIDA
ALUNO: JOÃO CARLOS DE ALMEIDA

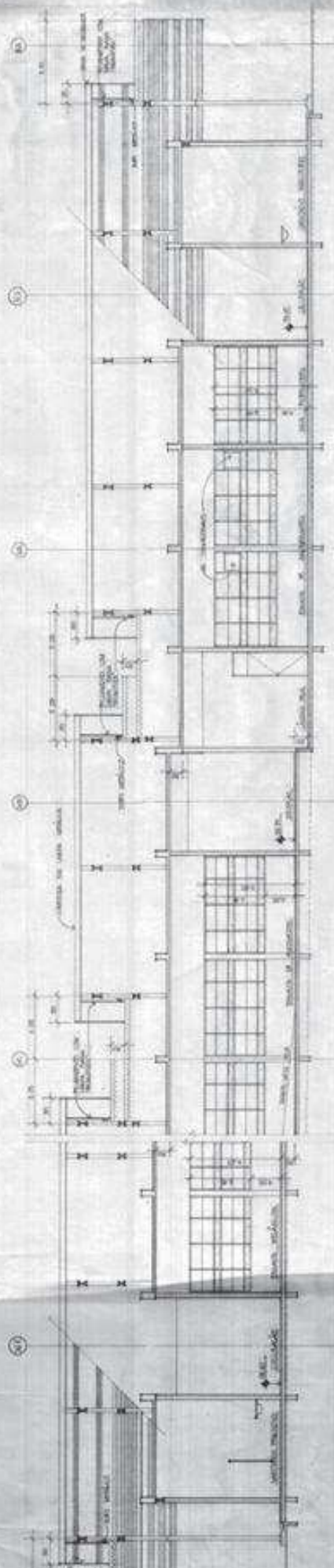
PE 45



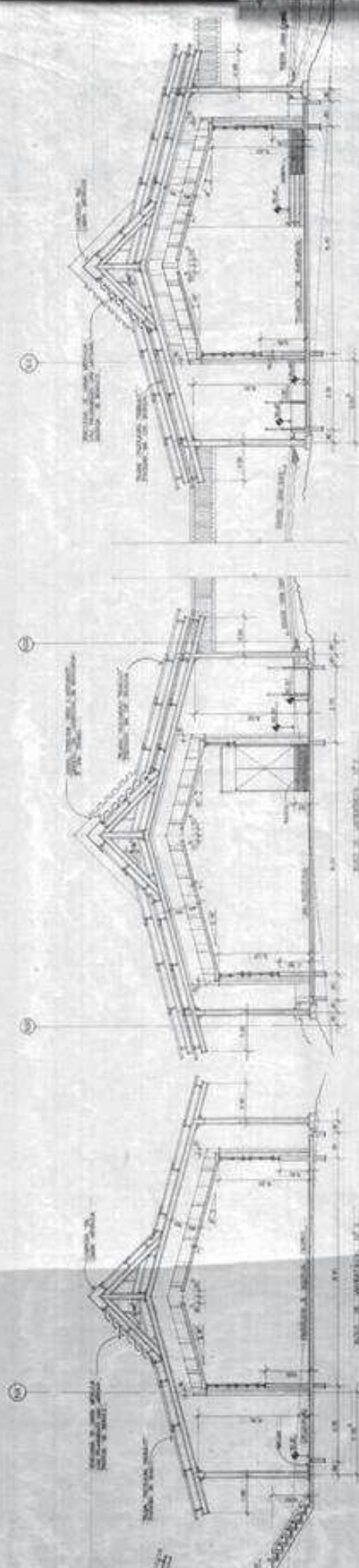




FONTE: Porto, 1980b



SEÇÃO TRANSVERSAL Nº 1



SEÇÃO TRANSVERSAL Nº 2

SEÇÃO TRANSVERSAL Nº 3

SEÇÃO TRANSVERSAL Nº 4

LEGENDA:
 1. ALVENARIA DE CIMENTO PORTLAND
 2. ALVENARIA DE CIMENTO PORTLAND COM REDE DE AÇO
 3. ALVENARIA DE CIMENTO PORTLAND COM REDE DE AÇO E ISOLAMENTO TÉRMICO
 4. ALVENARIA DE CIMENTO PORTLAND COM REDE DE AÇO E ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

UNIVERSIDADE DO AMAZONAS
 FACULDADE DE ENGENHARIA
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ESTRUTURAS
 DISCIPLINA DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO
 ALUNO: [NOME DO ALUNO]
 TURMA: [TURMA]
 DATA: [DATA]
 PROFESSOR: [NOME DO PROFESSOR]

PE-145

ANEXO B – MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL

Sede

Rua Ramos Ferreira, 1203
69.000 Manaus, AM Brasil
☎ 232 2787 232 5382
CGC-Manaus 04.395.430/0001-00
Insc. Est.-Manaus 041 05412-1

Filial

Av. Rio Branco, 185 grupos 2109/10
20.000 Rio de Janeiro, RJ Brasil
☎ 222 7492 221 2953
CGC-RJ 04.395.430/0002-91
Insc. Est.-RJ 281.852.00

CAMPUS DA UNIVERSIDADE DO AMAZONAS

MEMORIAL DESCRITIVO

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O conjunto a ser implantado em suas diversas fases agrupa todas as unidades, institutos, laboratórios de ensino e pesquisa, biblioteca, administração, etc., dentro de um sistema modular, tipo malha, intercalado de jardins e áreas verdes, e ainda unidades administrativas, auditório, restaurante, Prefeitura do Campus, setor cultural, etc.

A solução prevê um grande Centro Comunitário, situado na área central do Campus, onde foi localizado um grande jardim sombreado (tipo ripado) para cultivo de plantas tropicais, locais de reuniões e anfiteatro.

DAS INTENÇÕES GERAIS DO PROJETO

Na definição dos esquemas traçados no plano diretor, para o planejamento de todo o conjunto do Campus da Universidade do Amazonas:

Tendo presente o esquema da malha extensível, baseado nas duas grandes alas que se adaptam à topografia, clima, clima e crescimento, e atendem ao ensino e pesquisa; e mais a zona central delimitada pelo desenho do platô existente, definido pela cota 90 e composta dos diversos programas gerais da Universidade; não esquecendo a idéia global de Campus compacto, entendido como um lugar de estudo-convívio, de acessos e circulações fáceis e congregantes, de uma interligação real entre Departamentos e Institutos, com uma concentração de equipamentos que representa um melhor uso, uma minimização de investimentos infra-estruturais, e uma densidade de vida desejável à Universidade e, levando em consideração as características de crescimento e flexibilidade, importantes componentes do programa universitário em questão.

Procurou-se a tradução, no projeto, das intenções de densidade e agredibilidade dos espaços projetados, e a facilitação, pela equivalência de padrões construtivos, da flexibilidade do programa dentro das áreas construídas.

QUANTO AO ENSINO E PESQUISA

Neste sentido, a malha procurou um comportamento mais flexível e uniforme, no atendimento da área de Ensino e Pesquisa, a zona mais imponderável quanto a mutações e crescimento, dando oportunidade aos mais diversos arranjos debaixo das coberturas-tipo.

QUANTO AOS EQUIPAMENTOS GERAIS E COMPLEMENTARES

Buscou-se um enriquecimento do conjunto arquitetônico com um tratamento singularizado dos programas gerais e complementares, como Biblioteca Central, Reitoria, Auditório, Centro Comunitário, que, dentro da malha, se destacam e a valorizam, dando resposta não a uma hierarquização dos setores universitários mas a uma adequação às necessidades dos programas elaborados, com ofertas especiais mais propícias para cada atividade e considerando inclusive a sua identificação no conjunto.

Com relação aos caminhos de pedestres, estes foram projetados como uma rede de interligação de todo o Campus Universitário, rede esta que é o próprio suporte estrutural do projeto e que, percorrendo toda a área construída, converge aos equipamentos gerais e complementares, de uso mais intenso e comum a toda população universitária.

A oferta de caminhos a percorrer é variada; havendo sempre que possível caminhos diretos entre os diversos pontos, e favorecendo as ligações de todas as unidades com o centro comunitário.

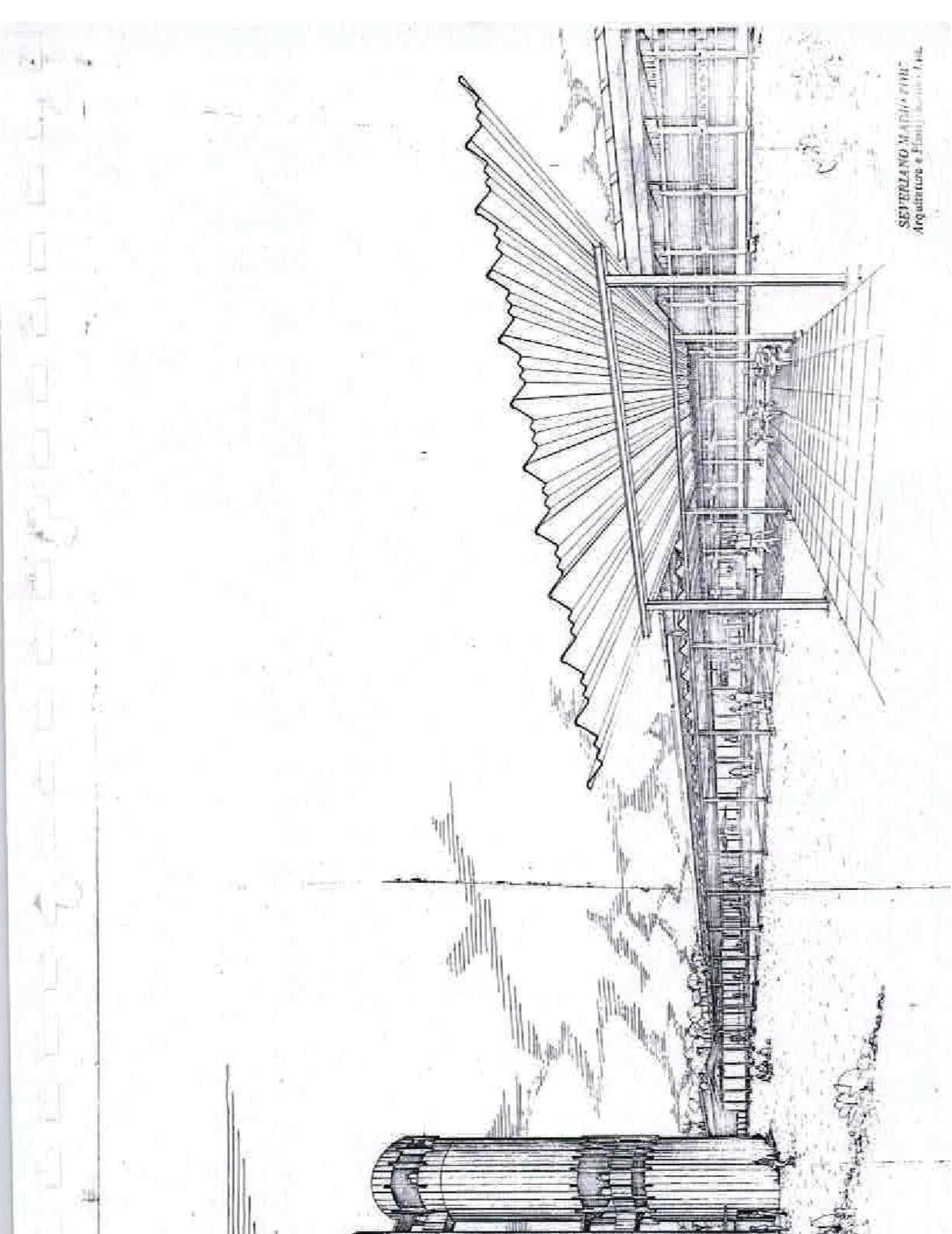
O estudante é levado a viver, diariamente, no relacionamento dos Departamentos que frequenta, diferentes escalas. Caminhos que vão de simples passarelas a espaços mais amplos e equipados, com propostas visuais diversas, culminando no Centro Comunitário com ripados e jardins que oferecem ricas e variadas possibilidades espaciais.

QUANTO ÀS CIRCULAÇÕES DE VEÍCULOS

Com relação à rede de veículos, foi traçada perifericamente ao conjunto construído, adaptando-se o mais possível às curvas do terreno, e distribuindo os carros em zonas de estacionamento, que atendem com bastante proximidade toda a Universidade, contando para isto somente com ramificações essenciais ao seu funcionamento, de forma a liberar o mais possível o platô, para as atividades universitárias, e alimentando, a partir destas zonas estratégicas, a malha de circulação de pedestres, integradora de todo o Campus Universitário.

JUSTIFICATIVA

Se compararmos a solução de Campus compacto, coerente com o desenvolvimento de caminhos e ligações na escala do pedestre, que garante uma densidade de uso dos equipamentos, minimiza os investimentos infra-estruturais, e elabora espaços propícios tanto a um ambiente universitário de pleno convívio, como adequado às características climáticas da região, com alta taxa de precipitação em determinados períodos e constante insolação, que pedem, atendendo ao conforto, fartas coberturas, além das áreas estritas do programa; com uma solução de Campus setorizado, onde as circulações se definem na escala do veículo, ligando os vários prédios dispersos, e que, se diminui em áreas cobertas para circulação, além da mudança substancial quanto à qualidade de vida universitária que propicia, e da dificuldade na atenção das características de clima da Amazônia, cria por outro lado, a necessidade de maiores recursos infra-estruturais; podemos perceber a compensação tanto conceitual como financeira que nos dá a estruturação



da malha com base na rede de caminhos protegidos para o pedestre, que nos aproxima da primeira solução exposta.

QUANTO À IMPLANTAÇÃO

De acordo com as prioridades traçadas pela Universidade do Amazonas, o projeto do Campus Universitário procura ser o mais flexível, no sentido de, atendendo necessidades e disponibilidades, em tempos diversos, permitir sempre um funcionamento do Campus, ainda nas etapas iniciais de implantação, e proporcionar um crescimento, inclusive maior do que o previsto, para um prazo longo e desconhecido.

Assim, os primeiros institutos transferidos para o novo Campus poderão contar com parte da Administração e dos equipamentos comunitários, funcionando próximos e em trechos vizinhos ao centro do platô, com a mata circundando, na espera de novas implantações e amenizando o clima e o entorno, sem caracterizar o Campus como um constante canteiro de obras.

6.
ZONEAMENTO GERAL DA ÁREA DA UNIVERSIDADE DO AMAZONAS NO ALEIXO (1980)

Considerando-se a necessidade permanente de integração às novas necessidades de espaço físico motivadas por adaptações das existentes ou acréscimo de novas instalações (institutos, laboratórios, áreas de pesquisa, etc.), o zoneamento apresentado procura ordenar estas necessidades em 1980, criando inclusive condições para as necessidades futuras.

Dentro desta diretriz foi lançado o sistema viário interno, que procura interligar as instalações atuais do setor de Educação Física, as instalações do Mini-Campus e as diversas áreas do Campus, da Prefeitura, do Setor Cultural, do local de Captação de Água e do local da Estação de Tratamento de Esgotos.

O traçado do sistema viário já leva em consideração as quatro possibilidades de acesso à área do Campus através das vias:

1. Estrada do Contorno
2. Estrada do Aleixo
3. Avenida do Canal do Japiim
4. Avenida Grande Circular

A Prefeitura do Campus, por ser a responsável por toda a gerência, manutenção e guarda de toda a área e do Patrimônio da Universidade, foi localizada em ponto estratégico, numa área onde, além da sua sede, com os diversos setores administrativos e técnicos, poderão ser localizados os setores:

De segurança, as oficinas de manutenção das instalações físicas; de transportes com garagem, oficinas de manutenção e posto de abastecimento; de parques, jardins e horto. Ainda nesta área poderá ser localizado o setor de almoxarifado geral da Universidade.

Praticamente no centro geográfico da área, no platô mais elevado do terreno foi localizada a área de ensino, pesquisa, administração e unidades complementares que compõem o núcleo principal do Campus da Universidade do Amazonas.

O setor cultural, onde deverão ser localizados o Museu Amazônico, o grande Auditório (Aula Magna), Anfiteatro semi-coberto, parque de recreação, etc.

ÁREA DE EXPANSÃO

Foi prevista uma área para a localização de unidades que venham a ser necessárias no futuro, em virtude da ampliação de setores atuais ou surgimento de novos setores, que venham a ser identificados.

SETOR DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Área onde serão localizados os poços artesianos que irão abastecer a Universidade do Amazonas de água potável.

SETOR DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

Área onde serão localizadas as unidades que irão gradativamente ser implantadas, de tratamento de esgoto.

CAMPUS DA UNIVERSIDADE

IMPLANTAÇÃO DA OBRA

Foram assentados no platô marcos de referência FUA I e FUA II, que servem de amarração aos eixos N - S e E - W, que ordenam e situam todos os elementos e unidades constantes do projeto.

INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS

Estas unidades foram consideradas pela Universidade como prioritárias para serem implantadas.

Para atender a prioridade inicial foram estudadas todas as implicações e necessidades gerais do Campus e desenvolvidos os diversos projetos necessários a implantação destas unidades.

As unidades que compõem o Instituto de Ciências Humanas e Letras se distribuem de acordo com o lay-out anexo e as plantas do projeto de execução de arquitetura seguem adiante relacionadas.

ANEXO C – DEFINIÇÕES E FÓRMULAS DE VARIÁVEIS TÉRMICAS

Desempenho Térmico de Edificações - Definições Símbolos e Unidades

Sigla	Variável	Descrição	Unidade
α	Absortância	Taxa de radiação absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície*, inverso do albedo.	-
ϕ	Atraso térmico	Tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta para um componente construtivo submetido a um regime periódico de transmissão de calor	horas
c	Calor específico	Quociente da capacidade térmica pela massa	kJ/(kg.K)
C_T	Capacidade térmica	Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema	kJ/(m ² .K)
B	Componente heterogêneo de atraso térmico	Coeficiente para o cálculo de atraso térmico de elementos heterogêneos	-
λ	Condutividade térmica	Propriedade intrínseca do material em transmitir calor	W/(m.K)
ε	Emissividade	Taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura*	-
e	Espessura da camada	Grossura	m
FS	Fator solar	Ganho de calor ou taxa de radiação solar transmitida através de um componente opaco pela taxa da radiação solar total incidente sobre a superfície externa do mesmo	-
Q	Fluxo de calor	Quantidade de calor que atravessa uma superfície durante um intervalo de tempo	W
G	Irradiância	Taxa de radiação incidente sobre um corpo, por unidade de área da superfície	W/m ²
N_v	Taxa de renovação de ar	Número de trocas de ar de um ambiente por unidade de tempo	n _{ren} /horas
R	Resistência térmica	Diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário	(m ² .K)/W
τ	Transmitância	Inverso da resistência térmica ou o quociente da taxa de radiação absorvida por uma superfície pela taxa de radiação incidente sobre esta mesma superfície	W/(m ² .K)

* varia em função da cor e do material da superfície, não possui unidade de medida

FONTE: ABNT NBR 15.220-1, 2005.

Desempenho Térmico de Edificações - Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator Solar de Elementos e Componentes de Edificação.

Equações

Atraso térmico

$$\varphi = 0,7284 \cdot \sqrt{R_t \cdot C_T}$$

Componente de atraso térmico para elementos heterogêneos

$$B_1 = 0,226 \cdot \frac{B_0}{R_t}$$

Capacidade térmica de componentes

$$C_T = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot R_i \cdot c_i \cdot \rho_i = \sum_{i=1}^n e_i \cdot c_i \cdot \rho_i$$

Fator solar em elementos opacos

$$FS_0 = 100 \cdot U \cdot \alpha \cdot R_{se}$$

Fator solar em elementos translúcidos

$$FS_t = U \cdot \alpha \cdot R_{se} + \tau$$

Resistência térmica de ambiente a ambiente

$$R_T = R_{se} + R_t + R_{si}$$

Resistência térmica de camadas heterogênea

$$R_t = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + \dots + \frac{A_n}{R_n}}$$

Atraso térmico de elementos heterogêneos

$$\varphi = 1,382 \cdot R_t \cdot \sqrt{B_1 + B_2}$$

Componente de atraso térmico para elementos heterogêneos

$$B_2 = 0,205 \cdot \left(\frac{(\lambda \cdot \rho \cdot c)_{ext}}{R_t} \right) \cdot \left(R_{ext} - \frac{R_t - R_{ext}}{10} \right)$$

Capacidade térmica de componentes heterogêneos

$$C_T = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{\frac{A_a}{C_{Ta}} + \frac{A_b}{C_{Tb}} + \dots + \frac{A_n}{C_{Tn}}}$$

Limite de fator solar de elementos opacos

$$\alpha \leq FS_0 / (4 \cdot U)$$

Resistência térmica

$$R = e / \lambda$$

Resistência térmica de superfície a superfície

$$R_t = R_{t1} + R_{t2} + \dots + R_{tn} + R_{ar1} + R_{ar2} + \dots + R_{am}$$

Transmitância térmica

$$U = 1 / R_T$$

FONTE: ABNT NBR 15.220-2, 2005.

ANEXO D – PROPRIEDADES TÉRMICAS DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS

Desempenho Térmico de Edificações - Massa Específica Aparente (ρ), Condutividade (λ) e Calor Específico (c) de Componentes Construtivos

Material ou Elemento	ρ (Kg/m ³)	λ (W/m °C)	c (KJ/Kg °C)
Argamassas			
Argamassa comum	1800-2100	0,15	1,00
Argamassa de gesso (ou cal e gesso)	1200	0,70	0,84
Argamassa celular	600-1000	0,40	1,00
Cerâmicas			
Tipo usado em tijolos maciços	1300-1700	0,72-0,83	0,96
Tipo usado em tijolos vazados	800-1200	0,28-0,40	0,96
Tipo usado em telhas	1800-2000	0,70-0,93	0,96
Tipo usado em pisos e revestimentos	2000	1,10	1,01
Concretos			
Concreto comum	2000-2400	1,28-1,75	1,01
Concreto armado	2400	1,75	1,01
Fibrocimentos			
Telhas ou placas	1400-2200	0,65-0,95	0,84
Gessos			
Massa de parede	1100-1300	0,50	0,84
Placa de gesso ou gesso acartonado	750-1000	0,35	0,84
Isolantes			
Lã de rocha	20-200	0,045	0,75
Lã de vidro	10-100	0,045	0,70
Poliestireno expandido moldado	15-35	0,040	1,42
Poliestireno extrudado	25-40	0,035	1,42
Espuma rígida de poliuretano	30-40	0,030	1,67
Madeiras e Derivados			
Madeiras com densidade elevada	800-100	0,29	1,34
Carvalho, freijó, pinho, pinus, etc.	300-750	0,12-0,23	1,34
Cedro ou angelim	400	0,12	1,43
Madeira aglomerada, MDF ou MDP	550-750	0,14-0,17	2,30
Madeira compensada	350-550	0,12-0,15	2,30
Metais			
Aço e Ferro	7800	52,00	0,46
Alumínio	2700	230,00	0,88
Cobre	8900	380,00	0,38
Zinco	7100	112,00	0,38
Plásticos			
Acrílico e PVC	1200-1400	0,20	1,68
Poliamidas, polietilenos, borrachas, etc.	900-1700	0,40	1,68
Vidros			
Vidro comum	2500	1,00	0,84

FONTE: ABNT NBR 15.220-2, 2005

Desempenho Térmico de Edificações - Absortância (α) e Emissividade (ε) de Componentes Construtivos

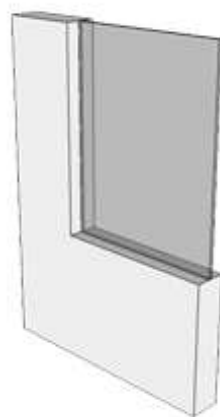
Tipo de superfície	α	ε
Chapa de alumínio (nova e brilhante)	0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)	0,15	0,12
Chapa de aço galvanizada (brilhante)	0,25	0,25
Telha de barro	0,75-0,80	0,85-0,95
Tijolo aparente	0,65-0,80	0,85-0,95
Reboco claro	0,30-0,50	0,85-0,95
Vidro incolor	0,06-0,25	0,84
Vidro colorido	0,40-0,80	0,84
Vidro metalizado	0,35-0,80	0,15-0,84

FONTE: ABNT NBR 15.220-2, 2005

Portaria N° 50/013 - Absortância (α) de Revestimentos de Paredes e Coberturas

Acabamento	Cor	Descrição	α
Cerâmica		Amarelo (Amerelo Antigo)	0,51
		Areia	0,45
		Marfim	0,34
Concreto		Concreto Aparente	0,75
Fórmica		Amarelo (Amerelo Antigo)	0,51
		Areia	0,45
		Marfim	0,34
Madeira		Cedro ou Angelim (Tabaco)	0,78
Pintura		Amarelo (Amerelo Antigo)	0,51
		Branco	0,16
		Branco gelo	0,37
		Laranja (Terracota)	0,65
		Marfim	0,34
		Preto	0,97
		Verde (Verde Quadra)	0,76

FONTE: INMETRO, 2013



Vidros

Vidro simples incolor 3 mm

Fator Solar
0.32

Componentes Construtivos - Vidro Comum

FONTE: LabEEE, 2017

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Argamassa 3	0,0300
2	Bloco cerâmico 9x14x24 cm 9	0,191
3	Argamassa 3	0,0300

Parede em alvenaria cerâmica, espessura 15 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,42
Atraso Térmico ϕ (horas): 4,3
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 160,3
Transmitância Térmica (W/m²K): 2,4

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Piso cerâmico 1	0,0093
2	Argamassa 2	0,0200
3	Bloco cerâmico 9x14x24 cm 9	0,191
4	Argamassa 3	0,0300

Parede em alvenaria cerâmica (cerâmica externa), espessura 15 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,46
Atraso Térmico ϕ (horas): 3,9
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 158,7
Transmitância Térmica (W/m²K): 2,2

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Argamassa 3,5	0,0350
2	Bloco cerâmico 9x19x19 cm 9	0,208
3	Bloco cerâmico 9x19x19 cm 9	0,208
4	Argamassa 3,5	0,0350

Parede em alvenaria cerâmica, espessura 25 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,66
Atraso Térmico ϕ (horas): 5,7
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 225,5
Transmitância Térmica (W/m²K): 1,5

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Argamassa 3	0,0300
2	Bloco concreto 14x19x39 cm 14	0,16
3	Argamassa 3	0,0300

Parede em blocos de concreto, espessura 20 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,39
Atraso Térmico ϕ (horas): 5,4
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 278,3
Transmitância Térmica (W/m²K): 2,6

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 15	0,0855

Concreto aparente, espessura 15 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,26
Atraso Térmico ϕ (horas): 4,2
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 360,0
Transmitância Térmica (W/m²K): 3,9

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 20	0,1140

Concreto aparente, espessura 20 cm

SEU MATERIAL
Resistência Térmica Total: 0,28
Atraso Térmico ϕ (horas): 6,5
Capacidade Térmica (kJ/m²K): 480,0
Transmitância Térmica (W/m²K): 3,5

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 25	0,1425

Concreto aparente, espessura 25 cm

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,31**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **9,1**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **600,0**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **3,2**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 40	0,2280

Concreto aparente, espessura 40 cm

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,40**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **18,5**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **960,0**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **2,5**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 50	0,2850

Concreto aparente, espessura 50 cm

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,45**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **25,8**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **1200,0**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **2,2**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Concreto maciço 50	0,2850

Concreto aparente, espessura 50 cm

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,45**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **25,8**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **1200,0**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **2,2**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Placa melamínica 0.6	0.022

Placa melamínica

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,19**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **0,2**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **20,7**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **5,2**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA
1	Placa melamínica 0.6	0.022
2	Câmara de ar (≥ 1 e ≤ 2)cm Fluxo Ascendente 0	0.13
3	Placa melamínica 0.6	0.022

Placa melamínica dupla, com fluxo de ar interno (fachada ventilada)

SEU MATERIAL
 Resistência Térmica Total: **0,34**
 Atraso Térmico ϕ (horas): **1,7**
 Capacidade Térmica (kJ/m²K): **41,4**
 Transmitância Térmica (W/m²K): **2,9**

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha fibrocimento 0,8	0.008	Resistência Térmica Total: 0,22
			Atraso Térmico ϕ (horas): 0,1
			Capacidade Térmica (kJ/m²K): 12,8
			Transmitância Térmica (W/m²K): 4,6

Cobertura de fibrocimento

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha fibrocimento 0,8	0.008	Resistência Térmica Total: 0,42
2	Câmara de ar > 5cm Fluxo Ascendente 0	0.14	Atraso Térmico ϕ (horas): 4,6
3	Concreto maciço 10	0.057	Capacidade Térmica (kJ/m²K): 252,8
			Transmitância Térmica (W/m²K): 2,4

Cobertura de fibrocimento e laje em concreto, com fluxo de ar interno (lanternim)

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha metálica 0,1	0	Resistência Térmica Total: 0,0
			Atraso Térmico ϕ (horas): 0,0
			Capacidade Térmica (kJ/m²K): 3,6
			Transmitância Térmica (W/m²K): 0,0

Cobertura metálica (veneziana metálica)

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha metálica 0,1	0	Resistência Térmica Total: 0,41
2	Câmara de ar > 5cm Fluxo Ascendente 0	0.14	Atraso Térmico ϕ (horas): 4,5
3	Concreto maciço 10	0.057	Capacidade Térmica (kJ/m²K): 243,6
			Transmitância Térmica (W/m²K): 2,5

Cobertura metálica e laje em concreto, com fluxo de ar interno (veneziana metálica)

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha metálica com poliestireno 6	1	Resistência Térmica Total: 1,21
			Atraso Térmico ϕ (horas): 8,8
			Capacidade Térmica (kJ/m²K): 11,2
			Transmitância Térmica (W/m²K): 0,8

Cobertura de telha sandwich

CAMADA	MATERIAL	RESISTÊNCIA TÉRMICA	SEU MATERIAL
1	Telha metálica com poliestireno 6	1	Resistência Térmica Total: 1,41
2	Câmara de ar > 5cm Fluxo Ascendente 0	0.14	Atraso Térmico ϕ (horas): 15,2
3	Concreto maciço 10	0.057	Capacidade Térmica (kJ/m²K): 251,2
			Transmitância Térmica (W/m²K): 0,7

Cobertura de telha sandwich e laje em concreto, com fluxo de ar interno (lanternim)

Calculadora de Materiais

FONTE: LabEEE, 2017



APÊNDICE A – ARTIGO

O LEGADO DE SEVERIANO PORTO: Estratégias Bioclimáticas do Setor Norte do Campus UFAM

EL LEGADO DE SEVERIANO PORTO: Estrategias Bioclimáticas del Sector Norte del Campus UFAM

SEVERIANO PORTO'S LEGACY: Bioclimatic Strategies of UFAM Campus Northern Sector

ARIELE LUCKWU MENDES (1); GISELE BAHIA LINS (2); GENILSON PEREIRA SANTANA (3)

1. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA/UFAM, especialista em Gestão de Projetos e graduada em Arquitetura e Urbanismo.
Rua São Judas Tadeu, 31, Residencial Jardim de Flores, torre 02, apartamento 103 - Flores.
CEP: 69028-360. Manaus/AM.
ariele@ufam.edu.br e ariele_lm@hotmail.com
orcid.org/0000-0002-6150-5120
2. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sociedade e Cultura na Amazônia – PPGSCA/UFAM, graduada em Arquitetura e Urbanismo.
Rua Barão de Indaiá, 1025, Residencial Laranjeiras, casa 280 - Flores. CEP: 69058-448. Manaus/AM.
bahia.gisele@gmail.com
orcid.org/0000-0002-3275-7556
3. Doutor em Físico-Química. Departamento de Química da Universidade Federal do Amazonas – DQ UFAM.
Av. General Rodrigo Otávio, nº 6.200, Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho, Setor Norte. Coroado I. Manaus/AM. CEP: 69077-000.
gsantana@ufam.edu.br
orcid.org/0000-0002-6322-4816



RESUMO

As obras do renomado arquiteto Severiano Mário Porto são reconhecidas em âmbito nacional e internacional pela aplicação de estratégias bioclimáticas voltadas à Amazônia. Dentre elas, destaca-se o Setor Norte do Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM como uma das mais reportadas na literatura corrente, premiada pela Bienal de Arquitetura de Buenos Aires (1985) e pelo Instituto dos Arquitetos Brasileiros – IAB (1987), além de integrar o conjunto de 29 obras do arquiteto tombadas como patrimônio arquitetônico, histórico e cultural pela Lei Estadual do Amazonas nº 312 de 2016. No presente artigo, os edifícios de autoria de Severiano Porto e datados da primeira frente de obras no Setor Norte da Universidade foram estudados a fim de identificar as estratégias bioclimáticas utilizadas, bem como entender sua influência sobre o conjunto arquitetônico do Campus. Para tanto, foram selecionadas edificações com uso e estrutura física similares, representando as tipologias do bloco de laboratórios, anfiteatro, bloco de salas de aula e bloco administrativo. A identificação das estratégias bioclimáticas foi realizada por meio de pesquisa documental, bibliográfica e levantamento de dados em campo conforme três categorias estratégicas: ventilação natural, sombreamento e escolha de materiais.

Palavras-chave: Severiano Mário Porto; Estratégias Bioclimáticas; Campus UFAM; Amazônia.

RESUMEN

Las obras del renomado arquitecto Severiano Mário Porto son reconocidas a nivel nacional e internacional por la aplicación de estrategias bioclimáticas orientadas a la Amazonia. En el marco de la Bienal de Arquitectura de Buenos Aires (1985) y del Instituto de Arquitectos Brasileños – IAB (1987), se destacó el Sector Norte del Campus de la Universidad Federal del Amazonas - UFAM como una de las más reportadas en la literatura corriente, además de integrar el conjunto de 29 obras del arquitecto tomadas como patrimonio arquitectónico, histórico y cultural por la Ley Estatal del Amazonas nº 312 de 2016. En el presente artículo, los edificios de autoría de Severiano Porto y datados del primer frente de obras en el Sector Norte de la Universidad han sido estudiados para identificar las estrategias bioclimáticas utilizadas, así como entender su influencia sobre el conjunto arquitectónico del Campus. Para ello, se seleccionaron edificaciones con uso y estructura física similares, representando las tipologías del bloque de laboratorios, anfiteatro, bloque de aulas y bloque administrativo. La identificación de las estrategias bioclimáticas fue realizada por medio de investigación documental, bibliográfica y levantamiento de datos en campo según tres categorías estratégicas: ventilación natural, sombreado y elección de materiales.

Palabras-clave: Severiano Mário Porto; Estrategias Bioclimáticas; Campus UFAM; Amazonia.

ABSTRACT

The works of renowned architect Severiano Mário Porto are recognized nationally and internationally by bioclimatic strategies application geared to Amazonia. Among them, the Federal University of Amazonas – UFAM Campus Northern Sector stands out as one of the most reported in current literature, awarded by Architecture Biennial of Buenos Aires (1985) and Institute of Brazilian Architects – IAB (1987) in addition to integrating a set of 29 architect's works listed as architectural, historical and cultural patrimony in 2016 by Amazonas State Law nº 312. In this present article, buildings authored by Severiano Porto and dated from the first construction front in University Northern Sector were studied in order to identify the bioclimatic strategies used, as well as understand its influence on the Campus architectural set. For that, we selected buildings with similar physical structure and use, representing laboratory block, amphitheater, classroom block and administrative block typologies. The bioclimatic strategies identification was made through documentary, bibliographic research and data collection in field according to three strategic categories: natural ventilation, shading and materials choice.

Keywords: Severiano Mário Porto; Bioclimatic Strategies; Campus UFAM; Amazonia.



Introdução

As obras do arquiteto Severiano Mário Porto são referências na aplicação de estratégias eficientes para o clima quente e úmido da Amazônia. Formado no Rio de Janeiro, veio a Manaus nos anos 60, por meio do programa de expansão da construção civil pelo território nacional. Severiano Porto foi consagrado por aliar harmonicamente a arquitetura da época às condições climáticas locais, para tanto, ele buscou nas construções vernaculares da Amazônia as soluções que aplicou em suas obras, como o mesmo relatou em entrevista à TV UFAM (ABRAHIM, 2014).

Quando Vitruvius escreveu a primeira literatura voltada à arquitetura que se tem registro no ocidente, ele definiu três termos concomitantes que todo o espaço habitável deve equilibrar: *firmitas*, a estrutura, *venustas*, a estética, e *utilitas*, a funcionalidade (VITRÚVIO *apud* DOMINGO, 1997) na qual está incluso o conforto ambiental. Sobre o último aspecto é possível constatar que os movimentos pela construção sustentável, dentre eles a chamada arquitetura bioclimática, nada mais são que a reintrodução da *utilitas* ambiental na arquitetura contemporânea.

O termo arquitetura bioclimática “[...] consiste na adequada e harmoniosa relação entre o ambiente construído, o clima e seus processos de troca de energia, tendo como objetivo final o conforto ambiental humano” (BABIRATO; SOUZA; TORRES, 2007, p.12). A obra de Severiano Porto nos aponta meios para uma concepção arquitetônica embasada no ambiente em que se insere, sobretudo ao respeito pelos elementos particulares da realidade amazônica, pioneirismo e visão ecológica que o consagraram a nível nacional e internacional (HESPANHA, 2009).

O Campus da Universidade Federal do Amazonas – UFAM é uma das obras de Severiano Porto mais citadas na literatura corrente. Optou-se pelo estudo das edificações do Setor Norte, pois no início da primeira frente de obras do Campus, uma parte do Setor Sul já havia sido edificada (COSTA, 2006), assim como optou-se pelas edificações originais, ou seja, aquelas que datam da primeira etapa da construção do

Setor Norte (1976-1986), pois foram tanto projetadas como acompanhadas por Severiano Porto.

Materiais e Métodos

O presente artigo foca-se na identificação das estratégias de arquitetura bioclimática do Setor Norte do Campus UFAM, tanto na implantação do conjunto arquitetônico como na tipologia de cada edificação. O estudo de abordagem qualitativa e caráter descritivo foi realizado por meio de pesquisas: documental, bibliográfica e levantamento de dados em campo (BORTOLOTI, 2015).

Das 34 edificações de Severiano Porto no Setor Norte do Campus UFAM (Figura 1) foram selecionadas quatro de suas obras (Tabela 1): o bloco de laboratórios 11 – FT (Figura 2), o anfiteatro – FT (Figura 3), o bloco salas de aula 03 – ICHL (Figura 4) e o bloco de administração 04 – ICHL (Figura 5). A seleção baseou-se nos seguintes critérios: i) autoria do projeto arquitetônico; ii) acompanhamento da obra por Severiano Porto, cuja referência é a data da primeira frente de obras; iii) tipologia arquitetônica; iv) sorteio aleatório das edificações.



Figura 1 – Imagem aérea do Setor Norte da UFAM.
Fonte: Sampaio *apud* Abrahim, 2014.



Figura 2 – Bloco de laboratórios 11 - FT.
Fonte: Mendes, 2017.



Figura 3 – Anfiteatro - FT.
Fonte: Mendes, 2017.



Figura 4 – Bloco de salas de aula 04 - ICHL.
Fonte: Mendes, 2017.



Figura 5 – Bloco de administração 03 – ICHL.
Fonte: Mendes, 2017.

Nº	Edificação Tipo	Local	Área (m²)
11	Bloco de laboratórios	Faculdade de Tecnologia	779,22
01	Anfiteatro	Faculdade de Tecnologia	353,40
03	Bloco salas de aula	Instituto de Ciências Humanas e Letras	726,57
04	Bloco da administração	Instituto de Ciências Humanas e Letras	1.606,65

Tabela 1 – Edificações Sorteadas.

Fonte: Mendes; Santana, 2017.

Contexto Histórico

Antes de abordar o Campus UFAM é necessário contextualizar o panorama das dinâmicas políticas e sociais que culminaram nessa e demais construções da época. Na década de 60 houve um forte incentivo à expansão do território nacional, dentre outras medidas por meio do estímulo à construção civil. Em Manaus existiam poucos engenheiros civis e arquitetos e a maioria dos profissionais vinha de outros estados, dentre eles, o arquiteto Severiano Porto (SEGAWA, 2010).

O terreno em que se situa o Campus fora uma doação do Governo do Estado do Amazonas, cuja área verde com aproximadamente 700 hectares, atualmente integra em conjunto com outros fragmentos florestais, a APA da grande UFAM (COSTA; SILVA FILHO, 2014). Para a locação do Setor Norte e das novas edificações do Setor Sul foram escolhidos os dois platôs de cotas de nível mais altas do terreno.

O projeto iniciou em 1976 e a primeira etapa fora entregue em 1986. Por questões de redução de custo, optou-se por estruturas de vigas e pilares pré-moldados, concreto armado e alvenaria. Para as esquadrias: madeira de cedro e angelim tratados; para divisórias: laminado melamínico e para a cobertura, telha de fibrocimento (COSTA; SILVA FILHO, 2014).

No Setor Norte está situado o ICHL – Instituto de Ciências Humanas e Letras e a FT – Faculdade de Tecnologia. As primeiras edificações no ICHL foram: dois anfiteatros, duas áreas de lazer, uma cantina, dois blocos de laboratórios, quatro blocos de administração e cinco blocos de salas de aula. Na FT foram: um anfiteatro, duas áreas



de lazer, uma cantina, onze blocos de laboratórios, um bloco de administração e três blocos de salas de aula.

Todas as edificações tipo, tanto do ICHL como da FT, são análogas e modulares, o que possibilitou as futuras mudanças internas de layout e a inserção de novos blocos. Durante as frentes de obras posteriores foram adicionadas as edificações de três pavimentos, além de novos blocos de um e dois pavimentos, assim como algumas alterações nas edificações existentes.

Em 1985 o projeto do Setor Norte recebeu o prêmio de melhor Universidade na Bienal de Arquitetura em Buenos Aires e em 1987 a obra recebeu a 25ª Premiação Anual do Instituto de Arquitetos do Brasil – IAB. O Campus UFAM e outras 28 obras do arquiteto Severiano Porto foram tombadas em 2016 como patrimônio histórico, arquitetônico e cultural (LEI Nº 312, 2016), tema debatido na última sessão do Primeiro Seminário de Arquitetura Moderna na Amazônia – I SAMA (CERETO, 2016).

Estratégias Aplicáveis

O Brasil possui clima bastante variado devido a sua vasta extensão territorial, o Amazonas situa-se na região do país de clima equatorial, que compreende temperaturas médias de 24 a 26 °C, com amplitude anual de até 3 °C. Das zonas bioclimáticas brasileiras, Manaus situa-se na zona 8 correspondente à área da Floresta Amazônica e parte da Mata Atlântica (ABNT NBR 15.220-3, 2005).

O professor titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Roberto Lamberts, trabalha a arquitetura e clima conforme o zoneamento bioclimático brasileiro. As principais diretrizes construtivas para esta zona são: uso de grandes aberturas completamente sombreadas, ventilação cruzada permanente, paredes e coberturas leves e reflexivas (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Todavia, foi o pesquisador húngaro Victor Olgyay um dos primeiros arquitetos contemporâneos a estudar a relação entre clima, edificações e bem estar humano,



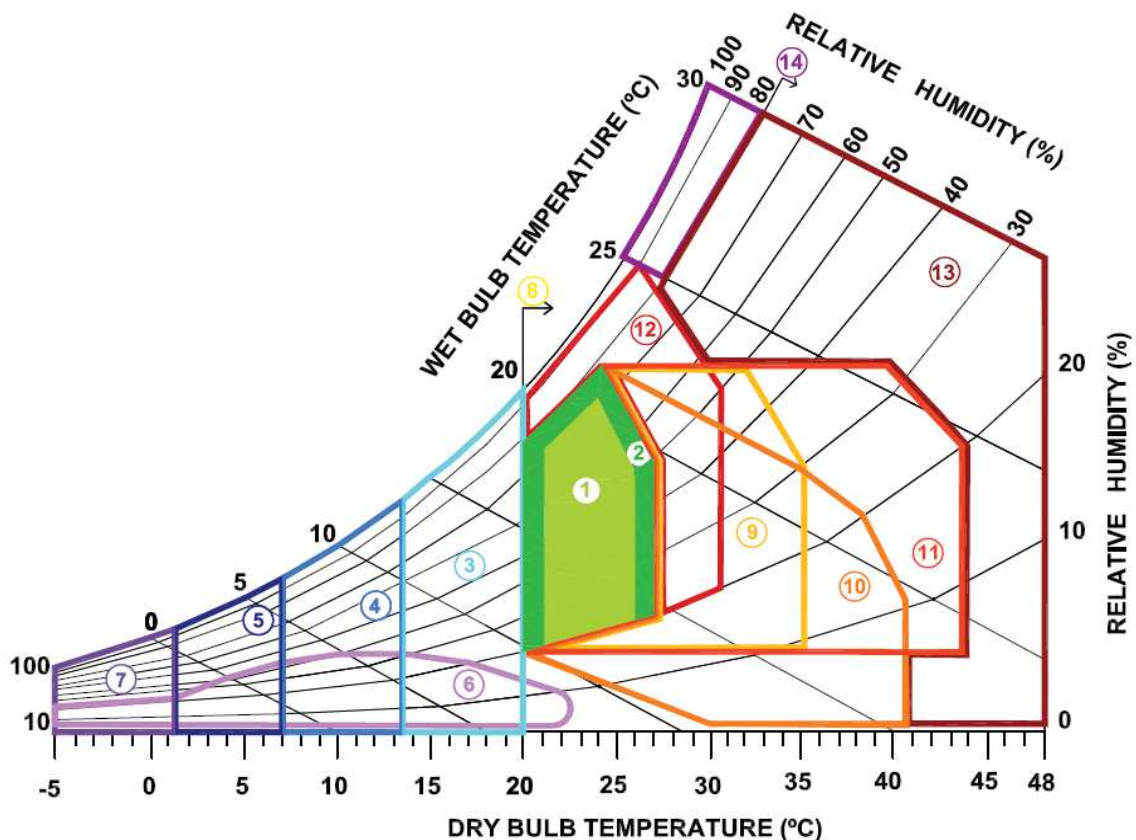
(re)introduzindo o conceito de desenho bioclimático à arquitetura e ao urbanismo do século 20 (OLGYAY, 1998). Ao analisar variados exemplos de construções vernaculares sobre a ótica da biologia humana, da engenharia e da metodologia científica, descreveu os princípios arquitetônicos a serem aplicados em climas quentes e úmidos (Tabela 2).

Desenho Bioclimático do Conjunto	Desenho Bioclimático da Edificação
Edificações posicionadas nas cotas mais altas do terreno;	Edificações altas de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:1,7 a 1:30;
Edificações individualizadas, com espaçamentos entre si, de modo a favorecer a circulação de ar entre as edificações;	Elementos que favoreçam a circulação interna de ar e proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas;
Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas;	Atenção especial ao excesso aberturas nas fachadas leste e oeste;
Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação;	Planta de distribuição deve ser livre e de preferência com jardim ou pátio interno;
Sistemas de escoamento da água em caso de chuvas torrenciais.	Evitar o excesso de zonas pavimentadas;
	Malha protetora contra insetos nas aberturas;
	Existência de pelo menos uma área protegida contra tempestades;
	Ambientes internos onde se produza calor e umidade (cozinha, banheiro, etc.) devem possuir ventilação permanente e estar separados do resto da edificação;
	Demais espaços internos com paredes móveis ou muros baixos, permitindo o fluxo de vento durante as atividades diurnas;
	Materiais com resistência à umidade e boa inércia térmica;
	Superfícies em cores claras.

Tabela 2 – Estratégias bioclimáticas para climas quente e úmido.
Fonte: Olgyay, 1998.

Já o artigo publicado na revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews* propõe uma revisão das estratégias de arquitetura bioclimática com o intuito de atingir maior conforto térmico (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015). Utilizando o Diagrama Psicrométrico (Figura 6), que relaciona as temperaturas nos bulbos seco (*dry bulb*

temperature) e úmido (*wet bulb temperature*) à umidade relativa (*relative humidity*), são descritas as estratégias bioclimáticas para 14 intervalos distintos.



- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. CONFORTO AMBIENTAL | 9. INÉRCIA TÉRMICA |
| 2. CONFORTO AMBIENTAL PERMISSIVO | 10. RESFRIAMENTO POR EVAPORAÇÃO |
| 3. AQUECIMENTO POR PELE DE VIDRO | 11. INÉRCIA TÉRMICA COM ESFRIAMENTO NOTURNO |
| 4. AQUECIMENTO SOLAR PASSIVO | 12. RESFRIAMENTO NATURAL E POR VENTILAÇÃO MECÂNICA |
| 5. AQUECIMENTO SOLAR ATIVO | 13. CLIMATIZAÇÃO ARTIFICIAL |
| 6. UMIDIFICAÇÃO | 14. DESUMIDIFICAÇÃO |
| 7. AQUECIMENTO CONVENCIONAL | |
| 8. PROTEÇÃO SOLAR | |

Figura 6 – Diagrama Psicrométrico.
 Fonte: Manzano-Agugliaro et al., 2015.

As normais climatológicas anuais de Manaus para umidade relativa variam entre 90 e 77%, com temperatura máxima entorno de 31,4 °C e mínima entorno de 23,3 °C (INMET, 2017), correspondendo às estratégias bioclimáticas (Tabela 3) para os intervalos 2, 8, 9, 11, 12, 13 e 14 do diagrama (Figura 6). A zona permissiva de conforto térmico é definida pelos autores do artigo como aquela em que o usuário pode se

adaptar às condições do entorno sem grandes esforços (MANZANO-AGUGLIARO et al., 2015).

Categoria Estratégica	Exemplos de estratégias bioclimáticas
Conforto ambiental permissivo	Uso de roupas leves pelos usuários*
Proteção solar	Árvores de folhagem caduca, pérgulas, toldos, varandas e quebra-sóis.
Inércia térmica	Uso de materiais de alta massa térmica na envoltória, sistemas de ventilação cruzada, sistemas de calefação e pátios internos.
Inércia térmica com resfriamento noturno	Uso de materiais na envoltória com aproximadamente 12 horas de atraso térmico.
Resfriamento natural e por ventilação mecânica	Ventilação cruzada nas fachadas NS ou NO, alinhamento com os ventos predominantes, lanternins; câmaras solares, ventilação subterrânea, torres de vento, torres de evaporação, pé direito duplo, pátios internos, ventiladores de teto e/ou parede.
Climatização artificial	Sistemas de aberturas/paredes/coberturas insuladas, abertura das janelas por pelo menos 10 minutos durante o desligamento dos aparelhos, para que haja renovação interna de ar*, programação da temperatura conforme a atividade exercida em cada ambiente*, dimensionamento do sistema de resfriamento conforme as características locais*, manutenção e verificação periódicas*.
Desumidificação do ambiente	Sal absorvente; forros salinos.

**estratégias comportamentais ou recomendações aos ocupantes.*

Tabela 3 – Exemplos de estratégias bioclimáticas por categoria.

Fonte: Manzano-Agugliaro et al., 2015.

Resultados

As estratégias bioclimáticas encontradas no Setor Norte do Campus UFAM foram discriminadas em três categorias estratégicas: ventilação natural, sombreamento—e escolha de materiais.

As estratégias de ventilação natural (Tabela 4), também chamadas de resfriamento natural por alguns autores visam retirar o calor do edifício favorecendo a circulação de ar interna e entre as edificações. Elas se dão tanto por calefação como pela ventilação

cruzada nas fachadas norte-sul ou no alinhamento com os ventos predominantes, podendo ser complementadas pelo uso de ventilação mecânica.

I. Ventilação Natural

Local	Estratégias Encontradas
Implantação	Edificações individualizadas e com espaçamento entre si favorecendo a circulação de ar; Edificações posicionadas nas cotas mais altas do terreno; Jardins e pátios internos; Planta de distribuição livre.
Bloco de laboratórios	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes; Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim)*; Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Anfiteatro	Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim); Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Bloco de salas de aula	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes; Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Sistema de calefação (lanternim); Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).
Bloco Administrativo	Áreas molhadas com ventilação permanente e separadas dos demais ambientes; Edificação individualizada e com espaço entre as demais edificações favorecendo a circulação de ar; Edificação posicionada numa das cotas mais altas do terreno; Elementos que favoreçam a circulação interna de ar (cubou). Jardim interno; Sistema de calefação (lanternim); Sistema de ventilação cruzada (janelas nas fachadas norte/sul).

*Lanternim interno fechado (modificação do projeto original).

Tabela 4 – Estratégias de ventilação natural no Campus UFAM.

Fonte: Mendes; Bahia; Santana, 2018.

As estratégias de sombreamento (Tabela 5), também chamadas de proteção solar por alguns autores objetivam evitar ganhos de temperatura interna pela incidência solar e

são focalizadas para as aberturas da edificação, porém nada impede sua aplicação em qualquer parte da envoltória, o que contribui igualmente para evitar o aquecimento das edificações pela incidência solar.

II. Sombreamento

Local	Estratégias Encontradas
Implantação	Edificações altas e alongadas na direção norte-sul, na proporção 1:1,7 a 1:30; Espaços públicos e áreas externas permanentemente sombreadas.
Bloco de laboratórios	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,7; Proteção contra a insolação direta em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação.
Anfiteatro	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:2,2; Proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.
Bloco de salas de aula	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,3; Proteção contra a insolação direta, em todas as fachadas (cobertura e corredor-varanda); Vegetação próxima alta, proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.
Bloco Administrativo	Edificação alta de forma livre e alongada na direção norte-sul, na proporção 1:5,6; Proteção contra a insolação direta em todas as fachadas (cobertura, corredor-varanda e cobogó); Vegetação próxima alta proporcionando sombreamento sem barrar a ventilação*.

*Bosqueamento perdido por meio de mata secundária (presença de vegetação média e baixa).

Tabela 5 – Estratégias de sombreamento natural no Campus UFAM.

Fonte: Mendes; Bahia; Santana, 2018.

As estratégias de escolha de materiais (Tabela 6), muitas vezes são divididas por alguns autores como categorias estratégicas distintas. O uso de cores claras e/ou reflexivas, por exemplo, objetiva evitar ganhos de temperatura interna diminuindo a absorbância dos materiais externos. Já a inércia térmica dos materiais visa retardar a transmissão de

calor para o interior da edificação e, por evitar a troca de temperatura entre os ambientes externos e internos é especialmente recomendada para otimizar a eficiência energética da climatização artificial.

III. Escolha de Materiais

Local	Estratégias encontradas.
Implantação	Evitar o excesso de zonas pavimentadas.
Bloco de Laboratórios	Materiais com boa resistência á umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Superfícies em cores claras*.
Anfiteatro	Materiais com boa resistência a umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Superfícies em cores claras.
Bloco de salas de aula	Materiais com boa resistência a umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Superfícies em cores claras.
Bloco administrativo	Materiais com boa resistência a umidade; Poucas aberturas e/ou superfícies envidraçadas nas fachadas leste e oeste; Superfícies em cores claras.

**Escurecimento das coberturas por falta de manutenção (originalmente pintadas de branco).*

Tabela 6 – Estratégias de escolha de materiais no Campus UFAM.

Fonte: Mendes; Bahia; Santana, 2018.

Considerações Finais

O presente estudo comprova a vanguarda de Severiano Porto no que se refere à sustentabilidade ambiental na arquitetura. Como se sabe, sua visão ecológica o consagrou como um arquiteto a frente de seu tempo e o estudo de suas obras vêm a reafirmar a importância de seu papel tanto no movimento moderno como no desenvolvimento de uma arquitetura atenta às particularidades da Amazônia.

Como pôde ser constatado, algumas estratégias bioclimáticas do Setor Norte do Campus UFAM foram alteradas com o passar dos anos. Os lanternins internos foram fechados para que as mesmas recebessem climatização artificial, O bosqueamento da vegetação entre os blocos, que ocorre naturalmente durante o processo de construção foi perdido



pela reocupação progressiva da vegetação, chamada de mata secundária ou capoeira. A falta de manutenção dos telhados provocou o escurecimento da superfície das coberturas.

Porém, antes de propor qualquer intervenção que vise a recuperação das estratégias bioclimáticas acima citadas, é preciso fazer algumas ressalvas. A primeira é a do próprio escopo do patrimônio histórico, que nos últimos foi ampliando para incluir não apenas edificações individuais e grupos de edifícios, mas também jardins, paisagens e o meio ambiente (AHMAD, 2006).

A segunda ressalva refere-se à conservação/intervenção no patrimônio moderno, o paradoxo entre a teoria da conservação e a do ideário da arquitetura moderna:

A diversidade característica desse patrimônio, na realidade reflete uma das suas principais singularidades: a arquitetura moderna institui um novo modo de conceber que rompe com a maneira de se fazer arquitetura até então, baseada no tipo. [...] Para este novo modo de conceber, inaugurado pela arquitetura moderna, e ainda vigente, a forma é resultado de um processo de síntese, condicionado pelo programa e definido pelo sujeito histórico, autor do projeto, daí sua diversidade e atualidade (ROCHA, 2011, p. 57-59).

A terceira ressalva diz respeito à relação monumento-entorno-sociedade considerando os processos e práticas aplicáveis para que o valor cultural do patrimônio histórico não se perca pela degradação e o abandono dos mesmos (AMARAL; MESSIAS; BARBOSA, 2017). E a quarta, mas não menos importante, “(...) a noção de sustentabilidade econômica e socioambiental da preservação e da necessidade de sua aplicação ao patrimônio ambiental urbano” (ARANTES, 2006, p.1).

Por tanto, recomenda-se que uma futura intervenção no setor norte do Campus UFAM, além de não demolir ou descaracterizar as edificações (LEI N° 312, 2016), desconsidere quaisquer intervenções na área florestal ainda que com o intuito de devolver a estratégia de ventilação natural do conjunto pelo bosqueamento da vegetação próxima (*Tabela 5*). Tanto por se tratar de uma Área de Proteção Ambiental – APA, como porque no

presente estudo não foram encontradas nenhuma evidência de que tal bosqueamento fizesse parte do programa original do Campus UFAM.

Todavia, recomenda-se a recuperação do sistema de calefação dos lanternins internos das salas do bloco de laboratórios, bloco de salas de aula e bloco administrativo (Figura 7), adicionando um sistema móvel para que os mesmos possam ser abertos quando o ar-condicionado estiver desligado. Esta medida, além de devolver a intensionalidade do autor à obra, poderá reduzir o gasto energético dos edifícios com climatização artificial.

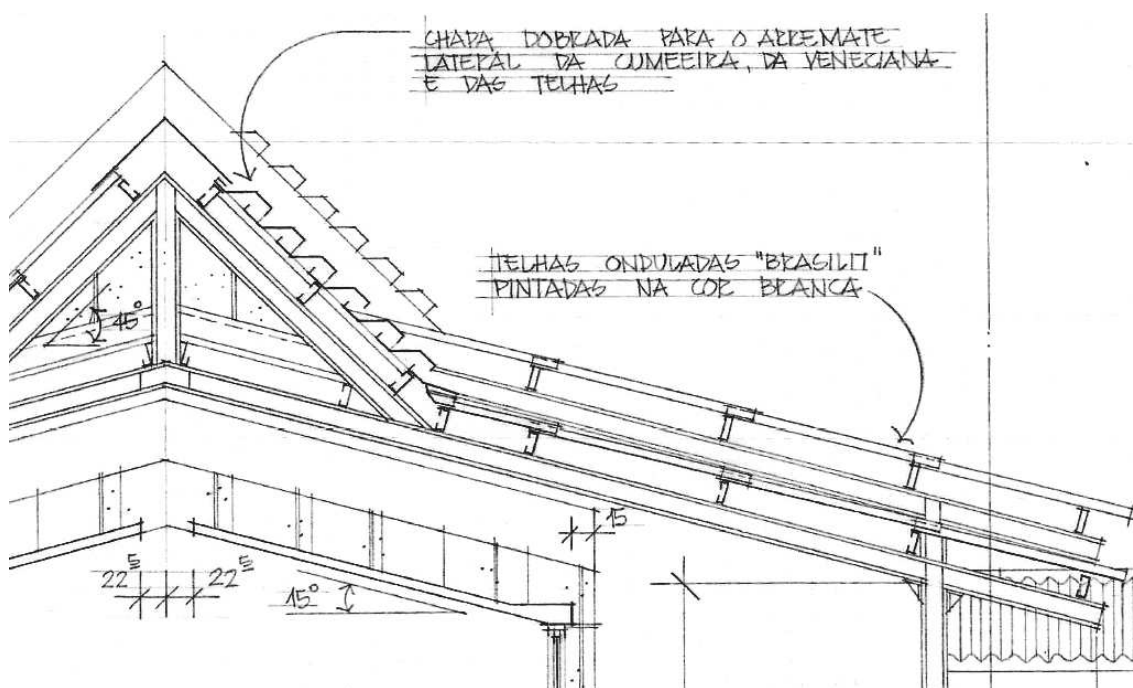


Figura 7 – Detalhe da cobertura e lanternins externo e interno.
Fonte: Porto, 1981.

E, não obstante, recomenda-se que as telhas de fibrocimento e chapas metálicas dos telhados sejam anualmente pintadas de branco, ainda que isso contradiga algumas teorias sobre monumento histórico que enfatizam a visibilidade da passagem do tempo (RUSKIN, 2008; AMARAL; MESSIAS; BARBOSA, 2017), uma vez que o próprio ideário moderno é ancorado na concepção da arquitetura como processo de síntese do autor do projeto, no experimentalismo e plasticidade dos materiais.



Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Brasil – CNPq da Fundação de Amparo à Pesquisa do Amazonas – FAPEAM.

Agradecemos ainda as contribuições do Profº Me. José Carlos Bonetti.

Referências

ABRAHIM, R. **Poesia na floresta: A Obra de Severiano Porto no Amazonas**. Manaus: Reggo Edições, 2014.

AHMAD, Y. The Scope and Definitions of Heritage: From Tangible to Intangible. **International Journal of Heritage Studies**, v. 12, n. 3, p. 292–300, 2006.

AMARAL, C. S.; MESSIAS, P.; BARBOSA, J. D. V. Gestão e Diretrizes para Conservação do Patrimônio Arquitetônico. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 5, n. 31, p. 126–137, 2017.

ARANTES, A. A. O Patrimônio Cultural e Seus Usos: A Dimensão Urbana. **Habitus**, v. 4, n. 1, p. 425–435, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15.220-3: **Desempenho Térmico de Edificações - Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social**. Rio de Janeiro, 2005.

BABIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L. DE; TORRES, S. C. **Clima e Cidade**. Alagoas: ABEU, 2007.

BORTOLOTTI, K. F. **Metodologia da Pesquisa**. Rio de Janeiro: SESES, 2015.

CERETO, M. **Amazônia Moderna**. Vitruvius Drops, v. 102.1, p. 15–17, 2016.

COSTA, G. G. DA. **Manaus: Um Estudo de Seu Patrimônio Histórico e Urbano**. [s.l.] Un-B, 2006.

COSTA, G. G. DA; SILVA FILHO, A. R. DA. Campus da UFAM em Manaus: Especificidades da Construção. **Un-B**, p. 1–13, 2014.

HESPANHA, S. A. M. Severiano Porto. **Vitruvius Arquitectos**, v. 105.5, p. 5–9, 2009.

INSTRITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Gráficos**



Climatológicos de Manaus. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>. Acesso em: 18 dez. 2017.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: LabEEE, 2014.

LEI Nº 312. **Diário Oficial do Legislativo**. Manaus, Brasil Assembleia Legislativa do Estado do Amazonas, , 2016.

MANZANO-AGUGLIARO, F. et al. Review of Bioclimatic Architecture Strategies for Achieving Thermal Comfort. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 736–755, 2015.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima**. Barcelona: Gráfica 92, 1998.

PORTO, S. M. **PE - 145**. Manaus, 1981.

ROCHA, M. P. **Patrimônio arquitetônico moderno: Do debate às intervenções**. [s.l.] UFPB, 2011.

RUSKIN, J. **A Lâmpada da memória**. Cotia: Ateliê Editorial, 2008.

SAMPAIO *apud* ABRAHIM, R. **Poesia na floresta: A Obra de Severiano Porto no Amazonas**. Manaus: Reggo Edições, 2014.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil: 1900-1990**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2010.

VITRÚVIO *apud* M. P.; DOMINGO, J. L. O. **Los Dez Libros de Arquitectura**. Madrid: Alianza Forma, 1997. v. 10.

APÊNDICE B – MEMÓRIAS DE CÁLCULO DA ENCE

BLOCO DE LABORATÓRIOS

Área da Envolvória - Aenv

Local	Área
Fachada Oeste	42,72
Fachada Leste	42,72
Fachada Norte	196,15
Fachada Sul	225,25
Cobertura	1123,02
Total	1629,86

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	0,00	42,72	0,00
Leste	0,00	42,72	0,00
Norte	68,81	196,15	26,63
Sul	53,99	225,25	23,99
Total		506,84	50,62

FONTE: Mendes, 2019

Percentual de Abertura da Fachada - PAF

Fachada	Área Aberta	Área Fachada
Oeste	0,00	42,72
Leste	0,00	42,72
Norte	76,00	196,15
Sul	77,59	225,25
Total	153,59	506,84
	Percentual	30,30%

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Horizontal de Sombreamento - AHS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	0,00	42,72	0,00
Leste	0,00	42,72	0,00
Norte	4,21	196,15	1,63
Sul	4,21	225,25	1,87
Total		506,84	3,50

FONTE: Mendes, 2019

Absortância da Parede - α Par

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	7,06	0,01
	Madeira	0,78	2,73	0,01
	C Areia	0,45	32,93	0,04
Leste	Concreto	0,75	7,06	0,01
	Madeira	0,78	2,73	0,01
	C Areia	0,45	32,93	0,04
Norte	Concreto	0,75	37,24	0,08
	C Areia	0,45	44,88	0,06
	F Marfim	0,34	21,93	0,02
	Madeira	0,78	1,84	0,00
	P Laranja	0,65	1,85	0,00
	P Branca	0,16	11,42	0,01
Sul	Concreto	0,75	39,14	0,08
	C Areia	0,45	53,79	0,07
	F Marfim	0,34	22,30	0,02
	Madeira	0,78	1,84	0,00
	P Laranja	0,65	14,99	0,03
	P Branca	0,16	14,82	0,01
Total			351,48	0,51

FONTE: Mendes, 2019

Vol. da Envolvória - Voel

Dimensão	M Cúbico
Projeção	779,22
Altura 1	4,76
Altura 2	3,00
Volume	3023,37

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha fibrocimento + ar + laje	2,40	668,70	2,06
Chapa metálica + ar + laje	2,50	110,52	0,35
Total		779,22	2,41

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Madeira (Cedro) 15 cm

Condutividade	Espessura	Resistência	Calor Esp.	Densidade	Trans.	Cap.
0,23	0,15	0,65	1,34	600,00	1,53	120,60

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	7,06	0,07	9,33
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica.)	2,20	158,70	32,93	0,20	14,39
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	2,73	0,01	0,91
Leste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	7,06	0,07	9,33
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica.)	2,20	158,70	32,93	0,20	14,39
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	2,73	0,01	0,91
Norte	Concreto apar. 15 cm	3,90	360,00	24,48	0,26	24,27
	Concreto apar. 40 cm	2,50	960,00	12,76	0,09	33,73
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica.)	2,20	158,70	44,88	0,27	19,61
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	11,42	0,08	5,04
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	21,93	0,31	1,25
	Placa metálica	0,00	3,60	1,85	0,00	0,02
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,84	0,01	0,61
Sul	Concreto apar. 15 cm	3,90	360,00	26,32	0,28	26,09
	Concreto apar. 40 cm	2,50	960,00	24,48	0,17	64,72
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica.)	2,20	158,70	53,79	0,33	23,51
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	14,82	0,10	6,54
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	22,30	0,32	1,27
	Placa metálica	0,00	3,60	14,99	0,00	0,15
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,84	0,01	0,61
Total				363,14	2,78	256,68

FONTE: Mendes, 2019

ANFITEATRO

Área da Envoltória - Aenv

Local	Área
Fachada Oeste	72,78
Fachada Leste	83,03
Fachada Norte	164,23
Fachada Sul	164,23
Cobertura	541,20
Total	1025,47

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	67,69	72,78	10,17
Leste	53,49	83,03	9,17
Norte	25,61	164,23	8,69
Sul	25,61	164,23	8,69
Total		484,27	36,71

FONTE: Mendes, 2019

Percentual de Abertura da Fachada - PAF

Fachada	Área Aberta	Área Fachada
Oeste	1,94	72,78
Leste	1,92	83,03
Norte	27,97	164,23
Sul	27,97	164,23
Total	59,80	484,27
	Percentual	12,35%

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Horizontal de Sombreamento - AHS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	13,23	72,78	1,99
Leste	34,11	83,03	5,85
Norte	0,00	164,23	0,00
Sul	0,00	164,23	0,00
Total		484,27	7,84

FONTE: Mendes, 2019

Absortância da Parede - α Par

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	P Branca	0,16	69,89	0,03
	Madeira	0,78	0,95	0,00
Leste	P Branca	0,16	76,80	0,03
	Madeira	0,78	0,95	0,00
	For Marfim	0,34	3,35	0,00
Norte	P Branca	0,16	89,51	0,03
	Concreto	0,75	20,62	0,04
	F Marfim	0,34	7,47	0,01
	F Amarela	0,51	7,30	0,01
	P Amarela	0,51	13,35	0,02
Sul	P Branca	0,16	92,86	0,03
	Concreto	0,75	20,62	0,04
	F Marfim	0,34	2,49	0,00
	F Amarela	0,51	7,30	0,01
	P Amarela	0,51	14,98	0,02
Total			428,44	0,26

FONTE: Mendes, 2019

Volume da Edificação - Vtot

Dimensão	M Cúbico
Projeção	353,88
Altura 1	5,40
Altura 2	6,30
Total	2070,20

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha fibrocimento + ar + laje	2,40	321,84	2,64
Chapa metálica + ar + laje	2,50	32,04	0,23
Total		353,88	2,86

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Madeira (Cedro) 15 cm

Condutividade	Espessura	Resistência	Calor Esp.	Densidade	Trans.	Cap.
0,23	0,15	0,65	1,34	600,00	1,53	120,60

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Alvenaria 25 cm	1,50	225,50	61,58	0,22	32,42
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	8,34	0,05	3,12
	Madeira 15 cm	1,53	120,60	0,95	0,00	0,27
Leste	Alvenaria 25 cm	1,50	225,50	68,48	0,24	36,06
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	8,33	0,05	3,12
	Madeira 15 cm	1,53	120,60	0,95	0,00	0,27
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	3,35	0,04	0,16
Norte	Alvenaria 25 cm	1,50	225,50	61,29	0,21	32,27
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	28,22	0,16	10,56
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	13,35	0,07	4,95
	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	20,62	0,15	28,89
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	14,77	0,18	0,71
Sul	Alvenaria 25 cm	1,50	225,50	64,44	0,23	33,93
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	28,22	0,16	10,56
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	14,98	0,08	5,55
	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	20,62	0,15	28,89
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	9,78	0,12	0,47
Total				428,27	2,10	232,21

FONTE: Mendes, 2019

BLOCO DE SALAS DE AULA

Área da Envoltória - Aenv

Local	Área
Fachada Oeste	40,30
Fachada Leste	40,30
Fachada Norte	195,13
Fachada Sul	220,43
Cobertura	1097,10
Total	1593,26

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	0,00	40,30	0,00
Leste	0,00	40,30	0,00
Norte	41,94	195,13	16,49
Sul	63,63	220,43	28,27
Total		496,16	44,76

FONTE: Mendes, 2019

Percentual de Abertura da Fachada - PAF		
Fachada	Área Aberta	Área Fachada
Oeste	0,00	40,30
Leste	0,00	40,30
Norte	95,57	195,13
Sul	71,38	220,43
Total	166,95	496,16
	Percentual	33,65%

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Horizontal de Sombreamento - AHS			
Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	0,00	40,30	0,00
Leste	0,00	40,30	0,00
Norte	4,21	195,13	1,66
Sul	4,21	220,43	1,87
Total		496,16	3,53

FONTE: Mendes, 2019

Absortância da Parede - α_{Par}				
Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	6,82	0,02
	C Amarela	0,51	33,48	0,05
Leste	Concreto	0,75	6,82	0,02
	C Amarela	0,51	33,48	0,05
Norte	Concreto	0,75	42,60	0,10
	C Amarela	0,51	33,53	0,05
	F Amarela	0,51	23,43	0,04
Sul	Concreto	0,75	44,10	0,10
	C Amarela	0,51	65,37	0,10
	F Amarela	0,51	21,59	0,03
	F Marfim	0,34	17,31	0,02
Total			328,53	0,58

FONTE: Mendes, 2019

Volume da Edificação - Vtot	
Dimensão	M Cúbico
Projeção	442,75
Altura 1	3,46
Altura 2	5,22
Total	1921,54

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC			
Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha fibrocimento + ar + laje	2,40	624,15	2,49
Chapa metálica + ar + laje	2,50	102,42	0,35
Total		726,57	2,84

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Madeira (Cedro) 15 cm						
Condutividade	Espessura	Resistência	Conduct.	Densidade	Trans.	Cap.
0,23	0,15	0,65	1,34	600,00	1,53	120,60

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	6,82	0,07	9,96
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	33,48	0,22	16,17
Leste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	6,82	0,07	9,96
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	33,48	0,22	16,17
Norte	Concreto apar. 15 cm	3,90	360,00	30,94	0,37	33,90
	Concreto apar. 40 cm	2,50	960,00	11,66	0,09	34,07
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	33,53	0,22	16,20
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	23,43	0,37	1,48
Sul	Concreto apar. 15 cm	3,90	360,00	30,94	0,37	33,90
	Concreto apar. 40 cm	2,50	960,00	13,16	0,10	38,45
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	65,37	0,44	31,58
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	38,90	0,62	2,45
Total				328,53	3,17	244,31

FONTE: Mendes, 2019

BLOCO DE ADMINISTRAÇÃO

Área da Envolvória - Aenv

Local	Área
Fachada Oeste	76,08
Fachada Leste	68,87
Fachada Norte	420,44
Fachada Sul	420,49
Cobertura	1219,24
Total	2205,12

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Vertical de Sombreamento - AVS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	66,94	76,08	5,17
Leste	0,00	68,87	0,00
Norte	40,65	420,44	17,34
Sul	50,61	420,49	21,59
Total		985,88	44,09

FONTE: Mendes, 2019

Percentual de Abertura da Fachada - PAF

Fachada	Área Aberta	Área Fachada
Oeste	2,84	76,08
Leste	0,00	68,87
Norte	161,91	420,44
Sul	130,50	420,49
Total	295,25	985,88
	Percentual	29,95%

FONTE: Mendes, 2019

Ângulo Horizontal de Sombreamento - AHS

Fachada	Ângulo	Área	Média Ponderada
Oeste	0,00	76,08	0,00
Leste	0,00	68,87	0,00
Norte	12,37	420,44	5,28
Sul	9,43	420,49	4,02
		985,88	9,30

FONTE: Mendes, 2019

Absortância da Parede - α_{Par}

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	20,99	0,02
	F Marfim	0,34	0,88	0,00
	Madeira	0,78	1,78	0,00
	P Branca	0,16	49,58	0,01
Leste	Concreto	0,75	40,16	0,05
	C Areia	0,45	18,04	0,01
	Madeira	0,78	1,40	0,00
Norte	Concreto	0,75	73,73	0,09
	C Areia	0,45	42,74	0,03
	F Marfim	0,34	75,69	0,04
	Madeira	0,78	28,29	0,04
	P Branca	0,16	12,07	0,00
Sul	Concreto	0,75	72,43	0,09
	F Marfim	0,34	144,42	0,08
	Madeira	0,78	33,74	0,04
	P Branca	0,16	12,07	0,00
Total			628,01	0,51

FONTE: Mendes, 2019

Volume da Edificação - Vtot

Dimensões	M Cúbico
Projeção	815,49
Altura 1	6,95
Total	5667,66

FONTE: Mendes, 2019

Área Total do Piso - Atot

Local	Área
Térreo	742,94
1º Andar	770,86
Total	1513,80

FONTE: Mendes, 2019

Área de Proj - Ape

Local	Área
Térreo	404,54
1º Andar	639,26
Total	521,90

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha fibrocimento + ar + laje	2,40	690,03	2,03
Chapa metálica + ar + laje	2,50	125,46	0,38
Total		815,49	2,42

FONTE: Mendes, 2019

Transmitância e Capacidade Térmica da Madeira (Cedro) 15 cm

Condutividade	Espessura	Resistência	Calor Esp.	Densidade	Trans.	Cap.
0,23	0,15	0,65	1,34	600,00	1,53	120,60

FONTE: Mendes, 2019

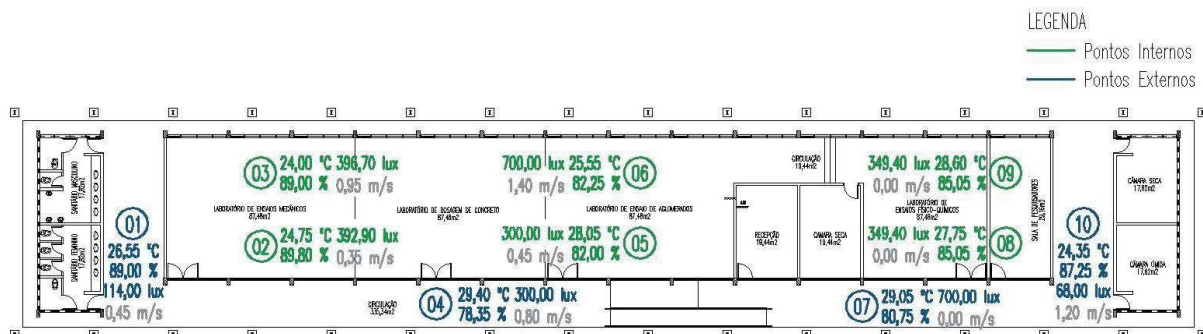
Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	20,99	0,14	18,63
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,60	49,58	0,22	14,72
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,78	0,01	0,40
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	0,88	0,01	0,03
Leste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	39,31	0,25	34,89
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	0,89	0,00	1,97
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	18,04	0,07	5,29
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,40	0,00	0,31
Norte	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	45,12	0,27	50,06
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	27,80	0,11	61,69
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	42,74	0,17	12,54
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	75,69	0,73	2,90
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	28,29	0,08	6,31
Sul	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	43,49	0,26	48,25
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	27,80	0,11	61,69
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	12,07	0,05	3,54
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	144,42	1,39	5,53
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	33,74	0,10	7,52
Total				540,80	3,97	336,28

FONTE: Mendes, 2019

APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

MEDIÇÕES DE JANEIRO A MARÇO DE 2018



Planta Baixa com os Dados da 1ª Medição no Bloco de Laboratórios

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Laboratório 11

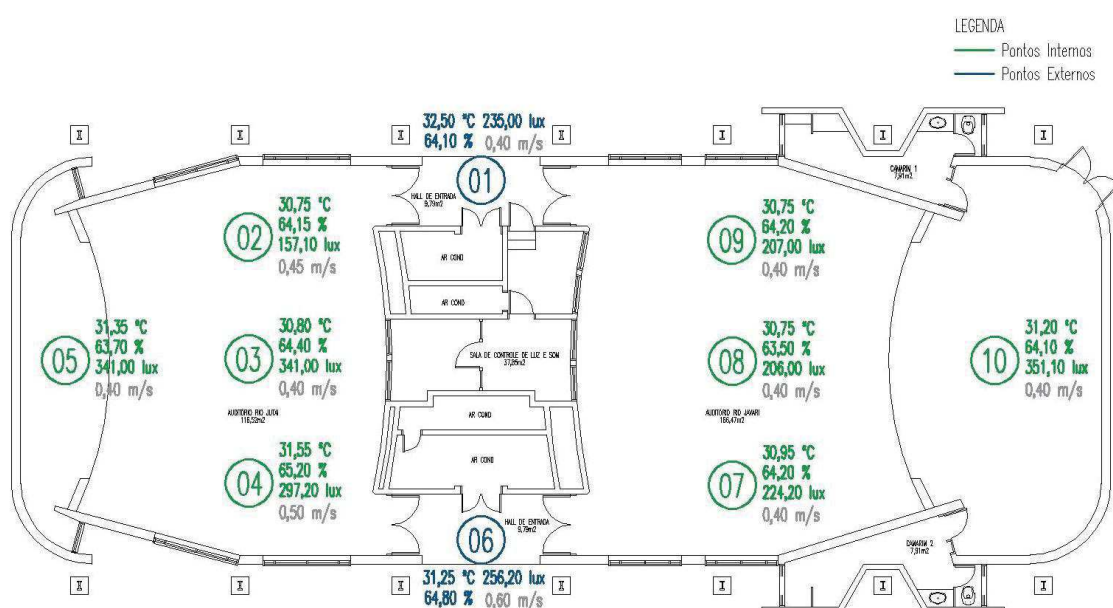
Ponto	Descrição			
1	Ambiente: Corredor		Data: 16/jan	Horário: 10:40
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 26,60	Máx.: 91,50	Máx.: 0,90	Máx.: 162,00
	Mín.: 26,50	Mín.: 86,50	Mín.: 0,00	Mín.: 66,00
	Méd.: 26,55	Méd.: 89,00	Méd.: 0,45	Méd.: 114,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,8"	Máx.: 31,00	Mín.: 23,60	Méd.: 27,30	65,00
Ponto	Descrição			
2	Ambiente: Laboratório de Ensaios Mecânico		Data: 24/jan	Horário: 13:05
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 24,80	Máx.: 91,60	Máx.: 0,70	Máx.: 393,10
	Mín.: 24,70	Mín.: 88,00	Mín.: 0,00	Mín.: 392,70
	Méd.: 24,75	Méd.: 89,80	Méd.: 0,35	Méd.: 392,90
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,6"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,7"	Máx.: 30,00	Mín.: 24,00	Méd.: 27,00	87,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente: Laboratório de Ensaios Mecânico		Data: 24/jan	Horário: 14:15
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 25,50	Máx.: 91,60	Máx.: 1,90	Máx.: 393,10
	Mín.: 22,50	Mín.: 87,40	Mín.: 0,00	Mín.: 400,30
	Méd.: 24,00	Méd.: 89,50	Méd.: 0,95	Méd.: 396,70
	Condições do Tempo*			

S 03°05'16,5" O 59°57'50,1"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)	
	Máx.:	30,00	Mín.:	24,00	Méd.: 27,00
Ponto	Descrição				
4	Ambiente: Corredor			Data: 25/jan	Horário: 09:30
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância	
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)	
	Máx.:	29,60	Máx.:	81,90	Máx.: 400,00
	Mín.:	29,20	Mín.:	74,80	Mín.: 200,00
	Méd.:	29,40	Méd.:	78,35	Méd.: 300,00
Condições do Tempo*					
S 03°05'16,5" O 59°57'49,4"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)	
	Máx.:	31,80	Mín.:	24,10	Méd.: 27,95
Ponto	Descrição				
5	Ambiente: Laboratório de Medição			Data: 25/jan	Horário: 10:45
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância	
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)	
	Máx.:	28,10	Máx.:	86,70	Máx.: 381,40
	Mín.:	28,00	Mín.:	77,30	Mín.: 218,60
	Méd.:	28,05	Méd.:	82,00	Méd.: 300,00
Condições do Tempo*					
S 03°05'16,5" O 59°57'49,1"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)	
	Máx.:	31,80	Mín.:	24,10	Méd.: 27,95
Ponto	Descrição				
6	Ambiente: Laboratório de Medição			Data: 25/jan	Horário: 11:50
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância	
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)	
	Máx.:	25,70	Máx.:	90,60	Máx.: 800,00
	Mín.:	25,40	Mín.:	79,90	Mín.: 600,00
	Méd.:	25,55	Méd.:	85,25	Méd.: 700,00
Condições do Tempo*					
S 03°05'16,2" O 59°57'49,2"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)	
	Máx.:	31,80	Mín.:	24,10	Méd.: 27,95
Ponto	Descrição				
7	Ambiente: Corredor			Data: 25/jan	Horário: 14:05
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância	
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)	
	Máx.:	29,20	Máx.:	86,40	Máx.: 1023,50
	Mín.:	28,90	Mín.:	75,10	Mín.: 376,50
	Méd.:	29,05	Méd.:	80,75	Méd.: 700,00
Condições do Tempo*					
S 03°05'16,4" O 59°57'48,1"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)	
	Máx.:	31,80	Mín.:	24,10	Méd.: 27,95
Ponto	Descrição				
	Ambiente: Sala dos Pesquisadores			Data: 29/jan	Horário: 08:10
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	luminância	
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)	

8	Máx.:	27,90	Máx.:	88,80	Máx.:	0,00	Máx.:	346,90
	Mín.:	27,60	Mín.:	81,30	Mín.:	0,00	Mín.:	351,90
	Méd.:	27,75	Méd.:	85,05	Méd.:	0,00	Méd.:	349,40
	Condições do Tempo*							
S 03°05'16,2"	Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)			
O 59°57'48,4"	Máx.:	32,40	Mín.:	24,70	Méd.:	28,55	59,00	
Ponto	Descrição							
9	Ambiente:	Sala dos Pesquisadores			Data:	29/jan	Horário: 09:15	
	Temperatura	Umidade relativa			Velocidade do ar	Iluminância		
	(°C)	(%)			(m/s)	(lux)		
	Máx.:	28,80	Máx.:	88,80	Máx.:	0,00	Máx.:	370,00
Mín.:	28,40	Mín.:	81,30	Mín.:	0,00	Mín.:	328,80	
Méd.:	28,60	Méd.:	85,05	Méd.:	0,00	Méd.:	349,40	
Condições do Tempo*								
S 03°05'16,6"	Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)			
O 59°57'48,3"	Máx.:	32,40	Mín.:	24,70	Méd.:	28,55	59,00	
Ponto	Descrição							
10	Ambiente:	Corredor			Data:	17/jan	Horário: 15:30	
	Temperatura	Umidade relativa			Velocidade do ar	Iluminância		
	(°C)	(%)			(m/s)	(lux)		
	Máx.:	24,50	Máx.:	89,20	Máx.:	2,40	Máx.:	110,00
Mín.:	24,20	Mín.:	85,30	Mín.:	0,00	Mín.:	26,00	
Méd.:	24,35	Méd.:	87,25	Méd.:	1,20	Méd.:	68,00	
Condições do Tempo*								
S 03°05'16,4"	Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)			
O 59°57'48,5"	Máx.:	32,80	Mín.:	25,60	Méd.:	29,20	85,00	

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 1ª Medição no Bloco de Anfiteatro

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Anfiteatro

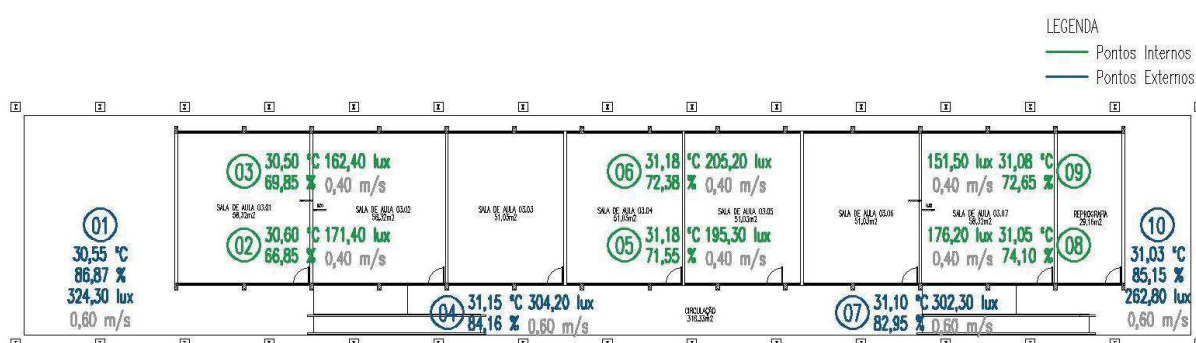
Ponto	Descrição			
1	Ambiente:	Hall de entrada	Data:	05/fev
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 32,60	Máx.: 67,90	Máx.: 0,80	Máx.: 326,20
	Mín.: 32,40	Mín.: 60,30	Mín.: 0,00	Mín.: 143,80
	Méd.: 32,50	Méd.: 64,10	Méd.: 0,40	Méd.: 235,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'22,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,3"	Máx.: 34,70	Mín.: 25,60	Méd.: 30,15	48,70
Ponto	Descrição			
2	Ambiente:	Auditório Rio Jutai	Data:	08/fev
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,80	Máx.: 67,90	Máx.: 0,90	Máx.: 167,80
	Mín.: 30,70	Mín.: 60,40	Mín.: 0,00	Mín.: 146,40
	Méd.: 30,75	Méd.: 64,15	Méd.: 0,45	Méd.: 157,10
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,1"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,1"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Auditório Rio Jutai	Data:	08/fev
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,80	Máx.: 67,90	Máx.: 0,80	Máx.: 280,20
	Mín.: 30,80	Mín.: 60,90	Mín.: 0,00	Mín.: 27,90
	Méd.: 30,80	Méd.: 64,40	Méd.: 0,40	Méd.: 341,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,4"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente:	Auditório Rio Jutai	Data:	08/fev
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,60	Máx.: 66,80	Máx.: 1,00	Máx.: 305,40
	Mín.: 31,50	Mín.: 63,60	Mín.: 0,00	Mín.: 289,00
	Méd.: 31,55	Méd.: 65,20	Méd.: 0,50	Méd.: 297,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,9"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente:	Palco Rio Jutai	Data:	08/fev
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)

	Máx.: 31,40	Máx.: 67,00	Máx.: 0,80	Máx.: 342,20
	Mín.: 31,30	Mín.: 60,40	Mín.: 0,00	Mín.: 339,80
	Méd.: 31,35	Méd.: 63,70	Méd.: 0,40	Méd.: 341,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,9"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
6	Ambiente:	Hall de entrada	Data:	05/fev
			Horário:	15:30
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,30	Máx.: 69,80	Máx.: 1,20	Máx.: 362,30
	Mín.: 31,20	Mín.: 59,80	Mín.: 0,00	Mín.: 150,10
	Méd.: 31,25	Méd.: 64,80	Méd.: 0,60	Méd.: 256,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,0"	Máx.: 34,70	Mín.: 25,60	Méd.: 30,15	48,70
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data:	08/fev
			Horário:	17:00
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,00	Máx.: 67,90	Máx.: 0,80	Máx.: 255,40
	Mín.: 30,90	Mín.: 60,50	Mín.: 0,00	Mín.: 193,00
	Méd.: 30,95	Méd.: 64,20	Méd.: 0,40	Méd.: 224,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data:	08/fev
			Horário:	16:30
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,80	Máx.: 67,90	Máx.: 0,80	Máx.: 275,00
	Mín.: 30,70	Mín.: 59,10	Mín.: 0,00	Mín.: 137,00
	Méd.: 30,75	Méd.: 63,50	Méd.: 0,40	Méd.: 206,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,7"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data:	08/fev
			Horário:	16:00
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,80	Máx.: 68,10	Máx.: 0,80	Máx.: 238,00
	Mín.: 30,70	Mín.: 60,30	Mín.: 0,00	Mín.: 176,00
	Méd.: 30,75	Méd.: 64,20	Méd.: 0,40	Méd.: 207,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00

Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Palco Rio Javari	Data:	08/fev
	Horário:	15:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,20	Máx.: 67,90	Máx.: 0,80	Máx.: 379,00
	Mín.: 31,20	Mín.: 60,30	Mín.: 0,00	Mín.: 323,20
	Méd.: 31,20	Méd.: 64,10	Méd.: 0,40	Méd.: 351,10
Condições do Tempo*				
S 03°05'21,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,30	Mín.: 27,60	Méd.: 31,45	48,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 1ª Medição no Bloco de Salas de Aula

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Salas de Aula

Ponto	Descrição			
1	Ambiente:	Corredor	Data:	15/mar
	Horário:	14:00		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,00	Máx.: 92,30	Máx.: 1,20	Máx.: 392,00
	Mín.: 30,10	Mín.: 81,43	Mín.: 0,00	Mín.: 256,60
	Méd.: 30,55	Méd.: 86,87	Méd.: 0,60	Méd.: 324,30
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'43,6"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00

Ponto	Descrição			
2	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	15/mar
	Horário:	14:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,05	Máx.: 72,30	Máx.: 0,80	Máx.: 213,50
	Mín.: 30,15	Mín.: 61,40	Mín.: 0,00	Mín.: 129,30
	Méd.: 30,60	Méd.: 66,85	Méd.: 0,40	Méd.: 171,40
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'44,7"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00

Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	15/mar
	Horário:	15:00		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,95	Máx.: 74,30	Máx.: 0,80	Máx.: 245,20
	Mín.: 30,05	Mín.: 65,40	Mín.: 0,00	Mín.: 79,60
4	Méd.: 30,50	Méd.: 69,85	Méd.: 0,40	Méd.: 162,40
	Condições do Tempo*			
	S 03°05'27,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)
	O 59°57'44,4"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20
				73,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente:	Corredor	Data:	15/mar
	Horário:	15:00		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,20	Máx.: 86,54	Máx.: 1,20	Máx.: 386,30
	Mín.: 31,10	Mín.: 81,78	Mín.: 0,00	Mín.: 222,10
6	Méd.: 31,15	Méd.: 84,16	Méd.: 0,60	Méd.: 304,20
	Condições do Tempo*			
	S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)
	O 59°57'44,1"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20
				73,00
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	15/mar
	Horário:	15:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,25	Máx.: 73,70	Máx.: 0,80	Máx.: 231,00
	Mín.: 31,10	Mín.: 69,40	Mín.: 0,00	Mín.: 159,60
8	Méd.: 31,18	Méd.: 71,55	Méd.: 0,40	Méd.: 195,30
	Condições do Tempo*			
	S 03°05'26,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)
	O 59°57'44,4"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20
				73,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	08/mar
	Horário:	15:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,20	Máx.: 74,60	Máx.: 0,80	Máx.: 253,40
	Mín.: 31,15	Mín.: 70,15	Mín.: 0,00	Mín.: 157,00
10	Méd.: 31,18	Méd.: 72,38	Méd.: 0,40	Méd.: 205,20
	Condições do Tempo*			
	S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)
	O 59°57'44,7"	Máx.: 31,90	Mín.: 24,10	Méd.: 28,00
				67,00
Ponto	Descrição			
11	Ambiente:	Corredor	Data:	15/mar
	Horário:	16:00		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)

	Máx.: 31,15	Máx.: 89,40	Máx.: 1,20	Máx.: 321,40
	Mín.: 31,05	Mín.: 76,50	Mín.: 0,00	Mín.: 283,20
	Méd.: 31,10	Méd.: 82,95	Méd.: 0,60	Méd.: 302,30
	Condições do Tempo*			
S 03°05'27,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'43,8"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00
Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Reprografia	Data:	15/mar
	Horário:	16:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,10	Máx.: 77,40	Máx.: 0,80	Máx.: 284,10
	Mín.: 31,00	Mín.: 70,80	Mín.: 0,00	Mín.: 68,30
	Méd.: 31,05	Méd.: 74,10	Méd.: 0,40	Méd.: 176,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'27,9"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'44,0"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Reprografia	Data:	15/mar
	Horário:	17:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,10	Máx.: 83,20	Máx.: 0,80	Máx.: 262,10
	Mín.: 31,05	Mín.: 62,10	Mín.: 0,00	Mín.: 40,90
	Méd.: 31,08	Méd.: 72,65	Méd.: 0,40	Méd.: 151,50
	Condições do Tempo*			
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'43,6"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Corredor	Data:	15/mar
	Horário:	17:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,05	Máx.: 91,20	Máx.: 1,20	Máx.: 293,40
	Mín.: 31,00	Mín.: 79,10	Mín.: 0,00	Mín.: 232,20
	Méd.: 31,03	Méd.: 85,15	Méd.: 0,60	Méd.: 262,80
	Condições do Tempo*			
S 03°05'26,1"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'42,2"	Máx.: 30,20	Mín.: 24,20	Méd.: 27,20	73,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

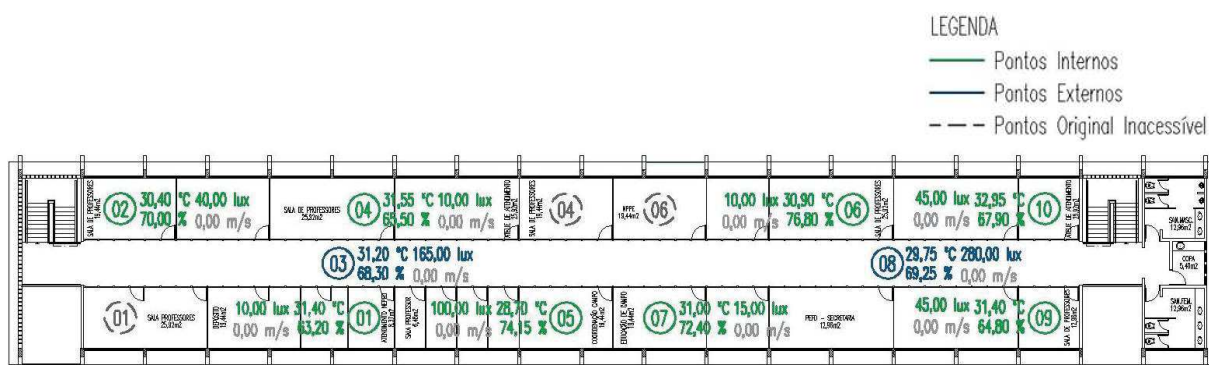
FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

4	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)					
	Máx.:	30,55	Máx.:	82,40	Máx.:	0,80	Máx.:	184,30				
	Mín.:	30,15	Mín.:	80,70	Mín.:	0,00	Mín.:	66,50				
	Méd.:	30,35	Méd.:	81,55	Méd.:	0,40	Méd.:	125,40				
	Condições do Tempo*											
S 03°05'28,6"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)						
O 59°57'47,8"		Máx.:	32,30	Mín.:	24,60	Méd.:	28,45	70,00				
Ponto		Descrição										
5	Ambiente:		Coordenação		Data:		29/mar		Horário:		15:30	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)					
	Máx.:	30,45	Máx.:	78,30	Máx.:	0,80	Máx.:	196,80				
	Mín.:	30,10	Mín.:	72,40	Mín.:	0,00	Mín.:	83,60				
	Méd.:	30,28	Méd.:	75,35	Méd.:	0,40	Méd.:	140,20				
Condições do Tempo*												
S 03°05'28,6"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)						
O 59°57'48,1"		Máx.:	32,30	Mín.:	24,60	Méd.:	28,45	70,00				
Ponto		Descrição										
6	Ambiente:		Sala de Professor		Data:		29/mar		Horário:		16:00	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)					
	Máx.:	30,50	Máx.:	79,40	Máx.:	0,80	Máx.:	192,40				
	Mín.:	30,15	Mín.:	71,50	Mín.:	0,00	Mín.:	125,40				
	Méd.:	30,33	Méd.:	75,45	Méd.:	0,40	Méd.:	158,90				
Condições do Tempo*												
S 03°05'28,8"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)						
O 59°57'47,0"		Máx.:	32,30	Mín.:	24,60	Méd.:	28,45	70,00				
Ponto		Descrição										
7	Ambiente:		Educação de Campo		Data:		29/mar		Horário:		16:30	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)					
	Máx.:	30,55	Máx.:	80,30	Máx.:	0,80	Máx.:	195,30				
	Mín.:	30,10	Mín.:	76,20	Mín.:	0,00	Mín.:	45,10				
	Méd.:	30,33	Méd.:	78,25	Méd.:	0,40	Méd.:	120,20				
Condições do Tempo*												
S 03°05'28,9"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)						
O 59°57'47,2"		Máx.:	32,30	Mín.:	24,60	Méd.:	28,45	70,00				
Ponto		Descrição										
8	Ambiente:		Corredor		Data:		29/mar		Horário:		17:00	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)					
	Máx.:	30,95	Máx.:	88,30	Máx.:	1,00	Máx.:	262,40				
	Mín.:	30,90	Mín.:	78,10	Mín.:	0,00	Mín.:	180,60				

	Méd.: 30,93	Méd.: 83,20	Méd.: 0,50	Méd.: 221,50
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,2"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	08/mar
	Horário:	17:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,50	Máx.: 88,30	Máx.: 0,80	Máx.: 152,30
	Mín.: 30,15	Mín.: 64,90	Mín.: 0,00	Mín.: 74,10
	Méd.: 30,33	Méd.: 79,40	Méd.: 0,40	Méd.: 113,20
Condições do Tempo*				
S 03°05'29,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,5"	Máx.: 31,90	Mín.: 24,10	Méd.: 28,00	67,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	23/fev
	Horário:	13:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,45	Máx.: 83,20	Máx.: 0,80	Máx.: 192,30
	Mín.: 30,10	Mín.: 74,20	Mín.: 0,00	Mín.: 99,50
	Méd.: 30,28	Méd.: 78,70	Méd.: 0,40	Méd.: 145,90
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,4"	Máx.: 32,00	Mín.: 24,00	Méd.: 28,00	81,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 1ª Medição no 1º Andar do Bloco de Administração

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Administração - 1º Andar

Ponto	Descrição			
1	Ambiente:	Atendimento	Data:	29/mar
	Horário:	13:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,50	Máx.: 85,30	Máx.: 0,80	Máx.: 180,70

	Mín.: 30,10	Mín.: 79,40	Mín.: 0,00	Mín.: 54,50
	Méd.: 30,30	Méd.: 79,60	Méd.: 0,40	Méd.: 117,60
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,8"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
2	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	08/mar
	Horário:	14:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,45	Máx.: 81,50	Máx.: 0,80	Máx.: 173,60
	Mín.: 30,05	Mín.: 73,90	Mín.: 0,00	Mín.: 59,00
	Méd.: 30,25	Méd.: 77,70	Méd.: 0,40	Méd.: 116,30
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,3"	Máx.: 31,90	Mín.: 24,10	Méd.: 28,00	67,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Corredor	Data:	29/mar
	Horário:	14:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,00	Máx.: 86,40	Máx.: 1,00	Máx.: 243,40
	Mín.: 30,90	Mín.: 72,40	Mín.: 0,00	Mín.: 145,20
	Méd.: 30,95	Méd.: 79,40	Méd.: 0,50	Méd.: 194,30
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,6"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	29/mar
	Horário:	15:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,55	Máx.: 82,40	Máx.: 0,80	Máx.: 184,30
	Mín.: 30,15	Mín.: 80,70	Mín.: 0,00	Mín.: 66,50
	Méd.: 30,35	Méd.: 81,55	Méd.: 0,40	Méd.: 125,40
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,6"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,8"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente:	Coordenação	Data:	29/mar
	Horário:	15:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,45	Máx.: 78,30	Máx.: 0,80	Máx.: 196,80
	Mín.: 30,10	Mín.: 72,40	Mín.: 0,00	Mín.: 83,60
	Méd.: 30,28	Méd.: 75,35	Méd.: 0,40	Méd.: 140,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,6"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	

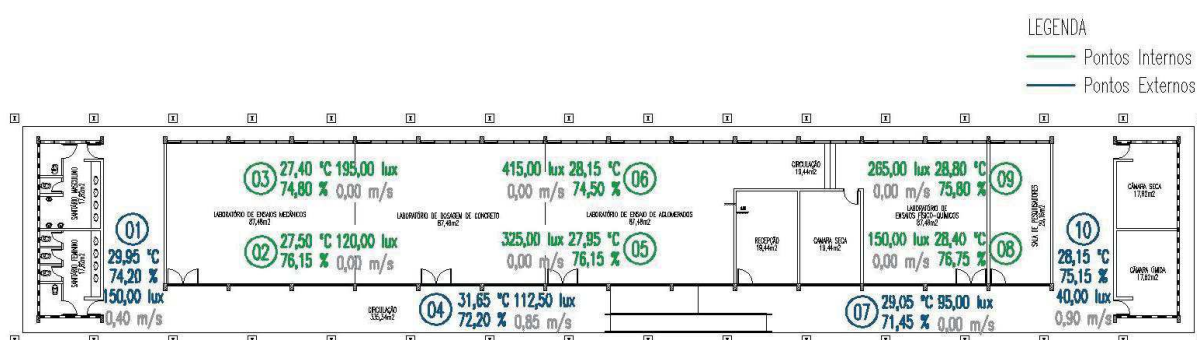
O 59°57'48,1"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
6	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	29/mar
	Horário:	16:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,50	Máx.: 79,40	Máx.: 0,80	Máx.: 192,40
	Mín.: 30,15	Mín.: 71,50	Mín.: 0,00	Mín.: 125,40
	Méd.: 30,33	Méd.: 75,45	Méd.: 0,40	Méd.: 158,90
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,0"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Educação de Campo	Data:	29/mar
	Horário:	16:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,55	Máx.: 80,30	Máx.: 0,80	Máx.: 195,30
	Mín.: 30,10	Mín.: 76,20	Mín.: 0,00	Mín.: 45,10
	Méd.: 30,33	Méd.: 78,25	Méd.: 0,40	Méd.: 120,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,2"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Corredor	Data:	29/mar
	Horário:	17:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,95	Máx.: 88,30	Máx.: 1,00	Máx.: 262,40
	Mín.: 30,90	Mín.: 78,10	Mín.: 0,00	Mín.: 180,60
	Méd.: 30,93	Méd.: 83,20	Méd.: 0,50	Méd.: 221,50
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,2"	Máx.: 32,30	Mín.: 24,60	Méd.: 28,45	70,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	08/mar
	Horário:	17:30		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,50	Máx.: 88,30	Máx.: 0,80	Máx.: 152,30
	Mín.: 30,15	Mín.: 64,90	Mín.: 0,00	Mín.: 74,10
	Méd.: 30,33	Méd.: 79,40	Méd.: 0,40	Méd.: 113,20
	Condições do Tempo*			
S 03°05'29,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,5"	Máx.: 31,90	Mín.: 24,10	Méd.: 28,00	67,00
Ponto	Descrição			
	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	23/fev
	Horário:	13:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância

	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
10	Máx.: 30,45	Máx.: 83,20	Máx.: 0,80	Máx.: 192,30
	Mín.: 30,10	Mín.: 74,20	Mín.: 0,00	Mín.: 99,50
	Méd.: 30,28	Méd.: 78,70	Méd.: 0,40	Méd.: 145,90
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)
O 59°57'46,4"	Máx.: 32,00	Mín.: 24,00	Méd.: 28,00	81,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

MEDIÇÕES DE AGOSTO A OUTUBRO DE 2018



Planta Baixa com os Dados da 2ª Medição no Bloco de Laboratórios

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Laboratório 11

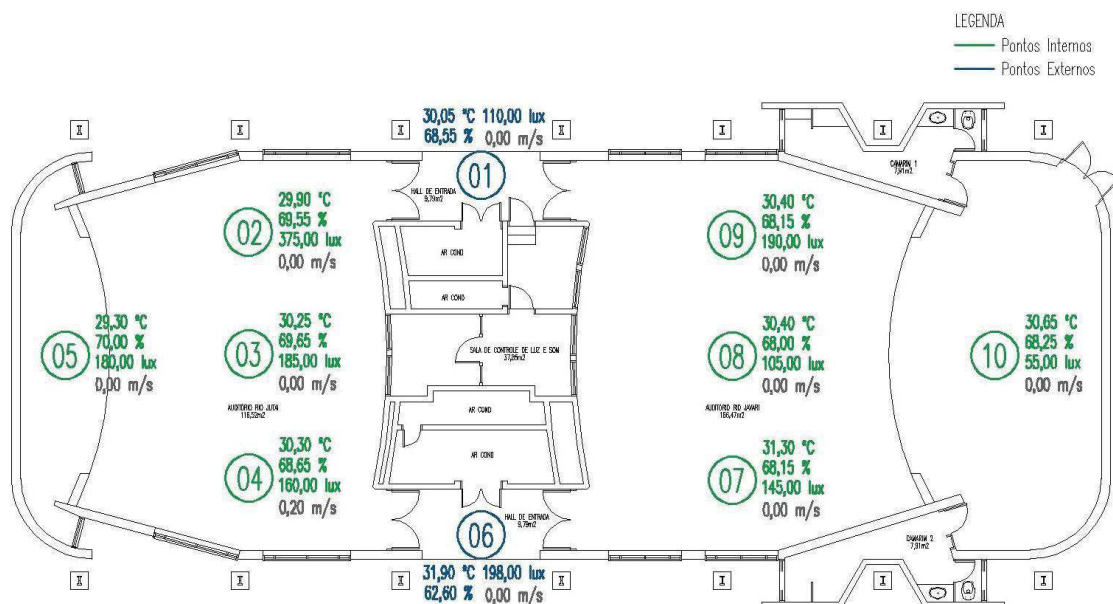
Ponto	Descrição		Data:	Horário:
1	Ambiente:	Corredor	23/ago	10:50
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,10	Máx.: 78,50	Máx.: 0,80	Máx.: 200,00
	Mín.: 29,80	Mín.: 69,90	Mín.: 0,00	Mín.: 100,00
	Méd.: 29,95	Méd.: 74,20	Méd.: 0,40	Méd.: 150,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'16,3"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)
O 59°57'49,8"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição		Data:	Horário:
2	Ambiente:	Laboratório de Ensaios Mecânico	23/ago	13:25
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 27,50	Máx.: 77,80	Máx.: 0,00	Máx.: 120,00
	Mín.: 27,50	Mín.: 74,50	Mín.: 0,00	Mín.: 120,00
	Méd.: 27,50	Méd.: 76,15	Méd.: 0,00	Méd.: 120,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'16,6"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)
O 59°57'49,7"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00

Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Laboratório de Ensaios Mecânico		Data: 23/ago Horário: 13:15
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 27,40	Máx.: 74,90	Máx.: 0,00	Máx.: 210,00
	Mín.: 27,40	Mín.: 74,70	Mín.: 0,00	Mín.: 180,00
	Méd.: 27,40	Méd.: 74,80	Méd.: 0,00	Méd.: 195,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'50,1"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente:	Corredor		Data: 23/ago Horário: 12:30
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,70	Máx.: 73,40	Máx.: 1,70	Máx.: 120,00
	Mín.: 31,60	Mín.: 71,00	Mín.: 0,00	Mín.: 105,00
	Méd.: 31,65	Méd.: 72,20	Méd.: 0,85	Méd.: 112,50
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,4"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente:	Laboratório de Medição		Data: 23/ago Horário: 13:35
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 28,00	Máx.: 77,90	Máx.: 0,00	Máx.: 330,00
	Mín.: 27,90	Mín.: 74,40	Mín.: 0,00	Mín.: 320,00
	Méd.: 27,95	Méd.: 76,15	Méd.: 0,00	Méd.: 325,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,1"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição			
6	Ambiente:	Laboratório de Medição		Data: 23/ago Horário: 13:45
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 28,20	Máx.: 74,80	Máx.: 0,00	Máx.: 420,00
	Mín.: 28,10	Mín.: 74,20	Mín.: 0,00	Mín.: 410,00
	Méd.: 28,15	Méd.: 74,50	Méd.: 0,00	Méd.: 415,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,2"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Corredor		Data: 23/ago Horário: 12:45
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 29,10	Máx.: 71,90	Máx.: 0,80	Máx.: 100,00

	Mín.: 29,00	Mín.: 71,00	Mín.: 0,00	Mín.: 90,00
	Méd.: 29,05	Méd.: 71,45	Méd.: 0,40	Méd.: 95,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,4"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,1"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00
Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Sala dos Pesquisadores	Data:	27/ago
	Horário:	15:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 28,40	Máx.: 79,10	Máx.: 0,00	Máx.: 150,00
	Mín.: 28,40	Mín.: 74,40	Mín.: 0,00	Mín.: 150,00
	Méd.: 28,40	Méd.: 76,75	Méd.: 0,00	Méd.: 150,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,4"	Máx.: 33,00	Mín.: 24,00	Méd.: 28,50	71,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Sala dos Pesquisadores	Data:	27/ago
	Horário:	15:10		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 28,80	Máx.: 79,00	Máx.: 0,00	Máx.: 270,00
	Mín.: 28,80	Mín.: 72,60	Mín.: 0,00	Mín.: 260,00
	Méd.: 28,80	Méd.: 75,80	Méd.: 0,00	Méd.: 265,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,6"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,3"	Máx.: 33,00	Mín.: 24,00	Méd.: 28,50	71,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Corredor	Data:	23/ago
	Horário:	13:00		
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 28,40	Máx.: 76,60	Máx.: 1,80	Máx.: 40,00
	Mín.: 27,90	Mín.: 73,70	Mín.: 0,00	Mín.: 40,00
	Méd.: 28,15	Méd.: 75,15	Méd.: 0,90	Méd.: 40,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'16,4"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,5"	Máx.: 31,00	Mín.: 25,00	Méd.: 28,00	86,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 2ª Medição no Bloco de Anfiteatro

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Anfiteatro

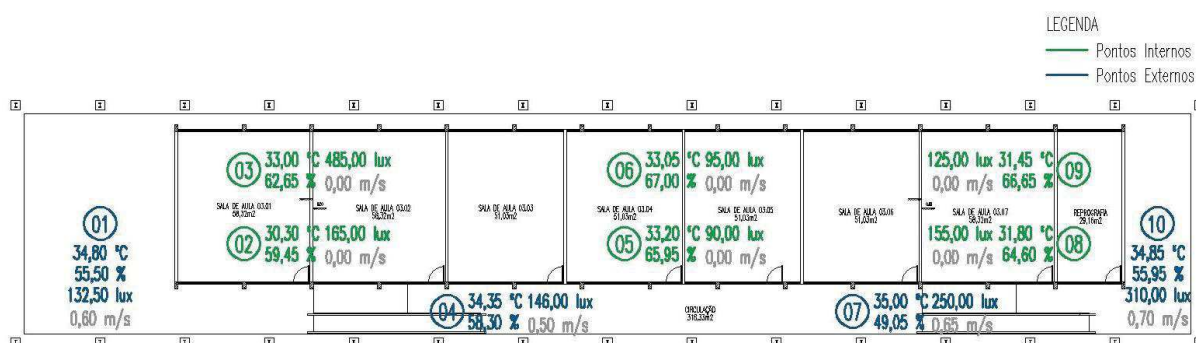
Ponto	Descrição				Data: 25/ago		Horário: 09:15	
1	Ambiente:	Hall de Entrada			Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
					Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	30,10	Máx.:	69,00	Máx.:	0,00	Máx.:	200,00
	Mín.:	30,00	Mín.:	68,10	Mín.:	0,00	Mín.:	20,00
	Méd.:	30,05	Méd.:	68,55	Méd.:	0,00	Méd.:	110,00
Condições do Tempo*								
S 03°05'22,0"		Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'49,3"		Máx.:	35,50	Mín.:	26,00	Méd.:	30,75	60,00
Ponto	Descrição				Data: 25/ago		Horário: 14:30	
2	Ambiente:	Auditório Rio Jutai			Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
					Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	29,90	Máx.:	70,70	Máx.:	0,00	Máx.:	490,00
	Mín.:	29,90	Mín.:	68,40	Mín.:	0,00	Mín.:	260,00
	Méd.:	29,90	Méd.:	69,55	Méd.:	0,00	Méd.:	375,00
Condições do Tempo*								
S 03°05'21,1"		Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'49,1"		Máx.:	35,50	Mín.:	26,00	Méd.:	30,75	60,00
Ponto	Descrição				Data: 25/ago		Horário: 10:15	
3	Ambiente:	Auditório Rio Jutai			Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
					Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	30,40	Máx.:	70,40	Máx.:	0,00	Máx.:	190,00

	Mín.: 30,10	Mín.: 68,90	Mín.: 0,00	Mín.: 180,00
	Méd.: 30,25	Méd.: 69,65	Méd.: 0,00	Méd.: 185,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,4"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente:	Auditório Rio Jutai	Data: 25/ago	Horário: 10:40
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,30	Máx.: 68,90	Máx.: 0,40	Máx.: 170,00
	Mín.: 30,30	Mín.: 68,40	Mín.: 0,00	Mín.: 150,00
	Méd.: 30,30	Méd.: 68,65	Méd.: 0,20	Méd.: 160,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,9"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente:	Palco do Auditório Rio Jutai	Data: 25/ago	Horário: 09:00
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 29,40	Máx.: 71,10	Máx.: 0,00	Máx.: 260,00
	Mín.: 29,20	Mín.: 68,90	Mín.: 0,00	Mín.: 100,00
	Méd.: 29,30	Méd.: 70,00	Méd.: 0,00	Méd.: 180,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,9"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
6	Ambiente:	Hall de Entrada	Data: 25/ago	Horário: 11:45
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 32,00	Máx.: 64,00	Máx.: 0,00	Máx.: 346,00
	Mín.: 31,80	Mín.: 61,20	Mín.: 0,00	Mín.: 50,00
	Méd.: 31,90	Méd.: 62,60	Méd.: 0,00	Méd.: 198,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'49,0"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data: 25/ago	Horário: 11:00
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,80	Máx.: 69,00	Máx.: 0,00	Máx.: 150,00
	Mín.: 30,80	Mín.: 67,30	Mín.: 0,00	Mín.: 140,00
	Méd.: 31,30	Méd.: 68,15	Méd.: 0,00	Méd.: 145,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00

Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data:	25/ago
	Horário:	11:20		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,40	Máx.: 68,10	Máx.: 0,00	Máx.: 110,00
	Mín.: 30,40	Mín.: 67,90	Mín.: 0,00	Mín.: 100,00
	Méd.: 30,40	Méd.: 68,00	Méd.: 0,00	Méd.: 105,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'21,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,7"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Auditório Rio Javari	Data:	25/ago
	Horário:	11:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,40	Máx.: 68,30	Máx.: 0,00	Máx.: 250,00
	Mín.: 30,40	Mín.: 68,00	Mín.: 0,00	Mín.: 130,00
	Méd.: 30,40	Méd.: 68,15	Méd.: 0,00	Méd.: 190,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'21,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Palco do Auditório Rio Javari	Data:	25/ago
	Horário:	09:30		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,70	Máx.: 69,00	Máx.: 0,00	Máx.: 100,00
	Mín.: 30,60	Mín.: 67,50	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 30,65	Méd.: 68,25	Méd.: 0,00	Méd.: 55,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'21,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,8"	Máx.: 35,50	Mín.: 26,00	Méd.: 30,75	60,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 2ª Medição no Bloco de Salas de Aula

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Salas de Aula

Ponto	Descrição			
1	Ambiente:	Corredor	Data:	21/set
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 14:35
	Máx.:	34,80	Máx.:	58,20
	Mín.:	34,80	Mín.:	52,80
	Méd.:	34,80	Méd.:	55,50
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'43,6"	Máx.:	36,20	Mín.:	28,00
			Méd.:	32,10
				59,00
Ponto	Descrição			
2	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	21/set
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 15:30
	Máx.:	33,40	Máx.:	60,20
	Mín.:	33,20	Mín.:	58,70
	Méd.:	33,30	Méd.:	59,45
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'44,7"	Máx.:	36,20	Mín.:	28,00
			Méd.:	32,10
				59,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	21/set
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 15:40
	Máx.:	33,00	Máx.:	63,90
	Mín.:	33,00	Mín.:	61,40
	Méd.:	33,00	Méd.:	62,65
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'44,4"	Máx.:	36,20	Mín.:	28,00
			Méd.:	32,10
				59,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente:	Corredor	Data:	21/set
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 14:25
	Máx.:	34,40	Máx.:	59,90
	Mín.:	34,30	Mín.:	56,70
	Méd.:	34,35	Méd.:	58,30
Condições do Tempo*				
S 03°05'27,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'44,1"	Máx.:	36,20	Mín.:	28,00
			Méd.:	32,10
				59,00
Ponto	Descrição			
	Ambiente:	Sala de Aula	Data:	21/set
				Horário: 13:25

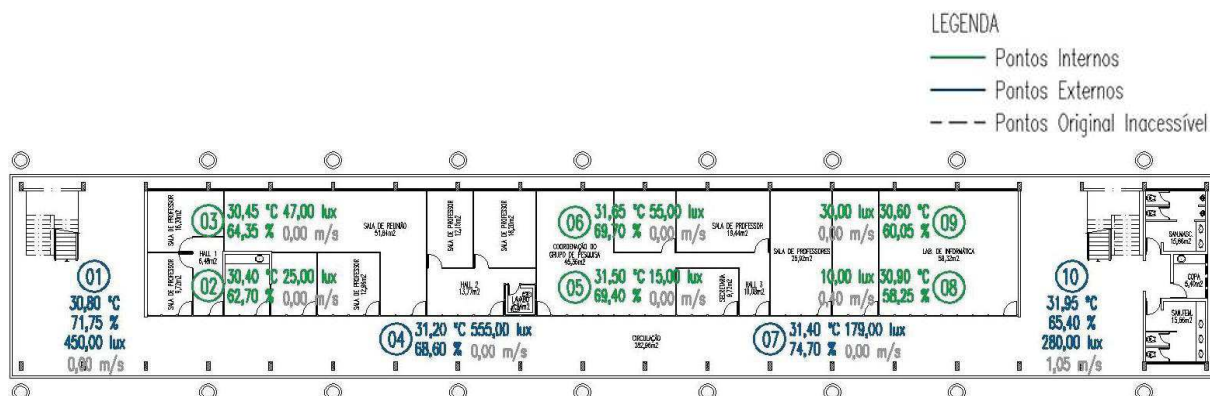
5	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	33,20	Máx.:	73,40	Máx.:	0,00	Máx.:	100,00
	Mín.:	33,20	Mín.:	58,50	Mín.:	0,00	Mín.:	80,00
	Méd.:	33,20	Méd.:	65,95	Méd.:	0,00	Méd.:	90,00
	Condições do Tempo*							
S 03°05'26,8"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)		
O 59°57'44,4"		Máx.:	36,20	Mín.:	28,00	Méd.:	32,10	59,00
Ponto	Descrição							
6	Ambiente:	Sala de Aula			Data:	21/set	Horário: 13:35	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	33,10	Máx.:	74,80	Máx.:	0,00	Máx.:	100,00
	Mín.:	33,00	Mín.:	59,20	Mín.:	0,00	Mín.:	90,00
	Méd.:	33,05	Méd.:	67,00	Méd.:	0,00	Méd.:	95,00
Condições do Tempo*								
S 03°05'27,7"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)		
O 59°57'44,7"		Máx.:	36,20	Mín.:	28,00	Méd.:	32,10	59,00
Ponto	Descrição							
7	Ambiente:	Corredor			Data:	21/set	Horário: 14:15	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	35,00	Máx.:	63,10	Máx.:	1,30	Máx.:	300,00
	Mín.:	35,00	Mín.:	35,00	Mín.:	0,00	Mín.:	200,00
	Méd.:	35,00	Méd.:	49,05	Méd.:	0,65	Méd.:	250,00
Condições do Tempo*								
S 03°05'27,3"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)		
O 59°57'43,8"		Máx.:	36,20	Mín.:	28,00	Méd.:	32,10	59,00
Ponto	Descrição							
8	Ambiente:	Reprografia			Data:	21/set	Horário: 13:45	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	31,80	Máx.:	78,00	Máx.:	0,00	Máx.:	160,00
	Mín.:	31,80	Mín.:	51,20	Mín.:	0,00	Mín.:	150,00
	Méd.:	31,80	Méd.:	64,60	Méd.:	0,00	Méd.:	155,00
Condições do Tempo*								
S 03°05'27,9"		Temperaturas (°C)				Umidade relativa (%)		
O 59°57'44,0"		Máx.:	36,20	Mín.:	28,00	Méd.:	32,10	59,00
Ponto	Descrição							
9	Ambiente:	Reprografia			Data:	21/set	Horário: 13:55	
	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)		Iluminância (lux)	
	Máx.:	31,90	Máx.:	72,70	Máx.:	0,00	Máx.:	130,00
	Mín.:	31,00	Mín.:	60,60	Mín.:	0,00	Mín.:	120,00

	Mín.: 30,30	Mín.: 62,20	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 30,40	Méd.: 62,70	Méd.: 0,00	Méd.: 25,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,5"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,9"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente: Sala de Professor		Data: 23/out	Horário: 10:30
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 30,50	Máx.: 69,10	Máx.: 0,00	Máx.: 84,00
	Mín.: 30,40	Mín.: 59,60	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 30,45	Méd.: 64,35	Méd.: 0,00	Méd.: 47,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,4"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,8"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
4	Ambiente: Corredor		Data: 23/out	Horário: 09:55
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,30	Máx.: 69,70	Máx.: 0,00	Máx.: 970,00
	Mín.: 31,20	Mín.: 67,50	Mín.: 0,00	Mín.: 140,00
	Méd.: 31,25	Méd.: 68,60	Méd.: 0,00	Méd.: 555,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'29,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,1"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
5	Ambiente: Coordenação		Data: 23/out	Horário: 10:40
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,50	Máx.: 72,00	Máx.: 0,00	Máx.: 20,00
	Mín.: 31,50	Mín.: 66,80	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 31,50	Méd.: 69,40	Méd.: 0,00	Méd.: 15,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,6"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,4"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
6	Ambiente: Coordenação		Data: 23/out	Horário: 10:50
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,70	Máx.: 73,80	Máx.: 0,00	Máx.: 100,00
	Mín.: 31,60	Mín.: 65,60	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 31,65	Méd.: 69,70	Méd.: 0,00	Méd.: 55,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	

O 59°57'47,2"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
7	Ambiente:	Corredor	Data:	23/out
	Horário:	10:05		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 31,40	Máx.: 79,70	Máx.: 0,00	Máx.: 215,00
	Mín.: 31,40	Mín.: 69,70	Mín.: 0,00	Mín.: 143,00
	Méd.: 31,40	Méd.: 74,70	Méd.: 0,00	Méd.: 179,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'29,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,1"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
8	Ambiente:	Laboratório de Informática	Data:	23/out
	Horário:	11:00		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,90	Máx.: 60,70	Máx.: 0,00	Máx.: 10,00
	Mín.: 30,90	Mín.: 55,80	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 30,90	Méd.: 58,25	Méd.: 0,00	Méd.: 10,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,6"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Laboratório de Informática	Data:	23/out
	Horário:	11:10		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 30,60	Máx.: 62,90	Máx.: 0,00	Máx.: 50,00
	Mín.: 30,60	Mín.: 57,20	Mín.: 0,00	Mín.: 10,00
	Méd.: 30,60	Méd.: 60,05	Méd.: 0,00	Méd.: 30,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,2"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,5"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Lateral da Escada	Data:	23/out
	Horário:	10:15		
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)
	Máx.: 32,00	Máx.: 66,30	Máx.: 2,10	Máx.: 360,00
	Mín.: 31,90	Mín.: 64,50	Mín.: 0,00	Mín.: 200,00
	Méd.: 31,95	Méd.: 65,40	Méd.: 1,05	Méd.: 280,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,5"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019



Planta Baixa com os Dados da 2ª Medição no 1º Andar do Bloco de Administração

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

Levantamento do Bloco de Administração - 1º Andar

Ponto	Descrição			
1	Ambiente:	Atendimento	Data:	30/out
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 11:00
	Máx.: 31,40	Máx.: 69,40	Máx.: 0,00	Iluminância (lux)
	Mín.: 31,40	Mín.: 57,00	Mín.: 0,00	Máx.: 10,00
	Méd.: 31,40	Méd.: 63,20	Méd.: 0,00	Mín.: 10,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,7"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,8"	Máx.: 34,80	Mín.: 28,00	Méd.: 31,40	78,00
Ponto	Descrição			
2	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	23/out
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 11:40
	Máx.: 30,40	Máx.: 70,60	Máx.: 0,00	Iluminância (lux)
	Mín.: 30,40	Mín.: 69,40	Mín.: 0,00	Máx.: 70,00
	Méd.: 30,40	Méd.: 70,00	Méd.: 0,00	Mín.: 10,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,3"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
3	Ambiente:	Corredor	Data:	23/out
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Velocidade do ar (m/s)	Horário: 11:30
	Máx.: 31,30	Máx.: 70,10	Máx.: 0,00	Iluminância (lux)
	Mín.: 31,10	Mín.: 66,50	Mín.: 0,00	Máx.: 290,00
	Méd.: 31,20	Méd.: 68,30	Méd.: 0,00	Mín.: 40,00
Condições do Tempo*				
S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'47,6"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			

4	Ambiente:	Sala de Professor		Data:	30/out	Horário:	10:30	
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)			
	Máx.:	31,60	Máx.:	69,10	Máx.:	0,00	Máx.:	10,00
	Mín.:	31,50	Mín.:	61,90	Mín.:	0,00	Mín.:	10,00
	Méd.:	31,55	Méd.:	65,50	Méd.:	0,00	Méd.:	10,00
	Condições do Tempo*							
	S 03°05'28,6"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'47,8"	Máx.:	34,80	Mín.:	28,00	Méd.:	31,40	78,00	
Ponto	Descrição							
5	Ambiente:	Coordenação		Data:	23/out	Horário:	11:50	
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)			
	Máx.:	28,70	Máx.:	76,80	Máx.:	0,00	Máx.:	110,00
	Mín.:	28,70	Mín.:	71,50	Mín.:	0,00	Mín.:	90,00
	Méd.:	28,70	Méd.:	74,15	Méd.:	0,00	Méd.:	100,00
	Condições do Tempo*							
	S 03°05'28,6"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'48,1"	Máx.:	35,90	Mín.:	25,50	Méd.:	30,70	58,00	
Ponto	Descrição							
6	Ambiente:	Sala de Professor		Data:	30/out	Horário:	10:15	
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)			
	Máx.:	31,00	Máx.:	79,30	Máx.:	0,00	Máx.:	10,00
	Mín.:	30,80	Mín.:	74,30	Mín.:	0,00	Mín.:	10,00
	Méd.:	30,90	Méd.:	76,80	Méd.:	0,00	Méd.:	10,00
	Condições do Tempo*							
	S 03°05'28,8"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'47,0"	Máx.:	34,80	Mín.:	28,00	Méd.:	31,40	78,00	
Ponto	Descrição							
7	Ambiente:	Educação de Campo		Data:	23/out	Horário:	12:00	
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)			
	Máx.:	31,00	Máx.:	75,70	Máx.:	0,00	Máx.:	20,00
	Mín.:	31,00	Mín.:	69,10	Mín.:	0,00	Mín.:	10,00
	Méd.:	31,00	Méd.:	72,40	Méd.:	0,00	Méd.:	15,00
	Condições do Tempo*							
	S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)			Umidade relativa (%)			
O 59°57'47,2"	Máx.:	35,90	Mín.:	25,50	Méd.:	30,70	58,00	
Ponto	Descrição							
8	Ambiente:	Corredor		Data:	23/out	Horário:	11:20	
	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)		Velocidade do ar (m/s)	Iluminância (lux)			
	Máx.:	29,90	Máx.:	69,40	Máx.:	0,00	Máx.:	440,00

	Mín.: 29,60	Mín.: 69,10	Mín.: 0,00	Mín.: 120,00
	Méd.: 29,75	Méd.: 69,25	Méd.: 0,00	Méd.: 280,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,3"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'48,2"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00
Ponto	Descrição			
9	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	30/out Horário: 12:30
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 31,40	Máx.: 65,30	Máx.: 0,00	Máx.: 50,00
	Mín.: 31,40	Mín.: 64,30	Mín.: 0,00	Mín.: 40,00
	Méd.: 31,40	Méd.: 64,80	Méd.: 0,00	Méd.: 45,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'29,0"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,5"	Máx.: 34,80	Mín.: 28,00	Méd.: 31,40	78,00
Ponto	Descrição			
10	Ambiente:	Sala de Professor	Data:	23/out Horário: 13:40
	Temperatura	Umidade relativa	Velocidade do ar	Iluminância
	(°C)	(%)	(m/s)	(lux)
	Máx.: 33,00	Máx.: 69,00	Máx.: 0,00	Máx.: 60,00
	Mín.: 32,90	Mín.: 66,80	Mín.: 0,00	Mín.: 30,00
	Méd.: 32,95	Méd.: 67,90	Méd.: 0,00	Méd.: 45,00
	Condições do Tempo*			
S 03°05'28,9"	Temperaturas (°C)		Umidade relativa (%)	
O 59°57'46,4"	Máx.: 35,90	Mín.: 25,50	Méd.: 30,70	58,00

*em Manaus, segundo a estação meteorológica do INMET

FONTE: INMET, 2018; Mendes, 2019

APÊNDICE D – ADEQUAÇÃO DA ENCE

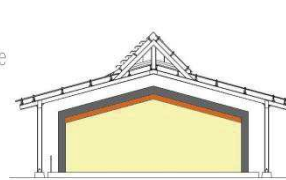
BLOCO DE LABORATÓRIOS

Adequações: trocar telha de fibrocimento por telha *sandwich* branca, pintar lanternim de branco, trocar cerâmica areia por marfim e trocar pintura laranja por amarela.



LEGENDA

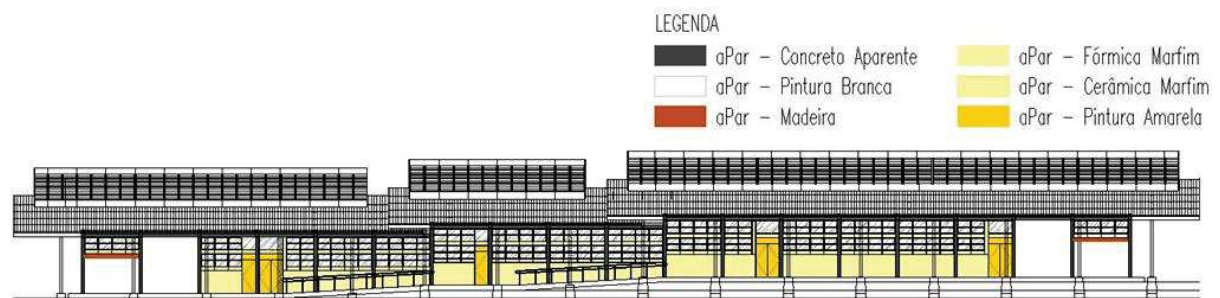
- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Cerâmica Marfim
- aPar - Madeira



LEGENDA

- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Cerâmica Marfim
- aPar - Madeira

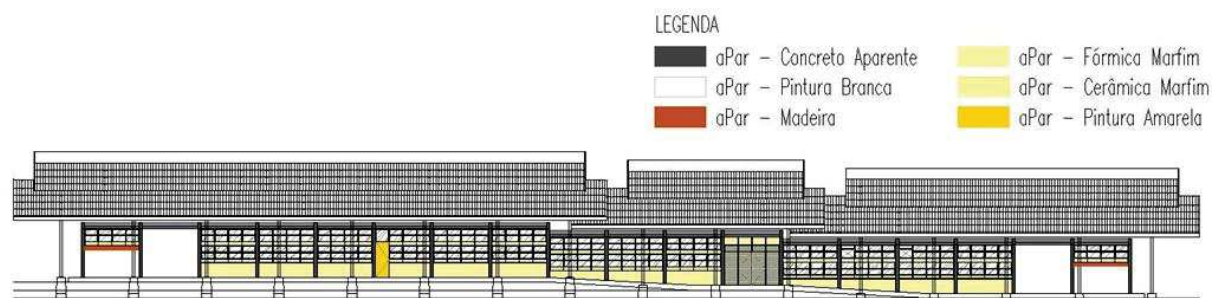
Fachadas Leste e Oeste



LEGENDA

- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Madeira
- aPar - Fôrmica Marfim
- aPar - Cerâmica Marfim
- aPar - Pintura Amarela

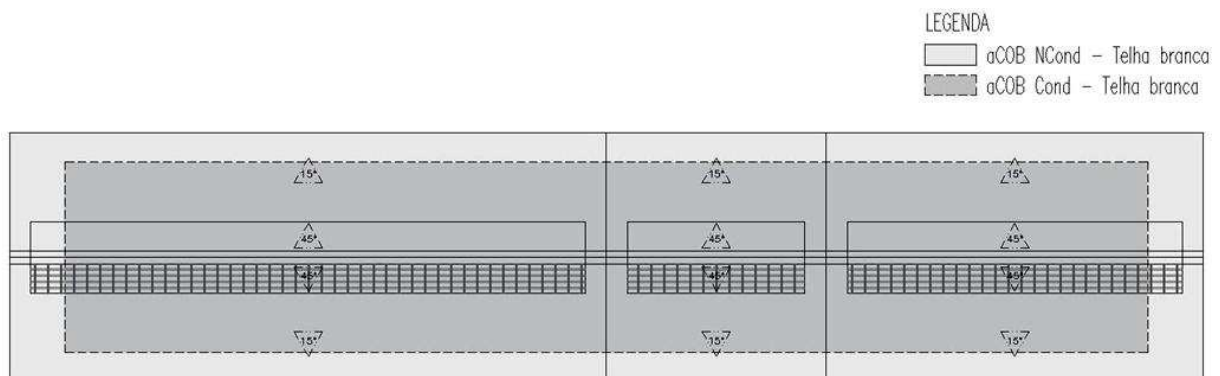
Fachada Sul



LEGENDA

- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Madeira
- aPar - Fôrmica Marfim
- aPar - Cerâmica Marfim
- aPar - Pintura Amarela

Fachada Norte



LEGENDA

- aCOB NCond - Telha branca
- aCOB Cond - Telha branca

Cobertura

Novos Pré-requisitos do Bloco de Laboratórios

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α_{Par}	0,46	5
Absortância Cobertura	α_{COB}	0,37	5
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	0,96	5
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	0,8	5
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	2,78	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	256,68	5
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO		SIGLA	VALOR	Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p.26)						
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Ápcob	1123,02		Eficiência	A	B	C	D	E	
Área de projeção do edifício (m²)	Ápe	522,93		lim mín	-	365,00	383,68	402,36	421,04	
Área total de piso (m²)	Átot	779,22		lim máx	364,99	383,67	402,35	421,03	-	
Área da envoltória (m²)	Áenv	1629,86								
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	50,62								
Ângulo Horizontal de Somb.(graus)	AHS	3,50								
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	30,30								
Volume total da edificação (m³)	Vtot	3023,37								
Fator solar	FS	0,32								
Zona Bioclimática	ZB	8								
				FATOR DE FORMA de cálculo (Áenv/Vtot):						0,54
				FATOR DE ALTURA (Ápcob/Átot):						1,44

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	361,17
-------------------------------------	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

EqNum dos Pré-requisitos	5
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	5

Etiqueta da Envoltória: (final)	A
---------------------------------	----------

Nova Eficiência Energética do Bloco Laboratórios

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

Nova Absortância da Parede - α_{Par}

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	7,06	0,01
	Madeira	0,78	2,73	0,01
	C Marfim	0,34	21,93	0,02
Leste	Concreto	0,75	7,06	0,01
	Madeira	0,78	2,73	0,01
	C Marfim	0,34	21,93	0,02
Norte	Concreto	0,75	37,24	0,08
	C Marfim	0,34	44,88	0,05
	F Marfim	0,34	21,93	0,02
	Madeira	0,78	1,84	0,00
	P Amarela	0,51	1,85	0,00
	P Branca	0,16	11,42	0,01
Sul	Concreto	0,75	39,14	0,08
	C Marfim	0,34	53,79	0,05
	F Marfim	0,34	22,30	0,02
	Madeira	0,78	1,84	0,00
	P Amarela	0,51	14,99	0,02
	P Branca	0,16	14,82	0,01
Total			329,48	0,46

FONTE: Mendes, 2019

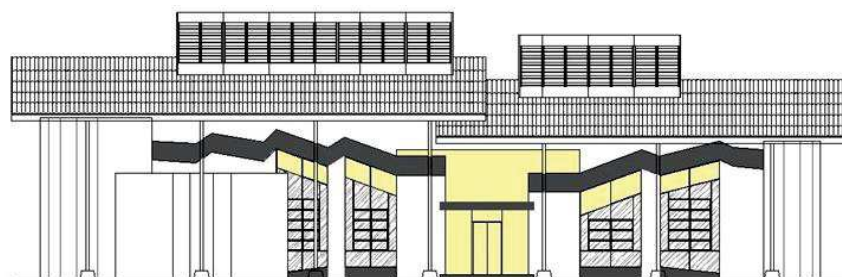
Nova Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha <i>sandwich</i> + ar + laje	0,7	668,7	0,60
Chapa metálica + ar + laje	2,50	110,52	0,35
Total		779,22	2,41

FONTE: Mendes, 2019

ANFITEATRO

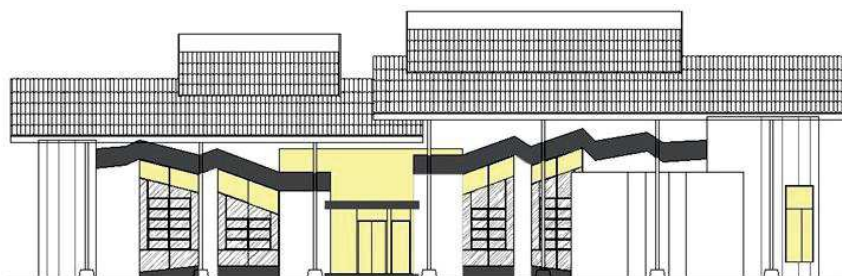
Adequações: trocar telha de fibrocimento por telha *sandwich* branca, pintar lanternim de branco, trocar fôrmica e pintura amarelas por marfins e trocar parede em tijolo cerâmico 25 cm por parede em bloco de concreto 20 cm.



Fachada Sul

LEGENDA

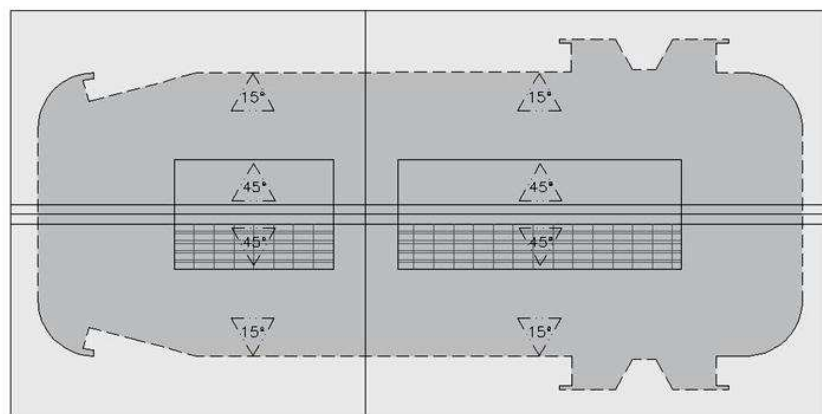
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Fôrmica ou Cerâmica Marfim



Fachada Norte

LEGENDA

- aPar - Pintura Branca
- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Fôrmica ou Cerâmica Marfim



Fachada Norte

LEGENDA

- aCOB NCond - Telha branca
- aCOB Cond - Telha branca

Novos Pré-requisitos do Anfiteatro

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α Par	0,25	5
Absortância Cobertura	α COB	0,37	5
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	0,86	5
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	0,8	5
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	2,67	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	181,71	5
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR	Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p.26)					
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Apcob	541,20	Eficiência	A	B	C	D	E
Área de projeção do edifício (m²)	Ape	353,88	lim mín	-	642,65	646,79	650,94	655,08
Área total de piso (m²)	Atot	351,10	lim máx	642,64	646,78	650,93	655,07	-
Área da envoltória (m²)	Aenv	1025,47	FATOR DE FORMA de cálculo (Aenv/Vtot): 0,48 FATOR DE ALTURA (Apcob/Atot): 1,54					
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	36,71						
Ângulo Horizontal de Somb.(graus)	AHS	7,84						
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	12,35						
Volume total da edificação (m³)	Vtot	2070,20						
Fator solar	FS	0,32						
Zona Bioclimática	ZB	8						

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	640,74	A	Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.
--	-------	---------------	----------	---

EqNum dos Pré-requisitos	5	Etiqueta da Envoltória: (final)	A
EqNum ICenv	5		
EqNumEnv	5		

Nova Eficiência Energética do Anfiteatro

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

Nova Absortância da Parede - α Par

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	P Branca	0,16	69,89	0,03
	Madeira	0,78	0,95	0,00
Leste	P Branca	0,16	76,80	0,03
	Madeira	0,78	0,95	0,00
	For Marfim	0,34	3,35	0,00
Norte	P Branca	0,16	89,51	0,03
	Concreto	0,75	20,62	0,04
	F Marfim	0,34	7,47	0,01
	F Marfim	0,34	35,38	0,03
	P Marfim	0,34	13,35	0,01
Sul	P Branca	0,16	92,86	0,03
	Concreto	0,75	20,62	0,04
	F Marfim	0,34	2,49	0,00
	F Marfim	0,34	9,78	0,01
	P Marfim	0,34	14,98	0,01
Total			449,04	0,25

FONTE: Mendes, 2019

Novas Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Alvenaria 20 cm (tijolo concreto)	2,40	160,30	61,58	0,35	23,05
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	8,34	0,05	3,12
	Madeira 15 cm	1,53	120,60	0,95	0,00	0,27
Leste	Alvenaria 20 cm (tijolo concreto)	2,40	160,30	68,48	0,38	25,63
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	8,33	0,05	3,12
	Madeira 15 cm	1,53	120,60	0,95	0,00	0,27
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	3,35	0,04	0,16
Norte	Alvenaria 20 cm (tijolo concreto)	2,40	160,30	61,29	0,34	22,94
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	28,22	0,16	10,56
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	13,35	0,07	4,95
	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	20,62	0,17	23,11
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	14,77	0,18	0,71
Sul	Alvenaria 20 cm (tijolo concreto)	2,40	160,30	64,44	0,36	24,12
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,30	28,22	0,16	10,56
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	14,98	0,08	5,55
	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	20,62	0,17	23,11
	Fórmica 6 cm	5,20	20,70	9,78	0,12	0,47
Total				428,27	2,67	181,71

FONTE: Mendes, 2019

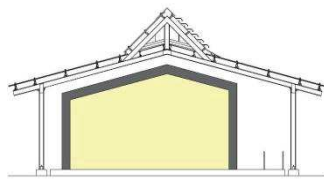
Nova Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha <i>sandwich</i> + ar + laje	0,7	321,84	0,64
Chapa metálica + ar + laje	2,50	32,04	0,23
Total		353,88	0,86

FONTE: Mendes, 2019

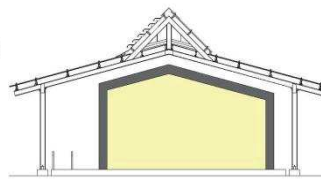
BLOCO DE SALAS DE AULA

Adequações: trocar telha de fibrocimento por telha *sandwich* branca, pintar lanternim de branco, trocar cerâmica e fórmica amarelas por marfins.

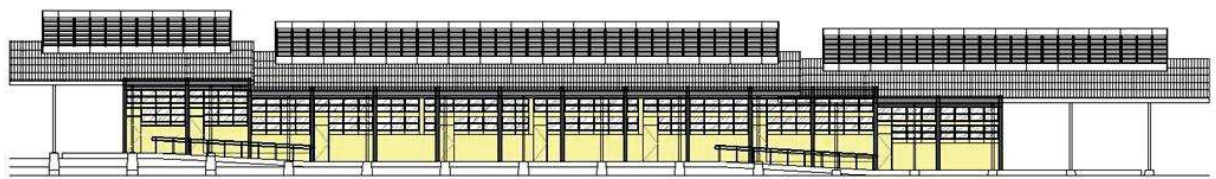


Fachadas Leste e Oeste

LEGENDA
 ■ aPar – Concreto Aparente
 ■ aPar – Cerâmica Marfim

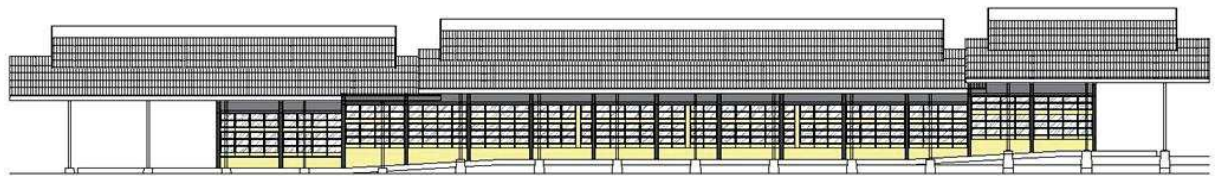


LEGENDA
 ■ aPar – Concreto Aparente
 ■ aPar – Cerâmica Marfim



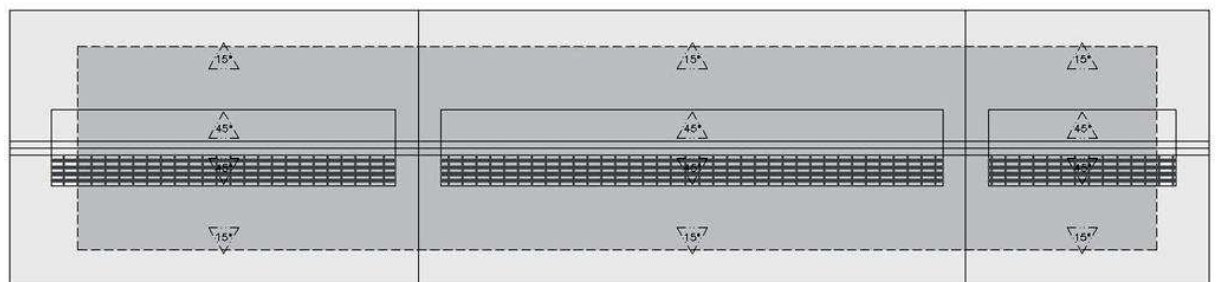
Fachada Sul

LEGENDA
 ■ aPar – Concreto Aparente
 ■ aPar – Cerâmica ou Fôrmica Marfim



Fachada Norte

LEGENDA
 ■ aPar – Concreto Aparente
 ■ aPar – Cerâmica ou Fôrmica Marfim



Fachada Norte

Novos Pré-requisitos do Bloco de Salas de Aula

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α_{Par}	0,46	5
Absortância Cobertura	α_{COB}	0,37	5
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	0,95	5
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	0,8	5
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	3,17	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	244,31	5
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Ápcob	1097,10
Área de projeção do edifício (m²)	Ápe	442,75
Área total de piso (m²)	Átot	726,57
Área da envoltória (m²)	Áenv	1593,26
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	44,76
Ângulo Horizontal de Somb. (graus)	AHS	3,53
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	33,65
Volume total da edificação (m³)	Vtot	1921,54
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p. 26)					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	628,35	632,49	636,63	640,78
lim máx	628,34	632,48	636,62	640,77	-
FATOR DE FORMA de cálculo (Áenv/Vtot):	0,48				
FATOR DE ALTURA (Ápcob/Átot):	1,51				

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	624,02
--	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

EqNum dos Pré-requisitos	5
EqNum ICenv	5
EqNumEnv	5

Etiqueta da Envoltória: (final)	A
--	----------

Nova Eficiência Energética do Bloco de Salas de Aula

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

Nova Absortância Parede - α_{Par}

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	6,82	0,02
	C Marfim	0,34	33,48	0,03
Leste	Concreto	0,75	6,82	0,02
	C Marfim	0,34	33,48	0,03
Norte	Concreto	0,75	42,60	0,10
	C Marfim	0,34	56,96	0,06
Sul	Concreto	0,75	44,10	0,10
	C Marfim	0,34	65,37	0,07
	F Marfim	0,34	38,90	0,04
Total			328,53	0,46

FONTE: Mendes, 2019

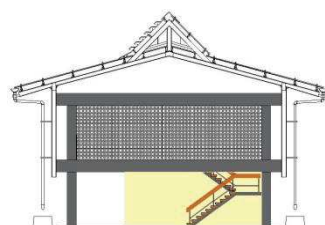
Nova Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha sandwich + ar + laje	0,7	624,15	0,60
Chapa metálica + ar + laje	2,50	102,42	0,35
Total		726,57	0,95

FONTE: Mendes, 2019

BLOCO DE ADMINISTRAÇÃO

Adequações: trocar telha de fibrocimento por telha *sandwich* branca; pintar lanternim, laje aparente e cobogós de branco; trocar fórmica amarela por marfim; e utilizar fórmica dupla na fachada.



Fachadas Leste e Oeste

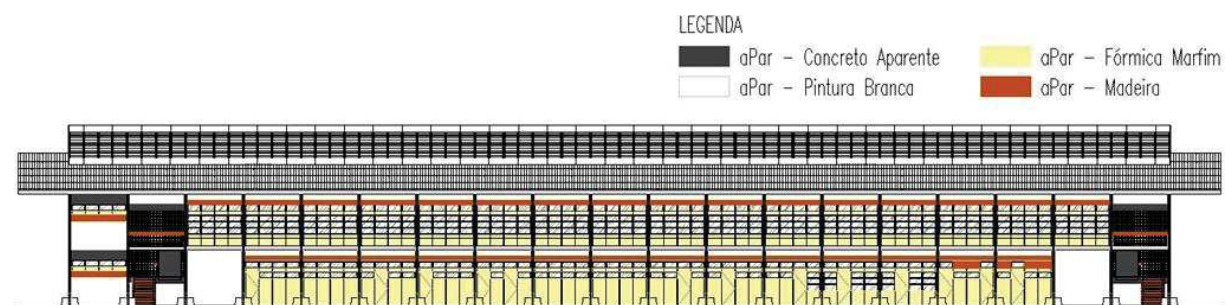
LEGENDA

- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Cerâmica Marfim
- aPar - Madeira
- aPar - Pintura Branca



LEGENDA

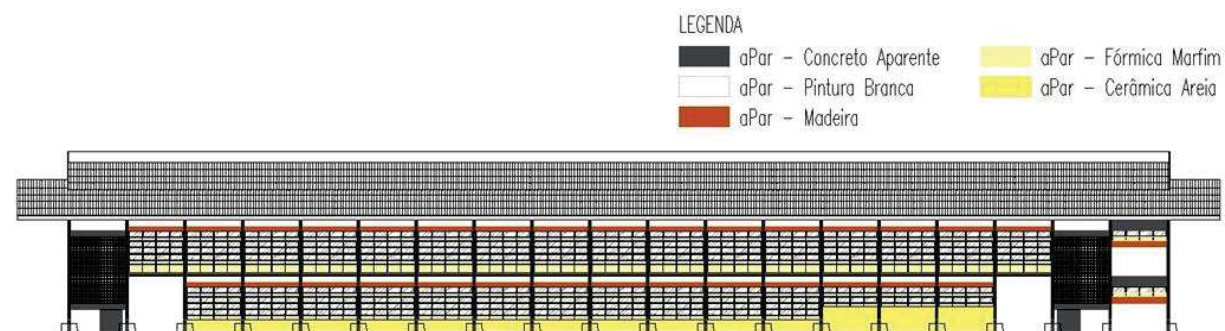
- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Madeira



Fachada Sul

LEGENDA

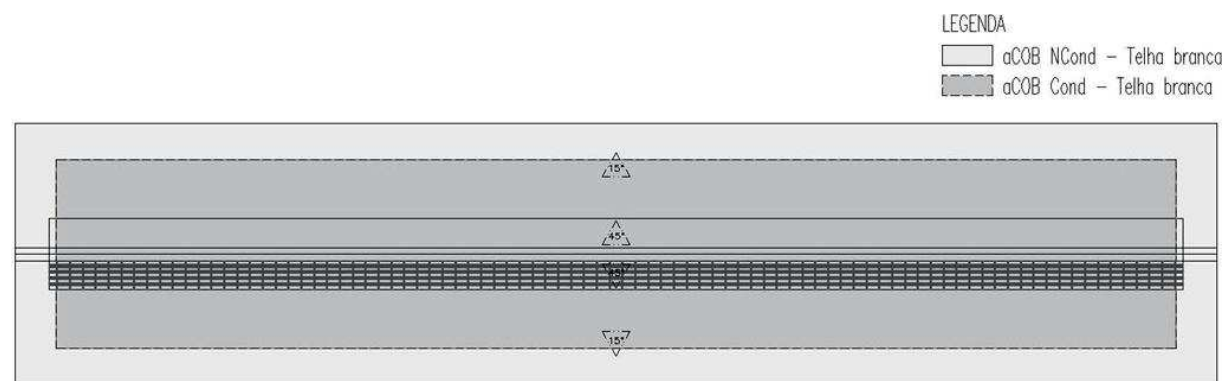
- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Fórmica Marfim
- aPar - Madeira



Fachada Norte

LEGENDA

- aPar - Concreto Aparente
- aPar - Pintura Branca
- aPar - Madeira
- aPar - Fórmica Marfim
- aPar - Cerâmica Areia



Cobertura

LEGENDA

- aCOB NCond - Telha branca
- aCOB Cond - Telha branca

Novos Pré-requisitos do Bloco de Administração

FONTE: Carolino; 2017; Mendes, 2019

PRÉ-REQUISITOS	SIGLA	VALOR	EqNum Máx.
Absortância Paredes	α Par	0,42	5
Absortância Cobertura	α COB	0,37	5
Transm. Cobertura Área Condicionada [W/(m².K)]	UCOB Cond	0,98	5
Transm. Cobertura Área Não Condicionada [W/(m².K)]	UCOB NCond.	0,8	5
Transmitância paredes [W/(m².K)]	Upar	3,03	5
Capacidade Térmica Parede [kJ/(m².K)]	CTPar	344,74	5
Percentual de Abertura Zenital (%)	PAZ	0,0%	5
Fator Solar da Abertura Zenital	FS	0,00	5

DADOS DO EDIFÍCIO	SIGLA	VALOR
Área de projeção da cobertura do edifício (m²)	Ápcob	1219,24
Área de projeção do edifício (m²)	Ápe	512,90
Área total de piso (m²)	Átot	1513,80
Área da envoltória (m²)	Áenv	2205,12
Ângulo Vertical de Somb. (graus)	AVS	44,09
Ângulo Horizontal de Somb. (graus)	AHS	9,30
Percentual de Abertura na Fachada (%)	PAFT	29,95
Volume total da edificação (m³)	Vtot	5667,66
Fator solar	FS	0,32
Zona Bioclimática	ZB	8

Intervalos dos níveis de eficiência (tabela 3.4, p. 26)					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	267,18	279,87	292,57	305,26
lim máx	267,17	279,86	292,56	305,25	-
FATOR DE FORMA de cálculo (Áenv/Vtot):	0,39				
FATOR DE ALTURA (Ápcob/Átot):	0,81				

Indicador de Consumo (adimensional)	ICenv	260,10
--	-------	---------------

A Etiqueta sem consideração dos pré-requisitos.

Resultados:		Etiqueta da Envoltória: (final)	A
EqNum dos Pré-requisitos	5		
EqNum ICenv	5		
EqNumEnv	5		

Nova Eficiência Energética do Bloco de Administração

FONTE: Quali-A, 2016; Mendes, 2019

Nova Absortância parede - α Par

Fachada	Acabamento	Absortância	Área	Média Ponderada
Oeste	Concreto	0,75	20,99	0,02
	F Marfim	0,34	0,88	0,00
	Madeira	0,78	1,78	0,00
	P Branca	0,16	49,58	0,01
Leste	Concreto	0,75	21,75	0,03
	C Marfim	0,34	18,04	0,01
	Madeira	0,78	1,40	0,00
	P Branca	0,16	18,37	0,00
Norte	Concreto	0,75	41,33	0,05
	C Marfim	0,34	42,74	0,02
	F Marfim	0,34	75,69	0,04
	Madeira	0,78	28,29	0,04
	P Branca	0,16	44,33	0,01
Sul	Concreto	0,75	43,11	0,05
	F Marfim	0,34	144,42	0,08
	Madeira	0,78	33,74	0,04
	P Branca	0,16	41,23	0,01
Total			627,67	0,42

FONTE: Mendes, 2019

Novas Transmitância e Capacidade Térmica da Parede - Upar e CTpar

Fachada	Composição Parede	Trans.	Cap.	Área	Média da Transmitância	Média da Capacidade
Oeste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	20,99	0,14	18,63
	Alvenaria 15 cm	2,40	160,60	49,58	0,22	14,72
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,78	0,01	0,40
	Fórmica dupla 13 cm	2,90	41,40	0,88	0,00	0,07
Leste	Concreto apar. 20 cm	3,50	480,00	39,31	0,25	34,89
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	0,89	0,00	1,97
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	18,04	0,07	5,29
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	1,40	0,00	0,31
Norte	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	45,12	0,27	50,06
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	27,80	0,11	61,69
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	42,74	0,17	12,54
	Fórmica dupla 13 cm	2,90	41,40	75,69	0,41	5,79
Sul	Madeira (cedro)	1,53	120,60	28,29	0,08	6,31
	Concreto apar. 25 cm	3,20	600,00	43,49	0,26	48,25
	Concreto apar. 50 cm	2,20	1200,00	27,80	0,11	61,69
	Alvenaria 15 cm (c/cerâmica)	2,20	158,70	12,07	0,05	3,54
	Fórmica dupla 13 cm	2,90	41,40	144,42	0,77	11,06
	Madeira (cedro)	1,53	120,60	33,74	0,10	7,52
Total				540,80	3,97	336,28

FONTE: Mendes, 2019

Nova Transmitância Térmica da Cobertura da Área Condicionada - Ucob AC

Composição	Transmitância	Área	Média da Transmitância
Telha <i>sandwich</i> + ar + laje	0,7	690,03	0,59
Chapa metálica + ar + laje	2,50	125,46	0,38
Total		815,49	0,98

FONTE: Mendes, 2019

GLOSSÁRIO

Abertura zenital: abertura formada pelo material translúcido de esquadrias posicionadas na cobertura de uma edificação, tais como claraboias.

Absortância: quantidade de calor absorvida pela superfície de um material por meio da radiação solar, quanto mais escura uma superfície maior sua absortância.

Ângulo horizontal de sombreamento: ângulo formado entre os planos verticais perpendiculares à superfície translúcida das esquadrias da fachada.

Ângulo vertical de sombreamento: ângulo formado entre os planos horizontais perpendiculares à superfície translúcida das esquadrias da fachada.

Arquitetura bioclimática: processo de projeto e construção de obras arquitetônicas em harmonia com o bioma e clima locais, objetivando maior conforto ambiental dos usuários.

Atraso térmico: tempo em que o calor que incide sobre a superfície de um material demora a se manifestar na superfície oposta.

Brise: abreviação de *brise-soleil*, elemento arquitetônico formado por lâminas verticais ou horizontais – fixas ou móveis – normalmente posicionado na fachada com o intuito de barrar o excesso de radiação solar que incide no interior de uma edificação.

Capacidade térmica: quantidade de calor necessária para aumentar a temperatura de um sistema, quanto maior a capacidade térmica maior o tempo demora a esquentá-lo ou esfriá-lo.

Cobertura: superfície externa no plano horizontal de uma edificação.

Cobogó: elemento arquitetônico que consiste em blocos vazados, normalmente feitos de cimento ou cerâmica.

Conforto ambiental: combinações de fatores ambientais que irão produzir condições aceitáveis para a maior parte dos usuários.

Eficiência energética em edificações: otimização da quantidade de energia elétrica empregada nas operações de um edifício, visando utilizar o mínimo da quantidade disponibilizada para as mesmas.

Envoltória: superfícies externas de uma edificação que separam os ambientes internos dos externos – coberturas, fachadas e suas respectivas aberturas e prolongamentos – sendo complementada, no cálculo da ENCE, pelo volume, área de piso e orientação do edifício.

Esquadria: elemento arquitetônico formado por conjunto de peças que compõem dispositivos de abertura, ventilação e/ou iluminação de ambientes, tais como janelas e portas.

Estratégias bioclimáticas: conjunto de decisões projetuais voltadas à aquisição de maior conforto ambiental pela adequação do edifício ao clima e meio ambiente de seu sítio.

Fachadas: também chamadas de elevações, são as superfícies externas no plano vertical de uma edificação, correspondem às faces do edifício.

Fator solar: razão entre o calor que passa através de um material translúcido e a radiação solar que incide sobre o mesmo, quanto maior o fator solar mais calor é transmitido.

Lanternim: elemento construtivo sobreposto à cobertura de uma edificação, normalmente projetado como uma pequena torre ou telhado menor, com abertura nas laterais.

Iluminância: também chamada de iluminamento, é quantidade de luz que incide sobre uma área, determina a quantidade de luz em dado ponto de um ambiente.

Indicador de consumo da envoltória: resultado da fórmula do cálculo da ENCE da envoltória, determina seu desempenho por comparação em uma escala numérica de intervalos que variam de A a E – quanto menor o indicador maior sua eficiência energética.

Índice de Calor: sensação de aquecimento ou esfriamento provocada pela variação da umidade relativa do ar.

Inércia térmica: capacidade de um sistema em impedir a passagem rápida transmissão de calor através de suas superfícies, transmitindo-o lentamente.

Massa térmica: capacidade de um material em impedir a passagem rápida transmissão de calor através de suas superfícies, transmitindo-o lentamente.

Resfriamento por calefação: também chamado de efeito chaminé, é quando uma corrente de convecção é criada pela diferença de pressão entre o ar mais quente e o ar mais frio de um ambiente, promovendo a renovação de ar interna por meio do fluxo vertical.]

Sensação Térmica: também chamada de temperatura aparente, é a temperatura percebida pelos usuários, podendo diferir da temperatura real por influência da umidade relativa e velocidade do ar.

Transmitância térmica: razão entre a quantidade de calor irradiada que é absorvida por um sistema e quantidade de calor que flui através das superfícies do mesmo – quanto menor a transmitância de um sistema, menor a passagem de calor entre as superfícies opostas.

Umidade relativa: relação entre a quantidade de água existente no ar e quantidade máxima que poderia haver mantendo-se mesma temperatura.

Ventilação cruzada: é quando uma corrente de ar é criada pela diferença entre a pressão positiva e negativa que o vento exerce quando atravessa o ambiente, promovendo a renovação de ar interna por meio do fluxo horizontal.

Zonas bioclimáticas brasileiras: subdivisões do território nacional por características similares quanto ao bioma e ao clima, permitindo relacionar determinada localidade com um conjunto de estratégias bioclimáticas adequadas.

Zonas bioclimática 8: subdivisão do território brasileiro que corresponde a Floresta Amazônia e parte da Mata Atlântica, cujas estratégias bioclimáticas correspondem a sistemas de sombreamento e de ventilação natural, bem como a escolha adequada de materiais de construção.